

Geschwindigkeit

Montag, 2. September 2024 10:00

Hausaufgaben:



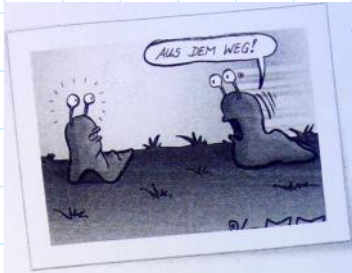
Geschwindigkeit

$$s = 138 \text{ km}$$

$$t = 1 \text{ h } 38 \text{ min} = 98 \text{ min}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{138 \text{ km}}{98 \text{ min}} = 1,49 \frac{\text{km}}{\text{min}} \cdot 60 \approx 85 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

55 ~



Auf die Plätze. Fertig. Los.
Das Rennen:
Radfahrer vs. Läufer

➤ **Frage:** An welcher Stelle nach dem Start überholt der Radfahrer den Läufer?

Vermutung:

Beobachtungsergebnis:

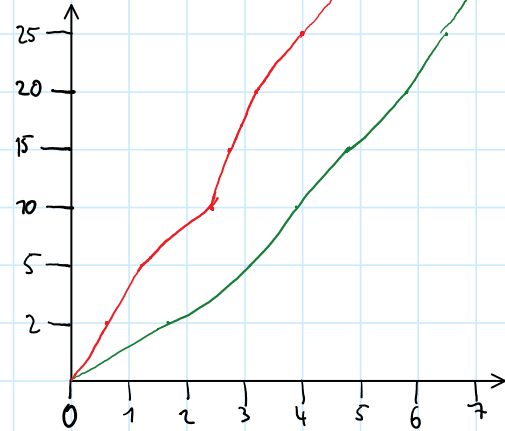
➤ **Ziel:** Vorhersage des Überholpunktes aus Einzeldaten

Weg s in m	0	2	5	10	15	20	25
Zeit t _L in s	0	0,65	1,2	2,4	2,74	3,3	4
Zeit t _R in s	0	1,75	3,2	3,9	4,85	5,8	6,5

➤ **Aufgabe:** Bestimmen Sie aus Ihren Messwerten in geeigneter Weise den Überholpunkt s₀ (vermutlich Extrablatt nötig).

Vorhersage:

Der Vergleich mit der Vorhersage und mit dem Beobachtungsergebnis liefert uns folgende Erkenntnisse:



Bewegungsvorgänge

Dienstag, 3. September 2024 12:30

Hausaufgaben:

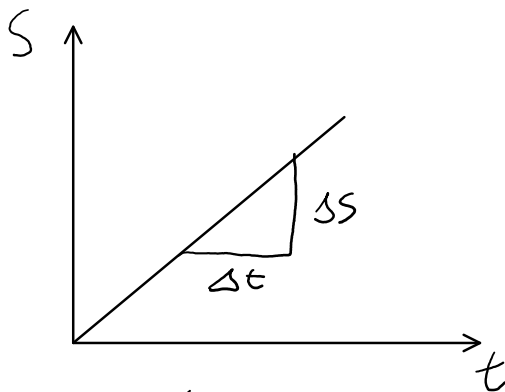


Bewegungsvorgänge

1. Gradlinig gleichförmige Bewegungen:

- Abbrennen einer Kerze
- Autofahren auf der Autobahn

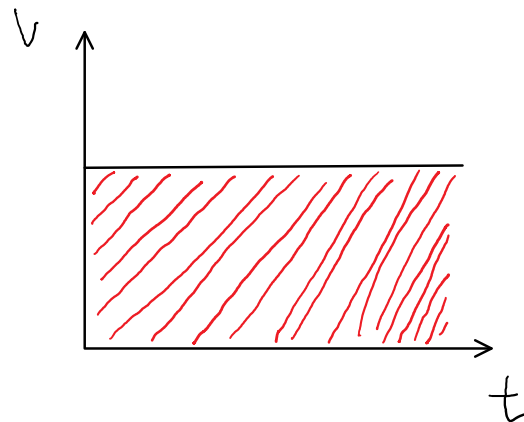
$s-t$ -Diagramm



$$m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$\Rightarrow$ $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ Durchschnittsgeschw.

$v-t$ -Diagramm



$s = v \cdot t$
Flächeninhalt

Mobile Cassy

Montag, 9. September 2024 10:40

Hausaufgaben:



Distanz: 80cm

Lichtschranke A: $V_{A1} = 0,1055m/s$

Lichtschranke B: $V_{A2} = 0,4301m/s$

Zeit: $\Delta t_A = 3,1718s$

Distanz: 50cm

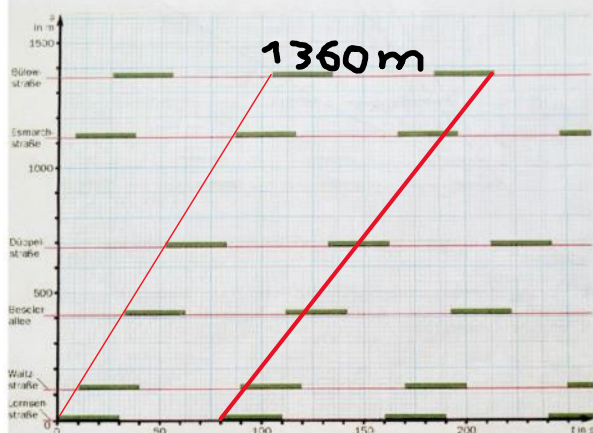
Lichtschranke A: $V_{A1} = 0,1464m/s$

Lichtschranke B: $V_{A2} = 0,4660m/s$

Zeit: $\Delta t_A = 1,6934s$

Die Sache mit der „Grünen Welle“

Die grüne Welle soll auf längeren Hauptstraßen für flüssigen Verkehr sorgen: Wenn ein Auto die erste Ampel bei Grün passiert hat, soll es auch an den folgenden Ampeln möglichst immer bei Grün ankommen. Folgendes Bild zeigt die Wirkungsweise der grünen Welle. Im Diagramm sind die Grünphasen der einzelnen Ampelanlagen eingetragen. Auf der horizontalen Achse ist die Zeit angetragen. Auf der vertikalen Achse können die Abstände der Ampelanlagen abgelesen werden.



Ein Autofahrer fährt mit konstanter Geschwindigkeit und kommt bei jeder Ampel genau dann an, wenn sie auf Grün schaltet. Zeichnen Sie den entsprechenden Graphen in das Weg-Zeit-Diagramm ein. Mit welcher Geschwindigkeit muss das Auto fahren?

Ein Fahrzeug passiert die erste Ampel, als diese gerade auf Grün springt. Es soll die letzte Ampel gerade noch bei Grün erreichen. Ermitteln Sie die erforderliche (konstante) Geschwindigkeit.

Ein Autofahrer kommt an der ersten Ampel an, kurz bevor sie auf Gelb schaltet. Ermitteln Sie die (konstante) Höchstgeschwindigkeit, die die grüne Welle in diesem Fall ermöglicht.

Die geradlinig gleichförmige Bewegung

Die Aufgabe 1 brauchen Sie nur dann bearbeiten, wenn Sie noch unsicher im Umgang mit Einheiten sind.

① Ein Wagen durchfährt eine 1,6 km lange Teststrecke in 24 s. Geben Sie seine Durchschnittsgeschwindigkeit in m/s, km/h und m/min an

② An der Straße von A-Stadt nach der 20 km entfernten C-Stadt liegt 4 km von A-Stadt entfernt B-Dorf. Ein Radfahrer (I) startet in B-Dorf und kommt nach 1,5 h in C-Stadt an. Zur gleichen Zeit wie (I) in B-Dorf fährt ein anderer Radfahrer (II) in C-Stadt los und erreicht zur selben Ankunftszeit wie (I) A-Stadt.

a) Zeichnen Sie das Weg-Zeit-Diagramm (1 km: 0,5 cm; 1 h: 6 cm)



$$v = \frac{s}{t}$$

Die geradlinig gleichförmige Bewegung

Die Aufgabe 1 brauchen Sie nur dann bearbeiten, wenn Sie noch unsicher im Umgang mit Einheiten sind.

① Ein Wagen durchfährt eine 1,6 km lange Teststrecke in 24 s. Geben Sie seine Durchschnittsgeschwindigkeit in m/s, km/h und m/min an

② An der Straße von A-Stadt nach der 20 km entfernten C-Stadt liegt 4 km von A-Stadt entfernt B-Dorf. Ein Radfahrer (I) startet in B-Dorf und kommt nach 1,5 h in C-Stadt an. Zur gleichen Zeit wie (I) in B-Dorf fährt ein anderer Radfahrer (II) in C-Stadt los und erreicht zur selben Ankunftszeit wie (I) A-Stadt.

- a) Zeichnen Sie das Weg-Zeit-Diagramm (1 km: 0,5 cm ; 1 h: 6 cm).
- b) Berechnen Sie die Durchschnittsgeschwindigkeiten beider Radfahrer.
- c) Zeichnen Sie das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm (1 km/h: 0,5 cm ; 1 h: 6 cm).
- d) Wann begegnen sich die Radfahrer?



$$v = \frac{s}{t}$$



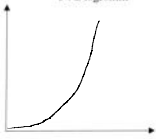
3

Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Es soll mit folgendem experimentellen Aufbau der Zusammenhang zwischen der zurückgelegten Strecke s bzw. der erreichten Geschwindigkeit v und der verstrichenen Zeit t untersucht werden.



- Skizziere den prinzipiellen Verlauf des Graphen im s - t -Diagramm



v-t-Diagramm



- Welcher mathematische Zusammenhang besteht anscheinend zwischen Weg s und Zeit t ?

$$s \sim t^2$$

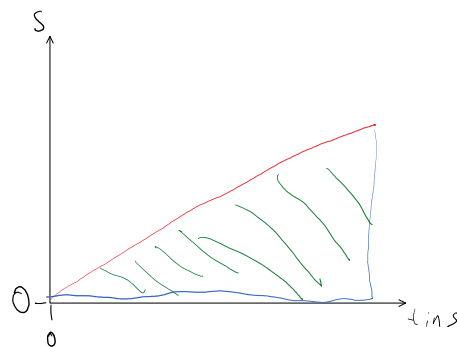
$$v \sim t$$



In einem ähnlichen Experiment sind folgende Messwerte aufgenommen worden:

t in s	0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
s in cm	0	0,9	1,7	2,9	4,5	6,4	8,6	11,2	14,2	17,5	21,2	25,2
$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ in cm/s	-	4,5	5,7	7,25	9	10,6	12,25	14	15,7	17,5	19,25	21

- Zeichne das zugehörige s - t -Diagramm.
- Berechne für die einzelnen Intervalle die Durchschnittsgeschwindigkeiten und trage sie in obiger Tabelle ein. Zeichne anschließend das entsprechende v - t -Diagramm.



strecke
 $s = \frac{1}{2} v t$

$$a = \frac{v}{t} \quad | \cdot t$$

$$v = a \cdot t$$

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Beschleunigung (a) ist der Quotient aus Geschwindigkeitsänderung Δv und Zeitspanne

$$\Delta t: a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{const.}$$

$$[a] = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Bewegungsgesetze

Geschw.-Zeit-Gesetz: $v = a \cdot t$

Weg-Zeit-Gesetz: $s = \frac{1}{2} a t^2$

Beschl.-Zeit-Gesetz: $a = \text{const.}$

Bewegungsgesetze und Aufgaben

Dienstag, 24. September 2024 12:30

Hausaufgaben:

 Aufgaben

Bewegungsgesetze:

Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz: $v = a \cdot t$

Weg-Zeit-Gesetz: $s = \frac{1}{2}at^2$

Beschleunigung-Zeit-Gesetz: $a = \text{const.}$

Aufgaben zur gleichmäßig beschleunigten Bewegung

A) In der Stadt fährt ein Auto mit 36 km/h. Auf einer Ausfallstraße gibt der Fahrer mehr Gas und beschleunigt mit $a = 2,0 \text{ m/s}^2$ auf 90 km/h.

Wie lange dauert die Beschleunigung?

Auf welcher Strecke findet sie statt?

B) Ein Auto fährt mit der konstanten Beschleunigung $2,0 \text{ m/s}^2$ an.

Welchen Weg hat es nach 3 Sekunden zurückgelegt.

Wie schnell ist es dann?

Wie weit bewegt es sich in den nächsten 5 Sekunden, wenn man nach 3 Sekunden Anfahrzeit die beschleunigende Kraft wegnimmt? (Reibung sei durch Fahrbahnneigung ausgeglichen.)

Zeichnen Sie das v-t- und das s-t-Diagramm.

C) Ein Zug erreicht aus der Ruhe nach 10 s die Geschwindigkeit 5,0 m/s.

Berechnen Sie seine Beschleunigung.

Wie weit ist er gefahren?

D) Ein Geschoss wird in einem Pistolenlauf von 15 cm Länge auf 400 m/s beschleunigt.

Wie groß ist die Beschleunigung und wie lange dauert sie?

Blitzer

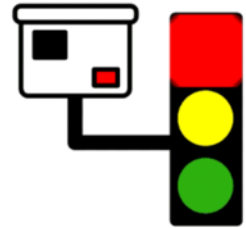
Montag, 30. September 2024 10:00

Hausaufgaben:

 Blitzer

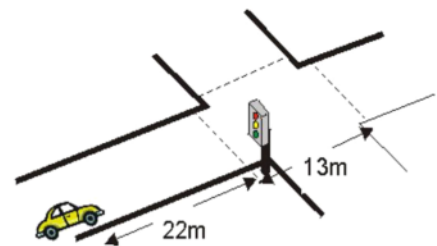
Der Blitzer - physikalisch betrachtet

An einer Straßenkreuzung wurden eine neue Ampelanlage und auf einer Seite ein Rotlicht-Blitzer errichtet. Zwei Monate später zeigte die Bilanz viele Rotlichtübertretungen, allerdings nicht von den schnellen und auch nicht von den langsamen Autos. Vielmehr wurden jene Autofahrer geblitzt, die ihre Geschwindigkeit von den erlaubten 50 km/h etwas mäßigten und mit ca. 40 km/h an die Kreuzung herankamen.



Die Stadtverwaltung will dies nun untersuchen lassen und erteilt dem Kurs Ph E pgF einen entsprechenden Auftrag. Dazu sollen folgende Annahmen gemacht werden:

Ein Auto fährt mit 40 km/h auf die Kreuzung zu. Wenn sich das Auto 22 m vor der Ampel (Haltelinie) befindet, schaltet die Ampel auf gelb, 3 s später erscheint rot. Der Weg über die Kreuzung beträgt 13 m (siehe Abb.).



Der Autofahrer hat beim Erscheinen von Gelb zwei Möglichkeiten:

- (1) Er kann mit konstanter Geschwindigkeit weiter über die Kreuzung fahren.
- (2) Er kann nach einer Reaktionszeit von 1,0 s mit $5,0 \text{ m/s}^2$ abbremsen.

- a) Zeige rechnerisch, dass sich das Auto während der Rotphase in beiden Fällen im verbotenen Kreuzungsbereich befindet.
- b) Mache Vorschläge für die Entschärfung des Problems und belege deine Vorschläge mit geeigneten Berechnungen.

Unter dem freien Fall versteht man eine Fallbewegung ohne Einfluss der Luftreibung. Dabei handelt es sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung

4

Der freie Fall

- Baue mit den Materialien des Schülers experimentierensatzes ME3 das Fall-Experiment auf (siehe Abb.).
- Ermittle für unterschiedliche Fallstrecken s in m die zugehörigen Fallzeiten t in s.
- Bestimme aus den Messwerten die Fallbeschleunigung g in m/s².

s in m	t in s	s/t² in m/s²	g in m/s²
0,5	0,3181		
0,75	0,3897		
0,25	0,2137		
0,1	0,1328		
0,2	0,1893		
0,3	0,2385		
0,4	0,2787		
0,6	0,3518		
0,7	0,3710		

Experimenteller Durchschnittswert für g:

Literaturwert für g:

Prozentuale Abweichung:

Fehlerbetrachtung:

Bewegungsgesetze:

$$s = \frac{1}{2} g t^2 \quad | \cdot 2$$
$$a = g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$
$$v = g \cdot t$$
$$s = \frac{1}{2} g t^2$$
$$2s = g \cdot t^2 \quad | :g$$
$$\frac{2s}{g} = t^2 \quad | \sqrt{}$$
$$\sqrt{\frac{2s}{g}} = t$$

0,8 0,3968
0,9 0,4207

Felix Baumgartner und Red Bull Stratos 2012

Der Österreicher Felix Baumgartner will im freien Fall die Schallmauer durchbrechen.

Das weltweite optinale Zeitintervall für das Projekt Red Bull Stratos erstreckt sich von Juli bis September. Der 43-jährige Österreicher wird innerhalb dieser Monate versuchen, den Sprung von einem Heliumballon aus einer Höhe von ca. 36.576 Metern zu absolvieren. Mit diesem Sprung soll zugleich der bestehende Weltrekord im freien Fall (31.333 Meter) von Joe Kittinger aus dem Jahr 1960 gebrochen werden.

Im März 2012 absolvierte Baumgartner bereits einen Testsprung aus 21.918 Metern.

Welchen Höhenunterschied müsste man ohne Luftwiderstand durchfallen, damit man die schallgeschwindigkeit von 344 m/s erreicht?

Schätzen Sie sich im Internet über die Gefahren, denen während eines solchen Falls Baumgartner ausgesetzt sein wird.

$v = g t \quad | :g$

$\frac{v}{g} = t$

$\frac{344}{9,81} = 35,07$

$s = \frac{1}{2} g t^2$

$\frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 35,07^2 = 122,02 m$

Frühstücksphysik

Du toastest dir zum Frühstück eine Scheibe Toast mit der Masse $m = 40 \text{ g}$. Als der Toast fertig ist und nach oben springt, stellst du fest, dass er dabei von seiner Haltevorrichtung genau $h = 4 \text{ cm}$ nach oben springt, bevor er wieder nach unten fällt und auf der Haltevorrichtung zur Ruhe kommt.

a) Berechne, wie lange der Toast insgesamt in der Luft ist, bevor er wieder auf der Haltevorrichtung landet.

b) Ermittle, mit welcher Geschwindigkeit v_0 die Toastscheibe den Toaster verlässt.

c*) Untersuche, auf welche Geschwindigkeit eine 11cm hohe Scheibe Sandwich-Toast beschleunigt werden müsste, damit sie einen Toaster, der zwischen oberstem Punkt der Haltevorrichtung und oberem Rand des Toasters $l = 6 \text{ cm}$ hoch ist, vollständig verlässt.

Wurfdauer berechnen:
 $2 \cdot v_0 \cdot g = 2 \cdot 9,81 \cdot 0,1794$
W0 berechnen: $\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v_0^2 / g = v_0^2 / 2g \Rightarrow v_0 = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,04} = 0,88 \text{ m/s}$

c) $v_0 = \sqrt{2gh}$
 $\uparrow$
 $0,06$

$v_0 \approx 1,1 \frac{m}{s}$

Senkrechter Wurf

Beim senkrechten Wurf überlagert sich eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit v_0 nach oben in positiver Richtung der s-Achse

$$s = v_0 t, \quad v = v_0, \quad a = 0$$

mit einer fallbewegung in entgegengesetzter Richtung nach unten (daher das Minuszeichen):

$$s = -\frac{1}{2} g t^2, \quad v = -g t, \quad a = -g$$

Die Überlagerung beider Bewegungen wird daher beschrieben durch die Bewegungsgleichungen:

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2, \quad v = v_0 - g t, \quad a = -g$$

Im höchsten Punkt der Bahn ist die Geschwindigkeit null. Für ihn errechnet man durch Nullsetzen von v in der t -Gleichung die **Steigzeit** $t_h = v_0/g$, in der der Körper den höchsten Punkt seiner Bahn erreicht.

Setzt man den Term für t_h in die t -Gleichung ein, so erhält man die **Wurfhöhe**

$$h = v_0 t_h - \frac{1}{2} g t_h^2 = \frac{v_0^2}{g}$$

Der Wurf ist beendet, wenn der Körper wieder den Boden erreicht. Der Weg s ist null. Die t -Gleichung liefert für $s = 0$ neben der Lösung $t_0 = 0$, dem Beginn des Wurkes, als Zweites die **Wurfdauer** t_e .

$$t_e = 2 \frac{v_0}{g} = 2 t_h$$

Setzt man t_e in die t -Gleichung ein, so erhält man die Endgeschwindigkeit

$$v_e = v_0 - g t = v_0 - g \left(2 \frac{v_0}{g} \right) = -v_0$$

Wurfbewegungen
1. Senkrechter Wurf (nach oben/nach unten) Prinzip der ungestörten Überlagerung von Bewegungen: führt ein Körper gleichzeitig mehrere Bewegungen aus, so überlagern sich diese ungestört zur Gesamtbewegung.

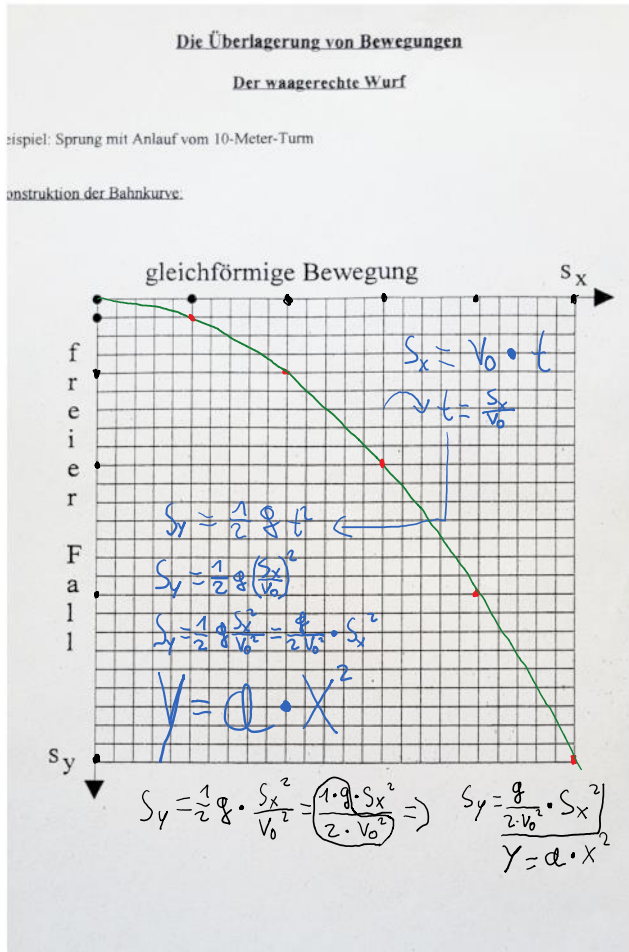
Waagerechter Wurf

Montag, 14. Oktober 2024 10:00

Hausaufgaben:

Beim waagerechten Wurf überlagern sich eine gleichförmige Bewegung in x-Richtung und der freie Fall in negativer y-Richtung ungestört.

Bsp.: waagerechter Wurf eines Balles



$$\frac{g}{2 \cdot v_0^2} = 1$$

$$\frac{g}{2 \cdot v_0^2} = 1 \quad | \cdot v_0^2$$

$$\frac{g}{2} = v_0^2 \quad | \sqrt{}$$

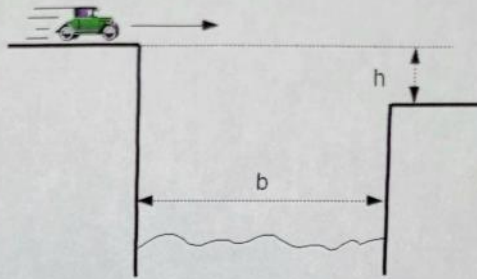
$$\sqrt{\frac{g}{2}} = v_0 \approx \underline{\underline{2,2 \frac{m}{s}}}$$

Nut 1
 $\approx 27,6$

Nut 2
 $\approx 44,3$

Nut 3
59

Ein Auto rast mit seiner maximalen Geschwindigkeit von $v_0 = 120 \text{ km/h}$ auf einen Abgrund zu. Auf der anderen Seite des Abgrunds könnte es weiterfahren, wenn es nur weit genug fliegen würde. Die andere Seite befindet sich $h = 5 \text{ m}$ tiefer als das Niveau, auf dem sich das Auto momentan befindet. Der Abgrund hat eine Breite von $b = 33 \text{ m}$.



Die Reibung ist für die folgenden Aufgaben zu vernachlässigen.

- Stelle für die waagerechte und senkrechte Komponente der Bewegung die jeweiligen Weg-Zeit und Geschwindigkeits-Zeit-Gesetze auf.
- Leite eine Formel für die Bahnkurve her. Welche Höhe hat das Fahrzeug bei $s_x = 10 \text{ m}$, 20 m , 33 m ?
- Zeige mit einer Rechnung, dass der Sprung gelingen wird.
- Wie groß ist die Geschwindigkeit des Autos beim Aufprall?
- Berechne, wie schnell (in km/h) das Fahrzeug sein müsste, wenn sich die andere Seite 2 m unter dem Niveau des Autos befinden würde ($h = 2 \text{ m}$).
- Wie schnell (in km/h) müsste das Fahrzeug sein, wenn sich die andere Seite genau auf dem Niveau des Autos befinden würde ($h = 0 \text{ m}$). Begründe dein Ergebnis.

$$t = \frac{33}{33,3} = 0,99$$

$$s_y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2$$

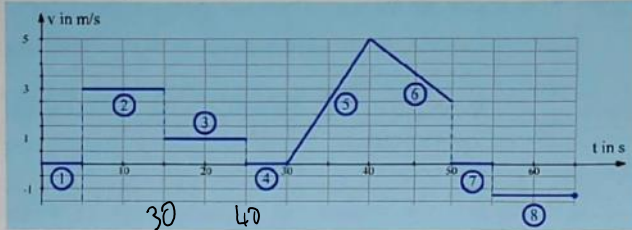
Hausaufgaben:



Aufgaben zur Klausurvorbereitung: Geradlinige Bewegungen, Wurfbewegungen

Wenn nicht anders angegeben, kann bei allen Aufgaben der Luftwiderstand vernachlässigt werden.

1.) In folgendem Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm ist die Bewegung eines Fahrzeuges vereinfacht dargestellt:



- Beschreiben Sie die Bewegungsvorgänge in den Abschnitten ① bis ⑧.
- Berechnen Sie die durchschnittlichen Beschleunigungswerte in den Abschnitten ① bis ⑧.
- Wie weit ist das Fahrzeug nach 65 s vom Startpunkt entfernt?

2.) Von der Spitze eines Turmes lässt man einen Stein fallen. Nach 4 Sekunden sieht man ihn auf dem Boden aufschlagen.

- Wie hoch ist der Turm und mit welcher Geschwindigkeit trifft der Stein auf den Erdboden auf?
- Nach welcher Zeit hat der Stein die Hälfte seines Fallweges zurückgelegt?
- Welche Zeit braucht der Stein zum Durchfallen der letzten 20 m?
- Nach welcher Zeit (vom Loslassen aus gerechnet) hört man den Stein aufschlagen? Die Schallgeschwindigkeit sei 320 m/s.

3.) Peter schießt mit einem Gewehr auf eine 90 m entfernte Zielscheibe mit 10 Ringen, wobei die Ringe die Radien 2 cm, 4 cm, ..., 20 cm haben. Da sich das Ziel auf gleicher Höhe wie Peters Augen befindet, hält er das Gewehr waagerecht und zielt genau auf die Scheibenmitte.

- Warum wird er nicht die Scheibenmitte treffen?
- Welche Ringzahl (10 in der Mitte) erreicht Peter, wenn die Kugel mit einer Geschwindigkeit von 600 m/s den Lauf verlässt?



4.) In einer Wiese 1 m unterhalb des Niveaus einer Straßeneinmündung liegt ein Autowrack. Zu ihm führen 30 cm tiefe, 3 m lange Radspuren im weichen Boden, die 10 m von der Böschungskante entfernt beginnen. Offenbar hat der Fahrer übersehen, dass seine Straße nicht weiter geht und ist über die Böschung gesaut.

- Fertigen Sie eine Skizze an und beschreiben Sie die Bewegung des Autos.
- Wie schnell fuhr das Auto?
- Mit welcher Geschwindigkeit schlug es auf der Wiese auf?)

5.) Aus einer Silvester-Fontäne werden Leuchtkugeln mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 10 m/s heraus geschleudert. Sie fliegen senkrecht nach oben und verlöschen beim Aufschlagen auf dem Boden. Nach welcher Zeit erreichen sie eine Höhe von 3 m? Interpretieren Sie Ihr Ergebnis.

Abschnitte

- Fahrzeug steht für 5 Sek
- Fahrzeug fährt mit 3m/s für 10 Sek
- Fahrzeug fährt mit 1m/s für 10 Sek
- Fahrzeug steht für 5 Sek
- Fahrzeug beschleunigt gleichmäßig auf 5m/s innerhalb 10 Sek
- Fahrzeug entschleunigt gleichmäßig auf 2,5m/s innerhalb 15 Sek
- Fahrzeug steht für 5 Sek
- Fahrzeug fährt mit 1,25m/s rückwärts für 10 Sek

$$s = \frac{1}{2} g t^2 \quad t = 4$$

$$s = 78,4532 \text{ m}$$

$$v = g t$$

$$v = 39,2266 \text{ m/s}$$

Schräger Wurf

Montag, 25. November 2024 10:00

Hausaufgaben:



Gleichung der Wurfparabel

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 - x \tan \alpha$$

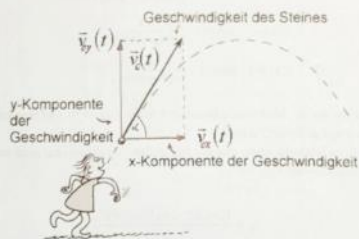
$$y = -a \cdot x^2 + b \cdot x$$

Wahregerchter Wurf für $\alpha = 0^\circ$: $y = -\frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2$

Wurfweite: $x_w = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin(2\alpha)$

Max. Wurfweite für $\alpha = 45^\circ$: $\sin(90^\circ) = 1$

Der schiefe Wurf (ohne Luftreibung)



Einige mathematische Überlegungen zur Wurfparabel

Zunächst legen sie einen als punktförmig gedachten Ball in den Ursprung eines rechtwinkligen Koordinatensystems mit der x-Achse nach rechts und der y-Achse nach oben. Der Winkel α sei der Abschusswinkel mit $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ gegenüber der Horizontalen. v_0 sei der Betrag der Anfangsgeschwindigkeit mit den Komponenten

$$(1a) \quad v_{0x} = v_0 \cdot \cos(\alpha)$$

$$(1b) \quad v_{0y} = v_0 \cdot \sin(\alpha)$$

Mit den Bewegungsgleichungen

$$(2a) \quad x(t) = v_{0x} \cdot t$$

$$(2b) \quad y(t) = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$(3a) \quad x(t) = v_0 \cos(\alpha) \cdot t$$

$$(3b) \quad y(t) = v_0 \sin(\alpha) \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

Um von der Zeit unabhängig zu sein, wird t eliminiert.

$$(4) \quad t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$$

Einsetzen von (4) in (3b) ergibt eine Funktion der Höhe y in Abhängigkeit von x :

$$y(x) = v_0 \sin(\alpha) \cdot \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2$$

$$y(x) = x \cdot \tan(\alpha) - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2$$

$$(5) \quad y(x) = x \cdot \tan(\alpha) - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2(\alpha)} \cdot x^2$$

Gleichung (5) hat die aus der Mathematik bekannte Form $y = ax^2 + bx$ und beschreibt damit eine wegen $a < 0$ nach unten geöffnete Parabel.

Um die Wurfweite zu ermitteln, muss man die Nullstellen von (5) suchen, denn bei $y = 0$ ist der Ball wieder am Boden und der Flug vorbei:

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = \frac{\tan(\alpha) \cdot 2 v_0^2 \cos^2(\alpha)}{g}$$

$$(6a) \quad x_2 = \frac{\sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \cdot 2 v_0^2}{g}$$

Mit folgendem Zusammenhang $\sin(2\alpha) = 2 \sin(\alpha) \cos(\alpha)$, erhalten wir schließlich

$$(6b) \quad x_2 = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\alpha)$$

Die Gleichung (6b) beschreibt somit die **Wurfweite**. Die **maximale Wurfweite** in Abhängigkeit vom Abwurfwinkel α erhält man dementsprechend für $\alpha = 45^\circ$.

Will man die Flugdauer in Abhängigkeit vom Abwurfwinkel α ermitteln – ein hoher Schuss benötigt natürlich mehr Zeit als ein flacherer Schuss zum selben Zielpunkt – geht man ganz ähnlich wie oben vor. Wir setzen Gleichung (3b) Null, denn wenn die y -Koordinate Null ist, dann ist der Wurf vorbei:

$$0 = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

Man erhält wieder zwei Lösungen: $t_1 = 0$ (das ist die Startzeit) und

$$(7) \quad t_2(\alpha) = \frac{2v_0}{g} \sin(\alpha) \quad \left(\text{das ist die Gesamt-dauer des Wurfs} \right).$$

Die Trägheit von Körpern

Montag, 25. November 2024 10:30

Hausaufgaben:

 S. 37, Nr. 1 + 4

Isaac Newton (1643-1727) formulierte:
Trägheitssatz (1. Newton'sches Axiom):

Ein Körper verharrt in Ruhe oder in der geradlinig gleichförmigen Bewegung, solange keine äußeren Einflüsse auf ihn einwirken.
Körper sind umso träger, je größer ihre Masse ist.

Impuls

Montag, 2. Dezember 2024 10:00

Hausaufgaben:



Vektoren:

Physikalische Größen, wie die Geschwindigkeit $\vec{v}$ oder die Kraft $\vec{F}$ sind vektorielle Größen. Sie besitzen eine Richtung und eine "Länge" (Betrag). Im Gegensatz dazu gibt es auch skalare Größen, wie bspw. Temperatur oder Masse.

Impuls:

Der Impuls p eines Körpers ist das Produkt aus seiner Masse und seiner Geschwindigkeit v :

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (\text{Einheit: } 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

Aufgaben:

- Vergleichen Sie den Impuls eines PKW (800kg; 50km/h) mit dem eines LKW (10t; 10km/h). Welche Schlussfolgerung muss man aus diesem Ergebnis ziehen?
- Erklären Sie den Ausdruck aus der Alltagssprache: „Etwas einen zusätzlichen Impuls geben.“ physikalisch an einem selbstgewählten Beispiel.

Impulsbilanz beim elastischen Stoß zweier Wagen

Messwerte: m_1, m_2, v_1, v_2 ... Massen und Geschwindigkeiten der beiden Wagen vor dem Stoß

v_1^*, v_2^* ... Geschwindigkeiten der beiden Wagen nach dem Stoß

p_1, p_2 ... Impulse der Wagen vor dem Stoß

p_1^*, p_2^* ... Impulse der Wagen nach dem Stoß

m_1 in g	m_2 in g	v_1 in m/s	v_2 in m/s	v_1^* in m/s	v_2^* in m/s	p_1 in gm/s	p_2 in gm/s	p_1^* in gm/s	p_2^* in gm/s
100	100	-0,61	1,06	1,02	-0,62	-61	106	102	-62
200	100	-0,53	0,83	0,37	-1,0	-106	83	74	-100
200	100	-0,23	1,0	0,57	-0,7	-46	100	114	-70
300	100	-0,72	1,1	0,1	-1,32	-216	110	30	-132
300	300	-1,04	0	0	-1,09	-312	0	0	-327

Ergebnis:

Umso höher die Geschwindigkeit oder die Masse, desto höher ist der Impuls.

Impulserhaltungssatz

In einem abgeschlossenen System (keine Einwirkung von "außen") ist die Summe der Impulse vor dem Stoß gleich der Summe der Impulse nach dem Stoß: $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1^* + \vec{p}_2^*$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1^* + m_2 \cdot v_2^*$$

$$2 \cdot 8 + m_2 \cdot 0 = 2 \cdot 4 + m_2 \cdot 4$$

$$16 = -8 + 4m_2 + 8$$

$$24 = 4m_2 \quad | :4$$

$$6 = m_2$$

negative Richtung

Auch bei einem vollkommen unelastischen Stoß gilt der Impulserhaltungssatz: $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$

$$4 \text{ km/h} = 1,1 \text{ m/s}$$

$$44 \cdot 1,1 + 56 \cdot 3 = 100v$$

$$216,8 = 100v \quad | :100$$

$$2,168 = v$$

$$44 \cdot 1,1 - 56 \cdot 3 = 100v$$

$$-119,1 = 100v \quad | :100$$

$$-1,191 = v$$

Der Impulserhaltungssatz

① Ein Eisenbahnwaggon mit der Masse $m_1 = 10 \text{ t}$ stößt mit der Geschwindigkeit $v_1 = 12 \text{ m/s}$ auf einen ruhenden Waggon mit der Masse $m_2 = 20 \text{ t}$. Beim Zusammenstoß werden beide Waggon aneinander gekoppelt. Berechnen Sie die Geschwindigkeit mit der sie dann weiter fahren.



② Ein kleines A-Hörnchen der Masse 50 g sitzt auf einem spiegelglatt gefrorenen Flachdach. Um es zu vertreiben, wirft ein großes B-Horn einen Stein mit der Masse $0,01 \text{ kg}$ horizontal mit einer Geschwindigkeit von 6 m/s nach ihm.

a) Das A-Hörnchen fängt den Stein, weil es denkt, es ist eine Nuss, und hält ihn fest. Ermitteln Sie, mit welcher Geschwindigkeit dann beide weiter rutschen.

b) Das A-Hörnchen fängt den Stein, merkt aber sofort, dass es keine Nuss ist, und wirft deshalb den Stein mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s , bezogen auf sich selbst, zu B-Horn zurück.

Berechnen Sie, mit welcher Geschwindigkeit das A-Hörnchen nun über das Dach rutscht.



$$10 \cdot 12 + 20 \cdot 0 = 300$$

$$120 = 300 \quad | :30$$

$$4 = v$$

Rückstoß

Dienstag, 10. Dezember 2024

12:30

Hausaufgaben:



Das Rückstoßprinzip

Versuch:

Schneiden Sie ein Rechteck aus Alufolie zurecht (ca. 3cm x 5cm). Wickeln Sie das Streichholz (Zündkopf nach oben) zusammen mit der Stecknadel (Kopf nach unten) fest in die Alufolie ein, und zwar so, dass am Streichholzkopf etwa 1cm Alufolie übersteht. Die überstehende Folie klappen Sie dann nach unten. Ziehen Sie jetzt vorsichtig die Stecknadel heraus, ohne die Alufolie zu beschädigen. Biegen Sie die Büroklammer so auf, dass Sie die Rakete (Kopf nach oben) senkrecht hineinstellen können. Achten Sie darauf, dass die Rakete auf einer feuerfesten Unterlage steht und stellen Sie sich seitlich daneben! Erhitzen Sie nun die Alufolie....



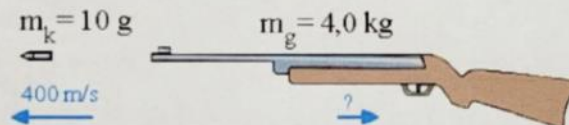
Erklärung:

Durch das abbrennende Streichholz werden die Verbrennungsgase durch das Loch der Nadel herausgedrückt, wodurch (Aktion - Reaktion) das Streichholz mit der Alufolie in die entgegengesetzte Richtung, also nach vorne, geschossen wird. Der Impuls der Verbrennungsgase wird mit an das Geschoss abgegeben.

Impulserhaltungssatz (Rückstoß): $0 = \overset{\text{Punten}}{\longrightarrow} + \overset{\text{Poben}}{\longrightarrow}$

Aufgabe:

a) Eine Kugel mit der Masse 10 g verlässt das Gewehr der Masse 4,0 kg mit der Geschwindigkeit 400 m/s. Welche Rückstoßgeschwindigkeit hat das Gewehr?



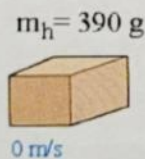
$$0 = 0,01 \text{ kg} \cdot 400 + 4v$$

$$0 = 4 + 4v \quad | -4$$

$$-4 = 4v \quad | :4$$

$$-1 \text{ m/s} = v$$

b) Die Kugel trifft auf einen Holzblock der Masse 390 g und bleibt darin stecken. Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich Klotz samt Geschoss nach der Wechselwirkung?



$$m_k = 10 \text{ g}$$

$$0 = 0,01 \cdot 400 + 0,39v$$

$$0 = 4 + 0,39v \quad | -4$$

$$-4 = 0,39v \quad | :0,39$$

$$-10,3 \text{ m/s} \approx v$$

Impulsänderung und Kraft

Dienstag, 17. Dezember 2024 12:30

Hausaufgaben:



Ein äußerer Kraftstoß $F \cdot \Delta t$ ändert den Impuls eines Systems: $F \cdot \Delta t = \Delta p$.

Je kleiner die Zeitspanne für eine bestimmte Impulsänderung ist, desto größer ist die wirkende Kraft.

Die Grundgleichung der Mechanik

Montag, 13. Januar 2025 10:00

Hausaufgaben:



$$F \times \Delta t = \Delta p \quad | : \Delta t$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(m \times v)}{\Delta t} = m \times \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \times a$$

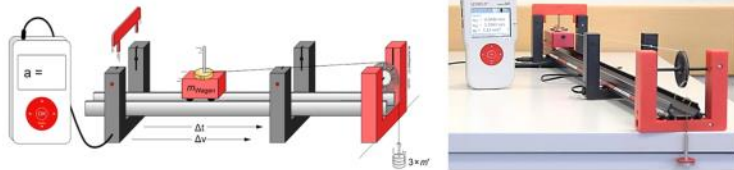
→ $F = m \times a$ → 2. Newton'sches Axiom

→ Einheit: $1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$

Die Grundgleichung der Mechanik

- Baue mit den Materialien des Schülerexperimentiersatzes ME3 (und ohne Kartoffeln, Peer) folgenden Versuchsaufbau auf.

Die Lichtschranken sollten einen Abstand von etwa 60 cm zueinander haben. Achte zudem darauf, dass die in den Abbildungen linke bzw. hintere Lichtschranke zum Reibungsausgleich leicht erhöht liegen soll (ca. 0,5 cm auf 1 m Länge).



- Führe zunächst drei Versuche durch, bei denen du die beschleunigende Masse konstant hältst, aber die Masse des Wagens veränderst.

m _{Wagen} in kg	m _{Beschleunigung} in kg	Beschleunigung in m/s ²	Faktor (m _W +m _B)·a
0,082	0,0202	1,6	0,16352
0,132	0,0202	1	0,1322
0,182	0,0202	0,7	0,14154

- Führe nun drei Versuche durch, bei denen du die Masse des Wagens konstant hältst, aber die beschleunigende Masse veränderst.

m _{Wagen} in kg	m _{Beschleunigung} in kg	Beschleunigung in m/s ²	Quotient a : (m _B ·g)
0,082	0,0102	0,86	8,787718575
0,082	0,0452	1,17	7,84913737621
0,082	0,0202	1,54	7,7740749894

- Interpretiere deine Versuchsergebnisse.

Faktor (m_W+m_B)·a = F (Kraft, 2. Newton'sches Axiom)

$$\frac{a}{F_g} = \frac{1}{m}$$

Stein: 1 kg 0 m/s → 10 m/s
 Δt_{Schuss} 1/100 s welche Kraft übt der Stein auf den Fuß aus?

Fußball: gleiche Masse, gleiche Beschl.
 Δt 1/10 s

$$\begin{aligned} F \cdot \Delta t &= \Delta p \quad | : \Delta t \\ F &= \frac{\Delta p}{\Delta t} = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ F_{\text{St}} &\approx 1000 \text{ N} \\ F_{\text{B}} &= 100 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= 1 \text{ kg} \\ v_{\text{E}} &= 10 \text{ m/s} \rightarrow \Delta v = 10 \text{ m/s} \\ \Delta t &= \frac{1}{100} \text{ s} \end{aligned}$$

Crashtest

Montag, 20. Januar 2025 10:00

Hausaufgaben:

AB "Gewichtskraft_Aufgabe", Leifiphysik: Recherche zu Reibung

Physik hilft Leben retten

Ein Auto prallt mit der Geschwindigkeit von $v = 72 \text{ km/h}$ auf ein festes Hindernis und wird dabei um 20 cm gestaucht.

a) Ermitteln Sie, wie lange dieser Vorgang dauert, wenn das Hindernis nicht nachgibt?

b) Berechnen Sie, welche Kraft ein Fahrer mit der Masse $m = 70 \text{ kg}$ aufbringen müsste, wenn er sich allein mit seinen Händen am Lenkrad abstützen wollte. Welches Vielfache seines Körpergewichts müsste er dabei ausüben?

c) Untersuchen Sie, aus welcher Höhe der Wagen fallen müsste um beim Aufprall die gleiche Verzögerung zu erfahren.

d) Erläutern Sie den Wert von Knautschzone, Gurt und Airbag für die Fahrzeuginsassen vor dem Hintergrund obiger Ergebnisse.



Besondere Kräfte

1. Gewichtskraft $F_G = m \times g$
2. Reibungskräfte: Haftreibung, Gleitreibung, Rollreibung

Bewegungsgesetze:

Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz: $v = a \cdot t \quad | :t = a = \frac{v}{t}$

Weg-Zeit-Gesetz: $s = \frac{1}{2} a t^2$

Beschleunigung-Zeit-Gesetz: $a = \text{const.}$

$$s = \frac{1}{2} \cdot \frac{v}{t} \cdot t^2$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot \frac{t^2 \cdot v}{t}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot t \cdot v \quad | \cdot 2$$

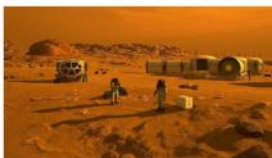
$$2s = t \cdot v \quad | : v$$

$$\frac{2s}{v} = t$$

$$\Rightarrow \frac{2 \cdot 0,5 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} = 0,05 \text{ s}$$

Vom Mond zum Mars

Ein großes Ziel der bemannten Raumfahrt ist es, andere Planeten unseres Sonnensystems zu besuchen und zu erforschen. Als sehr geeigneter Planet eignet sich zunächst der Mars, welcher der Erde in manchen Eigenschaften ähnlich ist.



- a) Um zum Mars zu gelangen, denkt man darüber nach, die Mission vom Mond ($g_{\text{Mond}} = 1,6 \text{ m/s}^2$) aus zu starten. Erläutere, welchen Vorteil dies bringen würde.
- b) Um sich fit zu halten, haben die Astronauten auch einen Fußball zum Mond mitgenommen, dessen Gewichtskraft auf der Erde $F_G = 4,5 \text{ N}$ beträgt. Berechne die Masse und die Gewichtskraft des Fußballs auf dem Mond.
- c) Bei einem Trainingsspiel auf dem Mond wagt sich Astronaut Schmächtigt ins Tor. Er glaubt, dass er von einem hart geschossenen Ball auf dem Mond nicht so eine Wucht verspüren würde wie auf der Erde. Entscheide und begründe, ob Astronaut Schmächtigt recht hat.

Aufgaben:

1. Die Anziehungskraft des Mondes ist viel geringer als auf der Erde, daher "kommt man dort einfacher weg"
2. F
3. Er liegt falsch. Die Anziehungskraft des Mondes zieht den Ball lediglich nicht so schnell zu Boden, wie auf der Erde. Die Laterale Bewegung des Balles wird daher nicht beeinflusst und der Ball kann sich genauso schnell mit dem gleichen Impuls wie auf der Erde bewegen, welcher auf die gleiche Weise abgefangen werden muss.

$$F = m \cdot a$$

$$F = 4,5 \text{ N} \quad a = g = 9,81$$

$$4,5 = m \cdot 9,81 \quad | : 9,81$$

$$0,46 \approx m$$

$$0,46 \cdot 1,6 = 0,736 \approx F_{\text{Mond}}$$

Wechselwirkungsprinzip

Dienstag, 4. Februar 2025 12:30

Hausaufgaben:

🏠 AB "PhE_Affen_Pferde_Verliebte"

3. Newtonsches Axiom

Übt ein Körper A auf einem Körper B die Kraft $\vec{F}_A$ aus, so übt Körper B auf A die Kraft $\vec{F}_B$ aus, die entgegengesetzt gleich zu $\vec{F}_A$ ist:

$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B \text{ ("actio = reactio").}$$

Wechselwirkungskräfte greifen nie an ein und demselben Körper an.

Von Affen, Pferden & Verliebten



- Ein leichtes Seil ist über eine Rolle geführt. An einem Ende hängt ein Affe, am anderen Ende ein gleichschwerer Körper. Was passiert, wenn nun der Affe am Seil rauf bzw. runter klettert (von der Reibung soll abgesehen werden)?
- Jeder weiß aus Erfahrung, dass ein Pferd einen Wagen ziehen kann. Dann hört man in der Schule von "actio = reactio" und bekommt so seine Zweifel. Was ist richtig?
 - a) Das Pferd zieht die Kutsche etwas stärker nach vorn, als die Kutsche das Pferd zurückzieht, daher bewegen sie sich nach vorn.
 - b) Die Kraft auf die Kutsche ist genauso stark wie die Kraft auf das Pferd, das Pferd ist jedoch durch die flachen Hufe mit der Erde verbunden, während die Kutsche auf den runden Rädern frei rollen kann.
 - c) Das Pferd kann die Kutsche nur dann vorwärts ziehen, wenn es mehr wiegt als die Kutsche.
 - d) Das Pferd zieht die Kutsche vorwärts, bevor diese Zeit für eine Reaktion hat, daher bewegen sie sich nach vorn.
- Welche Folgen stellen sich im Zustand der Schwerelosigkeit nach einem flüchtigen Kuss (Kontaktzeit 1 s) bei einer Kusskraft von 5 N zwischen zwei Verliebten ($m_1 = 50 \text{ kg}$, $m_2 = 70 \text{ kg}$) ein?

Aufgaben:

1. Das Seil bewegt sich etwas auf der Seite mit dem Affen nach unten, Aktion-> Reaktion
2. b?

Was ist Energie?

Montag, 10. Februar 2025 10:00

Hausaufgaben:



Existenzformen mechanischer Energie

- Recherchieren Sie den Wortsprung des Wortes „Energie“.

Altgriechisch: "energeia" in der griechischen Antike rein philosophische Bedeutung: "lebendige Wirklichkeit und Wirksamkeit", von Thomas Young in die Mechanik eingeführt.
- Was versteht man unter mechanischer Energie?

Die Energie eines Systems ist seine Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Die Arbeit wandelt dabei die Energie in unterschiedliche Formen um. Die Summe aller Energien bleibt dabei immer gleich.
- Mit welchem Formelzeichen wird die Energie abgekürzt und in welcher Einheit wird sie angegeben?

Formelzeichen: E ($E = F \times s$)

Einheit: $1Nm = 1J$ (Joule)
- Neben der Spannenergie sind die potentielle Energie E_{pot} und die kinetische Energie E_{kin} die wichtigsten Existenzformen mechanischer Energie. Beantworten Sie zu beiden Energieformen folgende Fragen:

Was versteht man unter dieser Energieform?

Geben Sie je ein geeignetes Beispiel an!

Wie lässt sich die jeweilige Energieform berechnen?

Energieform	Potentielle Energie E_{pot}	Kinetische Energie E_{kin}
Was versteht man darunter?	Energie, die ein aktuell ruhender Körper umsetzen kann, wenn er sich bewegt.	Energie, die ein sich bewegender Körper hat, die aktuell umgesetzt wird.
Beispiel	Eine Kugel liegt auf einem Tisch. Wenn sie runterfällt, wird die potentielle Energie tatsächlich umgesetzt, vorher war sie nur "theoretisch", potentiell.	Die Kugel, die vorher auf dem Tisch lag und jetzt runterfällt, hat bei dem Fall eine kinetische Energie, die Bewegung.
Berechnungsgleichung		

$$E = F \cdot s \quad \text{Einheit} = 1Nm = 1J \quad (1Joule)$$

Pot. Energie (Lageenergie)

$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

mit $F_g = m \cdot g$ und $s = h$

Kin. Energie (Bewegungsenergie)

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$$

mit $F = m \cdot a$ und $s = \frac{1}{2} a t^2$

$v = a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{a}$

$$E = F \cdot s$$

$$= m \cdot a \cdot \frac{1}{2} a t^2$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot a^2 \cdot \frac{v^2}{a^2}$$

Energieerhaltungssatz

In einem abgeschlossenen System ist die Summe der mechanischen Energien konstant, solange die Vorgänge reibungsfrei ablaufen.
Kurz: Energie geht weder verloren, noch entsteht sie neu.

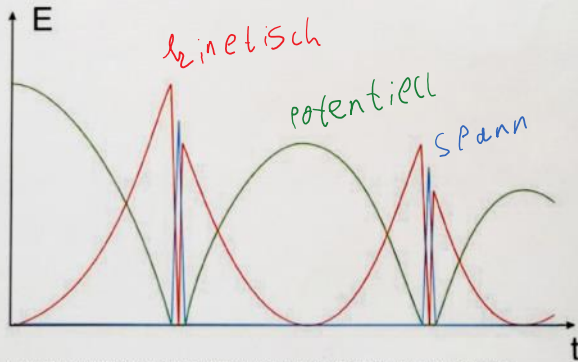
Die mechanischen Energieformen

- Ein Auto wird ohne angezogene Handbremse und ohne eingelegten Gang auf einer abschüssigen Straße abgestellt. Das Auto fängt von alleine an zu rollen und kommt auf dem waagerechten Teil der Straße nach einer Weile wieder zum Stehen. Ordne den Zahlen von 1 bis 13 die richtigen Begriffe zu.



Vor dem Losrollen hat das Auto nur 1 Energie. Während es den Berg hinunter fährt, wandelt es die 2 Energie in 3 Energie und aufgrund der 4 in 5 um. Am Ende des Hügels ist die 6 Energie bezüglich des geraden Straßenabschnitts gleich 7. Das Auto hat auf Grund seiner 8 nur noch 9 Energie. Auf dem waagerechten Straßenteil wandelt das Auto seine 10 Energie vollständig in 11 um. Wenn das Auto wieder steht, ist die komplette 12 Energie vor dem Losrollen in 13 Energie umgewandelt worden. Diese Energie ist nicht mehr nutzbar und wird als 14 Energie bezeichnet.

- Ein Ball wird fallen gelassen und springt zweimal wieder hoch. Dafür wurde das Energie-Zeit-Diagramm für die potentielle Energie, die kinetische Energie und die Spannenergie aufgezeichnet. Die Luftreibung des Balles während der Flugphasen wird nicht berücksichtigt.



- Welche Energieform ist im Diagramm durch welchen Graphen dargestellt? Begründe.
- Schätze mit Hilfe der Kurven ab, welcher Bruchteil der Bewegungsenergie bei der ersten Reflexion am Boden in Wärmeenergie umgewandelt wird.

Aufgabe

- Potentielle
- Potentielle
- Kinetische
- Reibung
- Wärmeenergie
- Potentielle
- Null
- Geschwindigkeit
- Kinetische
- Kinetische
- Wärmeenergie
- Potentielle
- Wärmeenergie
- Entwertete

Pendel

Montag, 24. Februar 2025 10:00

Hausaufgaben:



Geschwindigkeitsmessung (Fahne Messung: 10mm, Kugel 30mm)

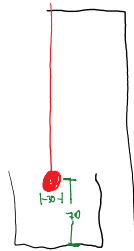
Kugel Masse: 111,78g

Messung	Geschwindigkeit
1	0,4665
2	0,4614
3	0,4596
4	0,4585
5	0,4535

Durchschnitt: $0,4599 \times 3 = 1,3797$

Potentielle Energie: $0,11178 \times g \times 10 = 0,1096187337$

Kinetische Energie: $\frac{1}{2} \times 0,11178 \times 1,3797^2 = 0,1063906441$



ENERGIE – EIN VERWANDLUNGSKÜNSTLER

Team I: Experimentelle Untersuchung der Energieumwandlungen am Fadenpendel

• Vorüberlegungen:

Beschreiben Sie den Bewegungsablauf eines Pendels von dem einen Umkehrpunkt durch den tiefsten Punkt der Pendelbahn zum anderen Umkehrpunkt unter dem Aspekt der Umwandlung mechanischer Energieformen.

• Experiment:

- Lenken Sie das Pendel um die Höhe h (vom tiefsten Punkt der Pendelbahn gemessen) aus und lassen Sie es los. Messen Sie die Geschwindigkeit des Pendelkörpers am tiefsten Punkt der Bahn mit Hilfe einer Lichtschranke.
- Wiederholen Sie den Versuch einige Male und bilden Sie den Mittelwert.
- Skizzieren Sie den experimentellen Aufbau, beschreiben Sie das Experiment und notieren Sie die Messwerte.

• Auswertung:

- Werten Sie ihre Messungen unter energetischen Gesichtspunkten aus. Bestimmen Sie dazu die Lageenergie des Pendelkörpers in den Umkehrpunkten und seine Bewegungsenergie im tiefsten Punkt der Bahn.
- Welche Schlussfolgerungen können Sie in Bezug auf die Energiebilanz des Systems aus ihren Mess- und Rechenergebnissen ziehen?
- Nennen Sie Einflüsse, die zu fehlerhaften oder ungenauen Ergebnissen geführt haben könnten.

Mechanische Energieformen - Energieerhaltung

Ein Kraftwagen ($m=800\text{kg}$) prallt mit der Geschwindigkeit $v=60\text{km/h}$ gegen eine feste, unnachgiebige Mauer. Wie groß ist seine kinetische Energie?
Aus welcher Höhe müßte das Auto frei fallen, um beim Auftreffen auf dem Boden die gleiche kinetische Energie zu entwickeln?

Ein Körper der Masse 20kg wird mit der Anfangsgeschwindigkeit von 50m/s senkrecht nach oben katapultiert. Wie hoch steigt er?
Wie groß sind potentielle und kinetische Energie in halber Höhe? Welche Geschwindigkeit hat der Körper in halber Höhe?

Ein Radfahrer fährt mit der Geschwindigkeit $v_0=24\text{km/h}$ auf eine ansteigende Strecke zu. Mit dem Beginn der Steigung stellt er das Treten ein und rollt mit dem Rad den Hang hinauf. Es soll angenommen werden, daß die Reibung vernachlässigbar klein ist. Welche Höhe erreicht er?
Legen sie dar, welche Höhe ein Tandem mit doppelter Masse und sonst gleichen Voraussetzungen erreichen würde!

Ein Auto (1000kg) wird aus der Ruhe auf 36km/h , dann von 36km/h auf 72km/h beschleunigt. Braucht man in beiden Abschnitten die gleiche Energie? (Rechnung!)

Ein Körper der Masse $m=1,0\text{kg}$ gleitet mit der konstanten Geschwindigkeit $v_x=1,5\text{m/s}$ auf einer Tischplatte in der Höhe $h=80\text{cm}$ über dem Fußboden. Zum Zeitpunkt t_1 nach dem Start bewegt er sich über die Tischkante und fällt zu Boden, wo er zum Zeitpunkt t_2 in der horizontalen Entfernung s_2 vom Startpunkt auftrifft. Von Reibung ist abzusehen. Zeichnen Sie das t - E_{pot} -Diagramm dieser Bewegung für den Zeitraum von 0 bis t_2 ! Stellen Sie in diesem Koordinatensystem ohne weitere Wertetabellen die Abhängigkeit der Gesamtenergie und kinetischen Energie von der Zeit dar!

Ein Körper der Masse $2,4\text{kg}$ fällt aus einer Höhe von 26m herab und trifft mit einer Geschwindigkeit von 18m/s auf die Erdoberfläche. Berechnen Sie die mechanische Energie, die während des Fallens in Wärmeenergie umgewandelt wird!

$$\frac{1}{2} \cdot 800 \cdot 16,6^2 = 110224 \text{ J}$$

$$800 \cdot g \cdot h = 110224 \quad | : 800$$

$$g \cdot h = 137,78 \quad | : g$$

$$h = 14,04964998 \text{ m}$$

$$-\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \cdot t + y_0 \quad E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$25000 = 20 \cdot g \cdot h \quad | : 20$$

$$1250 = g \cdot h \quad | : g$$

$$\underline{\underline{127,4 \text{ m}}}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 50^2 = 25000$$

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h \quad E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$611,932 \approx 2,4 \cdot g \cdot 26 \quad 388,8 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 2,4 \cdot 18^2$$

$$\underline{\underline{611,93 - 388,8 = 223,13 \text{ J}}}$$

Hausaufgaben:

Klausurvorbereitung: Schräger Wurf, Impuls, Kraft

Hinweis: Zusätzlich zu dieser Aufgabenauswahl sind neben den eigenen Aufzeichnungen auch der Metzler und die Seite leifphysik.de zur Wiederholung und Vertiefung zu empfehlen.

1.) In seinem Monster-Truck sprang der Amerikaner Dan Runte im September 1999 mit Hilfe einer Rampe 61,10 m weit über eine Boeing 727.

- a) Ermittle, welche Geschwindigkeit das Auto beim Absprung hatte, wenn die Rampe 45° geneigt war und Auftreffpunkt und Absprungpunkt auf gleicher Höhe waren.
 b) Berechne, welche größte Höhe der Monster-Truck während seines Weltrekordsprungs erreichte.

2.) Ein Geschoss ($m_G = 1,2$ g) wird zur Bestimmung seiner Geschwindigkeit in eine mit Sand gefüllte, als Pendel aufgehängte Kiste ($m_K = 400$ g) geschossen und bleibt dort stecken. Das Pendel setzt daraufhin zur Schwingung mit der gemeinsamen Geschwindigkeit u an. Diese Geschwindigkeit kann aus folgender Beziehung bestimmt werden: $d = u \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$. Dabei ist d die horizontale Auslenkung des Pendels, l die Länge des Aufhängefadens und g der Ortsfaktor.

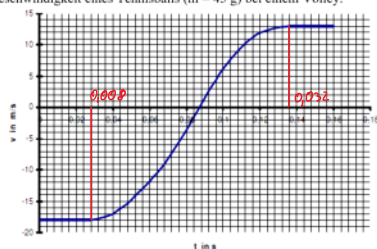
Bestimme die Geschwindigkeit des Geschosses in km/h, wenn es das Pendel der Länge $l = 2,0$ m um 26 cm auslenkt. Luftreibung kann vernachlässigt werden.

3.) Ein kleines A-Hörnchen ($m_A = 0,05$ kg) sitzt auf einem spiegelglatt gefrorenen Flachdach. Um es zu vertreiben, wirft ein großes B-Horn einen Stein mit der Masse 0,01 kg horizontal mit der Geschwindigkeit $v_s = 6$ m/s nach ihm.

- a) A-Hörnchen fängt den Stein und hält ihn fest. Berechne die Geschwindigkeit, mit der beide rutschen.
 b) A-Hörnchen fängt den Stein, merkt aber sofort, dass es keine Nuss ist, und wirft deshalb den Stein mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s auf B-Horn zurück. Ermittle, mit welcher Geschwindigkeit A-Hörnchen dann über das Dach rutscht.

4.) Das Diagramm zeigt die Geschwindigkeit eines Tennisballs ($m = 45$ g) bei einem Volley.

- a) Entnimm dem Diagramm, wie lange die Wechselwirkung zwischen Schläger und Ball dauert, mit welcher Geschwindigkeit der Ball auf den Schläger trifft und mit welcher Geschwindigkeit er den Schläger wieder verlässt.
 b) Berechne, welche maximale Kraft auf den Ball wirkt.



5.) Das Triebwerk einer Raumsonde entwickelt eine Schubkraft von etwa 5 kN. Pro Sekunde treten 2,6 kg Gas aus dem Triebwerk aus. Ermittle, mit welcher Geschwindigkeit die Verbrennungsgase austreten.

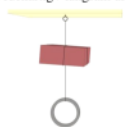
6.) Der Wasserstrahl eines Wasserwerfers der Polizei hat soviel Impuls, dass er Menschen umwerfen kann. In einem vereinfachten Experiment trifft ein Wasserstrahl (Durchmesser $d = 1,2$ cm) mit der Geschwindigkeit $v = 12$ m/s senkrecht auf eine senkrecht hängende Metallplatte. Berechne, wie groß dann die auf die Platte wirkende Kraft ist unter der Annahme, dass der Impuls des Wassers nach der Wechselwirkung mit der Platte Null ist und die Wechselwirkung 1 s lang dauert.

7.) a) Nimm aus physikalischer Sicht zu folgender Geschichte von Theodor Storm Stellung:

"...Da lag der kleine Häwelmann mit offenen Augen in seinem Rollbett und hielt das eine Beinchen wie einen Mastbaum in die Höhe. Sein kleines Hemd hatte er ausgezogen und hing es wie ein Segel an seiner kleinen Zehe auf; dann nahm er ein Hemdzipfelchen in jede Hand und fing mit beiden Backen an zu blasen. Und allmählich, leise, leise, fing es an zu rollen, ...".

b) Ein schwerer Stein ist an einem dünnen Faden aufgehängt. Ein leichter Ring ist mit einem Faden aus demselben Material am Stein befestigt. Erkläre, was passiert, wenn man ruckartig / langsam an dem Ring zieht.

- (I) Es reißt immer der obere Faden.
 (II) Es reißt immer der untere Faden.
 (III) Es reißt zufällig der obere oder der untere Faden.



$$x_2 = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\alpha) \quad | \cdot g$$

$$x_2 \cdot g = v_0^2 \sin(2\alpha) \quad | : \sin(2\alpha)$$

$$\frac{x_2 \cdot g}{\sin(2\alpha)} = v_0^2 \Rightarrow 24,47828252 \text{ m/s} \\ \Rightarrow 88,12181706 \text{ km/h}$$

$$b) \quad 61,1 \text{ m} : 24 \text{ m/s} \approx 2,5 / 2 \approx 1,25$$

$$-\frac{1}{2} \cdot g \cdot 1,25^2 + 24 \cdot 1,25 \cdot \sin 45^\circ + 0 \approx 14$$

$$2 \quad d = u \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \quad | : \sqrt{\frac{l}{g}} = d : \sqrt{\frac{l}{g}} = u \Rightarrow 0,26 : \sqrt{\frac{2}{9}} \approx 0,576 \text{ m/s}$$

$$3 \quad \frac{0,05 \cdot 0 + 0,01 \cdot 6}{0,05 + 0,01} = 1 \text{ m/s}$$

Gleichförmige Kreisbewegung

Montag, 17. März 2025 10:00

Hausaufgaben:

AB "Hubschrauber"

T... Umlaufdauer mit $T = \frac{t}{n}$

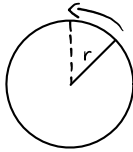
f... Drehfrequenz $f = \frac{1}{T}$

→ Einheit: $1s^{-1} = 1Hz$

Bahngeschwindigkeit: $v = \frac{u}{t} = \frac{2\pi r}{T}$

Winkelgeschwindigkeit: $\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$

→ Einheit: $1s^{-1} = 1Hz$

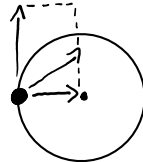


Berechne die Winkelgeschwindigkeit des Sekunden-, Minuten- und Stundenzeigers einer Uhr.

- Sekundenzeiger: $\frac{2\pi}{60} \approx 0,105$
- Minutenzeiger: $\frac{2\pi}{60} \approx 0,001$
- Stundenzeiger: $\frac{2\pi}{43200} \approx 0,0001$

Zusammenhang zwischen v und ω : $v = \frac{2\pi r}{T} = \omega \times r$

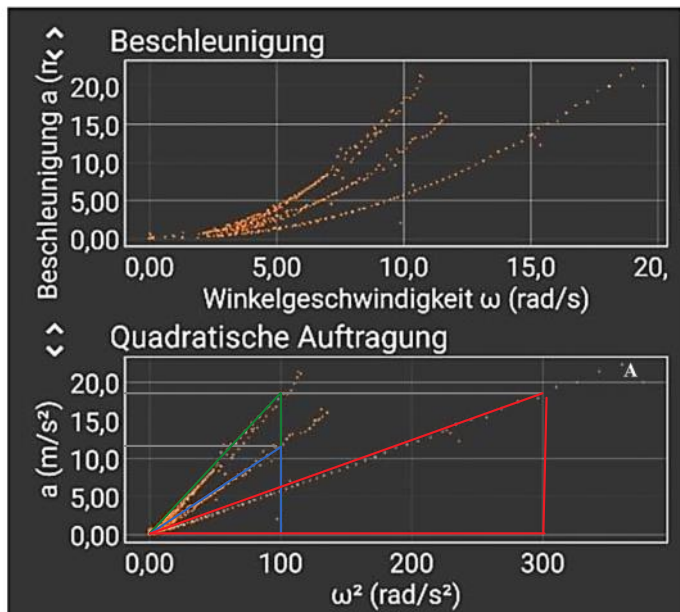
Bei der Kreisbewegung ändert die Bahngeschwindigkeit ständig ihre Richtung. Ursache ist die zum Kreismittelpunkt gerichtete **Zentripetalbeschleunigung** a_z .



Mit dem Smartphone im Karussell

Ein Smartphone, auf dem die kostenlose App „phyphox“ installiert ist, wird mit veränderlicher Winkelgeschwindigkeit ω und gestartetem Experiment „Zentripetalbeschleunigung“ (entweder Fernzugriff erlauben oder Zeitautomatik nutzen) in geeigneter Weise in Rotation versetzt. Während der Bewegung zeichnet die App automatisch die Daten aus dem Beschleunigungssensor und dem Gyroskop auf und stellt diese in Echtzeit graphisch dar.

Entsprechende Diagramme sind für drei Durchläufe (verschiedene Radien r_1 , r_2 und r_3 mit $r_1 \approx 6$ cm) nachfolgend dargestellt:



$$y = m \cdot x$$

$$a \approx 0,06 \cdot \omega^2$$

$$\underline{a_z = r \cdot \omega^2}$$

Bei der Kreisbewegung ändert die Bahngeschwindigkeit ständig ihre Richtung. Dies bedeutet, dass es eine zum Kreismittelpunkt gerichtete Beschleunigung, die sogenannte Zentripetalbeschleunigung, gibt: $a_z = \omega^2 \times r$

- Interpretiere die Kurvenverläufe im ω -a-Diagramm bzw. im ω^2 -a-Diagramm.
- Beschreibe den Zusammenhang zwischen a und ω^2 mathematisch. Ermittle die Steigung des Graphen A (siehe oben), indem du zunächst eine Ausgleichsgerade einzeichnest. Interpretiere die Bedeutung der Steigung im Sachzusammenhang.
- Ermittle die jeweiligen Radien aller drei experimentellen Durchläufe.
- Gib den formelmäßigen Zusammenhang zwischen der Zentripetalbeschleunigung a_z , der Winkelgeschwindigkeit ω und dem Radius r an. Wie lautet ein entsprechender Zusammenhang zwischen der Zentripetalbeschleunigung a_z , der Bahngeschwindigkeit v und dem Radius r ?

Helikopter Helikopter

Sonntag, 23. März 2025 21:36

Hausaufgaben:



Wie schnell kann ein Hubschrauber fliegen?



(Foto: André Karasz/Wikimedia Commons)

Die Aerodynamik bestimmt das Speedlimit

Normale Hubschrauber fliegen nur mit durchschnittlich 200 km/h bis 300 km/h. Flugzeuge erreichen mehr als die doppelte Geschwindigkeit. Neue Technologien sollen nun auch bei Helikoptern die Tempobremsen lösen. Trotz langjähriger Forschung und Entwicklung sind Helikopter nicht sonderlich schnell. Das liegt an den physikalischen Grenzen, die die bisherige Technik mit sich bringt. Es reicht nicht aus, den Motor zu frisieren und mehr Benzin in den Tank zu kippen, um einen Hubschrauber schneller zu machen. Seine Höchstgeschwindigkeit wird durch die Aerodynamik der Rotorblätter begrenzt. Die Geschwindigkeit ganz außen am nach vorne drehenden Rotorblatt ist am höchsten. Nähert sie sich der Schallgeschwindigkeit, fällt der Auftrieb ab – der Hubschrauber wird schwer zu steuern. Außerdem ist die Materialbeanspruchung bei diesem Tempo enorm. Damit der Helikopter manövrierbar bleibt und nicht an Auftrieb verliert, dürfen die Rotorblätter also nicht mit Überschallgeschwindigkeit drehen. Um mehr Vortrieb zu erzeugen, ist deshalb ein neues Antriebskonzept erforderlich.
(Quelle: www.focus.de)

Aufgabe

Mit physikalischen Argumenten und einigen wenigen technischen Angaben kann man abschätzen, welche Höchstgeschwindigkeit ein bestimmtes Hubschraubermodell maximal erreichen kann. In der folgenden Aufgabe sollen Sie schrittweise zu einer Abschätzung der maximalen Geschwindigkeit für den oben abgebildeten Hubschrauber vom Typ Bo 105 gelangen. Es handelt sich um eines der verbreitetsten Hubschraubermodelle, das vor allem bei der Polizei, bei Rettungsdiensten und beim Militär zum Einsatz kommt. Sein Rotor hat einen Radius von 4,90 m. Er rotiert mit 420 Umdrehungen pro Minute.

- Der oben abgedruckte Ausschnitt aus einem Zeitungsbericht enthält eine Begründung, warum es eine physikalische Obergrenze für die Höchstgeschwindigkeit von Hubschraubern gibt. Lesen Sie den Text und fassen Sie die Argumentation kurz zusammen.
- Fertigen Sie eine Skizze des Rotors an, die folgende Elemente enthält:
 - den Radius r eines der Rotorblätter,
 - den Drehwinkel $\Delta\alpha$ des Rotorblattes gegenüber einer Koordinatenachse,
 - den Vektor der Bahngeschwindigkeit $\vec{v}$ an der Blattspitze.
- Bestimmen Sie aus den Angaben im Text die Frequenz f und die Winkelgeschwindigkeit ω des Rotors.
- Es wird zunächst ein ruhender Hubschrauber betrachtet, dessen Rotor sich dreht. Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit an den Blattspitzen und vergewissern Sie sich, dass sie unterhalb der zulässigen Maximalgeschwindigkeit von 300 m/s liegt. Die zulässige Maximalgeschwindigkeit liegt etwas niedriger als die Schallgeschwindigkeit (330 m/s), weil die aerodynamischen Probleme schon hier aufzutreten beginnen.
- Im nächsten Schritt wird ein Hubschrauber betrachtet, der sich mit der Geschwindigkeit u nach vorn bewegt. Nun muss man zwischen „vorlaufendem“ und „rücklaufendem“ Rotorblatt unterscheiden (bezogen auf die Bewegungsrichtung des Hubschraubers). Leiten Sie aus der Bedingung, dass die Geschwindigkeit an der Blattspitze kleiner als die zulässige Maximalgeschwindigkeit sein soll, eine Obergrenze für die Vorwärtsgeschwindigkeit u_{her} her.
- Die strikte Obergrenze für die Vorwärtsgeschwindigkeit („never-exceed speed“), die für die Bo 105 angegeben wird, liegt bei 270 km/h. Vergleichen Sie mit dem Ergebnis Ihrer Berechnung und nehmen Sie dazu Stellung.
- Im Zeitungsausschnitt werden neue Entwicklungen angesprochen, die zu höheren Hubschraubergeschwindigkeiten führen sollen. Geben Sie mithilfe Ihrer bisherigen Überlegungen zwei Konstruktionsmerkmale des Hubschraubers an, die sich variieren lassen, um die maximale Vorwärtsgeschwindigkeit zu erhöhen, ohne dass die Schallgeschwindigkeitsbedingung verletzt wird.

Nr. 1

Ein Hubschrauber könne unabhängig von der Motorleistung nur 200-300km/h erreichen, da physikalische Grenzen ihn einschränken. Die Geschwindigkeit der Rotorblätter könne am äußeren Ende nicht die Schallgeschwindigkeit erreichen, ohne das der Helikopter auftrieb verliere und somit schwieriger zu steuern sei. Ein anderes Antriebskonzept wäre für eine schnelle Fortbewegung notwendig.

Nr. 2

$$r = 4,9$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,75} = 4,8$$

$$T = \frac{60}{420} = 0,14$$

Nr. 3

$$\frac{1}{0,74} = 7,17 \text{ Hz} = 8$$

$$\omega = \frac{2\pi}{0,74} = 4,68$$

Nr. 4

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi \cdot 4,9}{0,74} =$$

$$r = 4,9$$

$$T = 0,74$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$v = 4,6 \cdot 4,9 = 276 \text{ m/s}$$

Mond

Montag, 24. März 2025 17:00

Hausaufgaben:



Die Mondbahn kann nahezu als kreisförmig mit dem Radius **384 420 km** betrachtet werden. Während seiner gleichförmigen Bewegung um die Erde erfährt der Mond eine Zentripetalbeschleunigung von **0,00272 $\frac{m}{s^2}$** .

Aufgaben

- a) $\omega = \sqrt{\frac{a_z}{r}} = 2,66 \times 10^{-6} s^{-1}$
- b) $V = \omega \times r = 1,022 m/s \approx 3600 km/h$
- c) $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2362099,72 s = 656 h = 27,34 T$



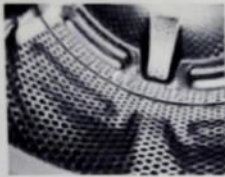
©

Abb. 1 Mond

- a) Berechne die Winkelgeschwindigkeit des Mondes.
- b) Berechne die Bahngeschwindigkeit des Mondes.
- c) Berechne die Umlaufdauer des Mondes um die Erde.

Die Zentripetalbeschleunigung ist eine Folge zum Drehzentrum gerichteten Zentripetalkraft.

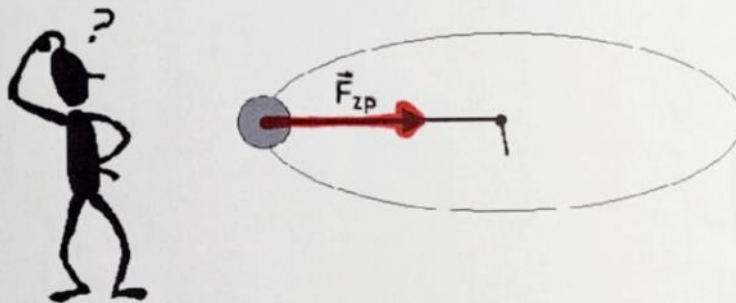
$$F_z = m \times \vec{a}_z = m \times \omega^2 \times r$$



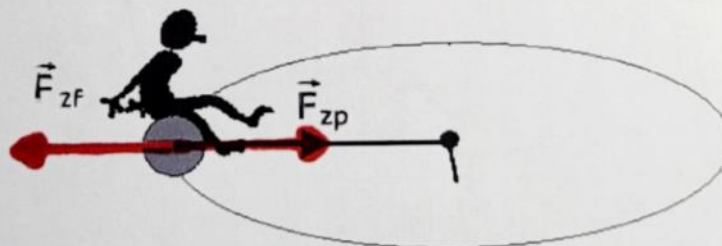
Die schnell rotierende Waschmaschinentrommel mit ihren Löchern sorgt im Schleuderprogramm dafür, dass das überschüssige Wasser in der gewaschenen Kleidung nach außen befördert wird. Sie haben in der Schule gelernt, dass die Zentripetalkraft zum Mittelpunkt der Kreisbewegung gerichtet ist. Wie passt das zusammen?

Der Unterschied zwischen Zentripetalkraft und Zentrifugalkraft

- Betrachten wir eine Kreisbewegung von außen, müssen wir von einer zum Mittelpunkt des Kreises gerichtete Kraft ausgehen – der Zentripetalkraft.



- Als mitbewegter Beobachter spüren wir zusätzlich die Zentrifugalkraft (oder Fliehkraft). Sie ist eine Trägheitskraft, die gleich groß, aber der Zentripetalkraft entgegengerichtet ist.



Corioliskraft:

Bewegt sich etwas zu Dreh-Achse hin oder weg, wird es zu Seite abgelenkt.

$$F_c = -2m(\omega \times v)$$

EVA

Montag, 31. März 2025 10:00

Hausaufgaben:



Ein mit Wasser gefüllter Eimer soll mit gestrecktem Arm in einem vertikalen Kreis so herumgeschleudert werden, dass im höchsten Punkt gerade kein Wasser aus dem Eimer fällt. (Tipp: Macht euch Gedanken über die in diesem Punkt auf das Wasser wirkenden Kräfte.) Berechnet die dazu nötige Bahngeschwindigkeit v und die Umdrehungsfrequenz f (Wählt für den Radius $r = 90 \text{ cm}$).

Schwingungsgrößen

Montag, 28. April 2025 10:00

Hausaufgaben:

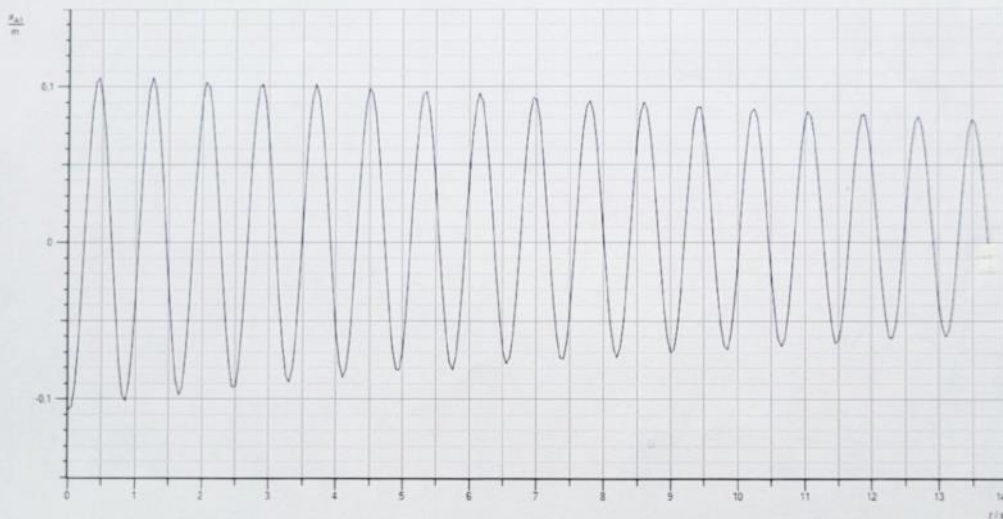


Schwingungsgrößen:

1. Amplitude $\hat{y}$ in m $\rightarrow$ Maximalauslenkung
2. Elongation y in m $\rightarrow$ Momentane Auslenkung
3. Schwingungsdauer T in s $\rightarrow$ Dauer einer Schwinung
4. Frequenz f in Hz $\rightarrow$ Anzahl der Schwingungen pro Sekunde: $f = \frac{1}{T}$

Bei gleichbleibender Amplitude spricht man von ungedämpften, bei kleiner werdender Amplitude von gedämpften Schwingungen.

Mithilfe eines Computers ist die Schwingung eines Federpendels in Abhängigkeit von der Zeit untersucht worden. Unten ist das Weg-Zeit-Diagramm der Bewegung dargestellt:



Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms:

Schwingungsdauer $T = 0,8\text{ s}$

Frequenz $f = 1,25\text{ Hz}$

Amplitude am Anfang und am Ende der Messung:

$\hat{y}_A = 0,105\text{ m}$

$\hat{y}_E = 0,08\text{ m}$

Elongationen für $t_1 = 3\text{ s}$ und $t_2 = 10\text{ s}$:

$y_1 = 0,07\text{ m}$

$y_2 = -0,07\text{ m}$

Eine Schwingung, die sich durch eine Sinusfunktion beschreiben lässt, nennt man harmonische Schwingung.

Herleitung einer Schwingungsgleichung:

$$y = a \times \sin(b(x + c)) + d$$

$$y(t) = \hat{y} \times \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right) \quad \text{mit } b = \frac{2\pi}{p} = \frac{2\pi}{T}$$

$$\text{mit } f = \frac{1}{T} \quad y(t) = \hat{y} \times \sin(2\pi f \times t)$$

$$\text{mit } \omega = 2\pi f \quad y(t) = \hat{y} \times \sin(\omega \times t)$$

Beispielaufgabe $\rightarrow$ TR Bogenmaß (R)

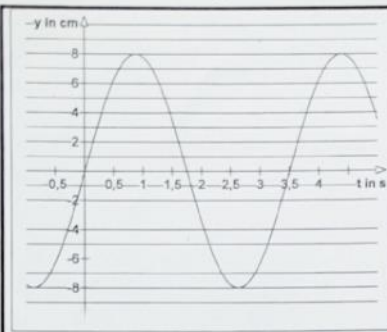
a $\rightarrow$ 0

b $\rightarrow$ -0,103

c $\rightarrow$ 0,12

Übungen zur Darstellung einer Schwingung

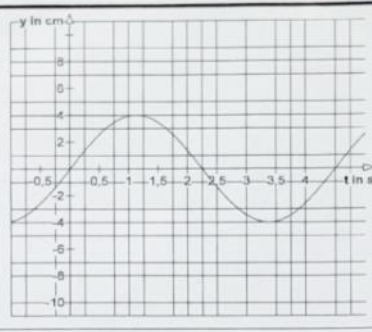
1. Geben Sie die Amplitude, die Frequenz und die Periodendauer der folgenden Schwingung an. Berechnen Sie jeweils die Elongation nach 1 s.



$\hat{y} = 8 \text{ cm}$
 $f = 0,29 \text{ Hz}$
 $T = 3,5 \text{ sek}$

$y(1 \text{ s}) = 7,8 \text{ cm}$

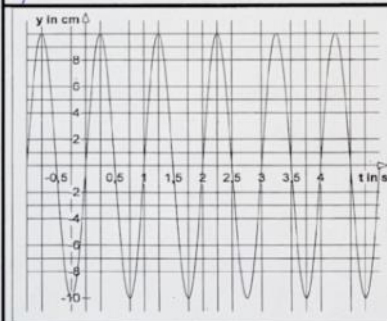
a)



$\hat{y} = 4 \text{ cm}$
 $f = 0,22 \text{ Hz}$
 $T = 4,5 \text{ sek}$

$y(1 \text{ s}) = 3,98 \text{ cm}$

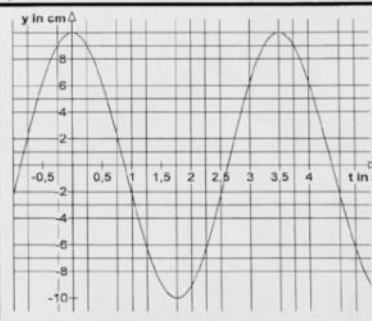
b)



$\hat{y} = 10 \text{ cm}$
 $f = 1 \text{ Hz}$
 $T = 1 \text{ sek}$

$y(1 \text{ s}) = 0 \text{ cm}$

c)



$\hat{y} = 10 \text{ cm}$
 $f = 0,29 \text{ Hz}$
 $T = 3,5 \text{ sek}$

d)

$y(1 \text{ s}) = -2,22 \text{ cm}$

Befindet sich der Oszillator zum Zeitpunkt $t = 0$ nicht in der Ruhelage, so lautet die Schwingungsgleichung allgemeiner: $y(t) = \hat{y} \times \sin(\omega t + \Delta\varphi)$ mit $\Delta\varphi$... Phasenverschiebung.

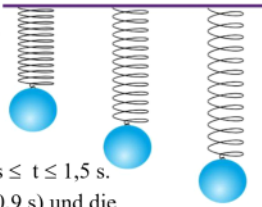
(Geschwindigkeit und Beschleunigung bei der harmonischen Schwingung)

$v(t) = y'(t) = \hat{y} \times \omega \times \cos(\omega t + \Delta\varphi)$

$a(t) = y''(t) = v'(t) = -\hat{y} \times \omega^2 \times \sin(\omega t + \Delta\varphi)$

Noch ein bisschen Mathematik rund um die harmonische Schwingung

An einer als masselos angenommenen Schraubenfeder hängt eine Kugel der Masse $m = 100 \text{ g}$. Zieht man die Kugel aus der Gleichgewichtslage um 4 cm nach unten und lässt sie dort zur Zeit $t = 0 \text{ s}$ los, so entsteht eine harmonische Schwingung mit $T = 1 \text{ s}$.



- Skizziere das zugehörige Elongation-Zeit-Diagramm für $0 \text{ s} \leq t \leq 1,5 \text{ s}$.
- Berechne die Elongation y ($0,9 \text{ s}$), die Geschwindigkeit v ($0,9 \text{ s}$) und die Beschleunigung a ($0,9 \text{ s}$) der Kugel.
- Ermittle den maximalen Geschwindigkeitsbetrag. Gib an, zu welchen Zeiten und bei welchen Elongationen die maximale Geschwindigkeit jeweils erreicht wird. Skizziere mithilfe dieser Angaben das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm für $0 \text{ s} \leq t \leq 1,5 \text{ s}$.
- Bestimme den maximalen Beschleunigungsbetrag sowie den Betrag der maximalen Beschleunigungskraft.

Hinweis: Dämpfende Reibungseinflüsse sollen vernachlässigt werden. Die Diagramme in a) und c) können alternativ mit GeoGebra gezeichnet werden. Rechnungen sind zu dokumentieren.

Schwingungsdauer des Fadenpendels:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Hausaufgaben:



Klausur-Vorbereitung: Energieerhaltung, Kreisbewegung, harmonische Schwingung

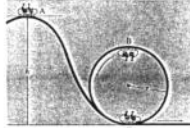
1.) Ein Wassereimer mit der Masse $m = 2,5 \text{ kg}$ wird in einem vertikalen Kreis mit dem Radius $r = 1 \text{ m}$ herumgeschleudert.

- a) Berechne die Geschwindigkeit im höchsten Punkt, damit dort gerade kein Wasser ausläuft.
b) Welche Umlaufdauer hat dann der Eimer?

2.) Ein Stein ($m = 0,20 \text{ kg}$) wird immer schneller an einer 50 cm langen Schnur horizontal auf einem Kreis herumgeschleudert. Untersuche rechnerisch, bei welcher Drehfrequenz f die Schnur reißt, wenn sie 100 N aushält.

3.) Bei einer Achterbahn hat der Looping einen Radius von $r = 5 \text{ m}$ (siehe Abbildung).

Bestimme, in welcher Höhe h über dem Niveau von C der Wagen losfahren muss, um sicher den Kreis zu durchlaufen (Reibung ist zu vernachlässigen; in A sei $v = 0$).

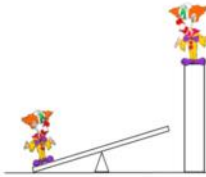


4.) Ein Radfahrer kommt mit der Geschwindigkeit $v = 18 \text{ km/h}$ an einen Abhang von 4 m Höhenunterschied und rollt diesen entlang abwärts.

- a) Beschreibe die dabei auftretenden Energieumwandlungen und berechne die Geschwindigkeit am Ende des Abhangs. Gehe von einem reibungsfreien Vorgang aus.
b) Gib begründet an, welche Endgeschwindigkeit ein Tandem mit doppelter Masse und sonst gleichen Voraussetzungen erreichen würde.

5.) Ein Artist mit der Masse $m_1 = 72 \text{ kg}$ springt aus einer Höhe von $2,50 \text{ m}$ auf ein Schleuderbrett (siehe Abb.).

- a) Berechne, wie hoch sein Partner ($m_2 = 56 \text{ kg}$) höchstens geschleudert wird. Sämtliche Reibungs- und Verformungseffekte sollen dabei vernachlässigt werden.
b) Für den Bau einer Menschenpyramide muss der Partner 4 m hoch geschleudert werden. Mache konkrete Vorschläge, wie man das erreichen kann.



6.) An einen Faden der Länge $l = 56 \text{ cm}$ hängt eine 200 g schwere Kugel. Die Kugel wird nun aus der Gleichgewichtslage horizontal um 5 cm ausgelenkt und dort zur Zeit $t = 0 \text{ s}$ losgelassen. Beim Durchschwingen der Gleichgewichtslage hat die Kugel eine Geschwindigkeit von $v = 20 \text{ cm/s}$.

- a) Zeige, dass die Schwingungsdauer der Kugel etwa $1,5 \text{ s}$ beträgt.
b) Skizziere das Elongation-Zeit-Diagramm der Schwingung im Zeitintervall $[0 \text{ s}; 2,25 \text{ s}]$ und gib eine Schwingungsgleichung an.
c) Bestimme die maximale kinetische Energie und die maximale potentielle Energie des Pendels.

7.) a) Ein Fadenpendel bestimmter Länge wird auf die halbe Länge verkürzt. In welchem Verhältnis verändern sich dann die Schwingungszeiten?

b) Ist die Schwingungsdauer eines Fadenpendels auf dem Mond größer, kleiner oder gleich der Schwingungsdauer auf der Erde? Begründe.

c) Warum hängt eigentlich die Genauigkeit einer Pendeluhr von der Jahreszeit ab? Geht sie im Winter gegenüber dem Sommer vor oder nach? Begründe ebenfalls.



$$F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad \omega = \frac{v}{r} \quad r = 1$$

$$2,5 \cdot v^2 = 24,525 \quad | : 2,5$$

$$v^2 = 9,81 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$v = 3,1$$

$$100 = 0,2 \cdot \omega^2 \cdot 0,5$$

$$100 = 0,1 \omega^2 \quad | : 0,1$$

$$1000 = \omega^2 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$31,6 = \omega$$

$$31,6 = \frac{2\pi}{T} \quad | \cdot T \quad | : 31,6 \quad \frac{1}{0,199} = 5$$

$$T = \frac{2\pi}{31,6} = 0,199$$

$$m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v^2 \quad \sqrt{51,74 \cdot 2} \approx 10,2 \text{ m/s}$$

$$9,81 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 5^2 = 51,74$$

$$= 36,6$$

$$72 \cdot 9,81 \cdot 2,5 = 56 \cdot 9,81 \cdot h$$

$$1765,8 = 549,36 h \quad | : 549,36$$

$$3,2 = h$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$2\pi \cdot \sqrt{\frac{0,56}{9,81}} = 1,5$$

1.a) $F_Z \geq F_G \rightarrow m \frac{v^2}{r} \geq mg \rightarrow v \approx 3,1 \text{ m/s}$

b) $v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow T \approx 2 \text{ s}$

2.) $F_Z = 100 \text{ N} = m\omega^2 r \rightarrow \omega \approx 31,6 \text{ s}^{-1} \rightarrow \omega = 2\pi f \rightarrow f \approx 5 \text{ Hz}$

3.) Punkt B: $F_Z \geq F_G \rightarrow m \frac{v_B^2}{r} \geq mg \rightarrow v_B \approx 7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow$
 $E_{\text{pot},A} = E_{\text{pot},B} + E_{\text{kin},B} \rightarrow mgh = mgd + \frac{1}{2}mv_B^2 \rightarrow h \approx 12,5 \text{ m}$

4.a) $E_{\text{kin},A} + E_{\text{pot},A} = E_{\text{kin},B} \rightarrow mgh + \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 \rightarrow v_B \approx 10,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 36,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

b) Ansatz (siehe a)) führt zu $v_B = \sqrt{2gh + v_A^2} \leftarrow \text{unabhängig von der Masse } m$

5.a) $m_1 g h_1 = m_2 g h_2 \rightarrow h_2 \approx 3,2 \text{ m}$

b) Ansatz (siehe a)) mit $h_2 = 4 \text{ m}$ führt zu (1) $h_1 \approx 3,1 \text{ m}$ oder (2) $m_1 \approx 89,6 \text{ kg}$

6.a) $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \approx 1,5 \text{ s}$

b) $y(t) = 5 \cdot \sin\left(\frac{4}{3}\pi \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$

c) $E_{\text{kin},\text{max}} = \frac{1}{2}mv^2 \approx 4 \cdot 10^{-3} \text{ J} = E_{\text{pot},\text{max}}$

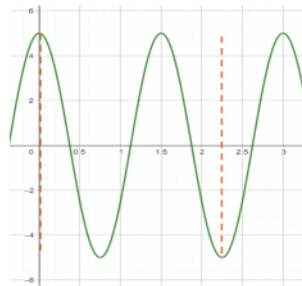
7.a) $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \rightarrow$

$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{2} \text{ wegen } l_1 = 2 \cdot l_2$

b) wegen $g_{\text{Mond}} < g_{\text{Erde}}$ ist mit $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

$T_{\text{Mond}} > T_{\text{Erde}}$, es pendelt auf dem Mond also deutlich langsamer

c) Der Grund dafür ist die Temperatur: bei Wärme dehnt sich das Pendel (meist aus Metall) etwas aus, bei Kälte zieht es sich hingegen etwas zusammen, wegen $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ist $T_{\text{Winter}} < T_{\text{Sommer}}$, die Uhr geht im Winter also etwas vor



Federpendel

Dienstag, 27. Mai 2025 12:30

Hausaufgaben:

 Federhärte Berechnen ($m=75\text{g}$) bei letzten Diagrammen

Formel:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{D}}$$

Federhärte = D

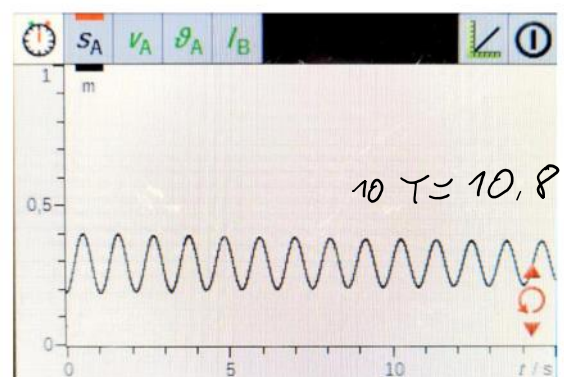
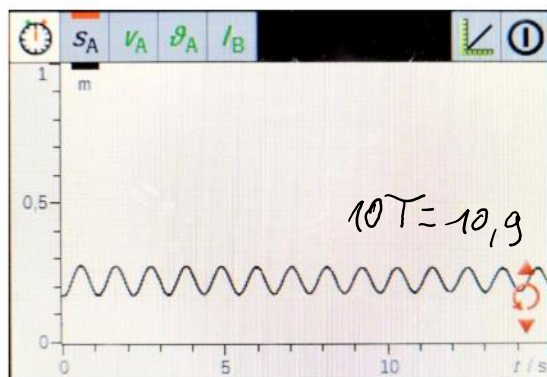
Die Schwingungsdauer einer Federschwingung

Es soll die Schwingungsdauer eines Federpendels mithilfe eines unterhalb des Oszillators angebrachten Ultraschallsensors untersucht werden (siehe Abb.). Wovon könnte die Schwingungsdauer abhängen? Und wie funktioniert überhaupt solch ein Ultraschallsensor?

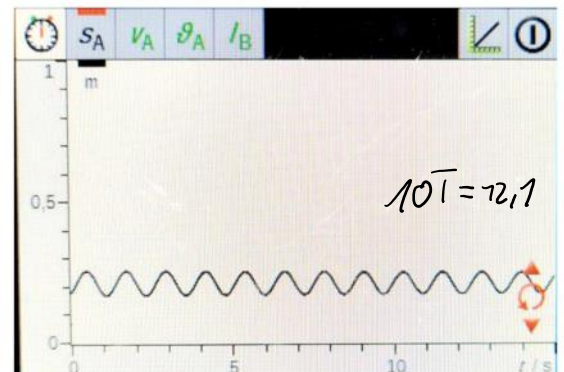
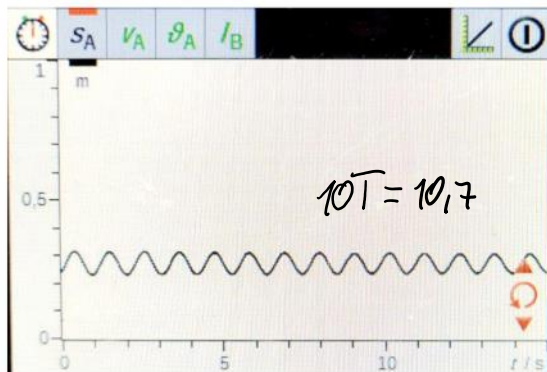
In folgenden Screenshots sollen die jeweiligen Schwingungsdauern T aus dem Diagramm bestimmt und daraus qualitative Aussagen über mögliche Abhängigkeiten abgeleitet werden.



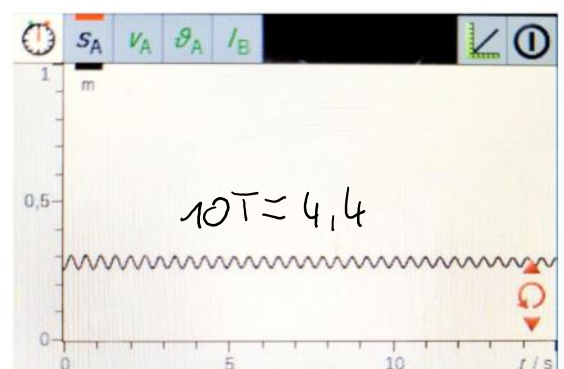
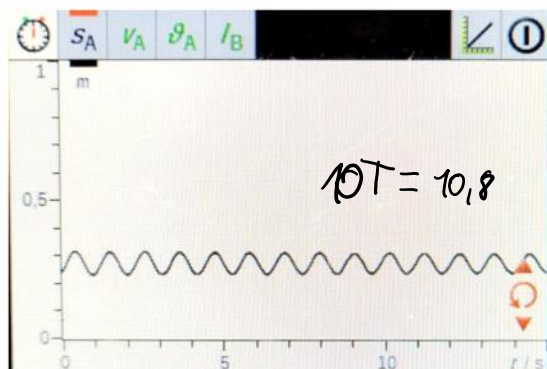
Abhängigkeit von der Amplitude $y_{\max}$ (rechts weiter)



Abhängigkeit von der Masse m (rechts schwerer)



Abhängigkeit von der Federhärte D (rechts härter)



$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{D}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \times \frac{m}{D} \Rightarrow D = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

$$D = 4\pi^2 \times \frac{m}{T^2}$$

$$\text{Einheit: } \frac{kg}{s^2} = \frac{kg \times m}{s^2 \times m} = \frac{N}{m}$$

$$1N = 1 \frac{kg \times m}{s^2}$$

$$4\pi^2 \times \frac{0,075}{1,08} \approx 2,74$$

$$4\pi^2 \times \frac{0,075}{0,44} \approx 6,73$$

Ursache von Schwingungen

Montag, 2. Juni 2025 10:00

Bei einer Schwingung beschleunigt eine Kraft den Oszillator stets zur Ruhelage hin.
Man nennt sie deshalb auch **rücktreibende Kraft**.

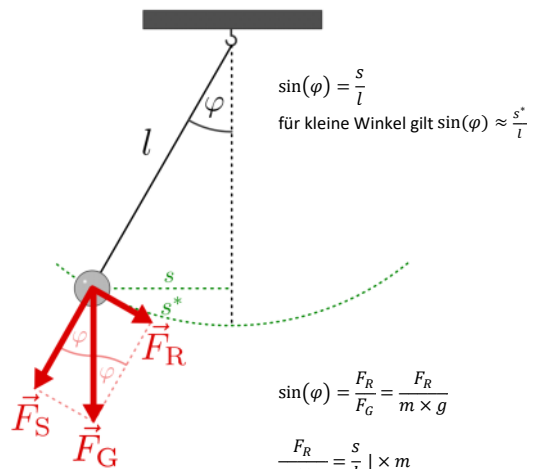
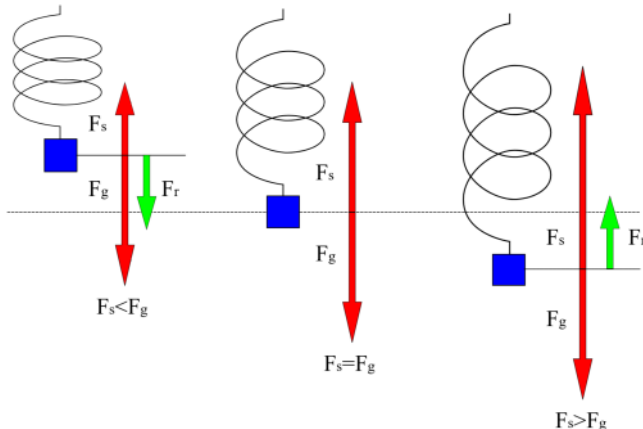
Hausaufgaben:



oberhalb der Ruhelage

Ruhelage

unterhalb der Ruhelage



$$\sin(\varphi) = \frac{F_R}{F_g} = \frac{F_R}{m \times g}$$

$$\frac{F_R}{m \times g} = \frac{s}{l} \quad | \times m$$

$$F_R = \frac{m \times g \times s}{l}$$

$$D = \frac{m \times g}{l}$$

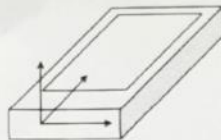
$$\text{mit } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$$

$$\text{ist } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{m \times g}{l}}}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Das Smartphone-Pendel

Jedes moderne Smartphone enthält eine Vielzahl von Sensoren, u.a. einen Beschleunigungssensor. Dieser misst Beschleunigungen in allen drei Achsen. Diese drei Einzelmesswerte können zu einem 3D-Vektor kombiniert werden, der die Richtung und Stärke der momentan auf das Smartphone wirkenden Beschleunigung angibt. Zum Beispiel lässt sich daraus die Orientierung des Telefons herleiten.

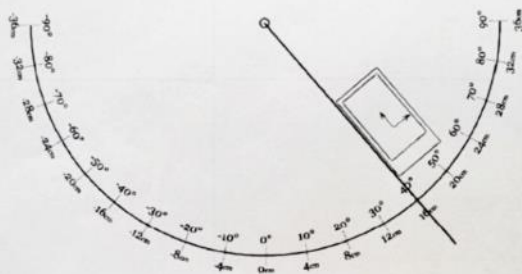


Nach der Grundgleichung der Mechanik lässt sich aus der Beschleunigungsmessung auch die auf das Telefon wirkende Kraft bestimmen. Und das nutzen wir bei unseren heutigen Messungen aus:

Die rücktreibende Kraft beim Fadenpendel

Der Versuchsaufbau enthält eine Skala, auf der der Auslenkwinkel gegenüber der Vertikalen sowie die Bogenlänge der Auslenkung abgebildet sind.

Messen Sie die tangential wirkende Beschleunigung, welche für die rücktreibende Kraft verantwortlich ist. Spannen Sie dazu den Faden in Richtung eines beliebigen Auslenkwinkels und halten Sie das Smartphone möglichst parallel an den Faden (siehe Abbildung). Probieren Sie zunächst aus, welche der Komponenten a_x , a_y oder a_z die Richtige ist.

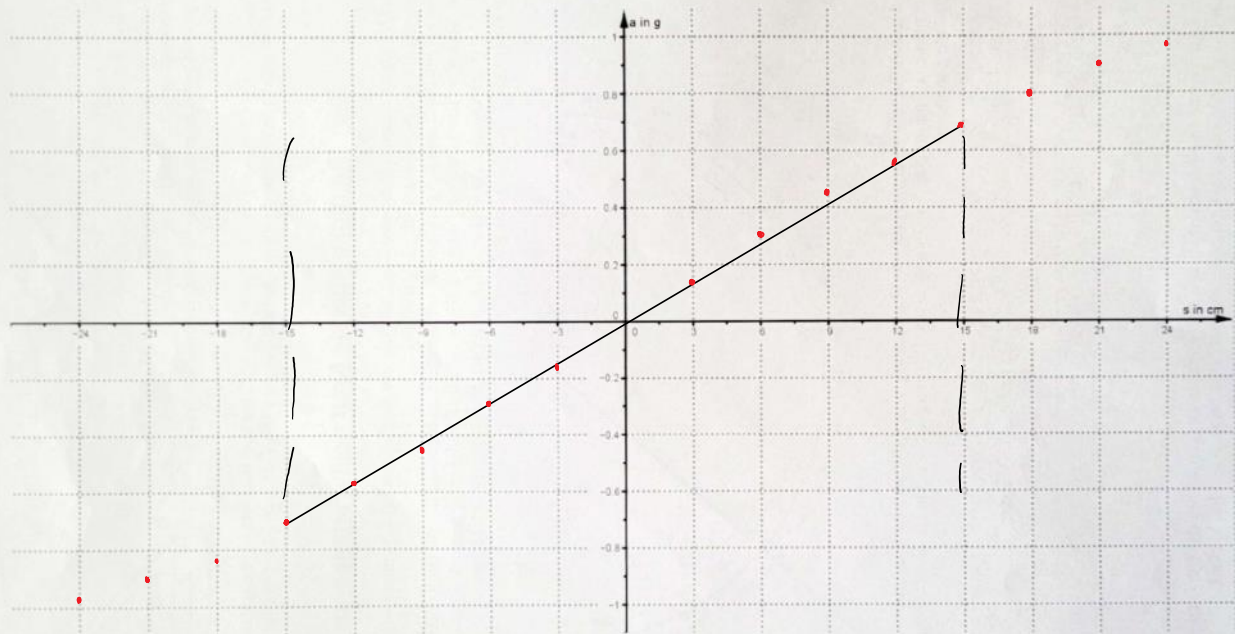


- Messen Sie für die angegebenen Auslenkungen jeweils die rücktreibende Beschleunigung (mit Vorzeichen) und tragen Sie Ihre Messwerte (gerundet auf maximal zwei Nachkommastellen) in folgende Tabelle ein:

s in cm	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
a in g	0	1,4	3,5	4,9	6,3	7,3	8,4	9,1	9,6	9,8
s in cm	-3	-6	-9	-12	-15	-18	-21	-24	-27	
a in g										

- Tragen Sie nun Ihre Messwerte in das vorgefertigte Diagramm auf der Rückseite ein. Fällt Ihnen am Verlauf des Graphen etwas auf? Beschreiben Sie den Verlauf.

Die Rücktreibende Kraft ist proportional zur Auslenkung.
 $F_r \sim s$



Das lineare Kraftgesetz:

Bei einer harmonischen Schwingung sind rücktreibende Kraft und Auslenkung proportional zueinander (siehe Smartphone-Pendel).

$$a(t) = -\hat{y} \times \omega^2 \times \sin(\omega t)$$

$$F_r = m \times a = \underbrace{-m \times \omega^2}_{\substack{\uparrow \\ \text{Direktionsgröße}}} \times \underbrace{\hat{y} \times \sin(\omega t)}_y \Rightarrow F_r = -D \times y$$

Überlagerung, Resonanz

Montag, 16. Juni 2025 10:00

Hausaufgaben:



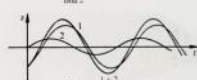
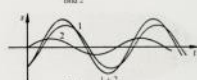
Aus der Akustik ist bekannt, dass Töne durch Schwingungen erzeugt werden. Physikalisch gesehen besteht ein Sinfonieorchester also aus lauter Schwingungen. Das gesamte Orchester erzeugt im Trommelfell ein gewaltiges Durcheinander von vielerlei Schwingungen. In unserem Gehirn wird dadurch die Empfindung eines (mehr oder weniger angenehmen) Gesamtklangs geweckt. Wir wollen uns bei der **Überlagerung von Schwingungen** auf die Überlagerung zweier Sinusschwingungen beschränken, die wir mit Stimmgabeln erzeugen können.

• Eine Stimmgabel wird angeschlagen. Davor steht ein Mikrofon mit angeschlossenem Oszilloskop. Auf dem Schirm erscheint die Elongation-Zeit-Funktion der Schwingung: eine Sinuskurve. Schlägt man zusätzlich eine zweite Stimmgabel mit derselben Frequenz an, sieht man nach wie vor eine einzige Sinuskurve, allerdings mit einer anderen Amplitude.

• Nur die Überlagerung harmonischer Schwingungen gleicher Frequenz ergibt wieder eine harmonische Schwingung derselben Frequenz.

• Im Elongation-Zeit-Diagramm erhält man die Überlagerung durch Addition der Auslenkungen der beiden Schwingungen. Dabei sind folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Sind die beiden Schwingungen phasengleich, so addieren sich die Amplituden (Bild 1).
2. Sind die Schwingungen gegenphasig, so subtrahieren sich die Amplituden (Bild 2). Sind die beiden Amplituden gleich, so heben sich die Schwingungen gegenseitig auf (Bild 3).
3. Für eine beliebige Phasenverschiebung $\Delta\phi$ ergibt sich eine harmonische Schwingung mit derselben Frequenz, deren Amplitude und Phase man graphisch aus dem Elongation-Zeit-Diagramm ermitteln kann (Bild 4).

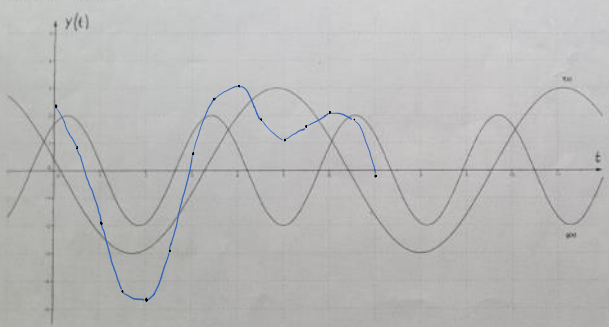


• Zur Phasendifferenz (oder -verschiebung) $\Delta\phi$: Zwei Schwingungen heißen phasenverschoben, wenn sie nicht zur selben Zeit ihre Ruhelage oder ihre größte Auslenkung erreichen.
 $y_1 = y_1 \sin(\omega t)$ und $y_2 = y_2 \sin(\omega t + \Delta\phi)$

• Das Richtungsheören bei uns Menschen basiert auf der Überlagerung phasenverschobener Schwingungen. Ist das eine Ohr näher an der Schallquelle als das andere, so schwingen die beiden Trommelfelle mit einer gewissen Phasenverschiebung (bzw. mit einem geringen Laufzeitunterschied). Aus dieser kann unser Gehirn ableiten, aus welcher Richtung der Schall kommt. Wir Menschen sind in der Lage, noch Laufzeitunterschiede von 1/10000 Sekunden wahrzunehmen.

• Schlägt man zwei gleiche Stimmgabeln an, von denen die eine etwas verstimmt ist, so hört man einen dauernd an- und abschwellenden Ton. Man bezeichnet eine solche Schwingung als Schwebung. Die Frequenz, mit der die Amplitude schwankt, heißt Schwebungsfrequenz und ist gleich der Differenz der beiden Einzelfrequenzen: $f_{\text{Schwebung}} = f_1 - f_2$.

Ermitteln Sie zeichnerisch die Überlagerung der beiden Schwingungen $f(x)$ und $g(x)$ im Intervall $0 \leq t \leq 10$:



warum Männer eher in der Badewanne und Frauen lieber auf der Toilette singen

Sie sehen zwei kleine Versuche. Beobachten Sie genau und beschreiben Sie Ihre Beobachtungen:

- Federpendel
- Stimmgabeln

Lenkt man ein schwingungsfähiges System einmal kurz aus, so schwingt es, sich selbst überlassen, mit einer bestimmten Frequenz, die man als **Eigenfrequenz** f_0 bezeichnet.

Führt man einem schwingungsfähigen System periodisch Energie zu, führt es **erzwungene Schwingungen** aus mit der sogenannten **Erregerfrequenz** f_e .

Stimmen Erregerfrequenz und Eigenfrequenz überein, so kommt es zu einer maximalen Energiübertragung vom Erreger auf den Schwinger, und die Amplituden des Schwingers erreichen besonders große Werte. Dann spricht man von **Resonanz** (oder bei geringer Dämpfung sogar von Resonanzkatastrophe).

Weitere Beispiele für erzwungene Schwingungen:

Schauen Sie sich das Video über die Tacoma Narrows Bridge, die im Volksmund übrigens auch „galoppierende Gertie“ genannt wurde, an und erklären Sie Ihre Beobachtungen:

Ach übrigens, was denken Sie, warum singen denn nun Männer eher in der Badewanne und Frauen lieber auf der Toilette?

Aufgaben zu Resonanz

- Wenn ein Auto im Schnee steckengeblieben ist, empfiehlt es sich, im passenden Rhythmus hin- und herzufahren bzw. zu schieben, um das Auto wieder frei zu bekommen. Erklären Sie diese Methode.

- Eine Hängebrücke geriet in besonders starke Schwingungen, als eine Personengruppe im Gleichschritt mit 25 Schritten in 20 s die Brücke überquerte.

- a) Berechnen Sie die Eigenfrequenz der Brücke. Die Fahrbahn der Brücke ist mit 10m langen Platten belegt. Führt ein Auto mit gleichbleibender Geschwindigkeit über die Brücke, so wird diese immer dann zu Schwingungen angeregt, wenn das Auto über eine Stoßstelle der Fahrbahnplatten fährt.
- b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit (in km/h), die bei den Fahrzeugen vermieden werden sollte.



- Informieren Sie sich über die Funktionsweise eines Tuned Mass Damper, eines sogenannten Schwingungstilgers. Gehen Sie dabei insbesondere auf das Bürohochhaus „Taipei 101“ in Taipei und auf die Fußgängerbrücke „Millenium Bridge“ in London (siehe Abb. oben) ein.

Wellen

Dienstag, 1. Juli 2025 12:30

Hausaufgaben:



Wellen

In unserer Umwelt treten Wellen in vielerlei Bereichen auf. Die Bilder zeigen einige Beispiele für Wellen.



La Ola im Stadion



Wasserwellen



elektromagnetische Wellen



Schallwellen

Als Welle definiert man in der Physik:

Eine sich im Raum mit einer bestimmten Geschwindigkeit ausbreitende Störung heißt Welle. Eine Welle ist ein zeitlich und räumlich periodischer Vorgang. Eine Welle transportiert Energie.

- Welche Art von „Störung“ breitet sich bei obigen Beispielen aus?
- Ordnen Sie obige Beispiele nach der Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser „Störung“.

• Versuch 1: gekoppelte Pendel

Beobachten und erklären Sie an den gekoppelten Pendeln, wie Energie von dem einen Schwinger auf den anderen übertragen wird. Führen Sie den Versuch mit und ohne das kleine Gewichtsstück durch.



- Versuchen Sie nun zu begründen, warum die Indianer ihr Ohr auf Eisenbahnschienen oder den Boden gelegt haben um herannahende Feinde frühzeitig wahrzunehmen.

• Versuch 2: Wellenmaschine

Stoßen Sie das erste Pendel kurz senkrecht zur Richtung der Pendelkette an. Beschreiben und erklären Sie Ihre Beobachtungen.

- Bei Sonnenschein kommt es vor, dass am Boden eines Schwimmbeckens helle Lichtmuster auftreten. Geben Sie hierfür eine Erklärung.



• Versuch 3: Magnetrollengerät

Stoßen Sie die erste Magnetrolle parallel zur Rollenbahn an. Beschreiben und erklären Sie Ihre Beobachtungen.



- Man unterscheidet sogenannte Longitudinal- (Längs-) und Transversal- (Quer-) Wellen. Worin unterscheiden sich diese? Vergleichen Sie hierzu Ihre Beobachtungen aus den Versuchen 2 und 3.

Die Wellenlänge λ (griech. Lambda) ist der kürzeste Abstand zweier Oszillatoren mit gleichem Schwingungszustand.

Einheit: m

Unter der Ausbreitungsgeschwindigkeit c versteht man die Geschwindigkeit, mit der sich ein

Schwingungszustand über den Wellenträger bewegt: $c = \frac{\lambda}{T} \xrightarrow{\text{mit } f = \frac{1}{T}} c = \lambda \times f$

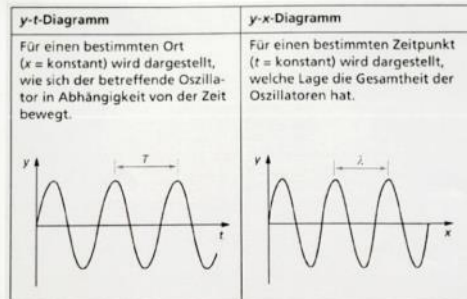
Kenngrößen zur Beschreibung mechanischer Wellen

Definition:

- Eine mech. Welle ist die Ausbreitung einer mech. Schwingung im Raum, bei der Energie übertragen jedoch kein Stoff transportiert wird.

Voraussetzung:

- Schwingungsfähige Systeme
- Kopplungskräfte zwischen ihnen
- Eine Welle ist die zeitlich und örtlich periodische Änderung physikalischer Größen.



Amplitude:

Elongation:

Schwingungsdauer:

Frequenz:

Wellenlänge:

Phasen- oder Ausbreitungsgeschwindigkeit:

Während 12 Schwingungen innerhalb von 3 Sekunden ablaufen, breitet sich eine Störung um 3,6m aus. Berechne Wellenlänge, Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle.

Wellengleichung der harmonischen Welle

Montag, 14. Juli 2025 10:00

Hausaufgaben:



- Jeder Oszillator schwingt harmonisch: $y = \hat{y} \times \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$
- Ein anderer Oszillator zum späteren Zeitpunkt t^* : $y = \hat{y} \times \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times t^*\right)$
- Zeitunterschied: $\Delta t = t - t^*$
- $\Delta t = \frac{x}{c}$ x...Abstand der beiden Oszillatoren
$$\Delta t = \frac{x}{\lambda \times f} = \frac{x \times T}{\lambda}$$
- An beliebiger Stelle x der Welle ist die Auslenkung y zur Zeit t^* : $y = \hat{y} \times \left(2\pi \times \frac{t - \Delta t}{T}\right)$
$$y = \hat{y} \times \sin\left(2\pi \times \frac{t}{T} - 2\pi \times \frac{\Delta t}{T}\right)$$

$$\Rightarrow y = \hat{y} \times \sin\left[2\pi \times \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$
- Berechne die Auslenkung eines Oszillators an der Stelle $x = 2,5m$ zum Zeitpunkt $t = 4s$. Es gilt weiterhin $\hat{y} = 20cm$, $c = 5 \frac{m}{s}$ und $f = 1,25Hz$.

Der Doppler-Effekt

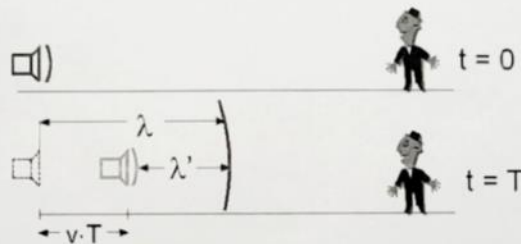
Eines schon mal vorne weg, hier wird nichts verdoppelt. Benannt ist dieser Effekt nach dem österreichischen Physiker **Christian Doppler**.

- Höre bei den Tonbeispielen genau hin und notiere deine Beobachtung.

Sobald die Schallquelle sich am Beobachter vorbeibewegt, wird der Ton tiefer. Die Frequenz verringert sich, weil die Schallwellen nicht mehr gestaucht, sondern auseinandergezogen werden.

Wir betrachten im Folgenden nur den Fall der **bewegten Schallquelle** und des **ruhenden Beobachters**.

Der höhere Ton bei der Annäherung der Quelle ist dadurch zu erklären, dass z.B. die Wellenberge in kürzeren Abständen beim Beobachter eintreffen, d.h. die Wellenlänge wird kleiner und bei fester Schallgeschwindigkeit c die gehörte Frequenz f' wegen $c = f' \cdot \lambda$ größer.



Bei $t = 0$ sende die Schallquelle gerade einen Wellenberg aus. Zur Zeit $t = T$ hat sich dieser Wellenberg um die Strecke λ ausgebreitet. Die Quelle hat sich in dieser Zeit um die Strecke $v \cdot T$ bewegt und sendet gerade wieder einen Wellenberg aus.

Für die vom Beobachter registrierte Wellenlänge λ' gilt: $\lambda' = \lambda - v \cdot T$

Damit ergibt sich für die vom Beobachter registrierte Frequenz f' :

$$f' = \frac{c}{\lambda'} = \frac{c}{\lambda - v \cdot T} = \frac{c}{\frac{c}{f} - v \cdot T}$$

Erweitern des Bruches mit f ergibt

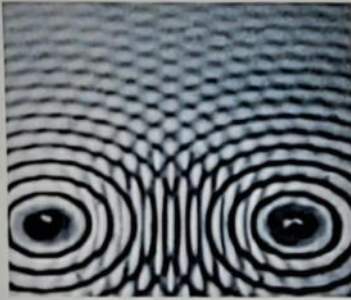
$$f' = f \cdot \frac{c}{c - v \cdot T \cdot f} = f \cdot \frac{c}{c - v \cdot T \cdot \frac{1}{T}} = f \cdot \frac{c}{c - v} \quad (1)$$

Bewegt sich die Quelle vom Beobachter weg, so ist in obiger Formel v durch $(-v)$ zu ersetzen und es ergibt sich

$$f' = f \cdot \frac{c}{c + v} \quad (2)$$

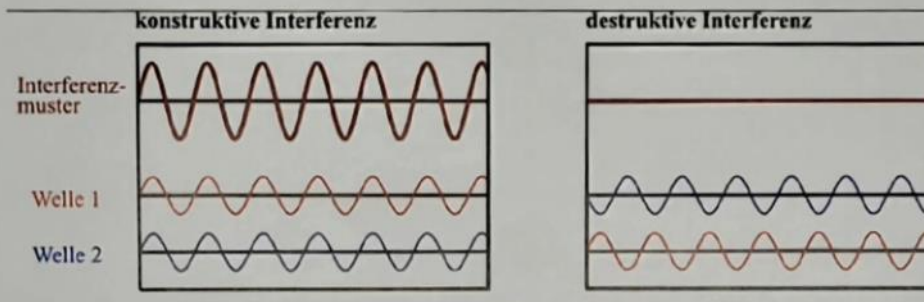
Die Frequenz wird also – wie die Erfahrung auch zeigt – kleiner.

Die Interferenz als grundlegende Eigenschaft von Wellen



Interferenz bedeutet ungestörte Überlagerung von Wellen, ganz gleich, ob es sich um Wasserwellen, Schallwellen oder elektromagnetische Wellen, wie das Licht, handelt.

In der Physik von besonderem Interesse sind die konstruktive und die destruktive Interferenz:



Bedingung für den Gangunterschied Δs der beiden interferierenden Wellen:

$$\Delta s = 0^\circ$$

$$\Delta s = n \cdot \lambda$$

mit $n = 1, 2, 3$

$$\Delta s = 180^\circ$$

$$\frac{1}{2} \lambda$$

$$\Delta s = (2n+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

mit $n = 0, 1, 2$

- Zwei Lautsprecher sind in Entfernungen von 6,21 m und 6,31 m von einem Mikrofon aufgestellt. Ermittle, bei welchen Frequenzen das Mikrofon nichts aufnimmt.

