

Gleichförmig geradlinige Bewegung

1. Ein PKW von der Länge $l_1 = 4.8 \text{ m}$ und einer Geschwindigkeit $v_1 = 90 \text{ km/h}$ überholt einen Autobus von der Länge $l_2 = 14 \text{ m}$ und einer Geschwindigkeit $v_2 = 72 \text{ km/h}$. Der Überholvorgang beginnt 30 m vor und endet 50 m nach dem Bus. Wie groß sind Überholzeit und Überholweg? (19.76 s , 494 m)
2. Ein Personenzug von 160 m Länge hat eine Geschwindigkeit von $v_1 = 43.2 \text{ km/h}$. Ein Triebwagen fährt mit einer Geschwindigkeit von 108 km/h entgegen. Wie lange sieht ein Beobachter im Triebwagen den Personenzug an sich vorbeifahren? (3.81 s)
3. Zwei Fahrzeuge fahren auf gleicher Strecke entgegen. PKW 1 fährt von A nach B, er fährt 20 km in 20 min , PKW 2 fährt von C nach A, dieser fährt 22 km in 27 min . Wann und wo treffen sie sich? Dies ist zeichnerisch und rechnerisch zu ermitteln! (12.1 min , PKW1: 12.1 km , PKW2: 9.88 km)
4. Zwei PKW fahren vom gleichen Ort ab. PKW1 fährt um 12^{00} Uhr am Punkt A mit $v_1 = 20 \text{ km/h}$ vorbei. PKW2 fährt um 12^{15} Uhr am Punkt A mit 30 km/h vorbei. Berechnungen erfolgen bezüglich A.
 - a) Welchen Weg haben beide PKW um 12^{30} Uhr zurückgelegt? (PKW1: 10 km , PKW2: 7.5 km)
 - b) Nach welcher Zeit wird PKW1 eingeholt? (30 min)
 - c) Welchen Weg haben dann beide PKWs zurückgelegt? (15 km)
5. Ein Vorratsbehälter mit $V = 150 \text{ m}^3$ soll in 60 min mit Wasser gefüllt werden. Wie groß ist die Fließgeschwindigkeit des Wassers, wenn der Wasserrohrdurchmesser $d = 200 \text{ mm}$ groß ist? (1.33 m/s)

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

1. Innerhalb von 5 s soll ein Körper von 90 km/h auf 160 km/h gleichmäßig beschleunigt werden. Bestimmen Sie die Beschleunigung und den Beschleunigungsweg! (3.89 m/s^2 , 173.61 m)
2. Ein Geschöß wird in einem 10 m langem Geschützrohr gleichmäßig beschleunigt und verläßt mit einer Endgeschwindigkeit von 500 m/s das Rohr. Berechnen Sie die Beschleunigung und die Beschleunigungszeit! ($1.3 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$, 0.04 s)
3. Ein Zug fährt mit $v = 85 \text{ km/h}$. Durch den Übergang in eine Gefällstrecke erhält er eine Beschleunigung von 0.1 m/s^2 .
 - a) Wie groß ist die Geschwindigkeit am Ende der Gefällstrecke, wenn diese 3 min durchfahren wird? (150 km/h)
 - b) Nach welcher Zeit hat der Zug die Geschwindigkeit von $v = 120 \text{ km/h}$ erreicht? (97.2 s)
 - c) Wie lang ist die Gefällstrecke? (5.88 km)
 - d) Zeichnen Sie das v - t -Diagramm!
4. Ein Körper hat die Anfangsgeschwindigkeit $v_a = 10 \text{ m/s}$. Er wird bis zum Stillstand mit einer Verzögerung von $a = -2 \text{ m/s}^2$ abgebremst.
 - a) Berechnen Sie den Bremsweg und die Bremszeit! (25 m , 5 s)
 - b) Welcher Bremsweg ergibt sich bei doppelter Anfangsgeschwindigkeit? (100 m)

5. Wieviel Meter vor der Kurve muss ein Autofahrer den Bremsvorgang bei einer Verzögerung von $a = -2 \text{ m/s}^2$ einleiten, um seine Geschwindigkeit v von 72 km/h auf 36 km/h zu verringern? (75 m)
6. Ein PKW mit der Geschwindigkeit $v = 80 \text{ km/h}$ muss abgebremst werden. Vom Augenblick des Erkennens der Gefahr bis zum Betätigen der Bremse vergeht 1 s . Dann kommt der PKW nach weiteren 2.5 s zum Stillstand.
 - a) Wie groß ist die mittlere Verzögerung beim Bremsen? (-8.89 m/s^2)
 - b) Welchen Weg hat der PKW vom Erkennen der Gefahr bis zum Stillstand zurückgelegt? (50 m)
7. Aus welcher Höhe ist ein Stein heruntergefallen, wenn er für die letzten 5 m vor dem Aufprall 0.2 s braucht? (34.4 m)
8. Welche Anfangsgeschwindigkeit v_a muss einem Körper senkrecht nach oben erteilt werden, damit er nach 2 s eine Geschwindigkeit von $v = 2 \text{ m/s}$ erfährt? Wie hoch ist er dann über der Abwurfstelle? (21.6 m/s, 23.6 m)
9. Ein Stein wird mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_a = 25 \text{ m/s}$ senkrecht nach oben geworfen.
 - a) Welche maximale Steighöhe erreicht der Stein? (32 m)
 - b) Welche Höhe hat der Stein nach 0.25 s ? (5.9 m)
 - c) Welche Geschwindigkeit hat der Stein nach 0.25 s ? (23 m/s)
 - d) Welche Geschwindigkeit hat der Stein in 18 m Höhe? (16 m/s)
 - e) Berechnen Sie die Steigzeit! (2.5 s)
10. Eine Stahlkugel fällt aus einer Höhe von 1.5 m auf eine Stahlplatte und prallt von dieser mit der 0.55-fachen Geschwindigkeit zurück.
 - a) Welche Höhe erreicht die Kugel nach dem ersten Aufprall? (0.454 m)
 - b) Welche Zeit verstreicht vom Anfang der Bewegung bis zum 2. Aufprall? (1.16 s)
11. Ein Stein wird senkrecht nach oben geschleudert und schlägt nach 3.6 s auf dem Boden auf.
 - a) Wie groß war die Anfangsgeschwindigkeit? (17.7 m/s)
 - b) In welcher Höhe (vom Boden gerechnet) befindet sich der Stein nach 1 s ? (12.8 m)
12. Ein Motorradfahrer beginnt seine Fahrt beim Punkt A und beschleunigt gleichmäßig. Nach einer bestimmten Zeit durchfährt er eine 90 m lange Teilstrecke (von Punkt 1 nach Punkt 2) in 3 s und verdoppelt dabei seine Geschwindigkeit.
 - a) Welche Geschwindigkeiten werden am Messpunkt 1 und 2 gemessen? (20 m/s, 40 m/s)
 - b) Wie weit ist der Messpunkt 1 von A entfernt? (30 m)
13. Eine Stahlkugel wird von der Kante eines 75 cm hohen Tisches gestoßen und schlägt in einer Entfernung von 1.80 m (horizontal gemessen) am Boden auf.
 - a) Wie lange war die Stahlkugel in der Luft? (0.39 s)
 - b) Welche Anfangsgeschwindigkeit hatte die Kugel? (4.6 m/s)
 - c) Wie groß ist die Aufprallgeschwindigkeit? (6 m/s)
 - d) Zeichnen Sie die Flugbahn!
14. Welche seitliche Abdrift erfährt ein Flugzeug, das mit der Eigengeschwindigkeit von 360 km/h bei Windstärke 10 (23 m/s) quer zum Wind fliegt,
 - a) je Flugstunde (82.8 km)
 - b) je Flugkilometer (224 m)

Drehbewegung

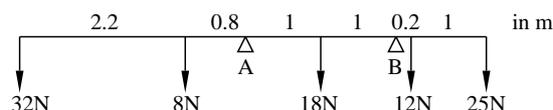
15. Eine rotierende Scheibe ($d = 20 \text{ cm}$) dreht sich im Laufe von 5 s um 30° .
 - a) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit? (0.105 rad/s)
 - b) Wie groß ist die Bahngeschwindigkeit? (0.0105 m/s)
 - c) Berechnen Sie den Winkel, der in 1 min überstrichen wird! (360°)
16. Welche Drehzahl ist beim Drehen einer Welle von 50 mm Durchmesser erforderlich, wenn die Schnittgeschwindigkeit 30 m/min betragen soll? (191 min^{-1})
17. Ein E-Motor mit der Drehzahl 4000 U/min läuft innerhalb von 8 s aus. Wieviel Umdrehungen führt er dabei aus? (267 Umdrehungen)
18. Ein E-Motor wird zu Testzwecken eingeschaltet und hat nach 5 s (innerhalb der 1. Phase) eine Drehzahl von 3500 U/min erreicht. Unmittelbar danach wird eine 2. Stufe zugeschaltet. Der Motor erreicht nach weiteren 2 s eine Enddrehzahl von 4800 U/min . 2 min danach wird der Motor abgeschaltet und vollführt während der Auslaufphase 300 Umdrehungen .
 - a) Berechnen Sie die Winkelbeschleunigung innerhalb der ersten Stufe! (73.3 rad/s^2)
 - b) Wieviel Umdrehungen vollführt der Motor innerhalb der gesamten Drehphasen? (10184 U)
 - c) Wie groß ist die Winkelverzögerung? (-67 rad/s^2)
19. Wie groß ist die Geschwindigkeit v , die sich aufgrund der Drehung der Erde um ihre eigene Achse für einen Punkt am Äquator ($r_E = 6370 \text{ km}$) ergibt? ($1.67 \cdot 10^3 \text{ km/h}$)
20. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit, die Frequenz und die Drehfrequenz (Drehzahl) einer Welle mit Umfangsgeschwindigkeit von 30 m/s sowie einem Durchmesser von $d = 20 \text{ cm}$? (300 rad/s , 48 Hz , 2880 min^{-1})
21. Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit des Mondes sowie die Radialbeschleunigung! Mittlerer Abstand zwischen Erde und Mond: 384400 km , $T_{\text{Mond}} = 27.3 \text{ Tage}$. (1.02 km/s , 0.00272 m/s^2)
22. Wie groß muss der Radius einer horizontal liegenden Kurve mindestens sein, die ein Flugzeug mit $v = 1.5 \cdot 10^3 \text{ km/h}$ beschreibt und $a_r = 9g$ ist? (2.0 km)

Dynamik

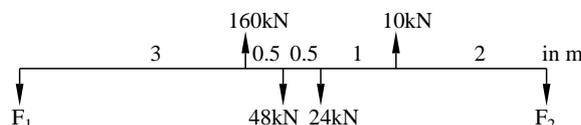
1. Ein PKW durchfährt mit einer Geschwindigkeit von 33 km/h eine 40 m lange Kurve. Die Reibung zwischen den PKW-Reifen und der Straße beträgt 25% der Normalkraft. Ermitteln Sie die Richtungsänderung der Straße in Grad! (66.9°)
2. Mit welcher Geschwindigkeit durchfährt ein Radfahrer eine Kurve (Krümmungsradius $r = 20 \text{ m}$), wenn er sich um 13.8° nach innen neigt? (25 km/h)
3. Welche Bremskraft ist erforderlich, um einen PKW von 800 kg mit einer Geschwindigkeit von 25 m/s innerhalb von
 - a) 60 m ,
 - b) 60 s zum stehen zu bringen? (4167 N , 333 N)
4. Ein PKW mit der Masse 1060 kg fährt mit 80 km/h . Die Fahrwiderstandszahl beträgt $\mu = 0.05$.
 - a) Wie groß ist die Antriebskraft?
 - b) Wie groß ist die Antriebskraft, wenn der PKW in 12 s von 0 auf 80 km/h beschleunigt wird? (520 N , 2483 N)

5. Auf eine unter $\alpha = 30^\circ$ zur Waagerechten geneigten schiefen Ebene liegt ein Körper von der Masse $m = 10 \text{ kg}$ in Ruhe. Die Reibzahl zwischen Körper und Gleitbahn beträgt 0.2. Bestimmen Sie die Beschleunigung a mit der der Körper nach dem Loslassen abwärts gleitet! (3.21 m/s^2)
6. Ein Körper der Masse $m = 10 \text{ kg}$ soll auf der schiefen Ebene mit einem Neigungswinkel von 30° dadurch stehen bleiben, dass man die schiefe Ebene in waagrechter Richtung beschleunigt. Bestimmen Sie die erforderliche Horizontalbeschleunigung
 - a) ohne Berücksichtigung der Reibung,
 - b) mit der Reibzahl $\mu = 0.2$. (. . .)
7. a) Berechnen Sie die Masse der Erde! ($r_E = 6370 \text{ km}$)
 b) In welcher Höhe über dem Äquator befinden sich die Fernsehsatelliten?
 c) In welcher Höhe ist die Erdbeschleunigung g nur noch $0.01g$?
8. a) Berechnen Sie die Masse der Sonne! Die mittlere Entfernung Erde-Sonne beträgt $1.496 \cdot 10^8 \text{ km}$.
 b) Ermitteln Sie die Schwerebeschleunigung an der Oberfläche der Sonne! $r_{\text{Sonne}} = 6.9626 \cdot 10^8 \text{ m}$
9. Die ISS (International Space Station) umkreist in etwa 400 km Höhe die Erde.
 - a) Berechnen Sie die Umlaufzeit T der ISS!
 - b) Mit welcher Geschwindigkeit umkreist die ISS die Erde?
10. Eine Pistolenkugel von 12 g dringt in einen Holzklotz, der an einem Faden hängt, ein. Die Kugel hat eine Geschwindigkeit von 414 m/s . Wie groß ist die Masse des Holzklotzes, wenn er nach dem Eindringen der Kugel um 5 cm gehoben wird?
11. Ein Wagen ($m_1 = 100 \text{ kg}$) bewegt sich auf horizontaler Straße mit der Geschwindigkeit $v = 3 \text{ m/s}$ bei einer Reibungszahl $\mu_1 = 0.06$. Er prallt auf einen im Weg liegenden Stein mit der Masse $m_2 = 25 \text{ kg}$ und rollt noch 2 m weiter. Dabei schiebt er den Stein vor sich her, bis beide Massen zum Stehen kommen. Mit welcher Reibungszahl μ_2 rutscht der Stein?
12. Eine Kugel rollt mit $v = 4 \text{ m/s}$ auf einer horizontalen Ebene und anschließend einen Hang hinauf. Die Reibung bleibt unberücksichtigt.
 - a) Welche maximale Höhe erreicht die Kugel?
 - b) Welche Höhe ist erreicht, wenn die Geschwindigkeit v der Kugel nur noch $1/3v$ beträgt?
13. Eine Masse von 12 kg fällt aus $h = 70 \text{ m}$ Höhe auf eine gefederte Unterlage, deren Federkonstante $D = 40 \text{ N/cm}$ beträgt. Um welches Stück s wird die Feder zusammengedrückt? ($s = 23.7 \text{ cm}$)
14. Ein Förderkorb von der Masse 23000 kg besitzt eine Fangvorrichtung, die beim Reißen des Seiles sofort eingreift und deren Bremskraft $F = 6.4 \cdot 10^5 \text{ N}$ beträgt. Bei einem Bremsvorgang ergab sich ein Bremsweg von $s = 4 \text{ m}$. Bei welcher Geschwindigkeit v griffen die Fänger ein? (12.5 m/s)
15. Eine Kreisscheibe von 5 kg Masse und 30 cm Durchmesser soll aus dem Stillstand innerhalb von 0.5 s einmal herumgedreht werden. Welche Kraft muss hierbei tangential am Umfang angreifen? (18.8 N)
16. Welche Rotations-Energie enthält der Teller von 12 kg Masse und 60 cm Durchmesser einer Maschine zum Schneiden von Schallplatten bei einer Drehzahl von $n = 78 \text{ min}^{-1}$? (18.01 J)

17. Welche Masse hat ein Schmiedehammer, der mit 4.5 m/s aufschlägt und dabei die Energie 240 Ws abgibt? (23.7 kg)
18. Ein PKW mit der Gesamtmasse 1.5 t und einer Geschwindigkeit von 110 km/h prallt gegen einen Baum.
- Wie groß ist die kinetische Energie des auftreffenden PKW's?
 - Aus welcher Höhe müßte der PKW herunterfallen, um am Boden die gleiche Energie abzugeben?
19. Berechnen Sie die beschleunigende Kraft bei einem Aufzug mit der Eigenmasse 360 kg , der mit 6 Personen (Gesamtmasse 450 kg) besetzt ist und mit $a = 1.8 \text{ m/s}^2$ sich bewegt! Wie groß ist außerdem die Zugkraft am Seil des Fahrstuhles (Annahme: nur 1 Seil)? (1458 N , 9404 N)
20. Die Laufkatze eines Kranes besitzt die Masse 600 kg und trägt eine Last von 1400 kg .
- Welche Leistung des Antriebsmotors ist erforderlich, um die Laufkatze mit Last bei der Reibungszahl 0.03 mit der Geschwindigkeit 0.9 m/s zu bewegen? (0.53 kW)
 - Welche Antriebskraft muss der Motor beim Anfahren aufbringen, um der Laufkatze in 2 s die normale Fahrgeschwindigkeit zu erteilen (mit Last)? (1489 N)
 - Wie groß ist der Anfahrweg? (0.9 m)
 - Wie groß ist am Ende des Anfahrweges die Leistung des Motors? (1.34 kW)
21. Welche mittlere Leistung ist während des Abwurfes eines Steins der Masse 0.3 kg nötig, um auf einer Strecke senkrecht nach oben von 0.9 m mit gleichbleibender Kraft so zu beschleunigen, dass er nach dem Abwurf noch 10 m steigt? (250 W)
22. Ein PKW mit 2000 kg soll auf einer Straße eine Beschleunigung von 0.4 m/s^2 erreichen. Der Fahrwiderstand beträgt $\mu = 0.05$.
- Welche Kraft ist erforderlich? (1.8 kN)
 - Welche maximale Beschleunigungskraft und welche maximale Beschleunigung können dem PKW höchstens erteilt werden (ohne Rutschen der Räder), wenn die angetriebene Hinterachse mit einer Kraft von 9000 N belastet wird ($\mu_{\text{Haft}} = 0.5$)? (4.5 kN)
23. Welche Anfangsgeschwindigkeit hat ein Güterwagen, der auf horizontaler Strecke bis zum Stillstand 220 m ausrollt ($\mu = 0.002$)? (10.6 km/h)
24. Eine ideale Feder wird von einer Kraft $F = 120 \text{ N}$ um 20 mm zusammengedrückt und mit einem Bügel ($m = 60 \text{ g}$) gehalten, der mit einer Halteschraube gesichert ist.
- Wie hoch wird der Bügel senkrecht geschleudert, wenn die Halteschraube bricht? ($h = 2.02 \text{ m}$)
 - Wie groß ist die Anfangsgeschwindigkeit v_a unmittelbar nach dem Bruch des Bügels? (6.23 m/s)
25. Berechnen Sie die Auflagerkräfte in den Punkten A und B! ($F_A = 84 \text{ N}$, $F_B = 11 \text{ N}$)



26. Ermitteln Sie die Kräfte F_1 und F_2 ! ($F_1 = 60 \text{ kN}$, $F_2 = 38 \text{ kN}$)



Mechanik der Flüssigkeiten und Gase

1. Eine Röhre ist bis zu einer Höhe von 30 cm mit Quecksilber gefüllt. Darüber befindet sich eine 48 cm hohe Wassersäule. $\rho_{\text{Wasser}} = 1 \text{ kg/dm}^3$; $\rho_{\text{Hg}} = 13.6 \text{ kg/dm}^3$
Berechnen Sie den Bodendruck in der Röhre!
2. Der Abfluss eines Fischteiches kann durch einen in den Staudamm eingebauten Schieber geregelt werden. Dieser ist 1.2 m breit, taucht 0.8 m tief ins Wasser ein und hat die Masse 40 kg. Er kann in vertikaler Führung mit der Reibungszahl $\mu = 0.3$ hochgezogen werden.
 - a) Welche Kraft ist erforderlich, um den Schieber aus seiner tiefsten Stellung hochzuziehen?
 - b) Auf welchen Betrag nimmt die Kraft ab, wenn der Schieber schon 40 cm hochgeschoben ist?
3. Ein Stein der Masse $m = 12 \text{ kg}$ und der Dichte $\rho = 2.5 \text{ kg/dm}^3$ wird ins Wasser getaucht. Berechnen Sie die F_G des Steines in der Luft und die Tauchgewichtskraft im Wasser!
4. Die erforderlichen Wägestücke, um einen Glaskörper das Gleichgewicht zu halten, haben bei Wägungen in Luft die Massen $m_{\text{Luft}} = 45.3 \text{ g}$, in Wasser $m_{\text{Wasser}} = 27.8 \text{ g}$ und in Öl $m_{\text{Öl}} = 29.8 \text{ g}$ ergeben. Berechnen Sie die Dichte des Glaskörpers und des Öl's.
5. Bei einer hydraulischen Presse wird eine Kraft von 200 N auf den Druckkolben mit der Querschnittsfläche 5 cm^2 ausgeübt. Der Arbeitskolben hat eine Fläche von 60 cm^2 .
 - a) Wie groß ist die Kraft F , die den Arbeitskolben nach oben bewegt, wenn Reibungsverluste 10% betragen?
 - b) Um wieviel cm hebt sich der Arbeitskolben, wenn der Druckkolben 50 cm abwärts bewegt wird (ohne Reibung)?
6. Um die Dichte eines Holzstückes zu bestimmen, verbindet man es mit einem Messingstück und taucht beide vollständig in Wasser ein. Mit der Federwaage wurden folgende Kräfte ermittelt: $F_{\text{GH}} = 0.45 \text{ N}$ (Holzstück in der Luft), $F_{\text{GM}} = 0.79 \text{ N}$ (Messingstück in der Luft), $F_{\text{TM}} = 0.696 \text{ N}$ (Messingstück in Wasser), $F_{\text{TH+M}} = 0.521 \text{ N}$ (beide Körper im Wasser). Der Auftrieb in der Luft darf vernachlässigt werden.
Welche Dichten besitzen die beiden Körper?
7. Ein leerer, oben offener, runder Topf aus Stahlblech ($\rho = 7.8 \text{ kg/dm}^3$) vom Durchmesser $d = 30 \text{ cm}$ und einer Höhe von 11 cm schwimmt auf dem Wasser und taucht dabei 1.5 cm tief ein. Wie groß ist die Wandstärke?
8. Erdöl soll aus einer Tiefe von 1500 m hochgepumpt werden. Der Pumpkolben hat einen Durchmesser von 200 mm, die Dichte des Erdöls ist 0.8 kg/dm^3 . Welche Kraft ist ohne Berücksichtigung der Gewichtskraft des Pumpengestänges zur Förderung notwendig?
9.
 - a) Welchen Rauminhalt muss ein Rettungsring aus Kork ($\rho = 0.24 \text{ kg/dm}^3$) mindestens haben, um einen Menschen vor dem Ertrinken zu retten, wenn zur Sicherheit der Ring so bemessen werden soll, dass er den ganzen Menschen ($m = 70 \text{ kg}$) ohne Berücksichtigung von dessen Auftrieb tragen kann?
 - b) Welcher Rauminhalt des Rettungsringes wäre nur erforderlich, wenn der Mensch mit der Dichte $\rho = 1.1 \text{ kg/dm}^3$ zu 90% ins Wasser taucht und sein Auftrieb berücksichtigt wird?

10. Ein 300 mm langer Holzquader ($\rho = 0.7 \text{ kg/dm}^3$) mit quadratischer Querschnittsfläche von 100 mm Kantenlänge schwimmt im Wasser.
- Wie tief taucht er ein?
 - Durch eine 100 mm breite und 300 mm lange Alu-Platte soll der Quader so beschwert werden, dass das Holz gerade vollständig in das Wasser eintaucht. Wie dick muss die Alu-Platte sein? ($\rho_{\text{Alu}} = 2.7 \text{ kg/dm}^3$)
11. In einem U-Rohr befindet sich unten Quecksilber ($\rho = 13.6 \text{ kg/dm}^3$), darüber auf der einen Seite eine 32 cm hohe Wassersäule, auf der anderen Seite eine 23 cm hohe Säule aus Benzin ($\rho_{\text{Benzin}} = 0.8 \text{ kg/dm}^3$). Welche Höhenunterschiede zeigen die Enden der Quecksilbersäule auf beiden Seiten?
12. Als Schwimmer für einen Füllstandmesser dient eine aus 0.5 mm dickem Messingblech ($\rho = 8.6 \text{ kg/dm}^3$) gefertigte Kugel von 5 cm Durchmesser.
- Mit welcher Kraft strebt die Kugel nach oben, wenn sie vollständig in Benzin ($\rho = 0.72 \text{ kg/dm}^3$) getaucht wird?
 - Welcher Teil ihres Volumens taucht ein, wenn sie schwimmt?
($V_{\text{Kugel}} = 4/3 \cdot \pi r^3$, $O_{\text{Kugel}} = 4\pi r^2$)
13. Der absolute Druck in einem Weckglas ist $p = 80 \text{ hPa}$. Der äußere Luftdruck beträgt 1000 mbar. Wie groß ist die Kraft auf dem Deckel, wenn die Deckfläche 75 cm^2 beträgt?
14. In einem Zylinder, in dem ein Druck von 1.2 bar herrscht, ist von einem Kolben mit 6 cm Durchmesser ein Gasvolumen von 8 cm Länge eingeschlossen. Auf welche Länge vermindert sich das Volumen, wenn der Kolben mit einer zusätzlichen Kraft $F = 400 \text{ N}$ in den Zylinder gedrückt wird?
15. Ein Vakuumbehälter enthält ein Luftvolumen von 20 l mit der Dicht $\rho = 1.3 \text{ g/l}$ bei 1000 hPa. Er wird bis auf 4 hPa ausgepumpt.
- Welches Volumen würde die herausgepumpte Luft bei einem Druck von 4 hPa einnehmen?
 - Wie groß ist die Dichte der im Behälter verbliebenen Luft?
 - Welche Luftmasse befindet sich noch im Behälter?
16. Der Ballon einer Höhenmesssonde hat zusammen mit den zu tragenden Messparaten eine Masse von 1510 g. Er wird mit Wasserstoff ($\rho = 0.08 \text{ kg/m}^3$) gefüllt und erreicht dann ein Volumen von 1.31 m^3 .
Welche Kraft treibt den Ballon nach oben? $p_{\text{amb}} = 1013 \text{ mbar}$, $p_{\text{Luft}} = 1.33 \text{ kg/m}^3$
17. Zwei Druckgasflaschen, von denen die eine 10 l Gas unter 15 bar Druck und die andere 40 l Gas unter 8 bar Druck enthalten, werde miteinander verbunden. Welcher gemeinsame Druck stellt sich ein?
18. In einer Sauerstoffflasche befindet sich ein Überdruck von $50 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ und 50 l Sauerstoff. Auf welchen Betrag reduziert sich der Überdruck in der Flasche, wenn bei einem Luftdruck von $1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ eine Sauerstoffmenge von 0.85 m^3 entnommen wird? (Temperatur ist konstant.)
19. Erdöl mit $\rho = 0.92 \text{ kg/dm}^3$ strömt mit einer Geschwindigkeit von $v = 5 \text{ m/s}$ durch ein Rohr von 1200 cm^2 Querschnitt. Ein Manometer zeigt an dieser Stelle einen statischen Druck von 4 bar an.
- Welche Geschwindigkeit wird an einer Rohrverengung mit dem Durchmesser $d = 20 \text{ cm}$ registriert?
 - Welchen Wert hat der statische Druck an dieser Verengung?

20. Mit welcher Geschwindigkeit strömt das Wasser aus einer horizontalen Düse, deren Querschnitt sich von 120 mm beim Eintritt auf 30 mm beim Austritt verengt, wenn es bei einem Überdruck von 3.5 bar einströmt?
21. In einer horizontal verlaufenden Wasserleitung mit 40 mm Innendurchmesser ist zur Messung des Volumenstroms ein Venturirohr eingebaut, das an seiner engsten Stelle einen Durchmesser von 30 mm besitzt.
Welcher Druckunterschied zeigt sich bei einem Durchfluß von 2 l/s?
22. a) Wie groß ist der Strömungswiderstand eines Kahnese, der bei nahezu rechteckiger Stirnfläche (Eintauchtiefe: 1.5 m, Breite: 5 m) und einem Widerstandsbeiwert $c_w = 0.11$ mit einer Geschwindigkeit von 9 km/h durch den Kanal fährt?
b) Berechnen Sie zum Vergleich die Zugkraft, um die Last des Kahnese von 300 t auf der Straße bei $\mu = 0.03$ zu befördern!
23. Ein Holzkegel mit 200 mm Grundflächendurchmesser und 230 mm Höhe schwimmt im Wasser. Ohne Beachtung der Stabilitätsverhältnisse sind die Eintauchtiefen beim Schwimmen mit der Spitze nach unten und nach oben zu bestimmen!
 $\rho_{\text{Wasser}} = 1 \text{ kg/dm}^3$, $\rho_{\text{Holz}} = 700 \text{ kg/m}^3$

Übungen zur Wärmelehre

1. Der Kupferdraht ($\alpha_{\text{Cu}} = 1.68 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) einer Freileitung ist bei 25°C 200 m lang. Berechnen Sie die Längenänderung, die dieser Draht beim Absinken der Temperatur auf -15°C erfährt. (134.4 mm)
2. Ein Schmied will einen stähleren Reifen auf ein Rad aufziehen. Der Durchmesser des Rades ist 0.74 m, der innere Durchmesser des Reifens aber nur 0.735 m. Die Temperatur der Umgebung beträgt 15°C ; ($\alpha = 1.1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$). Auf welche Temperatur muss der Schmied den Reifen erwärmen, damit er ihn mühelos auf das Rad aufziehen kann? (Mühelos heißt, der innere Durchmesser des Reifens hat die gleiche Größe wie das Rad.) (633°C)
3. Ein Drahtseil ($\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) von 4 m Länge ist im Winter bei -18°C zwischen seinen Befestigungen an den Enden gespannt. In der Mitte des Drahtseils befindet sich eine kleine Lampe. Wie weit kann sie im Sommer bei 32°C in der Mitte ausgelenkt werden? (6.93 cm)
4. Ein zylindrischer Glasstab ($l_{20} = 60 \text{ mm}$, $d_{20} = 3 \text{ mm}$, $\alpha = 9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) soll durch das Fenster eines Gehäuses zwanglos eingeführt werden, so dass er bei 20°C in senkrechter Lage genau hineinpasst. Auf wieviel Grad müsste er vor der Montage abgekühlt werden? Hinweis: Der Stab kann durch das Fenster nicht in senkrechter Lage eingeführt werden. (-119°C)
5. Erwärmt man zwei Aluminiumschienen von der ursprünglichen Gesamtlänge 8 m um 70 K, so verlängert sich die eine um $\Delta l = 2 \text{ mm}$ mehr als die andere. ($\alpha_{\text{Al}} = 2.3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) Welche Länge haben beide Schienen einzeln? ($l_1 = 4.62 \text{ m}$, $l_2 = 3.38 \text{ m}$)
6. Ein Behälter mit einem Volumen von 40 dm^3 wird bei einem Luftdruck von 1010 hPa und einer Temperatur von 14°C verschlossen. Der Behälter wird auf einen Berg transportiert. Dort herrschen ein Luftdruck von 970 mbar und eine Temperatur von -3°C . Wieviel cm^3 strömt beim Öffnen des Behälters auf dem Berg hinein oder heraus? (0.8 dm^3 hinein)
7. Ein Fisch atmet in einer Wassertiefe h eines Sees bei 5°C eine Luftblase von 1 cm^3 aus. Unmittelbar vor Erreichen der Oberfläche vergrößert sich das Volumen der Luftblase auf das Zwanzigfache. An der Oberfläche herrschen ein Luftdruck von 1 bar und eine Temperatur von 25°C . In welcher Tiefe atmete der Fisch die Luftblase aus? (180 m)
8. Eine eingeschlossene Gasmenge wird bei konstantem Volumen um 100 K erwärmt. Der dabei entstehende Enddruck verhält sich zum Anfangsdruck wie 4:3. Wie groß sind die Temperaturen vor und nach der Erwärmung? (300 K, 400 K)
9. 5.8 m^3 Stadtgas von 26.5°C stehen unter einem Überdruck $p_e = 16.5 \text{ hPa}$. Der Luftdruck beträgt 975 hPa. Wie groß ist das Gasvolumen bei Normalbedingungen (0°C , 1013 hPa)? (5.17 m^3)
10. Ein Gasballon von 5 m^3 Fassungsvermögen soll bei einem Luftdruck von 1.02 bar und einer Temperatur von 20°C mit Wasserstoff gefüllt werden. Die molare Masse von Wasserstoff ist 2 kg/mol .
 - (a) Wieviel H_2 -Gas in kg wird zur Füllung des Ballons benötigt? (0.419 kg)
 - (b) Die benötigte Gasmenge wird aus einer Gasflasche entnommen, die ein Fassungsvermögen von 40 l hat und in der Wasserstoff bei 10°C unter einem Druck von 150 bar steht. Welche Gasmenge in kg ist in der Gasflasche nach der Füllung des Ballons noch vorhanden? (0.091 kg)

- (c) Welcher Druck ist nach der Füllung des Ballons in der Flasche, wenn sich die Temperatur auf 20°C erhöht hat? (27.8 bar)
11. 6.2 kg Aluminium der Temperatur von 85°C werden in einem in einem Stahlbehälter ($m = 1\text{ kg}$) gebracht, der mit 8 l Wasser gefüllt ist. Wasser und Behälter haben vor dem Einfüllen eine Temperatur von 15°C . ($c_{\text{Al}} = 0.896\text{ kJ/kgK}$, $c_{\text{Stahl}} = 0.470\text{ kJ/kgK}$, $c_{\text{Wasser}} = 4.19\text{ kJ/kgK}$) Welche Mischtemperatur stellt sich ein, wenn keine Wärme an die Umgebung abgegeben wird? (24.8°C)
12. In einem Kalorimeter aus Messing mit der Masse 400 g befinden sich 1.5 l Wasser von 18°C . Man bringt in dieses Wasser ein Bleirohr mit der Masse 1.5 kg von 100°C ein.
- (a) Wie groß ist die Wärmekapazität des Kalorimeters? (0.154 kJ/K)
- (b) Wie groß ist die Mischtemperatur? (20.4°C)
- (c) Wieviel Prozent der vom Blei abgegebenen Wärmemenge hat das Kalorimeter aufgenommen? (2.38%)
13. Eine Porzellantasse ($m = 125\text{ g}$) mit der spezifischen Wärmekapazität von 0.8 kJ/kgK hat eine Temperatur von 20°C . Welche Endtemperatur ergibt sich, wenn man 100 g Wasser von 80°C hineingießt und 20% der Energie an die Umgebung abgegeben wird ($c_{\text{Wasser}} = 4.19\text{ kJ/kg K}$)? (66.2°C)
14. Eine Badewanne soll mit 160 l Badewasser von 37°C gefüllt werden. Es stehen Wasser mit 18°C und warmes Wasser mit 60°C zur Verfügung. Wieviel Liter warmes Wasser sind dafür nötig ($c_{\text{Wasser}} = 4.19\text{ kJ/kg K}$)? (72.4 kg)
15. Um die spezifische Wärmekapazität von Kupfer c_{Cu} zu bestimmen, werden 200 g Wasser in ein Kalorimeter aus Kupfer ($m = 152\text{ g}$) gefüllt. Die Temperatur des Wassers beträgt 18.5°C . 85 g Kupfer werden auf 98.4°C erwärmt und ebenfalls in das Kalorimeter gegeben. Es stellt sich eine Mischtemperatur von 21.4°C ein; ($c_{\text{Wasser}} = 4.19\text{ kJ/kg K}$). Wie groß ist c_{Cu} ? (0.398 kJ/kg K)
16. Der Motor eines PKW's gibt bei der Geschwindigkeit von 60 km/h eine Leistung von 15 kW ab. Wieviel Liter Benzin werden verbraucht, wenn die spezifische Energie des Benzins $4.2 \cdot 10^4\text{ kJ/kg}$, die Dichte des Benzins 0.78 kg/dm^3 sowie der Wirkungsgrad η des Motors 25% betragen und der PKW eine Strecke von 300 km mit 60 km/h fährt? (33 l)
17. In einem Wasserwerk müssen stündlich 1000 m^3 Wasser um 50 m in die Höhe gepumpt werden. Die Pumpe wird von einer Verbrennungsmaschine angetrieben, die stündlich 40 l Dieselkraftstoff benötigt. Wie groß ist der Wirkungsgrad der Anlage, wenn die spezifische Energie H_D des Dieselkraftstoffes $43 \cdot 10^3\text{ kJ/kg}$ beträgt ($\rho_D = 0.85\text{ kg/dm}^3$)? (34%)
18. Wieviel kg Holz werden benötigt, um 3 kg Eis der Temperatur von -15°C in Wasserdampf der Temperatur 190°C zu verwandeln ($p = \text{konstant}$)? Der Wirkungsgrad beträgt 18%. ($c_{\text{Eis}} = 2.1\text{ kJ/kg K}$, $c_{\text{Wasser}} = 4.19\text{ kJ/kg K}$, $c_{\text{Dampf}} = 1.97\text{ kJ/kg K}$, $q_{\text{Eis}} = 333\text{ kJ/kg}$, $r = 2257\text{ kJ/kg}$, $H_{\text{Holz}} = 14000\text{ kJ/kg}$) (3.83 kg)
19. Aus Schnee der Temperatur -10°C sollen 2 l Wasser von 80° gewonnen werden. Zur Verfügung steht ein Benzinkocher mit einem Wirkungsgrad von 50%. Welche Benzinmenge in Gramm werden benötigt, wenn die spezifische Energie $H = 42000\text{ kJ/kg}$ beträgt? ($c_{\text{Schnee}} = 2.15\text{ kJ/kgK}$, $q_{\text{Eis}} = 333\text{ kJ/kg}$) (65.7 g)

20. Wieviel Steinkohle ($H = 28500 \text{ kJ/kg}$) werden zur stündlichen Erzeugung von 450 kg Dampf von 170°C ($H_1 = 2769 \text{ kJ/kg}$) verbraucht, wenn der Wirkungsgrad der Kesselanlage 75% beträgt und das Speisewasser 45°C ($H_2 = 189 \text{ kJ/kg}$) hat? (54.4 kg)
21. Ein Hörsaal hat einfache Fenster von insgesamt 8 m^2 Fensterfläche und 4 mm Glasdicke. Welche Wärme geht im Verlauf von 8 h verloren, wenn die Temperatur innen 18°C , außen -5°C betragen? ($\alpha_l = 20 \text{ kJ/m}^2\text{hK}$, $\alpha_2 = 50 \text{ kJ/m}^2\text{hK}$, $\lambda_{\text{Glas}} = 3 \text{ kJ/mhK}$) (20730 kJ)
22. Welche Wärmemenge dringt je Stunde durch ein 3 m^2 großes Doppelfenster in einen Kühlraum, wenn folgende Werte gegeben sind: ($\alpha_{\text{außen}} = 105 \text{ kJ/m}^2\text{hK}$, $\alpha_{\text{innen}} = 25 \text{ kJ/m}^2\text{hK}$, $\lambda_{\text{Glas}} = 2.7 \text{ kJ/mhK}$, $\lambda_{\text{Luft}} = 0.025 \text{ kJ/mhK}$, $\vartheta_{\text{außen}} = 30^\circ\text{C}$, $\vartheta_{\text{innen}} = -8^\circ\text{C}$, Scheibendicke $d = 4 \text{ mm}$, Luftschichtdicke $d_L = 1.25 \text{ mm}$) (1112 kJ)
23. (a) Welchen Wert hat der Wärmedurchgangskoeffizient k für eine 25 cm dicke Ziegelwand, wenn ($\alpha_l = 20 \text{ kJ/m}^2\text{hK}$, $\alpha_2 = 60 \text{ kJ/m}^2\text{hK}$, $\lambda = 2 \text{ kJ/mhK}$) ($5.21 \text{ kJ/m}^2\text{hK}$)
- (b) Welche Wandtemperaturen stellen sich innen und außen ein, wenn die Rauminnentemperatur 19° und die Außentemperatur 4°C betragen? ($\vartheta_1 = 15.1^\circ\text{C}$, $\vartheta_2 = 5.3^\circ\text{C}$)

Übungen – Schwingungs- und Wellenlehre, Akustik

1. Welche Zeit verstreicht, bis die Elongation einer Sinusschwingung mit $f = 54 \text{ Hz}$ und $y_{\max} = 8 \text{ cm}$ von 3 cm auf 7 cm anwächst? (2.01 ms)
2. Die Elongation einer Sinusschwingung erreicht $1/20 \text{ s}$ nach dem Nulldurchgang $1/4$ ihres Scheitelwertes. Wie groß ist die Frequenz? (0.804 Hz)
3. Wie lang ist der Faden eines Fadenpendels, wenn die Periodendauer $T = 1 \text{ s}$ beträgt? (24.8 cm)
4. Eine Feder hat die Federkonstante $D = 30 \text{ N/m}$. Wie groß ist die Masse eines daranhängenden Gewichtsstückes, das Schwingungen mit der Amplitude von 5 cm ausführt und mit 80 cm/s durch die Nullage geht? ($m = 0.117 \text{ kg}$)
5. Ein Federpendel mit der Masse 300 g wird 7 cm ausgelenkt. Nach dem Loslassen vollführt das Pendel 33 Schwingungen in 14 s .
 - (a) Welche Geschwindigkeit hat das Pendel beim Nulldurchgang? ($v = 1.04 \text{ m/s}$)
 - (b) Welche Gesamtenergie besitzt das Pendel? ($E_{\text{ges}} = 0.162 \text{ J}$)
6. An einer Feder hängt eine Masse von $m = 15 \text{ kg}$. Die Masse wird 25 cm ausgelenkt und dann losgelassen.
 - (a) Wie groß ist die Schwingungsenergie, wenn die Auslenkkraft 60 N beträgt? (7.5 J)
 - (b) Wie groß sind E_{pot} und E_{kin} , wenn der Körper 12 cm zurückgelegt hat? ($E_{\text{pot}} = 2.03 \text{ J}$, $E_{\text{kin}} = 5.47 \text{ J}$)
7. Um eine Schraubenfeder um 8 cm zu dehnen, ist die Arbeit $W = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$ erforderlich. Welche Periodendauer ergibt sich beim Anhängen eines Massenstücks von $m = 50 \text{ g}$? (1.78 s)
8. Während das eine von zwei Fadenpendel 50 Schwingungen ausführt, schwingt das andere 54 mal. Verlängert man das zweite um 6 cm , so führt es in der gleichen Zeit ebenfalls 50 Schwingungen aus. Wie lang sind beide Pendel? ($l_1 = 42.1 \text{ cm}$, $l_2 = 36.1 \text{ cm}$)
9. In einem mit der Geschwindigkeit $v = 72 \text{ km/h}$ fahrenden Zuges nähert sich ein Beobachter einer Tonquelle, deren Frequenz 1000 Hz beträgt. Die Schallgeschwindigkeit in der Luft $c = 340 \text{ m/s}$. Bestimmen Sie die Frequenzen der Töne, den der Beobachter beim Annähern und Entfernen der Tonquelle hört! (1059 Hz , 941 Hz)
10. Eine laufende Querwelle hat die Amplitude $y_{\max} = 20 \text{ mm}$ und die Wellenlänge $\lambda = 50 \text{ cm}$. Bestimmen Sie die Auslenkung y eines Teilchens, das $\Delta x = 30 \text{ cm}$ vom Anfangsteilchen A entfernt ist, wenn das Anfangsteilchen A gerade eine volle Schwingung ausgeführt hat! (11.76 mm)
11. Ein Fadenpendel besitzt die Länge $l = 0.5 \text{ m}$. Lotrecht unter dem Aufhängepunkt befindet sich im Abstand von 0.3 m eine Anschlagleiste, so dass das Pendel in der zweiten Hälfte der Bewegung mit verkürzter Pendellänge schwingt. Bestimmen Sie die Anzahl der Schwingungen in 1 min ! (51.8)
12. Bei einer Gehörprüfung hört ein Patient ein in 3 m Entfernung leise gesprochenes Wort noch gut, in 8 m Abstand jedoch eben nicht mehr.
 - (a) Wie groß ist der Schallpegel in 3 m Abstand? (8.5 dB)

- (b) Berechnen Sie den Leistungspegel! (30 dB)
 - (c) Berechnen Sie den Schalldruckpegel in 5 m Entfernung! (4.6 dB)
 - (d) Wie groß ist in 5 m Entfernung der Schalldruck? ($3.38 \cdot 10^{-5}$ Pa)
13. Eine ursprünglich 10 m vom Hörer entfernte Schallquelle entfernt sich mit einer Geschwindigkeit von 18 m/s.
- (a) Auf welchen Bruchteil des Anfangswertes I_1 nimmt die Schallstärke in den ersten 5 s ab? ($J/100$)
 - (b) Um wieviel dB nimmt der Schallpegel in dieser Zeit ab? (20 dB)
14. 10 gleichartige Motorräder ergeben zusammen den Schallpegel 98 dB. Welchen Schallpegel hat ein Motorrad? (85 dB)
15. Durch eine Holzwand, deren Dämmwert 15 dB beträgt, hört man das Geräusch von Schreibmaschinen mit dem Schallintensitätspegel 45 dB. Wieviel Maschinen sind in Betrieb, wenn eine einzelne Schreibmaschine im Arbeitsraum 45 dB ergibt? (32)
16. Vier Maschinen mit unterschiedlichen Schallpegeln stehen in einem Raum. Ihre Schallpegel betragen: 85 dB, 83 dB, 88 dB. Der Gesamtschallpegel $L_G = 95$ dB. Ermitteln Sie den Schallpegel der vierten Maschine! (93 dB)

Übungen – Optik

1. Eine Lampe von 65 cd beleuchtet eine 1.8 m darunterliegende Fläche. Wie stark muss eine Lampe sein, die aus einer Höhe von 3.2 m die gleiche Beleuchtungsstärke ergibt? (205 cd)
2. Welchen Lichtstrom empfängt eine $20\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ große Fläche, auf die das Licht einer 2.40 m entfernten punktförmigen Lichtquelle von 80 cd senkrecht auffällt? (0.83 lm)
3. Eine Straßenlampe befindet sich 8 m über dem Boden. Ein Schirm bewirkt, dass die Lichtstärke in den ganzen nach unten gerichteten Winkelbereich fast gleichmäßig 4000 cd beträgt.
 - (a) Berechnen Sie die Beleuchtungsstärke senkrecht unter der Lampe! (62.5 lx)
 - (b) In welcher Entfernung längs der Straße ist die nächste Lampe anzubringen, wenn in der Mitte zwischen den beiden Lampen die Beleuchtungsstärke nicht unter 5 lx absinken soll? (22 m)
4. Zwei Lampen von $I_{v1} = 20\text{ cd}$ und $I_{v2} = 80\text{ cd}$ im Abstand von 1.80 m beleuchten einen Schirm, der 90 cm seitwärts von der Mitte ihrer Verbindungslinie aufgestellt ist.
 - (a) Um welchen Winkel α muss er geneigt werden, damit er von beiden Lampen gleich stark beleuchtet wird? (31°)
 - (b) Wie groß ist dann die Beleuchtungsstärke des Schirms? ($E = 24\text{ lx}$)
5. Bei einem Schattenfotometer wird gleiche Beleuchtungsstärke der Felder A und B für zwei Lampen bei folgenden Abständen zwischen Lampen und Bildwand erzielt:
 $l_1 = 0.76\text{ m}$ für Lampe 1 und $l_2 = 1.94\text{ m}$ für Lampe 2. Die Lichtstärke der Lampe 1 ist mit $I_{v1} = 36\text{ cd}$ bekannt. Wie groß ist die Lichtstärke I_{v2} der Lampe 2, wenn die Einfallswinkel $\alpha_1 = \alpha_2$ angenommen werden? (235 cd)
6. Eine kugelförmige Lampe von $r = 3.5\text{ cm}$ Radius und der Leuchtdichte $L = 30000\text{ cd/m}^2$ beleuchtet eine $a = 60\text{ cm}$ entfernte, verlustlos diffus reflektierende Fläche. Wie groß ist deren Leuchtdichte? (102 cd/m^2)
7. Wie dick muss eine Glasplatte ($n_{\text{Glas}} = 1.5$) sein, damit bei einem Einfallswinkel $\alpha = 45^\circ$ eine Verschiebung des Strahls von 1 cm entsteht? (3.03 cm)
8. Ein Lichtstrahl fällt unter 75° auf eine 15 mm dicke Glasplatte ($n = 1.5$), die auf der Rückseite verspiegelt ist. Ein Teil des Lichtes dringt in das Glas ein und wird an der Unterseite reflektiert. Der andere Teil des Lichtes wird an der Oberseite reflektiert. (6.45 mm) Welchen senkrechten Abstand haben der reflektierte Strahl zum parallel austretenden Strahl?
9. Welche Brennweite f muss eine Sammellinse haben, damit sie einen Gegenstand in 24-facher Vergrößerung auf einen Schirm abbildet, der vom Gegenstand 6.25 cm entfernt ist? ($f = 24\text{ cm}$)
10. Von einem Gegenstand soll mit einer Linse ($f = 7.5\text{ cm}$) ein aufrechtes Bild erzeugt werden, das dreimal größer als der Gegenstand ist.
 - (a) Berechnen Sie die Gegenstands- und die Bildweite! ($g = 5\text{ cm}$, $b = -15\text{ cm}$)
 - (b) Wie groß ist b und g , wenn ein reelles Bild entstehen sollte? ($g = 10\text{ cm}$, $b = 30\text{ cm}$)

11. Von einem leuchtend, 24 mm großen Gegenstand wird mit Hilfe einer Sammellinse auf einem 98 cm vom Gegenstand entfernten Schirm ein scharfes, vergrößertes Bild entworfen. Verschiebt man die Linse um 14 cm in Richtung auf den Schirm, so entsteht ein verkleinertes, scharfes Bild. ($f = 24$ cm, $B_1 = 32$ mm, $B_2 = 18$ mm) Wie groß ist die Brennweite der Linse und die Größe der Bilder?
12. Einfarbiges Licht trifft auf zwei enge Spalte mit 1.0 mm Abstand. 7.5 m hinter den Spalten entstehen auf einer Wand Interferenzstreifen mit einem Abstand von 4.2 mm zwischen den beiden mittleren dunklen Streifen. ($0.56 \mu\text{m}$) Berechnen Sie die Wellenlänge des verwendeten Lichtes!
13. Mit einem Doppelspalt werden im Abstand 5.4 m auf einem Schirm Interferenzstreifen erzeugt, deren Abstand 6.8 mm beträgt. Welchen Abstand haben beide Spalte, wenn Na-Licht ($\lambda = 0.59 \mu\text{m}$) benutzt wird? (0.47 mm)