

Physik Aufgabensammlung

1. Physikalische Grössen, Einheiten, SI-Einheitensystem

1.1 Gedankenspiel 1

Sie sind im Besitz des Urkilogramms (hypothetisch ein Eisenwürfel¹ der Kantenlänge 5.025 cm). Ein Kollege aus Hawaii ruft Sie an und bräuchte, für eine Hochpräzisionsmessung, die genaue Spezifikation des Urkilogramms. Versuchen Sie ihm diese telefonisch mitzuteilen.

1.2 Gedankenspiel 2

Überlegen Sie sich, welche Basisgrössen unabhängig von anderen Basisgrössen definiert sind.

1.3 Aufgabe 1

Ein Atom hat etwa einen Durchmesser von 0.1 nm. Wie viele (würfelförmige) Atome finden in einem Volumen von einem Liter Platz?

1.4 Aufgabe 2

Schreiben Sie in Exponentialform in Meter m, resp. in m² resp. in m/s.

- 1) Entfernung Erde - Mond: 384'000 km =
- 2) Entfernung Erde - Sonne: 149'000'000 km =
- 3) Oberfläche der Erde: 510'000'000 km² =
- 4) Lichtgeschwindigkeit: 300'000 km/s =

1.5 Aufgabe 3

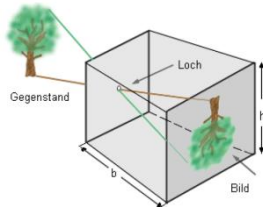
Runden auf 2 signifikante Stellen:

- 1) 0.001235
- 2) 0.0195
- 3) 12.36
- 4) 234.5

2. Geometrische (Strahlen-) Optik

2.1 Gedankenspiel 1

Machen Sie sich anhand einer Skizze klar, warum das Bild mit grösserer Blende unschärfer wird. Betrachten Sie hierzu das Bild eines fixen Punktes des Gegenstandes auf dem Schirm und überlegen Sie, wie seine Grösse sich mit dem Blendendurchmesser ändert.



2.2 Gedankenspiel 2

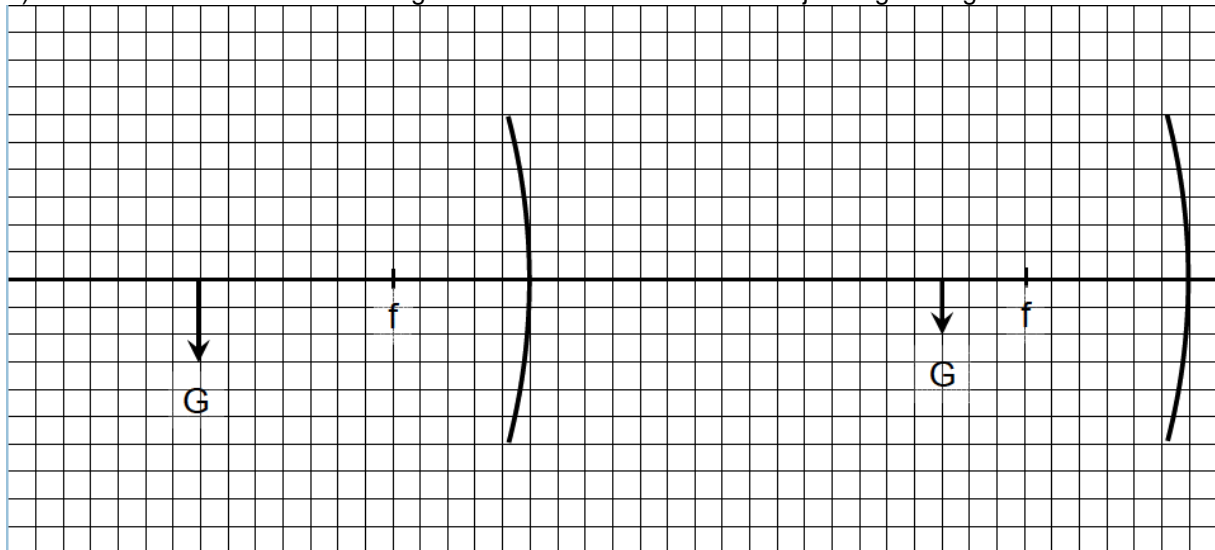
Vergegenwärtigen Sie sich das Längenproblem: Der Erdäquatorumfang beträgt etwa 40'000 km. Wenn Sie ihre aktuelle geographische Länge – in Bezug auf den Nullmeridian – bestimmen wollen, müssen Sie die Position der Sonne um 12:00 Ortzeit mit der Position der Sonne um 12:00 Ortzeit am Nullmeridian (angenommen im Zenit) vergleichen. Welchen Fehler (in km) machen Sie bei der Ortsbestimmung, wenn Ihre Uhr um nur eine Minute falsch geht?

2.3 Aufgabe 1

Skizzieren Sie Kern- und Halbschatten bei einer Sonnenfinsternis, d.h. wenn der Mond zwischen die Sonne und die Erde tritt.

2.4 Aufgabe 2

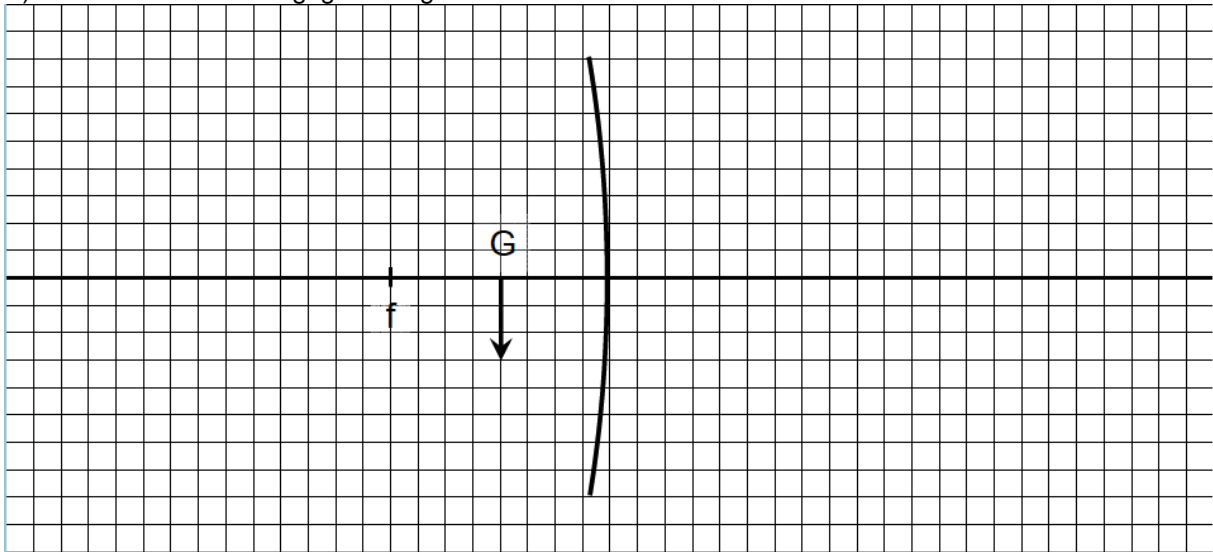
1) Konstruieren Sie für die beiden gezeichneten Fälle das Bild zum jeweiligen Gegenstand G.



2) Überprüfen Sie nun die Konstruktion mittels der Abbildungsgleichung.

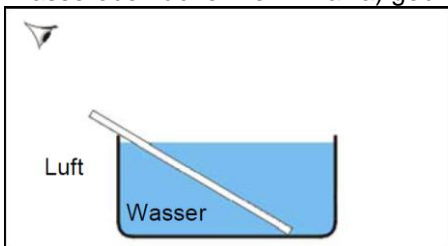
2.5 Aufgabe 3

Konstruieren Sie im folgenden Bild das Bild B von G. Überprüfen Sie das Resultat (sowohl b als auch B) mit Hilfe der Abbildungsgleichung.



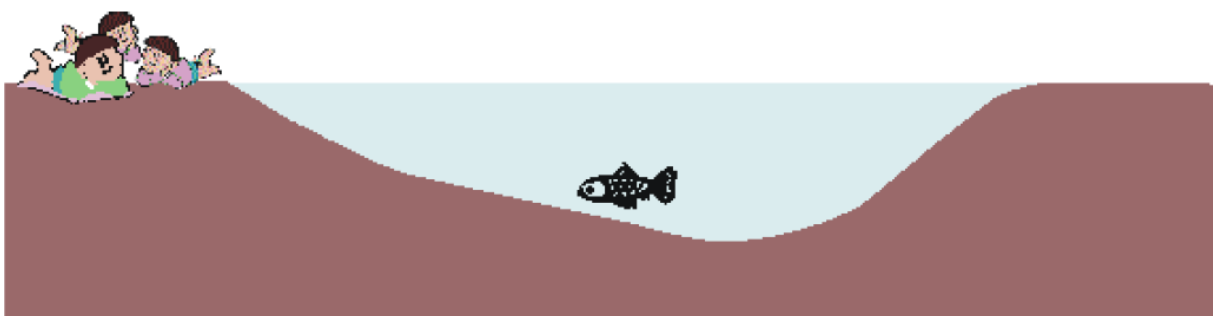
2.6 Aufgabe 4

Konstruieren Sie ausgehend von der Annahme, dass die Lichtstrahlen beim Durchgang durch die Wasseroberfläche wie im Fall a) gebrochen werden, das virtuelle Bild des Stabes.



2.7 Aufgabe 5

Drei Freunde liegen auf Lauer am Rande eines Teiches. Das Wasser ($n = 1.33$) habe eine ideal glatte Oberfläche. Kann der Fisch die drei Freunde sehen?

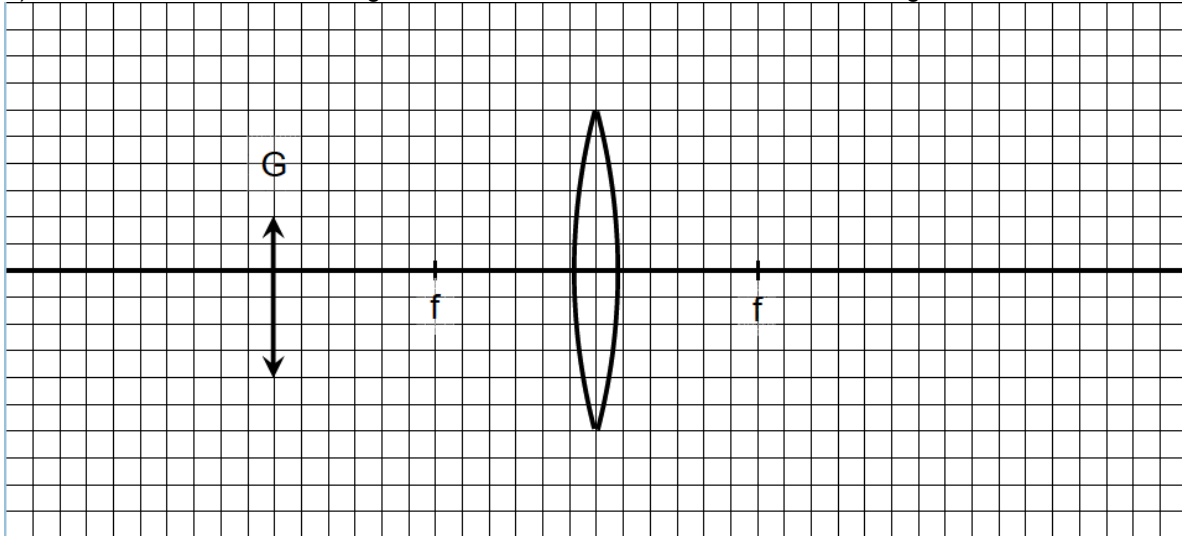


2.8 Aufgabe 6

Glas hat einen Brechungsindex von $n = 1.5$. Bestimmen Sie den Grenzwinkel der Totalreflexion beim Übergang zu Luft $n = 1$ (in guter Näherung).

2.9 Aufgabe 7

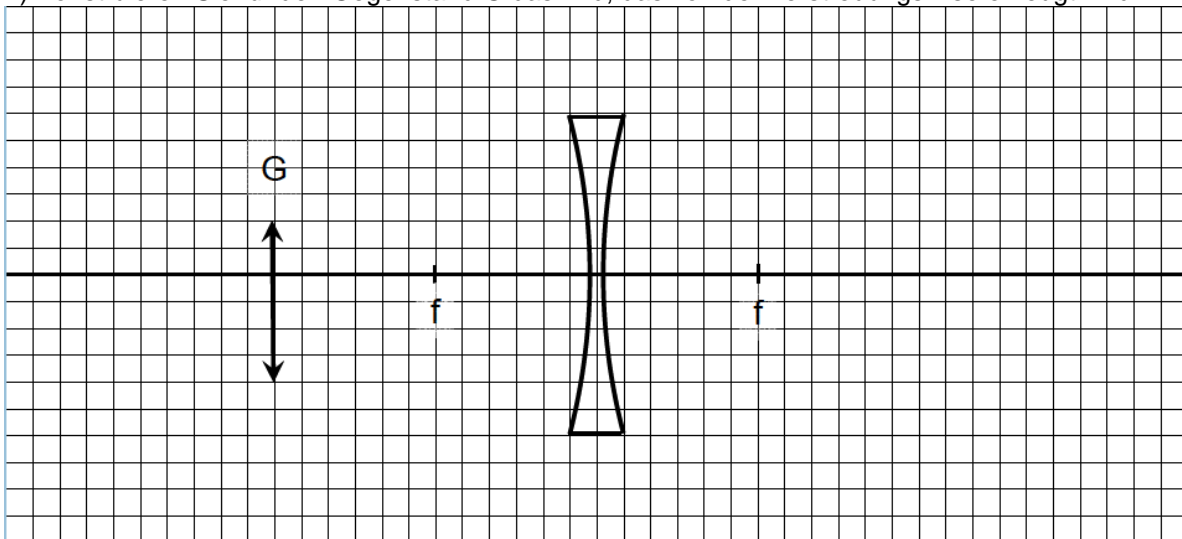
1) Konstruieren Sie für den Gegenstand G das Bild, das von der Linse erzeugt wird:



2) Überprüfen Sie die Konstruktion mittels der Abbildungsgleichung (sowohl für b als auch B).

2.10 Aufgabe 8

1) Konstruieren Sie für den Gegenstand G das Bild, das von der Zerstreuungslinse erzeugt wird:



2) Überprüfen Sie die Konstruktion mittels der Abbildungsgleichung (sowohl für b als auch B).

2.11 Aufgabe 9

1) Das reelle Bild eines Gegenstandes, das von einer Sammellinse auf einem Schirm erzeugt wird, steht auf dem Kopf. Ein Gegenstand, der mit einer Lupe vergrößert wird erscheint allerdings aufrecht. Warum? Allerdings erscheint ein ferner Gegenstand durch die Lupe betrachtet auf dem Kopf. Wieso?

2) „Spielen“ Sie ein wenig mit einer Lupe:

a) Betrachten Sie einen Gegenstand und ändern den Abstand von Lupe zu Gegenstand, bis der Gegenstand maximal vergrößert erscheint. Nun befindet er sich im Fokus der Lupe.

b) Ändern Sie nun, bei fixem Abstand Gegenstand – Lupe, den Abstand von Ihrem Auge zur Lupe. Der Gegenstand ändert seine scheinbare Grösse nicht; allerdings ist Ihr Sichtfeld bei kurzem Abstand grösser (Sie sehen einen grösseren Teil des Gegenstandes in der Lupe).

c) Betrachten Sie nun einen fernen Gegenstand bei etwa 40 – 50 cm Abstand der Lupe von Ihrem Auge. Der Gegenstand steht nun auf dem Kopf (<-> Aufgabe 2).

3. Kinematik

3.1 Aufgabe 1

Ein Kfz fährt um 1:20 Uhr von Luzern ab und kommt um 2:15 Uhr in Bern an. Der zurückgelegte Strecke beträgt $s = 110$ km. Welches ist die Durchschnittsgeschwindigkeit des Kfz in km/h und in m/s?

3.2 Aufgabe 2

Die Bahn der Erde um die Sonne hat einen Radius von 150 Millionen Kilometern. Welches ist die mittlere Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne (in km/h und m/s)?

3.3 Aufgabe 3

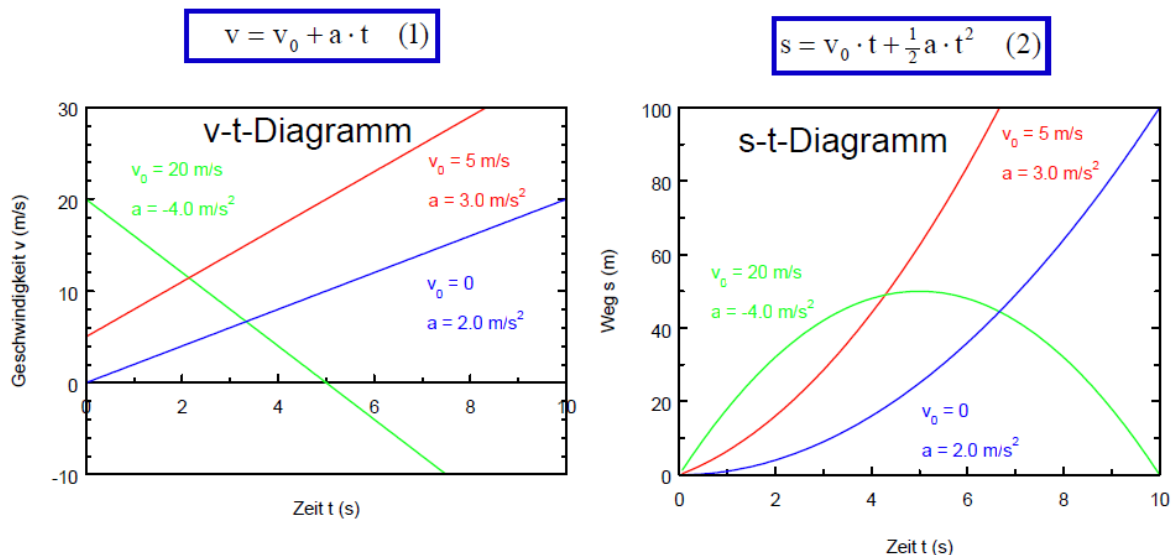
Sie fahren um 1:00 Uhr von Luzern in Richtung Bern (Distanz 110 km) mit einer mittleren Geschwindigkeit von $v = 115$ km/h. Um 1:25 Uhr fährt Ihr Freund(in) von Bern in Richtung Luzern mit einer mittleren Geschwindigkeit von $v = 95$ km/h. Wann treffen Sie sich und wie weit sind Sie von Luzern entfernt? Zeichnen Sie das ganze graphisch in ein s-t-Diagramm ein.

3.4 Aufgabe 4

- a) Zeichnen Sie die v-t und a-t-Diagramme für das obige Beispiel. (Beispiel Skript HS S.46)
- b) Wann haben der Zug und das Kfz die gleiche Geschwindigkeit? (Kontrolle aus a)
- c) Welche Geschwindigkeit hat das Kfz beim Zeitpunkt der Begegnung?

3.5 Aufgabe 5

Überlegen Sie sich, wie Formel (2) graphisch aus dem v-t-Diagramm folgt. Zerlegen Sie hierzu die Fläche unter der v(t)-Kurve geeignet in ein Dreieck und ein Rechteck.



3.6 Aufgabe 6

Mit welcher Geschwindigkeit (in km/h) trifft ein aus 15 Metern frei fallender Stein auf dem Boden auf?

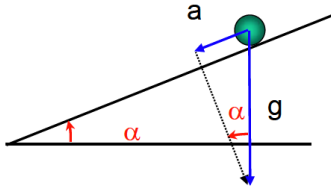
3.7 Aufgabe 7

Wie tief ist ein Brunnen, wenn ein frei in den Brunnen fallender Stein innert 4 Sekunden auf die Wasseroberfläche auftrifft?

3.8 Aufgabe 8

a) Welche Beschleunigung a erfährt eine Kugel auf einer schiefen Ebene bei einem Neigungswinkel $\alpha = 20^\circ$. Welche Geschwindigkeit hat sie nach 2 s und welchen Weg hat sie dann zurückgelegt? Überlegen Sie sich hierzu, wie die Beschleunigung a aus g und dem Neigungswinkel erhalten werden kann.

b) Welchen Winkel müssten Sie wählen, damit die Beschleunigung gerade $g/10$ wäre?



3.9 Aufgabe 9

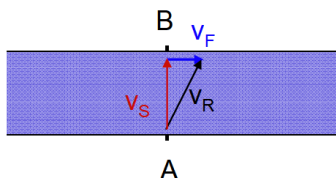
Welche Geschwindigkeit hätte der Ball für einen ruhenden Beobachter, wenn Sie den Ball gegen die Fahrtrichtung des Zuges rollen.

3.10 Aufgabe 10

Am Ende eines sich bildenden Staus stösst das Kfz 1 mit $v_1 = 75 \text{ km/h}$ auf ein vorausfahrendes Fahrzeug 2 mit $v_2 = 35 \text{ km/h}$. Mit welcher Relativgeschwindigkeit stossen die beiden Fahrzeuge zusammen.

Beantworten Sie nun dieselbe Frage, wenn beide Fahrzeuge – bei gleichen Geschwindigkeitswerten – frontal aufeinander stossen.

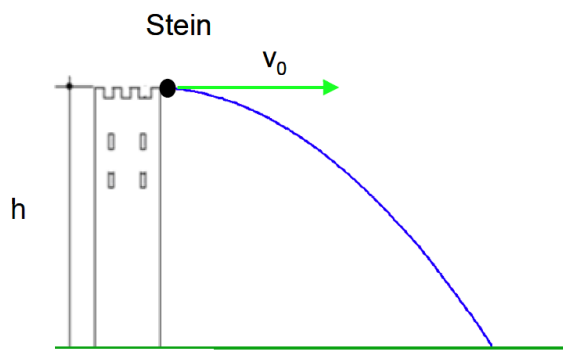
3.11 Aufgabe 11



a) In welche Richtung müsste der Hund schwimmen, damit er genau am Punkt B ankäme? (Überlegen Sie sich zuerst graphisch das Ergebnis. Ausgehend davon, benutzen Sie die Definition des Tangens (Trigonometrie), um den Winkel zu bestimmen, unter dem der Hund – bezogen auf die direkte Verbindung von A nach B – schwimmen muss, um bei B anzukommen.)

b) Wie lange bräuchte er für die Überquerung? Vergleichen Sie mit dem Beispiel (oben) und diskutieren Sie den Unterschied.

3.12 Aufgabe 12



- 1) Überlegen Sie sich, wo der Scheitel der Parabel in der obigen Zeichnung ist.
- 2) Bestimmen Sie für eine Höhe $h = 15 \text{ m}$ und eine Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 12 \text{ m/s}$:
 - a) Die Zeit bis zum Aufschlag des Steins.
 - b) Die horizontale und vertikale Geschwindigkeit beim Aufschlag.
 - c) Die Gesamtgeschwindigkeit beim Aufschlag.
 - d) Den Abstand des Aufschlagpunktes vom Fusspunkt des Turmes.
 - e) Den Winkel (zur Horizontalen) unter dem der Stein aufschlägt.

3.13 Aufgabe 13

Sie stehen an einem Karussell und beobachten, dass es für 3 Umdrehungen 10 Sekunden benötigt. Die Personen stehen im Abstand von 6.0 m vom Mittelpunkt des Karussells.

- a) Wie gross ist die Winkelgeschwindigkeit?
- b) Wie gross ist die Bahngeschwindigkeit der Personen auf dem Karussell.

3.14 Aufgabe 14

Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_0 , die es bräuchte, um den Stein in der obigen Überlegung auf eine Kreisbahn um die Erde zu zwingen³³ (Erdradius am Äquator $r = 6380 \text{ km}$).

3.15 Aufgabe 15

(Fortsetzung von oben) Sei stehen an einem Karussell und beobachten, dass es für 3 Umdrehungen 10 Sekunden benötigt. Die Personen stehen im Abstand von 6.0 m vom Mittelpunkt des Karussells. Wie gross ist die Radialbeschleunigung, die die Personen erfahren. Vergleichen Sie diesen Wert mit g .

3.16 Aufgabe 16

Die Trommel einer Waschmaschine ($d = 47 \text{ cm}$) rotiere mit 1200 Umdrehungen pro Minute. Um das wie viel fache der Erdbeschleunigung wird ein Wäschestück am äusseren Rand beschleunigt?

3.17 Aufgabe 17

Zwei Körper rotieren mit der gleichen Frequenz von 5 Hz. Die Radien seien $r_1 = 100 \text{ mm}$ bzw. $r_2 = 2 \cdot r_1 = 200 \text{ mm}$. Vergleichen Sie die zugehörigen Winkelgeschwindigkeiten, Bahngeschwindigkeiten und Radialbeschleunigungen.

4. Dynamik

4.1 Gedankenspiel 1

- Wie gross ist die Masse eines Körpers auf dem Mond, bezogen auf seine Masse auf der Erde?
- Können Sie die Masse im schwerelosen Raum bestimmen?

4.2 Gedankenspiel 2

Bestimmen Sie die Kraft zwischen zwei Massen von 1.0 kg im Abstand von 1.0 Meter. Um wie viel ist dieser Wert kleiner als die Erdanziehungskraft der Massen.

4.3 Aufgabe 1

Bestimmen Sie ausgehend vom mittleren Erdradius $r_E = 6371$ km und der mittleren Dichte der Erde $\rho = 5.5$ kg/dm³ die Masse m_E der Erde. Verifizieren Sie nun, mit Hilfe der Erdbeschleunigung $g = 9.81$ m/s² und dem oben ermittelten Zusammenhang den Wert der Gravitationskonstanten G .

4.4 Aufgabe 2

Der Mond hat einen Radius von ca. 1738 km ($\sim \frac{1}{4}$ des Erdradius r_E).

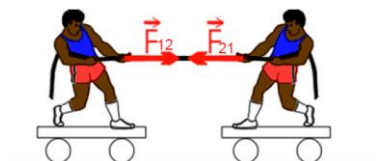
- Welche Fallbeschleunigung (äquivalent zur Erdbeschleunigung auf dem Mond) erwarten Sie, wenn der Mond etwa die gleiche Dichte hat wie die Erde.
- Wir wissen (spätestens seit den Mondlandungen) dass die Gravitationsbeschleunigung auf dem Mond ca. $g/6$ entspricht. Bestimmen Sie hieraus die mittlere Dichte des Mondes.

4.5 Aufgabe 3

Nach dem Trägheitssatz sollte eine rollende Kugel auf einer ebenen Tischplatte geradlinig gleichförmig weiterrollen. Wieso kommt die Kugel doch nach kurzer Zeit zum Stillstand?

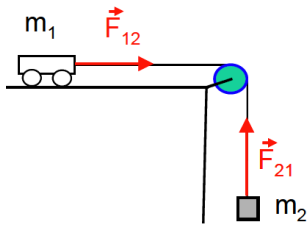
4.6 Aufgabe 4

- Wenn der rechte Skater am Seil zieht, welcher der beiden Skater bewegt sich dann?



4.7 Aufgabe 5

Die Masse $m_2 = 1.0 \text{ kg}$ hängt an einer Schnur, welche über eine Umlenk-rolle mit dem Wagen der Masse $m_1 = 2.0 \text{ kg}$ verbunden ist. Beide Körper (m_1 und m_2) werden durch die Gewichtskraft von m_2 beschleunigt.



a) Wenden Sie das Grundgesetz der Dynamik $F = m \cdot a$ an (überlegen Sie sich was m und F sind) und bestimmen Sie die Beschleunigung beider Massen.

b) Bestimmen Sie nun die Seilkraft indem Sie das Grundgesetz der Dynamik $F = m \cdot a$ nun nur auf Körper m_1 anwenden. Hierbei ist a die in Teilaufgabe a) bestimmte Beschleunigung, F ist die Seilkraft und m die Masse m_1 .

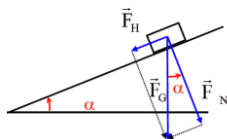
c) Zeigen Sie nun, dass das 3. Newtonsche Gesetz richtig ist, indem Sie die Seilkraft alternativ ermitteln, nun durch Betrachtung des Grundgesetzes der Dynamik $F = m \cdot a$ auf Körper m_2 . Überlegen Sie sich hierzu, dass auf m_2 neben der Seilkraft auch die Gewichtskraft wirkt (aber in entgegengesetzte Richtungen) und dass deren vektorielle Summe der Kraft F im Grundgesetz der Dynamik entspricht.

4.8



Alle Anzeigen der obigen Waagen sind in g bzw. kg. Was messen diese Waagen denn eigentlich und würden die Anzeigen auf dem Mond stimmen? Wüssten Sie sich zu helfen?

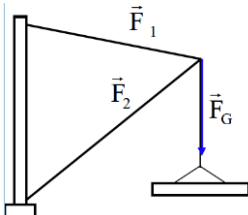
4.9 Aufgabe 6



Überlegen Sie sich mathematisch und graphisch welche Werte Hangabtriebskraft F_H und die Normalkraft F_N bei $\alpha = 90^\circ$ bzw. bei $\alpha = 0^\circ$ annehmen.

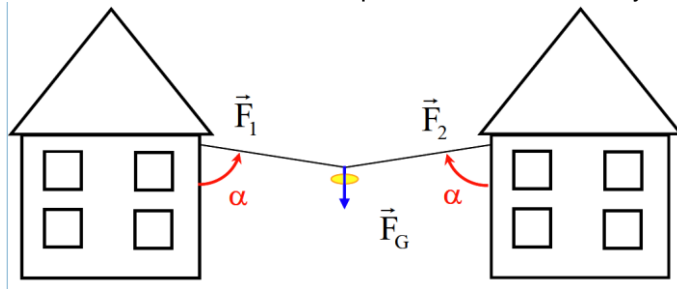
4.10 Aufgabe 7

Kran: Die Last des Kranes erzeugt eine Gewichtskraft F_G . Dies soll entlang der beiden Streben in die Teilkräfte F_1 und F_2 zerlegt werden. Konstruieren Sie diese geometrisch.



4.11 Aufgabe 8

Eine Strassenlaterne sei, entsprechend der Skizze, symmetrisch an zwei Seilen aufgehängt.



- Konstruieren Sie die Seilkräfte F_1 und F_2 in der unten stehenden Skizze.
- Überlegen Sie sich zeichnerisch, was für die Spezialfälle $\alpha \rightarrow 0^\circ$ und $\alpha \rightarrow 90^\circ$ passiert. Geben Sie die Werte von F_1 bzw. F_2 für diese beiden Fälle an.
- (nicht ganz einfach) Berechnen Sie die Zugkraft an den Seilen für eine Masse $m = 24.0 \text{ kg}$ und einen Winkel $\alpha = 71^\circ$.

4.12 Aufgabe 9

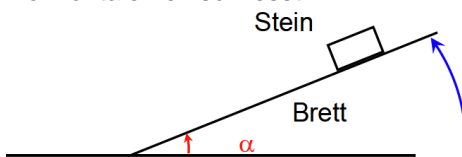
Ein Auto stehe mit angezogener Handbremse auf einer Strasse. Welchen Winkel darf die Strasse maximal mit der Horizontalen einschliessen, damit das Auto nicht ins Rutschen kommt. Welcher Steigung entspricht dies? Bemerkung: Die Steigung (wird in Prozent angegeben) ist definiert als der Tangens des Winkels.

4.13 Aufgabe 10

Könnte es auch Haftreibungskoeffizienten μ_H grösser Eins geben. Was würde dies anschaulich bedeuten?

4.14 Aufgabe 11

Ein Stein liege auf einem Holzbrett, das – durch Heben bzw. Senken einen variablen Winkel α mit der Horizontalen einschliesst.



- Ausgehend vom Winkel $\alpha = 0^\circ$ werde das Brett angehoben. Bei welchem Winkel kommt der Stein ins rutschen?
- Welche Beschleunigung erfährt er dann.
- Wenn das Brett dann gesenkt wird, bei welchem Winkel kommt der Stein wieder zum stehen (wenn er sich immer noch auf dem Brett befindet)?

4.15 Aufgabe 12

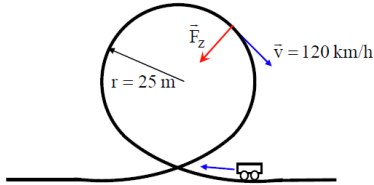
Ein Kfz fahre mit 50 km/h und werde durch eine Vollbremsung angehalten.

- Wie lange ist der Bremsweg, wenn die Reifen (Gummi auf Asphalt) blockieren?
- Wie lange ist der Bremsweg, wenn das ABS (Antiblockiersystem) dafür sorgt, dass die Reifen (Gummi auf Asphalt) nicht blockieren und immer die Maximale Bremskraft (= Haftreibungskraft) wirkt?

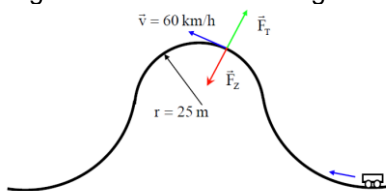
4.16 Aufgabe 13

Achterbahn

a) Auf einer Achterbahn wird ein Looping vom Radius 25 Meter mit der Geschwindigkeit von 120 km/h durchfahren. Mit welcher Zentrifugalkraft werden die Insassen im Wagen, der auf der Innenseite des Loopings fährt, in die Sitze gepresst (in Einheiten der Fallbeschleunigung $g = 9.81 \text{ m/s}^2$).

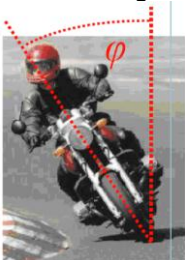


b) Betrachten Sie nun den umgekehrten Fall. Der Wagen der Achterbahn fahre mit 60 km/h auf der Oberseite eines kreisförmigen Hügels. Begründen Sie, warum die Insassen gegen das „Abheben“ mit Bügeln über die Schultern gesichert sein müssen.



4.17 Aufgabe 14

Motorradfahrer Ein Motorradfahrer will eine enge Kurve mit dem Radius 30 m mit einer Geschwindigkeit von 36 km/h durchfahren. Dazu muss er sich „in die Kurve“ legen (s. Bild).

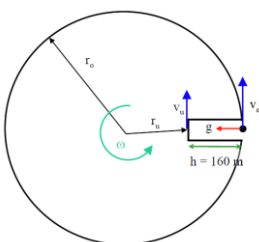


a) Betrachten Sie das Problem im Nichtinertialsystem des Motorrad-fahrers: Zeichnen Sie ein Kräftediagramm mit der Gewichtskraft und der Trägheitskraft (d.h. Zentrifugalkraft). In welche Richtung muss die Resultierende beider Kräfte zeigen?

b) Berechnen Sie den Neigungswinkel ϕ .

c) Überlegen Sie sich nun die Rolle der Reibungskraft. Wie gross muss der Haftreibungskoeffizient mindestens sein, damit der Motor-radfahrer nicht stürzt? Vergleichen Sie mit der obigen Tabelle.

4.18 Aufgabe 15



a) Überlegen Sie sich, dass die Kugel beim loslassen die Bahngeschwindigkeit v_0 besitzt und diese beim Fallen auch beibehält. Damit hat sie beim Aufschlag eine um 1.2 cm/s höhere Bahngeschwindigkeit als ein Erdfester Punkt am Grund des Schachtes.

b) Bestimmen Sie die Fallzeit der Kugel (Luftwiderstand werde vernachlässigt).

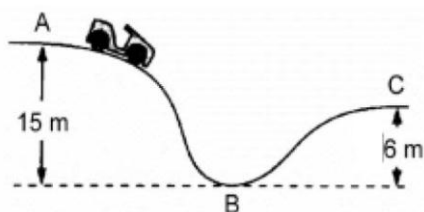
c) Überlegen Sie sich nun folgendes. Da die Kugel während der gesamten Fallzeit eine höhere Bahngeschwindigkeit hatte als ihre Umgebung (die Differenz ist oben Null und am Grunde maximal mit 1.2 cm/s) wird sie im Erdsystem in Richtung der Erdrotation, also nach Osten abgelenkt. Die Ursache dieser Ablenkung wird im Nichtinertialsystem der Erde durch eine Scheinkraft beschrieben und wird als Corioliskraft bezeichnet. Schätzen Sie die Ablenkung ab durch das Produkt aus der Geschwindigkeitsdifferenz Δv multipliziert mit der Fallzeit.

4.19 Aufgabe 16

Senkrechter Wurf: Eine Kugel der Masse $m = 0.20 \text{ kg}$ werde mit $v_0 = 10 \text{ m/s}$ senkrecht nach oben geworfen. Welche Höhe erreicht er? Lösen Sie die Aufgabe mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes. Ist die Kenntnis der Masse wirklich notwendig?

4.20 Aufgabe 17

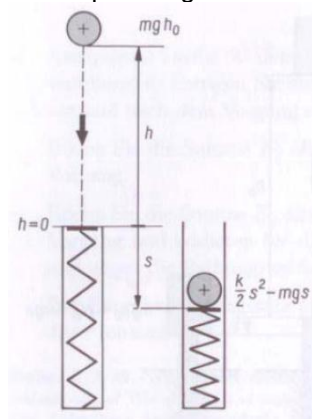
Achterbahn



Der Wagen der Achterbahn starte am Punkt A mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 3.0 \text{ m/s}$. Dann bewege er sich reibungsfrei zu den Punkten B und C. Welche Geschwindigkeit hat er in den Punkten B und C?

4.21 Aufgabe 18

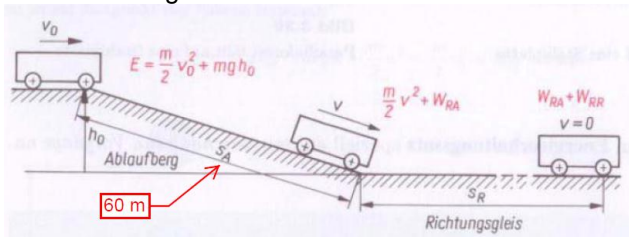
Federspannung



Eine Kugel der Masse $m = 1.0 \text{ kg}$ falle aus der Höhe $h_0 = 1.0 \text{ m}$ auf eine Feder der Federkonstanten $k = 200 \text{ N/m}$. Wie stark wird die Feder gestaucht?

4.22 Aufgabe 19

Eisenbahnwagen



Ein Eisenbahnwagen habe am oberen Ende eines Ablaufberges die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 1.0$ m/s.

- Welche Geschwindigkeit hat er am Fusspunkt der Ablaufberges der Höhe $h_0 = 1.0$ m wenn der Reibungskoeffizient $\mu = 0.01$ sei.
- Wie weit bewegt er sich auf dem Richtungsgleis (bei gleichem Reibungskoeffizient $\mu = 0.01$).

4.23 Aufgabe 20

Ein Kfz habe 125 PS. Wie viel Watt bzw. Kilowatt (kW) entspricht dies?

4.24 Aufgabe 21

Ein Fahrzeug der Masse 1200 kg beschleunige von 0 auf 100 km/h in 8.5 s.

- Welche Leistung muss der Motor mindestens aufbringen (in kW und PS angeben)?
- Welche (mittlere) Beschleunigung erfährt das Kfz dabei. Kann dies bei trockener/nasser Asphaltstrasse ohne Schlupf erreicht werden? (Haftreibungskoeffizienten: $\mu_{\text{trocken}} = 0.55$, $\mu_{\text{nass}} = 0.30$)

5. Wärmelehre

5.1 Gedankenspiel 1

Warum ist die Brownsche Bewegung nicht für mikroskopische Objekte sichtbar?

5.2 Gedankenspiel 1

Die Golden Gate Brücke in San Francisco ist eine Stahlkonstruktion mit einer ungefähren Länge von 1500 m. Der Fahrhahnuntergrund ist aus Beton gegossen.



- a) Warum ist bei einer Brücke die Fahrbahn nicht aus einem Stück gefertigt, sondern kürzere Stücke sind durch Fugen getrennt?
- b) Schätzen Sie mit Hilfe einer kurzen Rechnung ab, wie groß die Breite aller Fugen in der Fahrbahn bei der Golden Gate Brücke insgesamt ist.

Längenausdehnungskoeffizienten: Stahl: $\alpha_{St} = 1.3 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
 Beton: $\alpha_{Be} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

5.3 Aufgabe 1

(aus der Zulassungsprüfung 2008) Eine kreisförmige Nickelplatte ist bei 15 °C auf einen Durchmesser von 100.0mm abgedreht worden. Auf welche Temperatur muss die Platte erwärmt werden, damit sich ihre Fläche um 10 mm² vergrößert?

5.4 Aufgabe 2

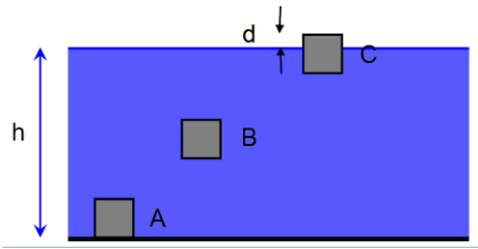
Ein Kfz der Masse 1100 kg soll mit einem hydraulischen Kolben des Durchmessers $A = 12 \text{ cm}$ angehoben werden. Eine manuelle betriebene Pumpe (Hebel) drückt das Hydrauliköl durch einen Schlauch der Querschnittsfläche 2.5 cm² in den Kolben. Welche Kraft muss mit dem Hebel erzeugt werden, um das Fahrzeug anzuheben?

5.5 Aufgabe 3

- a) Zeigen Sie, dass der Normaldruck (1013 mbar) etwa einer Tauchtiefe in Wasser von 10 Metern entspricht.
- b) Welche Gewichtskraft durch die darüber liegende Luft lastet demnach auf einen menschlichen Kopf bei Normaldruck (Hutgröße 56 cm)?

5.6 Aufgabe 4

Ein Betonwürfel der Kantenlänge 1.0 Meter und einer Dichte von 2.5 kg/dm³ liege am Grund eines Gewässers der Tiefe $h = 5.0 \text{ Meter}$. Gesucht ist jeweils die Kraft, die benötigt wird, um den Betonklotz (gleichförmig) aus dem Wasser (Dichte 1.0 kg/dm³) zu heben.



a) Zu Beginn liegt der Betonklotz am Grund des Sees (Position A). Welche Kraft benötigen Sie, um den Betonklotz anzuheben?

b) Bestimmen Sie die zum Heben notwendige Kraft, sobald der Betonklotz vollständig von Wasser umgeben ist (Position B).

c) Nun wird der Betonklotz aus dem Wasser gehoben. Leiten Sie, abhängig von der Höhe d , die aus dem Wasser schaut, einen allgemeinen Ausdruck her für die zum Anheben notwendige Kraft. Überprüfen Sie, dass wenn der Wert von d gleich der Kantenlänge des Würfels ist (d.h. wenn der Betonklotz ganz aus dem Wasser aufgetaucht ist) die Gewichtskraft des Betonwürfels folgt.

5.7 Aufgabe 5

Ein Würfel aus Eichenholz der Dichte von 0.9 kg/dm^3 schwimmt im Wasser der Dichte 1.0 kg/dm^3 auf einer seiner Seitenflächen. Welcher Prozentsatz seiner Höhe taucht in das Wasser ein?

5.8 Aufgabe 6

Ein Zug der Masse 250 t werde von der Anfangsgeschwindigkeit 72 km/h bis zum Stillstand abgebremst. Die dabei entstehende Reibungsenergie werde dabei auf die 32 Stahlräder (jedes der Masse $m = 150 \text{ kg}$) ($c_{\text{stahl}} = 452 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$) verteilt. Um wie viel erhöht sich die Temperatur jedes Rades, wenn jegliche Wärmeverluste an die Umgebung vernachlässigt werden können.

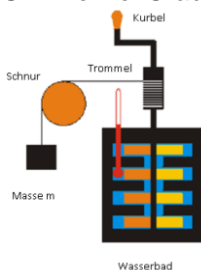
5.9 Aufgabe 7

James Joule (der auch der gleichnamigen Energieeinheit den Namen gab) bestimmte mit nebenstehender Versuchsanordnung, welche mechanische Arbeit W notwendig ist, um ein gegebenes Wasservolumen V_{Wa} um die Temperatur ΔT zu erwärmen:

Eine Masse $m = 7.5 \text{ kg}$ hänge an einer Schnur, die derart um die Trommel vom Radius $r = 4.3 \text{ cm}$ einer Kurbel gewickelt ist, dass die zwischen Schnur und Trommel entstehende Reibung die Masse m auf konstanter Höhe hält.

Wird nun die Kurbel betätigt, so entsteht an der Trommel Reibungsenergie W_R , die – unter Vernachlässigung von Verlusten – durch „Wärmeleitung“ nach unten in das thermisch isolierte Wasserbad abgegeben wird.

Um wie viel Grad sollte sich das Wasser nach 1000 Kurbelumdrehungen erwärmen?



5.10 Aufgabe 8

Ein Autoreifen werde im Winter bei $T = -10\text{ °C}$ auf den Druck von 2.2 bar aufgepumpt. Im Frühling steht das Fahrzeug in der Sonne und der Reifen erwärme sich auf $T = +45\text{ °C}$. Wie hoch ist der Druck im Reifen.

5.11 Aufgabe 9

Die Luft, die ein Taucher in 30 Metern Tiefe ausatmet, bilde kugelförmige Luftblasen vom Durchmesser 1 cm. Diese steigen nach oben (Warum?). Wie gross ist der Durchmesser der Luftblasen kurz unterhalb der Wasseroberfläche, wenn sich die Temperatur der Luft beim Steigen nicht verändere?

5.12 Aufgabe 10

Warum steigt warme Luft nach oben, kalte sinkt nach unten? Wo können Sie dies direkt beobachten?

5.13 Aufgabe 11

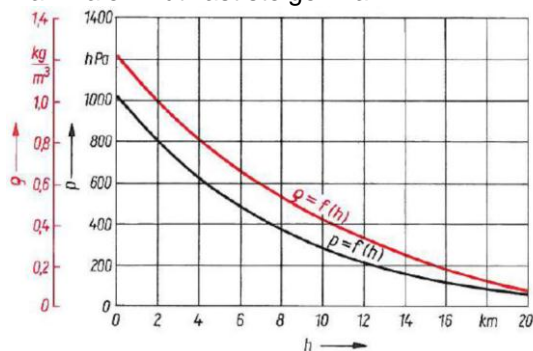
4) Luft besteht im Wesentlichen aus Stickstoff N_2 (78%) und Sauerstoff O_2 (21%). Ein Stickstoffmolekül N_2 habe die Masse $m_{N_2} = 4.65 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$, und ein Sauerstoffmolekül O_2 die Masse $m_{O_2} = 5.31 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$. Bestimmen Sie die Dichte von Luft bei Normalbedingungen: $p_0 = 1.013\text{ bar}$, $T_0 = 0\text{ °C}$.

5.14 Aufgabe 12

Ein Fesselballon habe einen Durchmesser von 20 Metern. Die 0.5 mm dicke Hülle sei aus Seide der Dichte 1.2 g/cm^3 gefertigt. Die Luft im Innern werde im Mittel auf 90 °C aufgeheizt. Welche Nutzlast kann der Ballon beim Abheben unter Normalbedingungen: $p_0 = 1.013\text{ bar}$, $T_0 = 0\text{ °C}$ tragen.

5.15 Aufgabe 13

Schätzen Sie mit Hilfe der Graphik ab, bis in welche Höhe der Ballon aus Aufgabe 5.14 mit 50% der maximalen Nutzlast steigen kann.



5.16 Aufgabe 14

Überlegen Sie, dass die Vorzeichenkonvention von ΔW mit den Eigenschaften der Logarithmusfunktion kompatibel ist.

5.17 Aufgabe 15

Überlegen Sie, wie die isotherme Kompression mit einem Gasgefüllten Zylinder und Kolben durchgeführt werden kann.

5.18 Aufgabe 16

Ein Volumen von 1 m^3 Luft werde isotherm auf ein Zehntel des Ausgangsvolumens komprimiert. Welcher Enddruck stellt sich ein. Welche mechanische Arbeit ist hierzu zu leisten und welche Wärmeenergie muss abgeführt werden.

5.19 Aufgabe 17

Aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser $c_{\text{Wasser}} = 4.2 \cdot 10^3 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ hat das Meer eine mässige Wirkung auf das Klima. So ist die Oberflächentemperatur des Atlantiks auch im Winter in unseren Breiten noch bei über $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Luft hat eine spezifische Wärmekapazität (bei konstantem Volumen) von $c_{\text{Luft,v}} = 715 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$. Um wie viel Grad könnte eine 500 Meter hohe Luftschicht über dem Meer isochor erwärmt werden, wenn das darunter liegende Wasser bis zu einer Tiefe von 4 Metern um $0.3 \text{ }^\circ\text{C}$ abgekühlt würde

(Dichte der Luft $\rho_{\text{Luft}} = 1.3 \text{ kg/m}^3$, Dichte von Wasser $\rho_{\text{Wasser}} = 1.0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$).

5.20 Aufgabe 18

Die Luft ($T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $p = 1.0 \text{ bar}$) in einer Fahrradpumpe (Zylinder 30 cm Länge, 3.5 cm Durchmesser) werde adiabatisch komprimiert. Der Kolben komprimiert die Luft in einem 5 cm langen Teilstück des Zylinders. Welche Temperatur und welcher Druck herrschen unmittelbar nach der Kompression im Luftvolumen? (benutzen Sie die Werte von C_V und C_p der obigen Tabelle)

5.21 Aufgabe 19

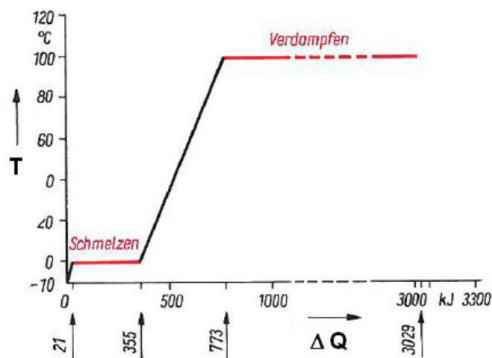
Welche Wärmeenergie ist erforderlich, um 1.0 kg Eis von $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ bei Normaldruck (1.0 bar) vollständig zu verdampfen.

spez. Wärmekapazität von Eis: $c_{\text{Eis}} = 2.1 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, Schmelztemperatur: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

spez. Schmelzwärme von Eis: $q_{\text{Eis}} = 334 \text{ kJ/kg}$

spez. Wärmekapazität von Wasser: $c_{\text{Wasser}} = 4.2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, Siedetemperatur (1.0 bar): $100 \text{ }^\circ\text{C}$

spez. Verdampfungswärme von Wasser: $r_{\text{Wasser}} = 2.3 \text{ MJ/kg}$



5.22 Aufgabe 20

Gesucht ist die spez. Wärmekapazität einer Aluminiumlegierung c_{Al} . Hierzu wird ein Probekörper von 21.6 g auf $100 \text{ }^\circ\text{C}$ erwärmt und dann in ein Kalorimeter (Wärmekapazität $C_K = 0.157 \text{ kJ/kg}$) mit 200 g Wasser von $20.3 \text{ }^\circ\text{C}$ gebracht. Es stellt sich eine Mischungstemperatur von $21.9 \text{ }^\circ\text{C}$ ein. Bestimmen Sie c_{Al} .

spez. Wärmekapazität von Wasser: $c_{\text{Wasser}} = 4.2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, Siedetemperatur: $100 \text{ }^\circ\text{C}$

5.23 Kaffeemaschine (aus der Zulassungsprüfung von 2009)

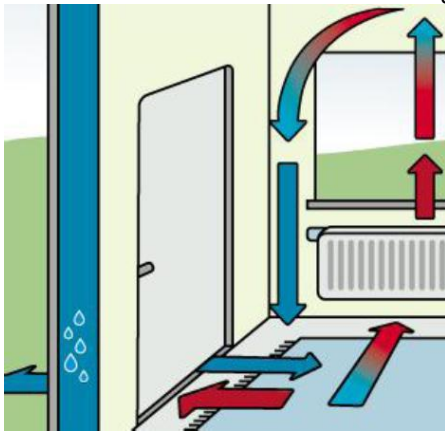
Eine Kaffeemaschine hat eine Dampfdüse zum Erhitzen von Milch und Wasser. Wärmeverluste an die Umgebung können vernachlässigt werden.

a) Wie viel Gramm Dampf von 100 °C müssen 120 g Wasser in einem 80 g schweren Glasgefäß mindestens zugeführt werden, um beides von 20 °C auf 80 °C zu erwärmen?

b) Welche Endtemperatur stellt sich ein, wenn 10 g Dampf hinzugefügt werden?
spez. Wärmekapazität von Wasser: $c_{\text{Wasser}} = 4.2 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, Siedetemperatur: 100 °C
spez. Verdampfungswärme von Wasser: $r_{\text{Wasser}} = 2.3 \text{ MJ/kg}$
spez. Wärmekapazität von Glas: $c_{\text{Glas}} = 0.80 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

5.24 Aufgabe 22

Wo tritt im nebenstehenden Bild des geheizten Zimmers Konvektion und Wärmeleitung auf?



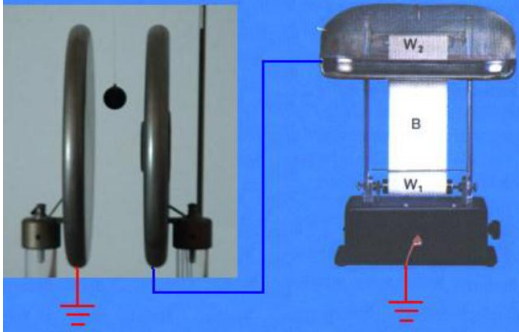
5.25 Aufgabe 23

Warum werden die Innenseiten von Thermosflaschen verspiegelt?

6. Elektrotechnik

6.1 Aufgabe 1

Skizzieren Sie, was mikroskopisch bei diesem Vorgang während der verschiedenen Schritte geschieht?



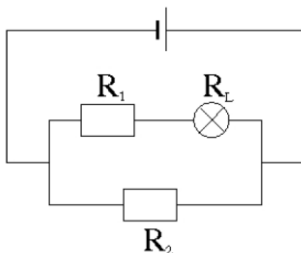
Ein Bandgenerator trennt mittels Reibungselektrizität (Band B läuft über die Walzen W_1 und W_2) kontinuierlich positive und negative Ladungen und deponiert (je nach Aufbau) eine der beiden Ladungsarten auf dem metallischen Korb (über der Walze W_1). Die Ladungen des entgegengesetzten Vorzeichens werden an die „Erde“ abgegeben. Wenn der metallische Korb über ein Kabel mit einer – von zwei parallelen – Metallplatten verbunden wird (wobei die zwei Platte geerdet ist) so beginnt die Stanniolkugel hin und her zu „hüpfen“.

6.2 Aufgabe 2

- Eine Glühlampe trage die Aufschrift 12 V/ 50 W. Welche Stromstärke erwarten Sie beim Anlegen von 12 V?
- Wenn Sie davon ausgehen, dass die Glühlampe ein ohmscher Widerstand ist, welche Stromstärke erwarten Sie beim Anlegen einer Spannung von 6.0 V.
- Welche Leistung wird im Fall b) umgesetzt? Um wie viel Grad könnten Sie damit einen Liter Wasser in 10 Minuten erwärmen?

6.3 (aus der Zulassungsprüfung 2009)

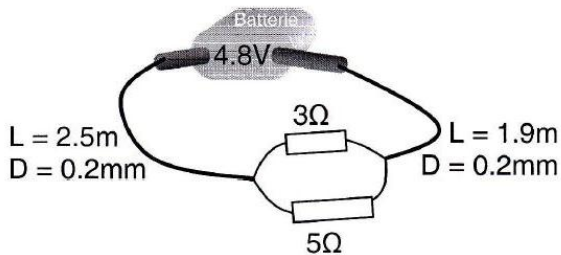
Eine Glühlampe mit der Aufschrift 6V/20W bildet mit einem Widerstand $R_1 = 10 \text{ Ohm}$ und einem Widerstand R_2 die abgebildete Schaltung, die an einer Batterie der Spannung 12V hängt.



- Bestimmen Sie den Widerstand R_L der Glühlampe laut den Herstellerangaben.
- Berechnen Sie die Spannungen und Ströme an allen drei Verbrauchern und die an der Glühlampe verbrauchte Leistung (in Watt), wenn der Widerstand $R_2 = 30 \text{ Ohm}$ beträgt.
- Der Widerstand R_2 wird nun abgekühlt, so dass er supraleitend wird. Wie verhält sich die Glühlampe in diesem Fall? Begründung!

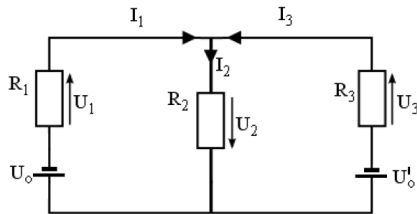
6.4 (aus der Zulassungsprüfung 2008)

Berechnen Sie den Ersatz-widerstand und die Stromstärke durch jeden gezeichneten Widerstand. Die Widerstände hinter und vor der Batterie sind Eisen-fäden und müssen zuerst mithilfe der Angaben in der Figur (Länge L und Durchmesser D) berechnet werden. Zeichnen Sie ein neues Schema. (Spezifischer elektrischer Widerstand von Eisen: $\rho_{\text{Fe}} = 1.1 \cdot 10^{-7} \text{ Ohm} \cdot \text{m}$)



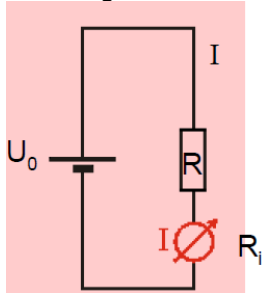
6.5 (für Interessierte)

Stellen Sie für nebenstehende Schaltung die Kirchhoffschen Knoten und Maschenregeln auf und Lösen Sie für die drei Teilströme I_1 , I_2 und I_3 .



6.6 Aufgabe 6

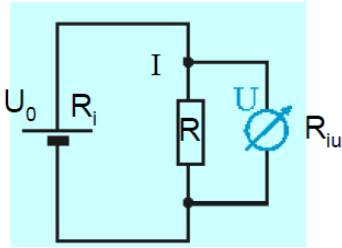
Eine Spannungsquelle ($U = 3.0 \text{ V}$) und ein Widerstand $R = 1.5 \text{ Ohm}$ seien wie gezeigt geschaltet. Zur Messung des Stromes werde ein Strommessgerät in Serie geschaltet (Innenwiderstand $R_i = 0.1 \text{ Ohm}$).



- Welche Stromstärke würde ohne das Messgerät fließen.
- Welche Stromstärke wird am Messgerät angezeigt? Wie viel Prozent Messfehler entspricht dies?
- Ein unbekannter Widerstand werde wie gezeigt ausgemessen. Das Messgerät zeigt $I = 1.1 \text{ A}$. Welches ist der korrekte Wert für den unbekanntem Widerstand?

6.7 Aufgabe 7

Eine Spannungsquelle habe die Quellenspannung $U_0 = 10 \text{ V}$. Der Innenwiderstand sei $R_i = 0.40 \text{ Ohm}$. Ein Widerstand $R = 3.0 \text{ Ohm}$ sei wie gezeigt geschaltet.



- Welcher Strom fließt durch den Widerstand (noch ohne Spannungsmessgerät)? Welche Klemmspannung liegt am Widerstand R an?
- Nun werde das Spannungsmessgerät wie gezeigt in den Stromkreis geschaltet. Sein Innenwiderstand sei $R_{iu} = 35 \text{ Ohm}$. Welche Spannung wird am Spannungsmessgerät angezeigt?

6.8 Aufgabe 8

Überlegen Sie sich anhand der obigen Zeichnung, dass die Beziehungen zwischen Effektiv- und Scheitelwerten von sinusförmigen Wechselströmen richtig sind. (Hinweis: $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$)

6.9 (Aus der Zulassungsprüfung 2008)

Ein industrieller Hochfrequenzgenerator hat eine Frequenz von 1.2 kHz und liefert eine Effektivspannung von 20 V an einer Last (Widerstand) von 5.0 Ohm . Der Spannungszyklus beginne bei 0 (Sinus-Funktion).

- Berechnen Sie die Kreisfrequenz und die Periodendauer.
- Berechnen Sie die zwei Zeiten t_1 und t_2 im ersten Zyklus, d.h. innerhalb der ersten Periodendauer, für die eine Spannung von $+5.0 \text{ V}$ erreicht wird.
- Berechnen Sie die momentane Leistung im Moment $t = 0.50 \text{ ms}$.

6.10 (Aus der Zulassungsprüfung 2009)

Ein Verbraucher mit dem elektrischen Widerstand 10 Ohm hängt an dem Haushaltsstromnetz, dessen Spannung ideal sinusförmig ($U(t) = U_0 \cdot \sin \omega t$) mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Effektivspannung von 230 V ist.

- Wie groß ist die Scheitelspannung U_0 ?
- Wie groß ist die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen der Leistung $P(t)$?
- Welche Energie wird in einer Minute in dem Widerstand von 10 Ohm verbraucht?

6.11 (Effektivspannung bei Mischstrom)

Eine Spannungsquelle liefere die Spannung $U(t) = U_{\text{off}} + U_0 \cdot \sin(\omega t)$, wobei die „Offsetspannung“ $U_{\text{off}} = 3.0 \text{ V}$ und der Wert von $U_0 = 1.0 \text{ V}$ ist. Bestimmen Sie den Effektivwert der Spannung U_{eff} .