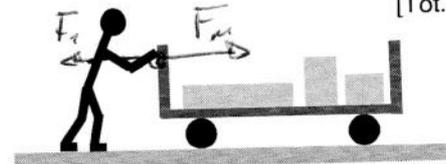


1. In einem Bahnhof steht ein mit Gepäck beladener **Wagen**. Die gesamte Masse von Wagen und Gepäck beträgt 0.20 t (Figur 1). Ein Mitarbeiter will den Wagen zu einem Zug bringen. Dazu schiebt er ihn auf einer Strecke von 2.4 m mit der Beschleunigung 0.30 m/s² an.



Figur 1

[Tot. 11 P]

- 1.1 Welche Geschwindigkeit erreicht der Wagen?

a) formal

$$v^2 = 2as + v_0^2$$

$$v = \sqrt{2as}$$

1 P

b) numerisch

$$v = \sqrt{2 \cdot 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,4 \text{ m}} = \underline{1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

1 P

- 1.2 Wie lange dauert das Anschieben?

a) formal

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

1 P

b) numerisch

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,4 \text{ m}}{0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \underline{4,0 \text{ s}}$$

1 P

- 1.3 Wenn der Wagen in Bewegung ist, wirkt eine Reibungskraft (Rollreibung) von 30 N. Wie gross ist die Kraft F_M , mit der der Mitarbeiter in der Beschleunigungsphase am Wagen schieben muss (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

2 P

$$F_{\text{eff}} = ma = F_M + (-F_R)$$

$$F_M = ma + F_R$$

$$= 200 \text{ kg} \cdot 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 30 \text{ N} = \underline{90 \text{ N}}$$

- 1.4 Zeichnen Sie die Kraft F_M in Figur 1 gut sichtbar ein, beschriftet mit F_M (beachten Sie den Angriffspunkt).

1 P

- 1.5 Zeichnen Sie in Figur 1 die Gegenkraft von F_M gut sichtbar ein, beschriftet mit F_1 (beachten Sie den Angriffspunkt), und ergänzen Sie den folgenden Satz:

Die Gegenkraft F_1 ist die Kraft, die der Wagen auf den Mitarbeiter ausübt.

2 P

- 1.6 In der Nähe des Zuges hört der Mitarbeiter auf, den Wagen zu schieben, und lässt ihn frei ausrollen.
 Wie gross ist dabei die Verzögerung (= negative Beschleunigung)?
 Nur numerisch, aber Rechnung begründen.

2 P

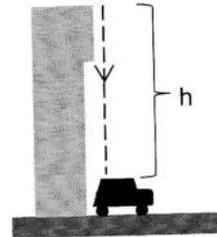
$$F_{\text{eff}} = -F_{\text{R}} = m a$$

$$a = -\frac{F_{\text{R}}}{m}$$

$$= -\frac{30 \text{ N}}{200 \text{ kg}} = -0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Vor Jahren stürzte ein junger Mann bei einer Mutprobe vom Dach eines **Hochhauses** in die Tiefe (Figur 2).
 Unten prallte er mit 38 m/s auf ein parkiertes Auto. Dessen Dach wurde um 60 cm nach unten gedrückt. Der junge Mann (Masse 60 kg) wurde dadurch zum Stillstand abgebremst und überlebte glücklicherweise.

[Tot. 9 P]



Figur 2

- 2.1 Aus welcher Höhe h muss ein Körper der Masse 60 kg frei fallen, um die Geschwindigkeit 38 m/s zu erreichen?
 Beantworten Sie diese Frage unter Verwendung des Begriffs «Energie».

- a) Beschreiben Sie Ihre diesbezüglichen Überlegungen verbal.

Energieerhaltung: pot. Energie wandelt sich in kin. Energie um

- b) Berechnen Sie die gesuchte Höhe h formal.

$$mgh = \frac{1}{2} m v^2$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

1 P

- c) Berechnen Sie die gesuchte Höhe h numerisch.

$$h = \frac{(38 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 72 \text{ m}$$

1 P

- 2.2 Wie gross ist die Geschwindigkeit des fallenden Körpers 20 m oberhalb des Aufschlagpunktes (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

Hinweis: Sie können diese Aufgabe auch lösen, ohne das Resultat von Aufgabe 2.1 zu verwenden.

$$v^2 = 2gh + v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{v^2 - 2gh}$$

$$= \sqrt{(38 \frac{m}{s})^2 - 2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 20 m}$$

$$= \underline{\underline{32 \frac{m}{s}}}$$

2 P

- 2.3 Betrachten Sie das Abbremsen des jungen Mannes durch das Dach des Autos.

- a) Um wie viel änderte sich die Energie des jungen Mannes, als er auf 60 cm Höhenunterschied von 38 m/s zum Stillstand abgebremst wurde (nur numerisch, aber Antwort begründen)?

$$\Delta E = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \underline{\underline{4410 J}}$$

2 P

- b) Wie gross war die abbremsende Kraft F_B , die dabei auf ihn wirkte?

$$\Delta E = W_B = F_B \cdot h$$

$$F_B = \frac{\Delta E}{h} = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{h} = \underline{\underline{73 kN}}$$

1 P

- c) Das Wievielfache seiner Gewichtskraft war F_B ?

$$\frac{F_B}{F_G} = \underline{\underline{121}}$$

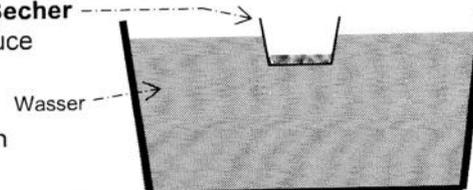
1 P

3. Nachdem alle seine Gäste gegangen sind, räumt Chris die Küche auf.
 Hinweis: Die Aufgaben 3.1 und 3.2 sind voneinander unabhängig.

[Tot. 9 P]

- 3.1 Im Abwaschbecken schwimmt ein kleiner **Becher** (Masse 30 g), in dem sich noch 20 cm³ Sauce (Dichte 0.90 g/cm³) befinden (Figur 3).

Wie gross ist das Volumen des verdrängten Wassers?



Figur 3

- a) Beschreiben Sie Ihre Lösungsidee verbal.

Archimedes: Auftrieb entspricht dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit.

1 P

- b) Berechnen Sie das Volumen formal.

$$F_A = F_G$$

$$\rho_w \cdot V \cdot g = m \cdot g + \rho_s \cdot V_s \cdot g$$

$$V = \frac{m + \rho_s V_s}{\rho_w}$$

2 P

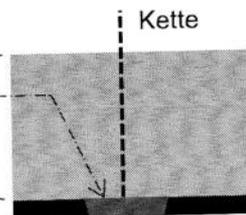
- c) Berechnen Sie das Volumen numerisch.

$$V = \frac{30 \text{ g} + 0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 20 \text{ cm}^3}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 48 \text{ cm}^3$$

1 P

- 3.2 Im Abwaschbecken steht das Wasser 20 cm hoch. Im Boden befindet sich eine Abflussöffnung, die mit einem **Stopfen** mit 16 cm² Fläche und 18 g Masse verschlossen ist (Figur 4).

Figur 4



Wie gross ist der Wasserdruck, der am Boden des Abwaschbeckens wirkt?

- a) formal

$$p_s = \rho_w \cdot g \cdot h$$

1 P

- b) numerisch

$$p_s = 0,2 \text{ bar}$$

1 P

- 3.3 Wie gross ist die Kraft, die das Wasser auf den Stopfen ausübt?

- a) formal

$$F_s = p_s \cdot A = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot A$$

1 P

- b) numerisch

$$F_s = 0,2 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 16 \text{ cm}^2 = 3,2 \text{ N}$$

1 P

- 3.4 Wie gross ist die Kraft, mit der man (mindestens) an der Kette ziehen muss, damit der Stopfen angehoben wird und das Wasser ausfliessen kann (nur numerisch)?

1 P

$$\begin{aligned} \underline{F} &= F_S + F_G \\ &= 3,2 \text{ N} + 0,28 \text{ N} \\ &= \underline{3,4 \text{ N}} \end{aligned}$$

4. In einem **Wasserkocher** (Figur 5) werden 1.2 Liter Wasser von 15 °C auf 95 °C erwärmt.

[Tot. 9 P]



Figur 5

- 4.1 Wie gross ist die dafür nötige Wärmemenge?

a) formal

1 P

$$\begin{aligned} \Delta Q &= c \cdot m \cdot \Delta T \\ &= \underline{c \cdot \rho \cdot V \cdot (T_2 - T_1)} \end{aligned}$$

b) numerisch

1 P

$$\begin{aligned} \Delta Q &= 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1,2 \text{ kg} \cdot 80 \text{ K} \\ &= \underline{4,0 \cdot 10^5 \text{ J}} \end{aligned}$$

- 4.2 Dieser Vorgang erfolgt in 4.0 Minuten. Wie gross ist die dem Wasser zugeführte Leistung (nur numerisch)?

1 P

$$\underline{P} = \frac{\Delta Q}{t} = \underline{1,7 \text{ kW}}$$

- 4.3 Gemäss Typenschild hat der Wasserkocher eine Leistung von 2.2 kW. Wie gross ist der Wirkungsgrad (nur numerisch)?

1 P

$$\underline{\eta} = \frac{P}{P_n} = \frac{1,7 \text{ kW}}{2,2 \text{ kW}} = \underline{76\%}$$

- 4.4 Wegen eines Defekts stellt der Wasserkocher beim Erreichen von 95 °C nicht ab, dem Wasser wird deshalb weiter Wärme zugeführt. Berechnen Sie den Zustand, der sich einstellt, wenn nun noch $2.5 \cdot 10^5$ J zugeführt werden (nur numerisch, aber Rechnung begründen).

3 P

$$\Delta T = 5 \text{ K} : \Delta Q = c m \Delta T$$

$$= 25 \text{ kg} \quad 100^\circ \text{C}$$

$$\Delta Q_R = 2,2 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$m_v = \frac{\Delta Q_R}{L_v} = \frac{2,2 \cdot 10^7 \text{ J}}{2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}} = 98 \text{ g}$$

Endzustand = 100 °C ; 1,1 kg Wasser ; 0,1 kg Dampf

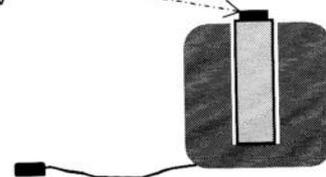
- 4.5 Nach längerem Gebrauch hat sich innen am Boden des Wasserkochers eine Kalkschicht gebildet. Das Erwärmen von Wasser dauert nun länger. Welche Wärmeübertragungsart spielt bei diesem Phänomen die entscheidende Rolle? Begründen Sie Ihre Antwort.

2 P

Wärmeleitung ; Kalk wirkt schlechter als der Plastik / Metallboden des Kochers.

5. Um während einer Autofahrt Nahrung für Kleinkinder zu erwärmen, gibt es **Geräte**, die im Auto an 12 V angeschlossen werden können (Figur 6). Ein solches Gerät hat den Widerstand 0.60Ω .

[Tot. 10 P]



Figur 6

5.1 Wie gross ist der dabei fliessende Strom?

a) formal

$$I = \frac{U}{R}$$

1 P

b) numerisch

$$I = \frac{12V}{0,6\Omega} = 20A$$

1 P

5.2 Wie gross ist die elektrische Leistung des Geräts?

a) formal

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$$

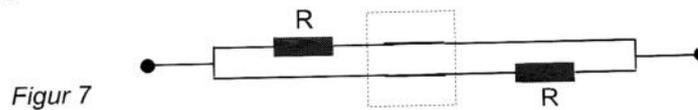
1 P

b) numerisch

$$P = \frac{(12V)^2}{0,6\Omega} = 0,24kW$$

1 P

5.3 Im Gerät sind zwei gleiche elektrische Widerstände R eingebaut. Figur 7 zeigt, wie sie geschaltet sind.



a) Welcher Zusammenhang besteht zwischen R und dem Widerstand $R_G = 0,60 \Omega$ des Geräts?

$$\frac{1}{R_G} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_G = \frac{1}{2}R \Rightarrow R = 2R_G$$

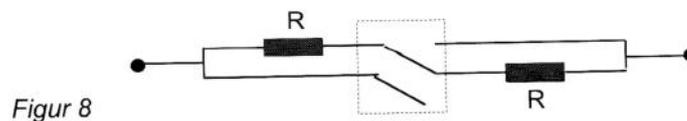
1 P

b) Wie gross ist R (nur numerisches Resultat)?

$$R = 1,2\Omega$$

1 P

5.4 Es gibt Fahrzeuge, bei denen die Spannung 24 V ist. Damit das Gerät auch dort verwendet werden kann, lässt es sich umschalten. Figur 8 zeigt die entsprechende Schaltung.



a) Wie gross ist der Gesamtwiderstand (Ersatzwiderstand) in Figur 8 (nur numerisch)?

$$R_G = 2R = 1,4\Omega$$

1 P

b) Wie gross ist die in Figur 8 erzeugte Leistung, wenn die Schaltung an 24 V angeschlossen wird (nur numerisch)?

$$P = \frac{U^2}{R_G} = \frac{(24V)^2}{1,4\Omega} = 0,24kW$$

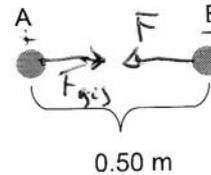
1 P

- 5.5 Was würde geschehen, wenn die Schaltung von *Figur 7* an 24 V angeschlossen würde? Begründen Sie Ihre Antwort, und führen Sie die Formel auf, auf die Sie sich beziehen.

$P = \frac{U^2}{R}$ U doppelt \rightarrow vierfach
 Es würde die 4-fache Leistung verbrauchen.

2 P

6. Zwei gleiche **Metallkugeln** haben den Abstand 0.50 m. Kugel A trägt die Ladung $2.0 \cdot 10^{-7}$ C, Kugel B die (negative!) Ladung $-3.0 \cdot 10^{-7}$ C (*Figur 9*).



[Tot. 9 P]

Figur 9

- 6.1 Was geschieht auf atomarer Ebene, wenn eine Metallkugel positiv geladen wird?

Elektronen werden entfernt.
 Diese sind negativ geladen.
 Es bleibt ein positiver Restladung.

1 P

- 6.2 Zeichnen Sie in *Figur 9* gut sichtbar die Kraft F ein, die Kugel A auf Kugel B ausübt, beschriftet mit F (beachten Sie den Angriffspunkt).

1 P

- 6.3 Berechnen Sie die Grösse der Kraft F (nur numerisch).

2 P

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_A q_B}{r^2}$$

$$= 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-7} C \cdot 3 \cdot 10^{-7} C}{(0,5 - 1)^2}$$

$$= 2,2 mN$$

- 6.4 Zeichnen Sie in *Figur 9* gut sichtbar die Gegenkraft von F ein, beschriftet mit F_{geg} , und ergänzen Sie den folgenden Satz:

Die Gegenkraft F_{geg} ist die Kraft, die ... von B auf A ausgeübt wird.

2 P

6.5 Wir lassen die beiden Kugeln sich berühren. Nun kann Ladung von einer Kugel auf die andere fließen.

a) Beschreiben Sie, was auf atomarer Ebene dabei geschieht.

Elektronen fließen von B auf A.

1 P

b) Die beiden Kugeln sind danach gleich stark geladen. Wie gross ist jeweils die Ladung? Begründen Sie Ihre Antwort.

$$Q = \left(\frac{-3 + 6}{2} \right) \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

$$= -0,15 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

1 P

c) Anschliessend bringen wir die Kugeln wieder auf 0.50 m Abstand. Wie gross ist jetzt die Kraft, die Kugel A auf Kugel B ausübt? Wie ist diese Kraft gerichtet? Begründen Sie Ihre Antwort.

Die Kugeln stoßen sich ab.

$$F = 0,1090 \text{ mN}$$

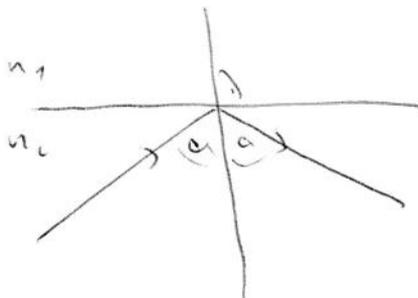
1 P

7. Die Aufgaben 7.1, 7.2 und 7.3 sind voneinander unabhängig.

[Tot. 8 P]

7.1 Bei der Brechung von Licht kann das Phänomen **Totalreflexion** auftreten. Erklären Sie diesen Sachverhalt an einem Beispiel (mit Skizze).

2 P



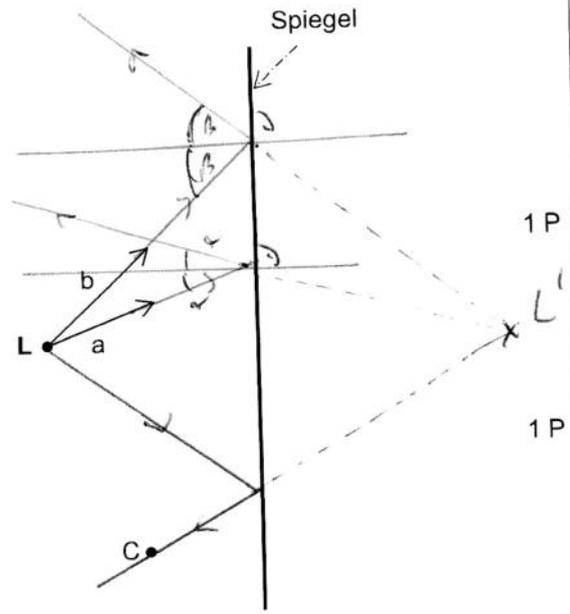
$$n_1 < n_2$$

Beim Übergang von einem opt. dichteren in ein dünneres Medium kann es zu Totalrefl.

Kommen, wenn α grösser als der Grenzwinkel $\sin \alpha_c = \frac{n_1}{n_2}$ wird.

7.2 Vor einem **Spiegel** befindet sich der leuchtende Punkt **L** (Figur 10). Von ihm gehen Lichtstrahlen aus.

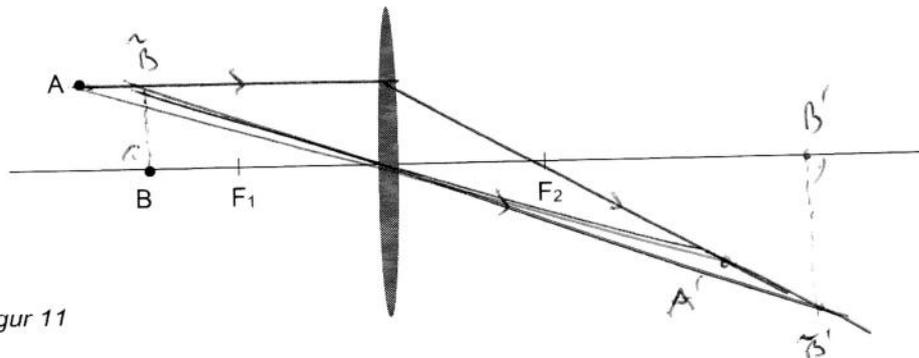
- Zeichnen Sie in *Figur 10* möglichst genau den weiteren Verlauf der Lichtstrahlen **a** und **b** ein.
- Von welchem Punkt scheinen die reflektierten Lichtstrahlen zu kommen? Zeichnen Sie diesen Punkt in *Figur 10* ein, beschriftet mit **L'**.
- Welcher Lichtstrahl, der von **L** ausgeht, erreicht nach der Reflexion den Punkt **C** in *Figur 10*? Beschreiben Sie Ihre Überlegung, und zeichnen Sie diesen Lichtstrahl ein.



Figur 10

Alle von L am Spiegel reflektierte Strahlen scheinen von L' zu kommen. Daher kann man C und L' mit einer Gerade verbinden. Der Schnittpunkt dieser Geraden mit dem Spiegel ist der Ort an dem der tatsächliche Strahl von L reflektiert wird.

7.3 Vor einer **Sammellinse** mit den Brennpunkten F_1 und F_2 befinden sich die Punkte **A** und **B** (Figur 11).



Figur 11

- Zeichnen Sie in *Figur 11* möglichst genau das Bild **A'** ein, welches die Linse von **A** erzeugt.
- Zeichnen Sie in *Figur 11* möglichst genau das Bild **B'** ein, welches die Linse von **B** erzeugt. Beschreiben Sie Ihre Überlegung.

Alle Punkte einer Ebene werden in ein gleiches Bild eben abgebildet. B ist ein Hilfspunkt mit Abstand zur Achse, der mit Parallelstrahl/Brennpunktstrahl und Mittelparallelstrahl abgebildet wird. In seiner Ebene liegt auch das Bild von B auf der Achse.