1. Im Frühling 2010 wurden vom „Touring Club Schweiz TCS" verschiedene, in der Schweiz verkaufte Autoreifen getestet. Besonders wichtig war dabei die Länge des Bremsweges aus 80 km/h auf nasser Fahrbahn. Im Folgenden dürfen Sie annehmen, dass es sich beim Abbremsen um eine gleichmässig verzögerte Bewegung handelt. [Tot. 12 P]

1.1 Beim besten Reifen wurden vom Beginn des Bremsvorgangs bis zum Stillstand des Wagens 40 m zurückgelegt.
Wie gross war dabei die Verzögerung („negative Beschleunigung")?

a) formal 2 P

$$v^2 = 2as + v_0^2 \quad \Big| \; v = 0$$

$$\underline{a = -\frac{v_0^2}{2s}}$$

b) numerisch 1 P

$$\underline{a} = -\frac{(22{,}\bar{2}\,\frac{m}{s})^2}{2\cdot 40\,m} = \underline{-6{,}2\,\frac{m}{s^2}}$$

1.2 Wie lange dauerte dieses Abbremsen?

a) formal 1 P

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\underline{t} = \frac{v - v_0}{a} = \frac{v - v_0}{-\frac{v_0^2}{2s}} = \underline{\frac{2s}{v_0}} \quad \Big| \; v = 0$$

b) numerisch 1 P

$$\underline{t} = \frac{2\cdot 40\,m}{22{,}\bar{2}\,\frac{m}{s}} = \underline{3{,}6\,s}$$

1.3 Der schlechteste Reifen erreichte nur eine Verzögerung von 4.2 m/s^2.
Welche Strecke wurde bis zum Stillstand zurückgelegt (nur numerisch)? 1 P

$$\underline{s} = -\frac{v_0^2}{2a} = -\frac{(22{,}\bar{2}\,\frac{m}{s})^2}{2\cdot(-4{,}2\,\frac{m}{s^2})} = \underline{59\,m}$$

1.4 Das Auto mit den besten Reifen stand, wie erwähnt, nach 40 m still. Welche Geschwindigkeit hatte das Auto mit den schlechtesten Reifen an dieser Stelle noch, d. h. nachdem es bremsend 40 m zurückgelegt hatte?

a) formal **2 P**

$v^2 = 2as + v_0^2 \quad | \; s = 40\,m$

$v = \sqrt{2as + v_0^2}$

b) numerisch (Geben Sie das Resultat sowohl in m/s, als auch in km/h an) **2 P**

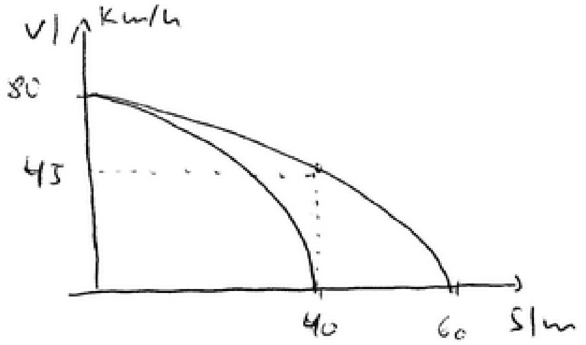
$v = \sqrt{2\cdot(-4{,}2\,\frac{m}{s^2})\cdot 40\,m + (22{,}\bar{2}\,\frac{m}{s})^2}$

$= 12{,}6\,\frac{m}{s} = 13\,\frac{m}{s} = 45\,\frac{km}{h}$

c) Verwenden Sie das Resultat von Frage b) (in km/h), um den folgenden Satz, der diesen Sachverhalt beschreibt, fertig zu stellen: **1 P**

Wo das Auto mit den besten Reifen zum Stillstand gekommen ist, hat das mit den schlechtesten noch eine Geschwindigkeit von 45 km/h, also mehr als die Hälfte der Anfangsgeschwindigkeit.

d) Kommentieren Sie diesen Sachverhalt mit einem Satz. **1 P**



Die Geschwindigkeit nimmt erst am Ende des Bremswegs stark ab. Sie ist also auf den ersten 2/3 des Wegs noch hoch.

Daher ist ein kurzer Bremsweg, also ein gutes Reifen, entscheidend.

2. Reto spielt mit einem grossen, aufgeblasenen Plastikball, einem „Strandball", von 0.80 kg Masse. Nun wirft er ihn mit 12 m/s senkrecht nach oben. [Tot. 8 P]

2.1 Welche maximale Höhe würde der Ball erreichen, wenn kein Luftwiderstand wirken würde? (Tipp: Verwenden Sie den Energiesatz)

a) formal 2 P

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

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

b) numerisch 1 P

$$h = \frac{(12\,\frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2}} = 7{,}3\,m$$

2.2 Wegen des Luftwiderstands fliegt der Ball nur $\overbrace{5.0\text{ m}}^{h'}$ hoch. Ein Teil der anfänglichen Energie geht also in Reibungsarbeit über.

2.2.1 Wie gross ist der Betrag dieser Reibungsarbeit?

a) formal 2 P

$$W_R = E_{Kin} - E_{pot}$$

$$W_R = \frac{1}{2}mv^2 - mgh'$$

b) numerisch 2 P

$$W_R = \frac{1}{2} \cdot 0{,}8\,kg\,(12\,\frac{m}{s})^2 - 0{,}8\,kg \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot 5\,m$$

$$W_R = 18{,}36\,J = 18\,J$$

2.2.2 Wie gross ist die mittlere Reibungskraft (nur numerisch)? 1 P

$W_R = F_R \cdot s = F_R \cdot h'$

$F_R = \frac{W_R}{h'} = \frac{18{,}36\,J}{5m} = 3{,}7\,N$

3. Um ein Seeufer zu stabilisieren, werden quaderförmige Betonplatten verwendet. Diese Platten sind 160 cm lang, 80 cm breit und 30 cm hoch, die Dichte des Betons beträgt 1.6 g/cm^3. [Tot. 10 P]
Der Kran am Seeufer hebt eine Platte vom Lastwagen hoch, dreht zum See hin und senkt die Platte ganz langsam, gleichförmig ab.

3.1 Wie gross ist dabei die Zugkraft im Seil des Krans, wenn die Platte noch in der Luft ist?

a) formal 2 P

$F_s = F_G = mg = \rho_B V g = \rho_B \cdot \ell \cdot b \cdot h \cdot g$

b) numerisch 2 P

$F_s = 1{,}6\frac{g}{cm^3} \cdot 160cm \cdot 80cm \cdot 30cm \cdot 9{,}81\frac{N}{kg}$

$= 6{,}0\,kN$

3.2 Wie ändert sich die Zugkraft im Seil des Krans während des Eintauchens der Platte in den See? Geben Sie eine verbale Antwort mit Begründung. 2 P

Die Zugkraft verringert sich, weil die Platten einen Auftrieb erfahren, der dem Gewicht des von ihnen verdrängten Wassers entspricht (Archimedes)

3.3 Nun ist die Platte vollständig ins Wasser eingetaucht und wird weiter ganz langsam, gleichförmig abgesenkt.

3.3.1 Bei der nachfolgenden Berechnung der Zugkraft im Seil des Krans (Aufgabe 3.3.2) wird der Widerstand der Strömung des Wassers um die Betonplatte <u>nicht</u> berücksichtigt.
Wieso ist das in diesem Fall gerechtfertigt? Geben Sie eine verbale Antwort mit Begründung.

1 P

Strömungswiderstände hängen stark von der Geschwindigkeit ab. Diese ist hier klein, also spielen diese Widerstände keine große Rolle.

3.3.2 Wie gross ist die Zugkraft im Seil des Krans in dieser Phase?

a) formal

2 P

$$F_s = F_G - F_A$$

$$= \rho_B \cdot V \cdot g - \rho_W \cdot V g$$

$$\underline{F_s = (\rho_B - \rho_W) \cdot l \cdot b \cdot h \cdot g}$$

b) numerisch

1 P

$$F_s = \left(1{,}6 \frac{g}{cm^3} - 1 \frac{g}{cm^3}\right) \cdot 160cm \cdot 80cm \cdot 30cm \cdot 9{,}81 \frac{N}{kg}$$

$$\underline{F_s = 2{,}3\,kN}$$

4. Bei der Herstellung eines „Cappuccino“ wird Milch mit Dampf erhitzt: man gibt die dem Kühlschrank entnommene Milch von 5 °C (T_1) in ein Gefäss und leitet mit einer Düse 110 °C (T_2) heissen Wasserdampf in die Milch, bis diese 80 °C (T_3) heiss ist. $T_4 = 100°C$ [Tot. 7 P]

Wie viele Gramm Wasserdampf muss man einleiten, um 160 g Milch so zu erhitzen? Sie dürfen annehmen, dass der eingeleitete Wasserdampf vollständig in der Milch kondensiert und dass keine Wärme an das Gefäss und die Umgebung abgegeben wird. Verwenden Sie für die spezifische Wärmekapazität von Milch den entsprechenden Wert von Wasser, die spezifische Wärmekapazität von Wasserdampf beträgt 1.95 kJ/kgK.

a) formal 4 P

$$\Delta Q_{Milch} = \Delta Q_{Dampf}$$

$$c_M \cdot m_M \cdot \Delta T_M = c_D \cdot m_D \cdot \Delta T_1 + L_V\, m_D + c_W\, m_D\, \Delta T_2$$

$$\Delta T_M = 75\,K \qquad \Delta T_1 = 10\,K\,; \quad \Delta T_2 = 20\,K$$

$$m_D = \frac{c_M \cdot m_M \cdot \Delta T_M}{c_D\, \Delta T_1 + L_V + c_W \cdot \Delta T_2}$$

$$m_D = \frac{c_M \cdot m_M \cdot (T_3 - T_1)}{c_D \cdot (T_2 - T_4) + L_V + c_W \cdot (T_4 - T_3)}$$

b) numerisch 3 P

$$m_D = \frac{4{,}182\,\frac{kJ}{kg\,K} \cdot 0{,}16\,kg \cdot 75\,K}{1{,}95\,\frac{kJ}{kgK} \cdot 10K + 2{,}2 \cdot 10^3\,\frac{kJ}{kg} + 4{,}182\,\frac{kJ}{kgK} \cdot 20K}$$

$$m_D = 22\,g$$

5. Eine sogenannte „Thermosflasche" kann Getränke während längerer Zeit heiss halten. Sie enthält im Innern einen doppelwandigen Glasbehälter. Der Druck der zwischen diesen beiden Wänden eingeschlossenen Luft ist wesentlich kleiner als der normale Luftdruck. Schaut man in eine Thermosflasche hinein, sieht man, dass der Glasbehälter metallisch glänzt, „verspiegelt" ist. [Tot. 6 P]

5.1 Wieso ist der Glasbehälter verspiegelt? Beantworten Sie diese Frage mit ein bis zwei Sätzen. 2 P

Wärmestrahlung ist elektromagnetische Strahlung, die von Metallen reflektiert wird. Die Verspiegelung dient also zur Reduzierung der Wärmeverluste durch diese Übertragungsart.

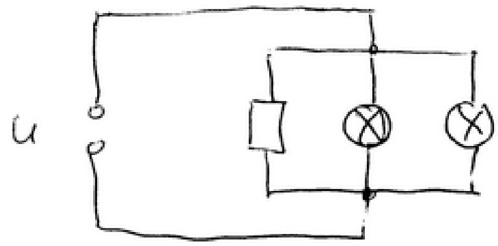
5.2 Wieso wird ein doppelwandiger Glasbehälter verwendet, bei dem der Druck der eingeschlossenen Luft klein ist? Beantworten Sie diese Frage mit zwei bis drei Sätzen. 4 P

Die zweite Wärmeübertragungsart ist die Konvektion in Gasen (oder Flüssigkeiten). Niedriger Druck bedeutet wenig Material (Masse) das strömen kann. Somit wird auch dieser Wärmeverlust reduziert.
Der in der Regel noch vorhandene Styropormantel ~~verhindert~~ reduziert die dritte Übertragungsart, die Wärmeleitung.

6. Angela will einige Bekannte zum Kaffee in ihr Gartenhäuschen einladen. Dort sind Steckdosen mit 230 V Spannung installiert. Der Gesamtstrom kann, wegen der Sicherung, höchstens 6.0 A betragen. [Tot. 10 P]

Zuerst nimmt Angela die Kaffeemaschine mit einer Leistung (gemäss Typenschild) von 1160 W in Betrieb. Ausserdem schaltet sie zwei 40-W-Glühbirnen ein.

6.1 Skizzieren Sie die Schaltung dieser drei Verbraucher mit den korrekten Symbolen, die Kaffeemaschine können Sie als Ohmschen Widerstand ansehen. 2 P



6.2 Wie gross ist der insgesamt fliessende Strom?

a) formal 2 P

$$P_G = P_1 + 2P_2 = U \cdot I$$

$$I = \frac{P_1 + 2P_2}{U}$$

b) numerisch 1 P

$$I = \frac{1160\,W + 2 \cdot 40\,W}{230\,V} = 5{,}4\,A$$

6.3 Im Verlauf des Abends möchte Angela noch weitere 40-W-Glühbirnen in Betrieb nehmen. Wie viele solcher Glühbirnen kann sie noch zusätzlich einschalten, ohne dass die Sicherung durchbrennt (nur numerisch)? 2 P

$$P_{max} = U \cdot I_{max} = 1380\,W$$
$$P_{6.2} = \qquad = 1240\,W$$
$$140\,W$$

Noch drei weiter Glühlampen (120W) dürfte sie einschalten.

6.4 Um das Gartenhäuschen etwas romantischer wirken zu lassen, ersetzt Angela eine der 40-W-Glühbirnen durch eine Kette von acht leuchtenden Schmetterlingen. In dieser Kette werden acht gleiche, in Serie geschaltete Glühbirnchen verwendet, deren Gesamtleistung ist ebenfalls 40 W.
Eine Skizze kann Ihnen helfen!

Berechnen Sie (nur numerisch)

a) - die Leistung in einem dieser Glühbirnchen 1 P

$$\underline{P_i} = \frac{P}{N} = \frac{40\,W}{8} = \underline{5\,W}$$

b) - die Stromstärke in einem dieser Glühbirnchen 1 P

$$\underline{P = U \cdot I} \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{40\,W}{230\,V} = \underline{0{,}17\,A}$$

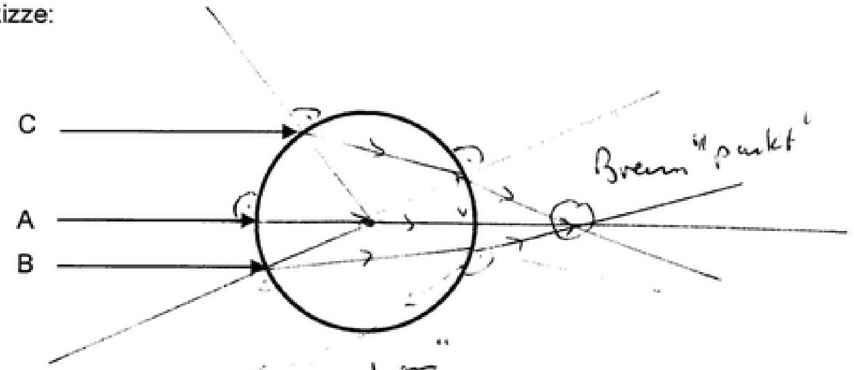
c) - die Spannung an einem dieser Glühbirnchen 1 P

$$\underline{U_i} = \frac{U}{N} = \frac{230\,V}{8} = \underline{29\,V}$$

7. Auf eine Glaskugel fällt ein paralleles Lichtbündel. [Tot. 11 P]

7.1 Unten ist ein Querschnitt durch den Kugelmittelpunkt gezeichnet, sowie drei der einfallenden Lichtstrahlen A, B und C.
Skizzieren Sie sorgfältig den weiteren Verlauf dieser Lichtstrahlen und erklären Sie diesen jeweils kurz.

Skizze: 5 P



Erklärung des Verlaufs: ← "Regenbogen" 4 P

- Strahl A hat gegen das Lot einen Einfallswinkel von 0°, wird also nicht gebrochen, sondern läuft gerade durch

- Strahl B wird zuerst zum Lot (dünn-dicht) gebrochen, dann vom Lot weg (dicht-dünn)

- Strahl C dito, allerdings könnte bei (dicht-dünn) eine Totalreflektion eintreten (Wassertropfen -> Regenbogen)

7.2 Man hört oft von Pflanzenfreunden den Ratschlag „Pflanzen nicht bei Sonnenschein giessen!". Ausgehend vom Resultat von Aufgabe 7.1 kann man sich einen Grund für diesen Ratschlag vorstellen. Welchen? 2 P

Der Wassertropfen wirkt wie eine Sammellinse und kann so die Blätter verbrennen.