Aufgabensammlung für Abschnitt 3
zur Vorbereitung auf die mündliche Ergänzungsprüfung in Physik

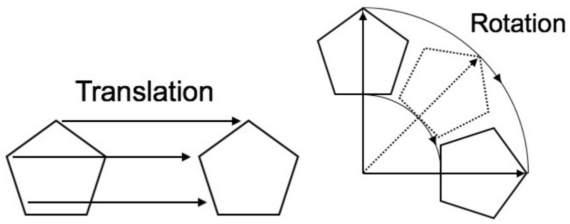
Version Dezember 2021

1 Rotation

Grundbegriffe

Definitionen und Einheiten der Begriffe: Winkelgeschwindigkeit, Bahngeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung, Frequenz, Umlaufzeit

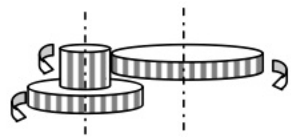
3.1. Was ist der Unterschied zwischen Translation und Rotation?



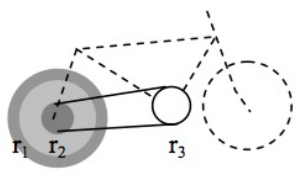
3.2. a) Ein Rad mit Radius $r = 2$ m hat die Umlaufzeit $T = 0,4$ s. Bestimmen Sie Frequenz, Winkelgeschwindigkeit und Bahngeschwindigkeit!
b) Die Räder eines Autos haben den Radius $r = 40$ cm. Berechnen Sie Winkelgeschwindigkeit und Frequenz, wenn das Auto mit 120 km/h fährt!

3.3. a) Der Erdradius beträgt etwa 6370 km. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich ein Punkt auf der Erdoberfläche (am Äquator) bei der Erddrehung? (Beachten Sie: Die Erde dreht sich in einem Tag einmal um sich selbst.)
b) Die Erde bewegt sich auf einer annähernd kreisförmigen Bahn um die Sonne. Der Radius dieser Kreisbahn beträgt etwa 150 Millionen Kilometer. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich die Erde auf dieser Bahn? Drücken Sie die Geschwindigkeit im km/s aus!

3.4. Was ist der Unterschied zwischen Winkelgeschwindigkeit und Bahngeschwindigkeit?
Die beiden linken Zahnräder sind fest mit einander verbunden und haben die Radien $r_1 = 10$ m und $r_2 = 4$ m. Das rechte Zahnrad mit dem Radius $r_3 = 16$ m greift in die Zähne des oberen linken Zahnrades.
a) Welche Räder haben dieselbe Winkelgeschwindigkeit? (Begründung)
b) Welche Räder haben dieselbe Bahngeschwindigkeit? (Begründung)
c) Rad 1 dreht sich mit der Frequenz $f_1 = 5$ Hz. Berechnen Sie die Frequenz f_3 von Rad 3!



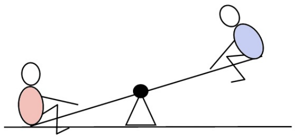
3.5. Die Abbildung zeigt, wie das Hinterrad eines Fahrrades durch eine Kette angetrieben wird. Dabei kommen drei Räder (1), (2) und (3) vor mit den Radien $r_1 = 80$ cm, $r_2 = 5$ cm, $r_3 = 10$ cm.
a) Welche Räder haben dieselbe Winkelgeschwindigkeit, welche haben dieselbe Bahngeschwindigkeit?
b) Mit welcher Frequenz muss man in die Pedale (3) treten, damit das Hinterrad (1) des Fahrrades auf der Strasse mit 5 m/s fährt?



Drehmoment, Gleichgewicht

Definitionen und/oder Einheiten der Begriffe: Drehmoment, Trägheitsmoment, Gleichgewicht, Hebel

3.6. a) Wie ist das mechanische Gleichgewicht in einem System definiert? (Physikalische Größe, Einheit)
b) Was ist der Unterschied zwischen einem einseitigen Hebel und einem zweiseitigen Hebel? Welches Gesetz gilt hier?



3.7. Eine Person hält ein $m = 2$ kg schweres Gewicht mit horizontal gehaltenem Unterarm in der Hand (der Oberarm hängt dabei lose nach unten). Der Angriffspunkt des Muskels am Unterarm ist $r_1 = 5$ cm vom Drehpunkt im Ellenbogen entfernt, der Abstand der Hand zum Drehpunkt beträgt $r_2 = 35$ cm.
Welche Kraft F_1 muss der Muskel aufbringen, um den Unterarm in horizontaler Position zu halten?

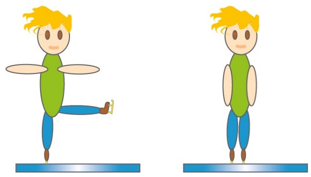
3.8. An der linken Seite eines zweiseitigen Hebels sind zwei Gewichte $F_1 = 3,5$ N und $F_2 = 5$ N im Abstand $r_1 = 0,2$ m bzw. $r_2 = 0,1$ m von der Drehachse befestigt. Am rechten Arm sind zwei Gewichte $F_3 = 1,5$ N und $F_4 = 4$ N im Abstand $r_3 = 0,6$ m bzw. $r_4 = 0,075$ m angebracht.
Entscheiden Sie durch eine Rechnung, ob sich der Hebel im Gleichgewicht befindet!

3.9. Zwei Personen befinden sich auf verschiedenen Seiten einer Tür. Person 1 möchte die Tür zudrücken. Dazu drückt sie mit der Kraft von 200 N im Abstand von 30 cm, gemessen von den Türscharnieren, senkrecht auf die Tür. Person 2 möchte die Tür aufdrücken. Dazu drückt sie von der anderen Seite im Abstand von 90 cm, gemessen von den Türscharnieren, senkrecht zur Tür dagegen.
a) Welche Kraft benötigt Person 2 mindestens, um die Tür aufzubekommen?
b) Warum stellt sich Person 1 nicht sehr klug an? Was könnte sie besser machen?

Drehimpuls

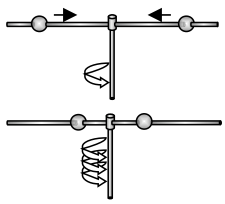
Definitionen und Einheiten des Begriffes Drehimpuls
Was sagt der Drehimpulserhaltungssatz?

3.10. a) Ein Eiskunstläufer macht eine Pirouette. Dabei zieht der die Arme ganz nahe an den Körper heran. Was passiert hier? Beschreiben Sie die Sitation! Welche physikalische Größe wird hier zur Beschreibung verwendet?
b) Eine Eiskunstläuferin beginnt eine Pirouette, in dem sie für eine Umdrehung 0,4 s benötigt. Durch Heranziehen der Arme verringert sich das Trägheitsmoment um 22%.
Wie lange braucht sie jetzt für eine Umdrehung?



3.11. Ein Stern hat den Radius von $r_1 = 10^6$ km und eine Rotationsdauer von 1 Monat (=30 Tage). Er wandelt sich am Ende seiner Lebenszeit in einen Pulsar (schnell rotierender Neutronenstern) um, der die gleiche Masse hat aber einen Radius von nur noch $r_2 = 20$ km.
Was passiert mit der Rotationsdauer des Sterns, wenn er sich zusammenzieht? Welche physikalische Größe wird hier zur Beschreibung verwendet? Berechnen Sie die Rotationsdauer des Pulsars!

3.12. Zwei schwere Kugeln mit der Masse m sind auf einer horizontalen Stange symmetrisch zur vertikalen Achse verschiebbar. Man versetzt die Anordnung mit $\omega_1 = 15\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ in Rotation. Dabei sind die Kugeln im Abstand $r_1 = 0,3$ m von der vertikalen Achse haben. Danach wird der Abstand der Kugeln von der Achse während der Rotation durch einen Mechanismus auf $r_2 = 0,1$ m verkürzt. Berechnen Sie ω_2!

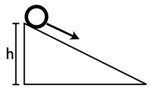


Rotationsenergie

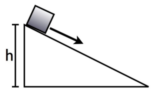
Definitionen und Einheiten der Begriffe: Rotationsenergie, kinetische Energie, potentielle Energie

3.13. Wieviel Energie braucht man um, einen Reifen ($r = 0,8$ m, $m = 0,5$ kg) von 0 auf $v = 5$ m/s zu beschleunigen, wenn man ihn
a) um eine feste Achse dreht (reine Rotation)
b) auf einer ebenen Straße rollt (Rotation + Translation)!

3.14. Ein Ring (Masse m, Radius r) rollt auf einer schiefen Ebene aus der Höhe $h = 2,5$ m zu Boden. Die Anfangsgeschwindigkeit ist $v_0 = 0$, es gibt keine Reibung.
a) Welche drei Formen der Energie ändern sich bei diesem Vorgang?
b) Wie kann man daraus die Geschwindigkeit des Rings bei der Ankunft am Boden bestimmen?



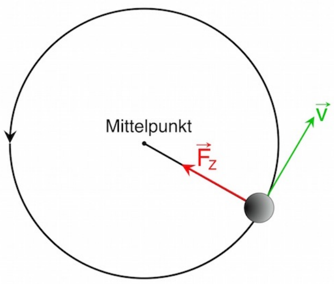
3.15. Ein Quader (Masse m) bewegt sich auf einer schiefen Ebene aus der Höhe $h = 2,5$ m zu Boden. Die Anfangsgeschwindigkeit ist $v_0 = 0$, es gibt keine Reibung.
a) Welche Formen der Energie ändern sich bei diesem Vorgang?
b) Wie kann man daraus die Geschwindigkeit des Quaders bei der Ankunft am Boden bestimmen?



3.16. a) Welche Geschwindigkeit erreicht eine Vollkugel (Trägheitsmoment $\Theta_{\text{kugel}} = \frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2$), die auf einer schiefen Ebene aus der Höhe h reibungsfrei nach unten rollt?
b) Welche Geschwindigkeit erreicht ein Vollzylinder (Trägheitsmoment $\Theta_{\text{vollzyl}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$), der auf einer schiefen Ebene aus der Höhe h reibungsfrei nach unten rollt?

Zentripetalkraft

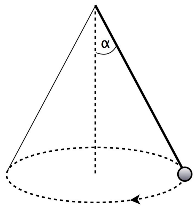
Definitionen und Einheiten der Begriffe: Zentripetalkraft
Richtungen der Zentripetalkraft und der Bahngeschwindigkeit



3.17. Erklären Sie das Bild!
Welche Bewegung ist hier dargestellt? Wie groß ist die Kraft? Was passiert, wenn die Kraft nicht mehr da ist?

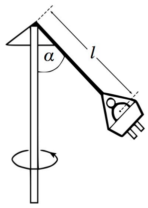
3.18. Ein Käfer ($m = 1$ g) rotiert windgeschützt auf der Flügelspitze ($r = 15$ m) einer Windkraftanlage (Windrad), die für eine Umdrehung 2 Sekunden braucht. Mit welcher Kraft muss sich der Käfer mit seinen kleinen Käferbeinen an dem Flügel festhalten, damit er darauf sitzen bleibt?

3.19. Die Masse $m = 6$ kg rotiert wie in der Abbildung an einem 2,5 m langen Faden. Die Rotationsachse ist vertikal. Der Faden bildet bedingt durch die Schwerkraft mit der Achse einen Winkel von $\alpha = 40°$.
a) Führt die Masse eine gleichförmige oder eine beschleunigte Bewegung aus? Begründen Sie Ihre Antwort!
b) Bestimmen Sie die Frequenz der Rotation!



3.20. Ein Massenpunkt ($m = 0,5$ kg) rotiert an einem Faden der Länge $l = 80$ cm. Der Faden bildet mit der Rotationsachse einen Winkel von $\alpha = 90°$. Der Faden überstreicht dabei pro Sekunde einen Rotationswinkel von $\beta = 150°$.
a) Berechnen Sie Bahn- und Winkelgeschwindigkeit, Frequenz und Umlaufdauer!
b) Welche Kraft übt der Faden auf die Masse aus? Berechnen Sie die Größe dieser Kraft!

3.21. Ein Kettenkarussell dreht sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω. Die Länge der Kette (bis zum Körperschwerpunkt) ist $l = 9$ m. Der Winkel zwischen der Drehachse und der Kette ist $\alpha = 35°$. Die Person auf dem Karussell hat die Masse $m = 60$ kg.
a) Zeichnen Sie die auf die Person wirkenden Kräfte ein!
b) Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit ω und die Bahngeschwindigkeit v der Person!



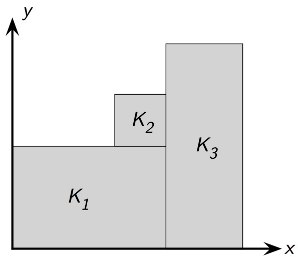
3.22. Ein Kettenkarussell ist nur halb besetzt, ein Teil der Gondeln ist leer. Wenn sich das Karussell dreht, bewegen sich die Gondeln aus der Senkrechten weg nach außen und bilden mit der Senkrechten einen Winkel α.
a) Wie verhält sich der Winkel α für die leeren und die besetzten Gondel?
(Der Winkel ist bei den leeren Gondeln größer. / Der Winkel ist bei den leeren und den besetzten Gondeln etwa gleich groß. / Der Winkel ist bei den besetzten Gondeln größer.)
b) Begründen Sie Ihre Antwort!

3.23. Eine Kurve hat einen Radius von 30 m. Die Reibungszahl zwischen Reifen und Asphalt ist $\mu = 0,8$. Wir nehmen an, dass die Straße eben ist.
Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit, mit der ein Auto die Kurve sicher durchfahren kann!
(Hinweis: Die Zentripetalkraft entsteht hier durch die Reibungskraft.)

Schwerpunkt

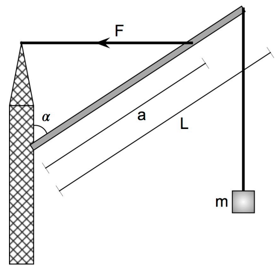
Definitionen und Begriffe: Schwerpunkt, Schwerpunktsatz

3.24. Es sind drei Körper gegeben mit folgenden Abmessungen und Massen:
Körper K_1: Länge 6 m, Breite 4 m, Masse 2 kg
Körper K_2: Länge 2 m, Breite 2 m, Masse 3 kg
Körper K_3: Länge 8 m, Breite 3 m, Masse 5 kg
Die Körper sind wie in der Abbildung gezeigt angeordnet.
a) Wie ist der Schwerpunkt eines Körpers definiert?
b) Berechnen Sie den gemeinsamen Schwerpunkt der drei Körper!

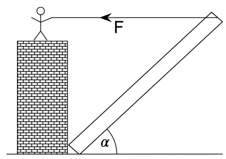


3.25. Gegeben ist ein System von drei Massenpunkten, die fest miteinander verbunden sind. Die Masse $m_1 = 3$ kg befindet sich im Punkt $P(2/5)$, $m_2 = 1$ kg in $Q(5/0)$ und $m_3 = 4$ kg in $R(9/2)$.
a) Definieren Sie den Schwerpunkt eines Systems von Massenpunkten!
b) Berechnen Sie die Koordinaten des gemeinsamen Schwerpunkts der gegebenen Massenpunkte!

3.26. Der Arm des Krans ist $L = 10$ m lang und hat die Masse $M = 300$ kg. Das Gewicht, das an seinem Ende hängt, hat die Masse $m = 800$ kg. Der Winkel zwischen Kranarm und der Vertikalen beträgt $\alpha = 35°$. Der Kranarm wird mit einer horizontalen Kraft F gehalten. Der Abstand zwischen dem Drehpunkt des Kranarms und dem Angriffspunkt von F beträgt $a = 7,5$ m. Berechnen Sie die Größe der Kraft F, die nötig ist, um das System im Gleichgewicht zu halten!



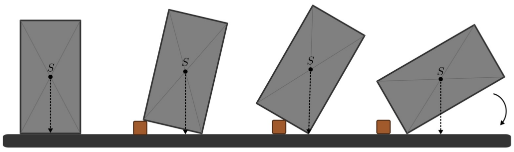
3.27. Der Balken hat die Masse $m = 250$ kg und ist $l = 7$ m lang. Er bildet mit der Horizontalen den Winkel von $\alpha = 50°$. Der Balken wird durch ein Seil am oberen Ende gehalten, das durch die Kraft F gespannt ist.
Bestimmen Sie die Größe der Kraft F, so dass der Balken im Gleichgewicht ist!



Kippen

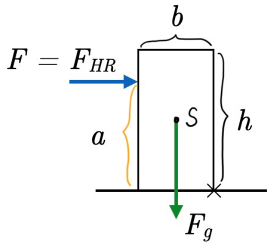
Definitionen und Einheiten der Begriffe: Standfestigkeit, Kippmoment, Standmoment

3.28. Was ist hier dargestellt? Wann kippt ein Körper? Wie kann man das physikalisch berechnen?



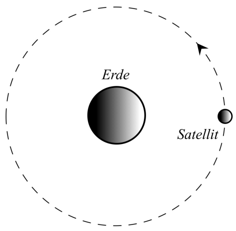
3.29. Ein Quader (Höhe $h = 1,5$ m, quadratische Grundfläche mit Seitenlänge $a = 0,6$ m) hat die Masse $m = 5$ kg. Er steht auf einer horizontalen Ebene und ist einem Winddruck von $p = 110$ N/m^2 ausgesetzt. Zeigen Sie durch Rechnung, ob der Quader stehen bleibt oder kippt!

3.30. Ein Kasten mit dem Schwerpunkt in der Mitte soll durch eine seitlich angreifende Kraft verschoben werden. Der Kasten hat die Maße von Höhe $h = 2,1$ m, Breite $b = 0,9$ m. Die Haftreibungszahl zwischen dem Fußboden und dem Kasten beträgt $\mu_{HR} = 0,3$ und die Gleitreibungszahl ist $\mu_{GR} = 0,25$. Der Kasten hat eine Gewichtskraft von 1,2 kN.
a) Berechnen Sie die Kraft, die man zum Anschieben benötigt!
b) Berechnen Sie die Kraft, die man braucht, um den Kasten weiterzuschieben!
c) In welcher Höhe a vom Boden darf die Kraft zum Anschieben maximal wirken, damit der Kasten nicht kippt?



2 Gravitation

Definitionen und Einheiten der Begriffe: Gravitationskraft, Gravitationsgesetz, Fallbeschleunigung

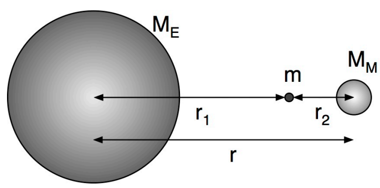


3.31. Ein Satellit der Masse m umkreist die Erde (Masse M_E) auf einer Kreisbahn mit dem Radius r. Warum bewegt sich der Satellit auf einer Kreisbahn? Welche Kräfte wirken auf den Satelliten? Welche speziellen Arten von Satelliten gibt es (im Bezug auf die Umlaufzeit)?

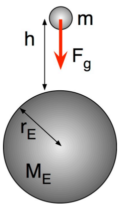
3.32. In welchem Abstand zur Erdoberfläche muss ein Satellit der Masse m die Erde am Äquator umkreisen, damit er über einem Punkt der Erdoberfläche stillzustehen scheint? Welche Bahngeschwindigkeit besitzt er auf dieser Bahn?

3.33. Ein Satellit der Masse m umkreist die Erde mit einer Umlaufzeit von 10 Stunden auf einer Kreisbahn. Berechnen Sie die Höhe der Umlaufbahn über dem Erdboden! Welche Bahngeschwindigkeit besitzt er auf dieser Bahn?

3.34. Die Masse der Erde ist M_E, die Masse des Mondes ist $M_M = \frac{1}{81} M_E$. Der Mond umkreist die Erde auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r = 384\,400$ km.
Berechnen Sie den Abstand r_2 vom Mondmittelpunkt, in dem sich der Körper der Masse m befinden muß, damit sich die Schwerkraft der Erde und des Mondes aufheben!
Liegt dieser Punkt näher bei der Erde oder näher beim Mond? Warum?



3.35. a) Wie erhält man aus dem allgemeinen Gravitationsgesetz die Fallbeschleunigung g auf der Erdoberfläche? Wovon hängt die Fallbeschleunigung eigentlich ab?
b) Berechnen Sie die Fallbeschleunigung auf dem höchsten Berg der Erde, dem Mount Everest (Höhe 8848 m)!
c) Der Jupiter ist ungefähr 300 mal so schwer und 12 mal so groß wie der Erde. Wie groß ist die Fallbeschleunigung g^*, die auf seiner Oberfläche wirkt? Wie schwer ist am Jupiter eine Person mit der Masse von $m = 100$ kg?



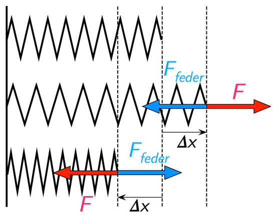
3.36. Der weiße Zwergstern Sirius B hat die Masse unserer Sonne ($M_{\text{sonne}} \approx 2 \cdot 10^{30}$ kg), aber nur den 0,02-fachen Sonnenradius ($R_{\text{sonne}} \approx 7 \cdot 10^8$ m).
a) Berechnen Sie die Fallbeschleunigung auf der Sonne!
b) Berechnen Sie die Fallbeschleunigung auf der Oberfläche von Sirius B!
c) Berechnen Sie die mittlere Dichte von Sirius B (nehmen Sie an, der Stern hat Kugelform)!

3 Elastizität

Definitionen und Einheiten der Begriffe: mechanische Feder, Federkonstante, E-Modul, relative Längenänderung, absolute Längenänderung

3.37. Vergleichen Sie die Kräfte bei der Ausdehnung einer mechanischen Feder und eines langen Stabes!
a) Zu welchen Größen sind diese Kräfte proportional oder umgekehrt proportional?
b) Worüber informieren die Konstanten, die dabei vorkommen?

3.38. Eine mechanische Feder ist schematisch gezeichnet.
a) Was ist eine mechanische Feder?
b) Erklären Sie die Bilder! Was ist der Unterschied zwischen F und F_{feder}? Was ist Δx?
c) Wie viel Energie ist in einer Feder gespeichert?



3.39. Eine Masse von $m = 75$ g hängt an einer vertikal angebrachten Feder, die sich unter der Last der Masse von der Länge 14 cm auf die Länge von 17 cm gedehnt hat.
Wie groß ist die Energie, die in der Feder gespeichert ist?

3.40. Für die Ausdehnung einer Feder um $\Delta x = 2$ mm benötigt man die Kraft $F = 16$ N.
a) Berechnen Sie die Federkonstante! Ist die Federkonstante eine reine Materialkonstante? Wenn nein, wofür gilt dann die Federkonstante?
b) Wie groß ist die Kraft, die man braucht, um die Feder um 6 mm auszudehnen bzw. um 3mm zu komprimieren?
c) Wie viel Energie ist in der Feder gespeichert, wenn sie um 2mm ausgedehnt ist bzw. wenn sie um 2mm komprimiert ist?

3.41. An eine vertikale Feder mit der Federkonstante $D = 10$ N/m wird ein Körper mit der Masse $m = 60$ g angehängt.
a) Berechnen Sie die Dehnung auf der Erde!
b) Berechnen Sie die Dehnung auf dem Mond ($g_{\text{mond}} = 1,6$ m/s^2)!

3.42. a) Wie ist der E-Modul definiert? In welcher Einheit wird er gemessen? Ist er eine Materialkonstante? Was gibt der E-Modul an?
b) Was ist der Unterschied zwischen der relativen Längenänderung und der absoluten Längenänderung?

3.43. Ein Draht hat die Länge von 2 m und den Querschnitt von 2 mm^2. Durch die Kraft $F = 100$ wird der Draht um 5 mm ausgedehnt.
a) Bestimmen Sie den E-Modul!
b) Welche Kraft braucht man, um 4 m Draht aus dem selben Material mit dem Querschnitt 3 mm^2 um 10 mm auszudehnen?

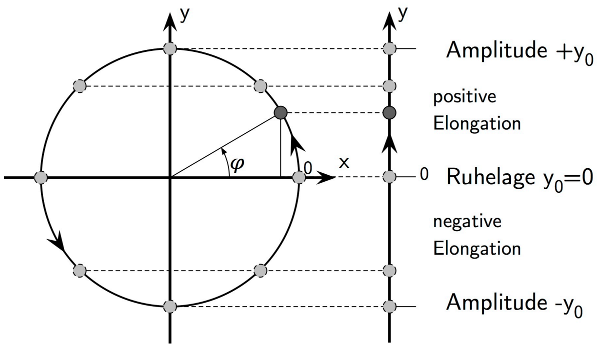
3.44. Für die Ausdehnung eines 5m langen Stabs mit Querschnitt $A = 2$ mm^2 um 3% benötigt man die Kraft $F = 16$ N.
a) Wie groß ist die Kraft, die man braucht, um einen 6m langen Stab aus demselben Material um 6% auszudehnen bzw. um 10 mm auszudehnen?
b) Wie ist der E-Modul definiert? Ist er eine reine Materialkonstante? Wenn nein, wofür gilt dann der E-Modul?

3.45. Ein 750 mm langer Rundstab aus einem Material mit dem E-Modul von $\mathcal{E} = 210000$ N/mm^2 hat einen Durchmesser von $d = 8$ mm. Er wird mit der Kraft von $F = 10$ kN belastet.
a) Berechnen Sie den Querschnitt A des Stabs!
b) Berechnen Sie die absolute Verlängerung Δl und die relative Längenänderung!

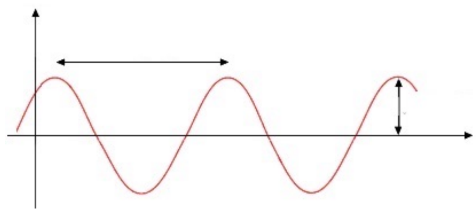
4 Schwingungen

Definitionen und/oder Einheiten der Begriffe: harmonische Schwingung, Elongation, Amplitude, Ruhelage, Periode, Kreisfrequenz, rücktreibende Kraft (Rückstellkraft), mathematisches Pendel (Fadenpendel), Federpendel

3.46. a) Erklären Sie die Abbildung! Was versteht man unter einer harmonischen Schwingung? Wie entsteht eine harmonische Schwingung? (Beispiele)
b) Wie sieht ein Weg-Zeit-Diagramm dieser Schwingung aus! Wo kann man die Periode ablesen?



3.47. Die Masse m kg schwingt harmonisch mit der Amplitude y_0. Die Abbildung stellt diese harmonische Schwingung dar.
a) Was wird auf den beiden Achsen aufgetragen?
b) Was stellen die beiden Doppelpfeile dar?
c) Auf welchen Punkt ist die rücktreibende Kraft immer gerichtet? Wozu ist die rücktreibende Kraft proportional?
d) Wie sind kinetische und potentielle Energie bei der Schwingung verteilt?



3.48. Die Masse $m = 0,4$ kg schwingt harmonisch mit der Amplitude $y_0 = 2$ m. Die Rückstellkraft ist zu jedem Zeitpunkt 3,6 mal so groß wie die Elongation.
a) Was versteht man unter einer harmonischen Schwingung? Auf welchen Punkt ist die rücktreibende Kraft immer gerichtet?
b) Zeichnen Sie ein Weg-Zeit-Diagramm dieser Schwingung! Bestimmen Sie die Frequenz und die Periode!
c) Wie groß ist die Elongation nach 0,6 s und nach 1,2s?
d) Berechnen Sie die Gesamtenergie der Schwingung!
e) Wie schnell ist die Masse beim Durchgang durch die Ruhelage?

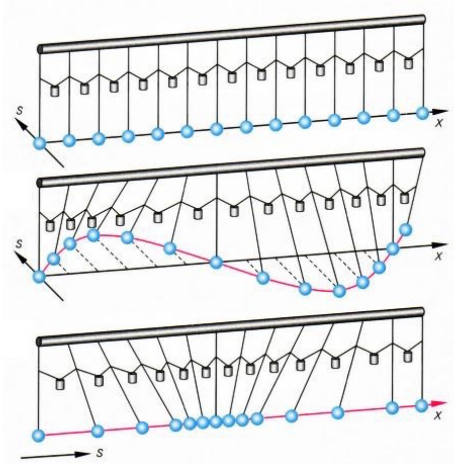
3.49. Ein Mensch ($m = 80$ kg) befindet sich auf einem fremden Planeten. Er möchte dort die Schwerkraft messen, die von der Erde verschieden ist. Ein mathematisches Pendel mit 2 m Länge schwingt auf diesem Planeten 24 mal pro Minute.
a) Berechnen Sie die Fallbeschleunigung auf diesem Planeten!
b) Wie groß ist die Gewichtskraft dieses Menschen auf dem Planeten?

3.50. Um eine bestimmte Feder um 2 cm auszudehnen, braucht man die Kraft $F = 800$ N. Wir lassen nun die Masse $m = 20$ kg mit der Amplitude $r = 3$ cm an dieser Feder schwingen.
a) Bestimmen Sie die Frequenz und Energie dieser Schwingung!
b) Wie groß ist die Geschwindigkeit der Masse in der Ruhelage?

5 Wellen

Laufende und stehende Wellen

Definitionen und/oder Einheiten der Begriffe: Welle, Wellenlänge, Periode, Amplitude, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Wellenberg, Wellental, Knoten, Schwingungsbauch, Phasenverschiebung!



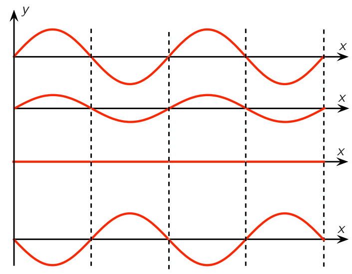
3.51. a) Erklären Sie die Abbildung! Wie entsteht eine Welle? Was ist der Unterschied zwischen den beiden Wellen?

b) In einem See beobachten Sie den Wellengang. In einer Minute zählen Sie 10 Wellen, die Sie erreichen. Der Abstand von zwei Wellenbergen beträgt 12 m. Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen?

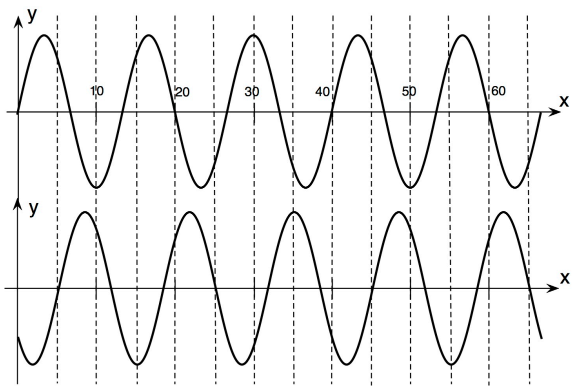
3.52. Gegeben ist eine laufende Welle. Ein Wellenberg hat die Länge 5 cm und verwandelt sich in 2 s in ein Tal. Berechnen Sie f, c und λ!

3.53. Bei einer stehenden Welle ist der Abstand zwischen einem Knoten und einem Bauch gleich 4 cm. Außerdem ist alle 0,1 s keine Welle zu sehen.
Bestimmen Sie λ, c und f!

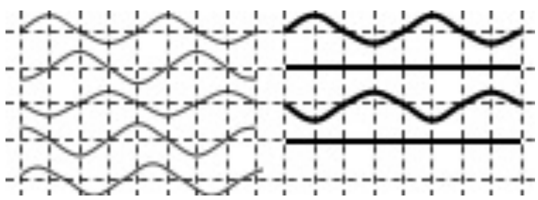
3.54. Die Abbildung zeigt eine Welle zu verschiedenen Zeiten. Die Zeitunterschiede sind für die ersten drei Bilder gleich und für das vierte Bild verschieden.
a) Handelt es sich um eine stehende oder eine laufende Welle? Was ist der Unterschied?
b) Wie groß ist der Zeitunterschied zwischen dem obersten und dem untersten Bild?
c) Wie lautet die Grundgleichung für Wellen, die drei wichtige Größen für Wellen verbindet?



3.55. Die Abbildung zeigt eine Welle zu verschiedenen Zeiten.
a) Handelt es sich um eine stehende oder um eine laufende Welle? Was ist der Unterschied?
b) Wo kann man eine Wellenlänge erkennen!
c) Wo kann man den Phasenunterschied erkennen!
d) Wie lautet die Grundgleichung für Wellen, die drei wichtige Größen für Wellen verbindet?



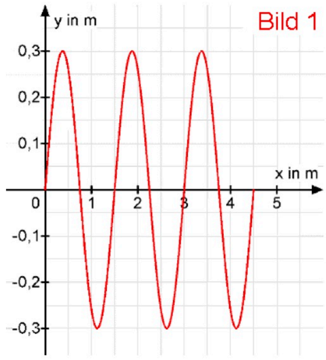
3.56. Die Abbildung zeigt eine laufende und eine stehende Welle mit gleicher Wellenlänge und Fequenz. Beide Wellen werden zu verschiedenen Zeitpunkten abgebildet. Das rechte Bild und das linke Bild gelten immer für denselben Zeitpunkt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist in beiden Fällen gleich groß und beträgt $c = 6$ m/s.
a) Welche ist die stehende und welche ist die laufende Welle?
b) Für die beiden obersten Wellen gilt $t = 0$ s. Für die zweite Zeile gilt $t = 1$ s. Für welchen Zeitpunkt gilt das Bild in der letzten Reihe?
c) Wie sieht das letzte Bild in der rechten Spalte aus?

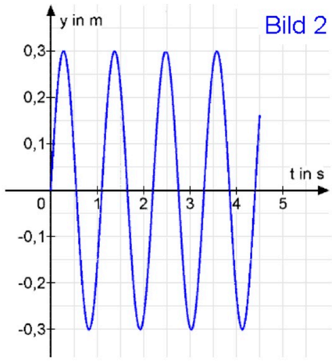


d) Berechnen Sie die Periode T, die Frequenz f und die Wellenlänge λ der Wellen!
e) Wie entstehen stehende Wellen?

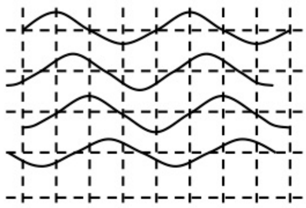
3.57. a) Wie hängt die Ausbreitungsgeschwindigkeit von der Wellenlänge und der Frequenz ab?
b) Was können Sie über die Schwingungsrichtung und die Ausbreitungsrichtung bei Transversalwellen und bei Longitudinalwellen sagen? Geben Sie je ein Beispiel an!

3.58. In einem Medium wurde eine einfache Transversalwelle erzeugt. Die beiden Bilder zeigen zum einen die Momentaufnahme der Welle und zum anderen den Verlauf der Schwingung eines “Mediumteilchens”.
a) Geben Sie an, welches der beiden Bilder die Momentaufnahme der Welle ist und welches die Schwingung eines Mediumteilchens darstellt, und begründen Sie Ihre Entscheidung!
b) Bestimmen Sie aus den Bildern die Amplitude, die Schwingungsdauer und die Wellenlänge der Welle!
c) Berechnen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle!

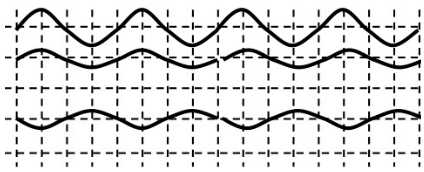




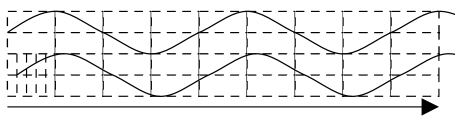
3.59. Die Abbildung zeigt eine Welle zu verschiedenen Zeitpunkten. Die Länge eines Kästchens beträgt 3 m und der Zeitunterschied zwischen den ersten beiden Zeilen beträgt 0,1 s.
a) Ist die Welle eine laufende oder eine stehende Welle?
b) Bestimmen Sie λ, c und f!



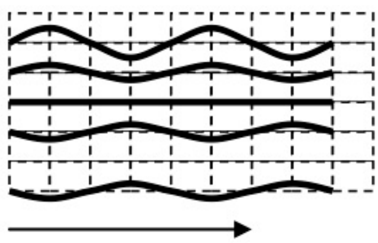
3.60. Die Abbildung zeigt eine Welle zu verschiedenen Zeitpunkten. Die Länge eines Kästchens beträgt 3 m und der Zeitunterschied zwischen den ersten beiden Zeilen beträgt 0,1 s.
a) Ist die Welle eine laufende oder eine stehende Welle?
b) Bestimmen Sie λ, c und f!



3.61. Die Abbildung zeigt dieselbe Welle zu verschiedenen Zeiten. Die Länge des Pfeils beträgt 35 cm. Der Zeitunterschied zwischen den beiden Bildern beträgt 0,05 s.
a) Handelt es sich um eine laufende oder eine stehende Welle? Warum!
b) Bestimmen Sie Phasenunterschied, Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle!



3.62. Die Abbildung zeigt dieselbe Welle zu fünf verschiedenen Zeiten. Die ersten vier Bilder folgen in gleichen Zeitabständen, das fünfte Bild hat vom vierten Bild einen größeren Zeitabstand. Die Länge des Pfeils beträgt 30 cm. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt 2 m/s.
a) Handelt es sich um eine laufende oder eine stehende Welle? Warum!
b) Bestimmen Sie die Zeiten, zu denen die Bilder dargestellt sind!
c) Bestimmen Sie die Wellenlänge und die Frequenz der Welle!



Interferenz

Definitionen und Einheiten der Begriffe: Phasenverschiebung, Zeitverschiebung, Wegverschiebung

3.63. Gegeben sind zwei Wellen mit gleicher Wellenlänge λ und der Ausbreitungsgeschwindigkeit c.
a) Welche Welle entsteht bei der Interferenz, wenn die beiden Wellen eine Phasenverschiebung von 0° haben? Wie nennt man diese Interferenz?
b) Welche Welle entsteht bei der Interferenz, wenn die beiden Wellen eine Phasenverschiebung von 180° haben? Wie nennt man diese Interferenz?

3.64. Gegeben sind zwei Wellen mit gleicher Wellenlänge $\lambda = 12$ m und Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 3$ m/s. Die zweite Welle läuft um 1,5 m hinter der ersten Welle.
a) Wie groß ist der Zeitunterschied?
b) Wie groß ist der Phasenunterschied?

3.65. Gegeben sind zwei Wellen mit gleicher Wellenlänge $\lambda = 25$ m und Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 5$ m/s. Die zweite Welle läuft um 0,5 Sekunden hinter der ersten Welle.
a) Wie groß ist der Wegunterschied?
b) Wie groß ist der Phasenunterschied?

3.66. Zwei Wellen mit der gleichen Amplitude, gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 4$ m/s, gleicher Wellenlänge $\lambda = 3$ m und dem Zeitunterschied $\Delta t = 0,375$ s interferieren. Welche Wirkung hat das?

3.67. Zwei Wellen haben die gleiche Wellenlänge $\lambda = 9$ m, die gleiche Amplitude $y_0 = 0,5$m und eine Wegverschiebung von 1 m. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist $c = 0,5$ m/s.
a) Bestimmen Sie die Phasendifferenz und die Zeitdifferenz zwischen den beiden Wellen!
b) Welche Amplitude und welche Phasenverschiebung hat die Welle, die durch Interferenz der beiden gegebenen Wellen entsteht?

Grund- und Oberschwingungen

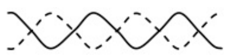
Definitionen der Begriffe: Grundschwingung, Oberschwingung

3.68. Die gesamte Länge des Mediums ist 8 m.
a) Was ist hier zu sehen? Wie entsteht diese Schwingung?
b) Welche Oberschwingung ist hier zu sehen?
c) Wie groß ist die Wellenlänge dieser Schwingung?

3.69. Die gesamte Länge des Mediums ist 3 m.
a) Was ist hier zu sehen? Wie entsteht diese Schwingung?
b) Welche Oberschwingung ist hier zu sehen?
c) Wie groß ist die Wellenlänge dieser Schwingung?

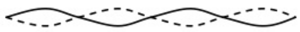
3.70. Die gesamte Länge des Mediums ist 5 m.
a) Was ist hier zu sehen? Wie entsteht diese Schwingung?
b) Welche Oberschwingung ist hier zu sehen?
c) Wie groß ist die Wellenlänge dieser Schwingung?

3.71. Der abgebildete Wellenzug ist 10 m lang, seine Frequenz beträgt 4 Hz.
a) Welche Oberschwingung ist hier zu sehen? Bestimmen Sie die Wellenlänge dieser Welle!
b) Bestimmen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Welle!
c) Wie sieht die Grundschwingung aus? Berechnen Sie die Frequenz der Grundschwingung!



3.72. Der abgebildete Wellenzug ist 16,5 m lang, seine Frequenz beträgt 22 Hz.
a) Welche Oberschwingung ist hier zu sehen? Bestimmen Sie die Wellenlänge dieser Welle!
b) Bestimmen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Welle!
c) Wie sieht die Grundschwingung aus? Berechnen Sie die Frequenz der Grundschwingung!

3.73. Der Abgebildete Wellenzug ist 80 cm lang, seine Frequenz beträgt 100 Hz. a) Bestimmen Sie die Wellenlänge und Ausbreitungsgeschwindigkeit!
b) Welche Oberschwingung ist zu sehen und wie groß ist die Frequenz der Grundschwingung?



3.74. Ein Kunststofflineal ($l = 60$ cm) wird an einem Ende mit dem Daumen am Tisch festgehalten und das freie Ende in Schwingung versetzt. Man kann die Grundschwingung und die zweite Oberschwingung sehen. Die Frequenz der Grundschwingung ist 5 Hz.
a) Skizzieren Sie diese beiden Schwingungen!
b) Berechnen Sie die Wellenlänge der Grundschwingung!
c) Berechnen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen in diesem Lineal!
d) Berechnen Sie die Wellenlänge und die Frequenz der sichtbaren Oberschwingung!

3.75. Eine Gitarrensaite (Länge 65 cm) erzeugt einen Grundton mit 220 Hz.
a) Berechnen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle auf der Saite!
b) Skizzieren Sie die ersten 4 Oberschwingungen!
c) Berechnen Sie die Wellenlängen dieser Oberschwingungen und die Frequenzen!

Schallwellen

Definitionen und/oder Einheiten der Begriffe: Schallgeschwindigkeit, Lautstärke, Tonhöhe, Klangfarbe, Kundt'sches Rohr

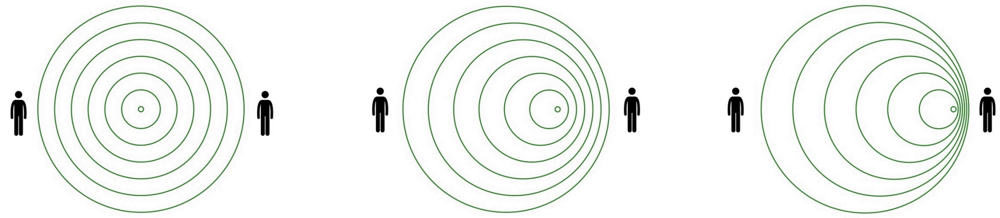
3.76. In einem Kundt'schen Rohr (Länge $l = 24$ cm) sieht man Staubfiguren nach 6 cm und nach 18 cm.
a) Erklären Sie die Funktionsweise eines Kundt'schen Rohres. Welche Art von Wellen entstehen im Rohr und an welchen Stellen sammelt sich der Staub?
b) Welche Oberschwingung sieht man? Skizzieren Sie die Schwingung! Bestimmen Sie die Wellenlänge und Frequenz dieser Oberschwingung!
c) Bestimmen Sie die Wellenlänge und die Frequenz der zugehörigen Grundschwingung!

3.77. An der Innenwand eines Glasrohrs der Länge $l = 28$ cm ist Korkstaub fein verteilt. Sobald man mit einem Lautsprecher einen bestimmten Ton erzeugt, sammelt sich dieser Korkstaub an ganz bestimmten Stellen des Rohrs (nach 4 cm, nach 12 cm, nach 20 cm und am Ende des Rohrs).
a) Skizzieren Sie das Rohr und die entstehende Schwingung! In welche Richtung schwingen die Luftmoleküle bei einer Schallwelle? Was entsteht im Rohr und warum sammelt sich der Korkstaub an diesen Stellen?
b) Berechnen Sie die Wellenlänge und die Frequenz des entstehenden Tons!
c) Bestimmen Sie die Wellenlänge und die Frequenz der zugehörigen Grundschwingung!

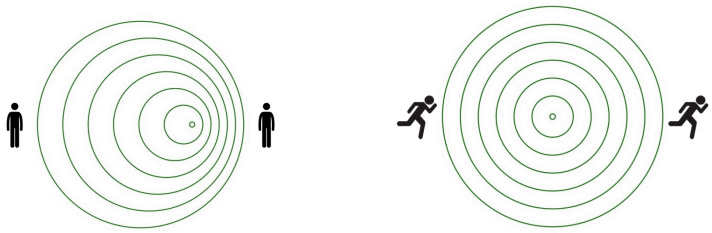
Dopplereffekt

Begriffe: Arten des Doppler-Effektes

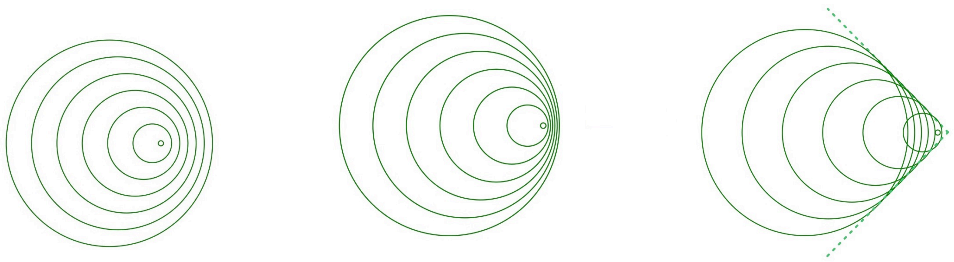
3.78. Erklären Sie was auf den Bildern dargestellt wird und beschreiben Sie den physikalischen Effekt dahinter.



3.79. Erklären Sie den Unterschied zwischen den beiden dargestellten Effekten.



3.80. Welcher physikalische Effekt wird auf den Bildern dargestellt? Unter welchen Bedingungen kommt es zum letzten Bild?



3.81. Die Hupe eines stehenden Autos hat die Frequenz von 440 Hz.
Welche Frequenz nimmt ein Autofahrer wahr, der sich mit 108 km/h nähert bzw. entfernt?
Warum kommt es zu einer Frequenzänderung?

3.82. An einem ruhenden Beobachter fährt eine pfeifende Lokomotive (1500 Hz) mit einer Geschwindigkeit von 126 km/h vorbei.
Bestimmen Sie die Frequenz des Tones, den der Beobachter vor dem Vorbeifahren der Lokomotive bzw. nach dem Vorbeifahren der Lokomotive hört.
Warum kommt es zu einer Frequenzänderung?

3.83. Ein Musiker ruht im Medium Luft und spielt einen Ton der Frequenz 330 Hz. Ein Radfahrer fährt dem Musiker mit dem Fahrrad entgegen und hört einen Ton mit der Frequenz 363 Hz. Wie schnell fährt der Radfahrer?

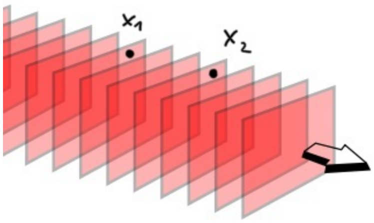
3.84. Ein Rettungsauto erzeugt einen Ton mit der Frequenz 720 Hz. Ein Beobachter, der hinter dem Auto im Medium Luft ruht, hört aber nur 660Hz. Wie schnell fährt das Auto?

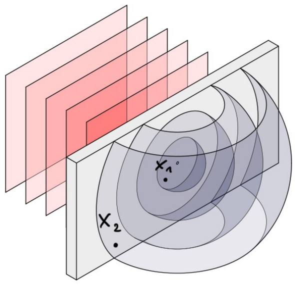
3.85. An einem Strand bewegen sich Meereswellen mit einer Geschwindigkeit $c = 7,5$ m/s und der Wellenlänge 15 m in Richtung Strand. Auf einem Boot, das vor der Küste ankert, befindet sich eine Person.
a) Welche Wellenfrequenz misst die Person auf dem ruhenden Boot? In welchen Zeitabständen treffen die Wellen das Boot?
b) Nach dem Lichten des Ankers entfernt sich das Boot mit einer Geschwindigkeit von 15 m/s vom Strand. Wie verändert sich dadurch die Wellenfrequenz? In welchen Zeitabständen treffen jetzt die Wellen das Boot?

Leistung, Intensität

Definitionen und Einheiten der Begriffe: Energie, Leistung, Intensität, Energiedichte

3.86. a) Was ist der Unterschied zwischen den beiden Bildern? Welche Art von Welle wird hier dargestellt?
b) Was gibt die Leistung einer Welle an? Was gibt die Intensität einer Welle an?
c) Was kann man über die Intensität der jeweiligen Welle an den beiden gekennzeichneten Punkten x_1 und $x_2 > x_1$ aussagen?



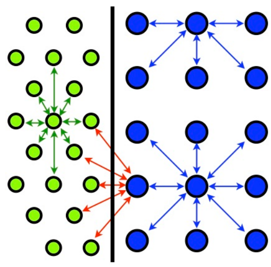


3.87. Eine Wasserwelle breitet sich kreisförmig aus und hat im Abstand $r = 2$ m die Intensität $S = 0,04$ W/m^2.
a) Wie groß ist die Intensität im Abstand von 4 m?
b) Wie groß ist die Intensität im Abstand von 2 cm?
c) Berechnen Sie die Leistung der Wasserwelle!

3.88. Ein Lautsprecher erzeugt eine Kugelwelle mit der Leistung $P = 100$ W. Die Öffnung des menschlichen Ohrs hat die Fläche $A_{\text{Ohr}} = 1$ cm^2. Eine Person steht 2 m vom Lautsprecher entfernt.
a) Wie groß ist in dieser Entfernung die Intensität der Welle?
b) Wie groß ist dort die Energiedichte?
c) Welche Leistung dringt in das Ohr?

6 Ruhende Flüssigkeiten

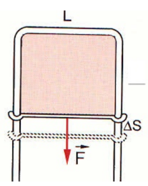
Definitionen und/oder Einheiten der Begriffe: Oberflächenspannung, Grenzflächenspannung, Kohäsion, Adhäsion, benetzende Flüssigkeit, nicht-benetzende Flüssigkeit, Kapillarität



3.89. Die grünen Kugeln stellen z.B. „Glasteilchen“ dar, die blauen Kugeln sind z.B. „Wasserteilchen“.
a) Erklären Sie, was hier dargestellt wird. Was stellen die Pfeile dar?
b) Welche physikalischen Konzepte können damit erklärt werden?

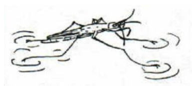
3.90. a) Erklären Sie den Unterschied zwischen Oberflächenspannung und Grenzflächenspannung!
b) Vergleichen Sie Kohäsion und Adhäsion bei benetzenden und nicht-benetzenden Flüssigkeiten!

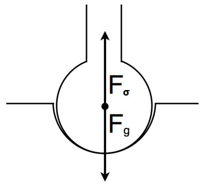
3.91. Ein Flüssigkeitstropfen wird in einem Drahtbügel (Länge $L = 1$ cm) durch ein kleines Gewicht ($m_{\text{gewicht}} = 5$ g) zu einer rechteckigen Flüssigkeitsschicht ausdehnt ($\Delta s = 8$ mm).
a) Bestimmen Sie die Oberflächenspannung! In welcher Einheit wird sie angegeben?
b) Wodurch entsteht die Oberflächenspannung? (Erklärung im Teilchenmodell)
c) Wie viel Energie ist auf der Oberfläche gespeichert?
d) Warum hängt die Kraft F nicht von Δs ab?



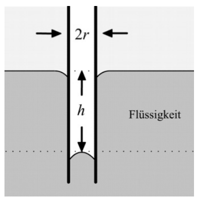
3.92. Ein zylinderförmiges Stück Draht schwimmt auf der Oberfläche einer Flüssigkeit. Die Oberflächenspannung beträgt $\sigma = 0,044$ N/m, die Dichte des Drahtes ist mit $\rho = 1400$ kg/m^3 gegeben und die Länge des Drahtes ist $l = 5$ cm.
Berechnen Sie den maximal möglichen Radius r des Drahtes, sodass sein Gewicht noch von der Oberflächenspannung getragen wird und der Draht auf der Oberfläche schwimmt!

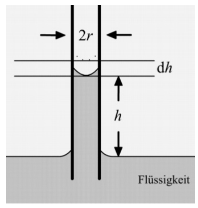
3.93. Ein Wasserläufer (Käfer, siehe Bild) kann sich auf dem Wasser bewegen ohne einzusinken.
Das Ende eines Insektenbeins kann näherungsweise durch eine Kugel mit dem Radius $r = 2 \cdot 10^{-5}$ m beschrieben werden. Wir nehmen an, dass die "Kugel" bis zur Hälfte ins Wasser taucht. Die gesamte Masse m des Insekts wird gleichmäßig verteilt von den sechs Beinen getragen. Die Oberflächenspannung von Wasser (bei 20°C) beträgt $\sigma = 0,072$ N/m.
a) Erklären Sie, warum sich der Wasserläufer auf dem Wasser bewegen kann!
b) Berechnen Sie, wie groß die Masse m des Insekts sein kann, sodass es noch vom Wasser getragen wird!





3.94. a) Erklären Sie warum es zu diesem Effekt kommt. Was ist der Unterschied zwischen den beiden Bildern? Wie nennt man die beiden Arten von Flüssigkeiten jeweils?
b) Wovon hängt die Höhe h jeweils ab? Geben Sie Beispiele für beide Arten von Flüssigkeit.





3.95. In die horizontale Oberfläche einer Flüssigkeit ($\rho = 2000$ [Einheiten]) wird ein dünnes vertikales Kapillarrohr (Radius $r = 3$ mm) getaucht. Die Grenzflächenspannung beträgt $\sigma_{\text{grenz}} = +0,5$ [Einheiten].
a) In welchen Einheiten werden die Dichte und die Grenzflächenspannung angegeben?
b) Steigt die Flüssigkeit im Rohr nach oben oder wird sie nach unten gedrückt? Handelt es sich dabei um eine benetzende oder eine nicht benetzende Flüssigkeit?
c) Wie weit steigt oder fällt die Flüssigkeit im Rohr?

3.96. In der Kapillare 1 befindet sich eine benetzende Flüssigkeit, in der Kapillare 2 ist eine nicht-benetzende Flüssigkeit. Der Querschnitt von Kapillare 1 und Kapillare 2 ist gleich groß und beträgt $A = 3,14$ mm^2. Die Grenzflächenspannung beider Flüssigkeiten ist $|\sigma_{\text{grenz}}| = 0,01$ [Einheiten] und die Dichte ist $\rho = 2000$ [Einheiten].
a) In welchen Einheiten werden die Dichte und die Grenzflächenspannung angegeben?
b) Berechnen Sie, wie hoch die Flüssigkeiten in den Kapillaren steigen bzw. sinken! Machen Sie für beide Flüssigkeiten eine Skizze!
c) Vergleichen Sie Kohäsion und Adhäsion bei benetzenden und nicht-benetzenden Flüssigkeiten und erklären Sie den Unterschied!