

1. Ein **Automobilist** nähert sich einer Ortschaft, deshalb bremst er von 80 km/h ab. [Tot. 10 P]
Dabei beträgt die Verzögerung (= negative Beschleunigung) 2.0 m/s².
- 1.1 Wir betrachten die Situation 3.0 s nach Beginn des Bremsens.
- 1.1.1 Wie gross ist dann seine Geschwindigkeit?
- a) formal $v = at + v_0$ 1 P
- b) numerisch $v = -2 \frac{m}{s^2} \cdot 3s + 80 \frac{km}{h} = 16 \frac{m}{s} = 59 \frac{km}{h}$ 1 P
- 1.1.2 Wie gross ist die während den 3.0 s zurückgelegte Strecke?
- a) formal $s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ 1 P
- b) numerisch $s = -\frac{1}{2} \cdot 2 \frac{m}{s^2} \cdot (3s)^2 + 80 \frac{km}{h} \cdot 3s = 58m$ 1 P
- 1.2 Nach welcher Strecke ist die Geschwindigkeit auf 50 km/h gesunken?
- a) formal $v^2 = 2as + v_0^2$ 1 P
 $s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$
- b) numerisch $s = \frac{(50 \frac{km}{h})^2 - (80 \frac{km}{h})^2}{2 \cdot (-2 \frac{m}{s^2})} = 106m = 0,11km$ 1 P
- 1.3 Wie gross ist die Kraft, die nötig ist, um das Auto der Masse 1.4 t, so wie eingangs beschrieben, abzubremsen (nur numerisch)? 1 P
 $F = ma = -2800N = -2,8kN$
- 1.4 Welche am Auto angreifende, horizontale Kraft bewirkt die bei Aufgabe 1.3 berechnete Kraft? Beschreiben Sie diese Kraft verbal möglichst präzise (Art der Kraft, Angriffspunkt, Richtung). 2 P
Reibungskraft an den Rädern (Kontakt zur Strasse)
entgegengesetzt zur Bewegung.

- 1.5 In der Physik gilt das Prinzip von Actio und Reactio („Wechselwirkungsprinzip“).
 Was besagt dieses Prinzip im Fall der bei Aufgabe 1.4 betrachteten Kraft?

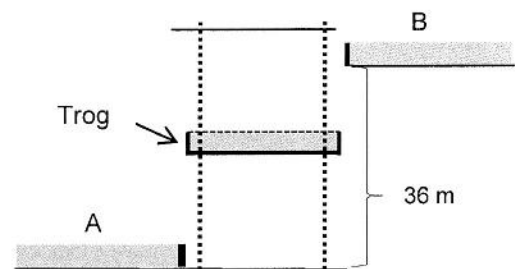
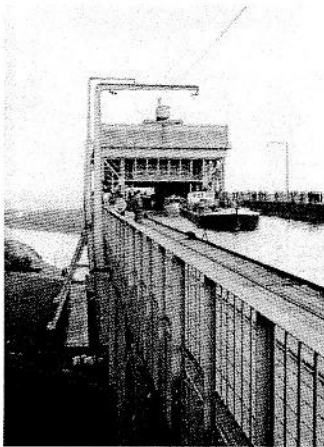
*Auto wirkt mit gegengleichem Kraft auf den
 Asphalt (Untergrund) ein.*

1 P

2. Um für Schiffe eine Verbindung zwischen einem tiefer gelegenen Kanal (A) und einem höher gelegenen (B) zu schaffen, kann ein **Schiffshebewerk** („Lift für Schiffe“) eingesetzt werden (Figur 1). [Tot. 10 P]

Bei *Niederfinow* (Deutschland) kann ein wassergefüllter **Trog** der Masse $4.3 \cdot 10^3$ t um 36 m gehoben werden.

Figur 1



Quelle: <http://www.schiffshebewerkndf.de/altbau.html> (Abfrage 29.06.2015)

- 2.1 Wie gross ist die **Hubarbeit**, wenn der Trog um 36 m gehoben wird?

a) formal

$$W = mgh$$

1 P

b) numerisch

$$W = 4,3 \cdot 10^5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 36 \text{ m} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ J}$$

1 P

- 2.2 Für unten stehende Betrachter sieht der gehobene Trog sehr eindrücklich aus – man denkt unwillkürlich an die schlimmen Folgen eines **Defekts an der Hebevorrichtung**. Welche Geschwindigkeit würde der frei fallende Trog erreichen, wenn er aus 36 m Höhe fiel?

a) formal

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

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

2 P

b) numerisch

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 36 \text{ m}} = 27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 P

- 2.3 Bei diesem Schiffshebwerk wird ein „Gegengewicht“ verwendet: eine Betonmasse von $4.3 \cdot 10^3 \text{ t}$, die sich beim Heben des Troges um 36 m senkt. Wie gross ist in dieser Situation die nötige Arbeit, um den Trog um 36 m zu heben, wenn Reibungskräfte nicht berücksichtigt werden? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage verbal. Zu welchem Resultat kommen Sie?

$$W_{\text{Trog}} + W_{\text{Beto}} = 0$$

$$m_{\text{Trog}} g h - m_{\text{Beto}} g h = 0$$

Es wird keine Arbeit verrichtet, falls alles reibungsfrei abläuft.

2 P

- 2.4 Ein **Schiff** der Masse $1.2 \cdot 10^3 \text{ t}$ soll gehoben werden. Es fährt vom tiefer gelegenen Kanal in den wassergefüllten Trog ein; dabei ändert sich der Wasserstand („Höhe des Wasserspiegels“) im Trog nicht. Wie gross ist das Gewicht des jetzt zu hebenden Trogs mit dem Schiff? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage verbal und führen Sie die Formeln auf, auf die Sie sich beziehen. Zu welchem Resultat kommen Sie?

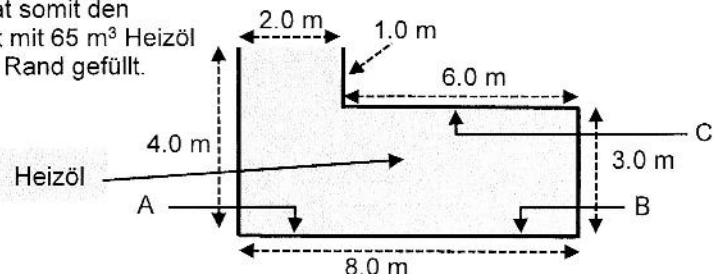
Schiff schwimmt: Auftrieb = Gewicht
 Also verdrängt das Schiff so viel Wasser, wie es wiegt.
 Daher ändert sich das Gewicht insgesamt nicht.
 Nach wie vor wird beim Heben keine Arbeit verrichtet.

3 P

3. Ein 2.5 m breiter **Tank** hat, von vorne gesehen, die in *Figur 2* dargestellte Form. Seine Bodenfläche ist 8.0 m lang und 2.5 m breit, sie hat somit den Flächeninhalt 20 m^2 . Der Tank ist mit 65 m^3 Heizöl der Dichte $8.5 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$ bis zum Rand gefüllt.

Figur 2

[Tot. 9 P]



3.1 Wie gross ist der Flüssigkeitsdruck des Heizöls im Punkt A (Figur 2)?

a) formal

$$p_A = \rho \cdot g \cdot h_1 \quad | \quad h_1 = 4\text{m}$$

1 P

b) numerisch

$$p_A = 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 4\text{m} = \underline{0,34\text{ba}}$$

1 P

3.2 Wie gross ist der Flüssigkeitsdruck des Heizöls im Punkt B (nur numerisch)?

1 P

$$p_B = p_A = \underline{0,34\text{ba}}$$

3.3 Wie gross ist der Flüssigkeitsdruck des Heizöls im Punkt C (nur numerisch)?

1 P

$$p_C = \rho \cdot g \cdot h_2 \quad | \quad h_2 = 1\text{m}$$
$$= \frac{1}{4} p_A = \underline{0,085\text{ba}}$$

3.4 Wie gross ist das Gewicht des Heizöls im Tank (nur numerisch)?

1 P

$$F = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g = \underline{5,15 \cdot 10^5 \text{N}}$$

3.5 Wie gross ist die Kraft, die vom Heizöl auf die Bodenfläche des Tanks ausgeübt wird?

a) formal

1 P

$$F = p_A \cdot A = \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot A$$

b) numerisch

1 P

$$F = 815 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 4\text{m} \cdot 20\text{m}^2 = \underline{6,8 \cdot 10^5 \text{N}}$$

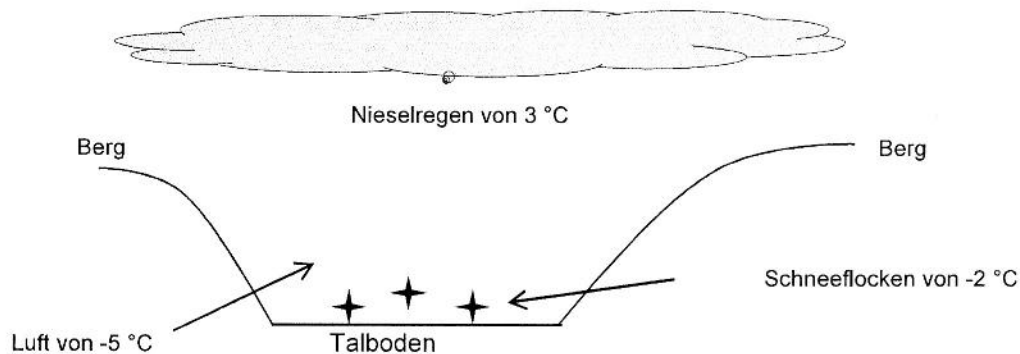
3.6 Vergleichen Sie die Resultate der Aufgaben 3.4 und 3.5 b).
Erklären Sie den Sachverhalt verbal mit zwei bis drei Sätzen.

2 P

"Hydrostatisches Paradoxon"

Die unterschiedlichen Querschnitte wirken wie eine Hebelstange.

4. Nach einer Kälteperiode strömt feuchte, warme Luft in die Schweiz; aus den Wolken fällt feiner Regen („Nieselregen“) von 3 °C. [Tot. 9 P]
In einem Tal befindet sich noch kalte Luft von -5 °C (Figur 3).



Figur 3

Während es auf den Bergen regnet, fällt im Tal Schnee: Schneeflocken von -2 °C erreichen den Talboden.

Hinweis: im Folgenden können Sie für die Schneeflocken die physikalischen Grössen von Eis verwenden..

- 4.1 Wie gross ist die Wärmemenge, die einer Menge von Regentropfchen der Masse 20 g von 3 °C entzogen werden muss, damit daraus Schnee von -2 °C wird?

a) formal

$$\Delta Q = c_w \cdot m \cdot \Delta T_1 + L_f \cdot m + c_E \cdot m \cdot \Delta T_2$$

$$\Delta Q = c_w \cdot m \cdot (T_1 - T_0) + L_f \cdot m + c_E \cdot m \cdot (T_0 - T_2)$$

3 P

b) numerisch

$$\Delta Q = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,02 \text{ kg} \cdot 3 \text{ K} + 3,338 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,02 \text{ kg} + 2200 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,02 \text{ kg} \cdot 2 \text{ K}$$

$$= 710 \text{ kJ}$$

- 4.2 Wohin geht die in Aufgabe 4.1 betrachtete Wärmemenge bei dem in Figur 3 dargestellten Vorgang? Beantworten Sie diese Frage möglichst präzise.

Sie geht in die umgebende Luft über.

1 P

- 4.3 Welchen Einfluss hat dieser Vorgang auf die Luft im Tal (verbale Antwort mit Begründung)?

Die -5 °C kalte Luft erwärmt sich, da sie die Energie der Tröpfchen aufnimmt

1 P

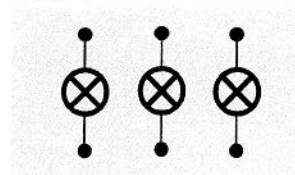
- 4.4 Dieser Vorgang wird in der Meteorologie als „Niederschlagserwärmung“ bezeichnet. Schreiben Sie einen kurzen Text (ein bis zwei Sätze), der als Erklärung des Phänomens „Niederschlagserwärmung“ in einem Geographiebuch verwendet werden könnte.

Niederschlag in Form von Regen erwärmt kalte Luft, indem er ihr seine durch Abkühlung und Erstarrung freigesetzte Wärme zuführt.

2 P

5. Reto hat einen Experimentierkasten erhalten. In diesem sind Versuche mit **Glühbirnen** beschrieben. Drei solche Glühbirnen (Widerstand je $12\ \Omega$) sind auf eine Platte montiert (Figur 4).

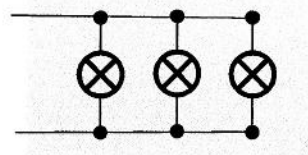
Figur 4



[Tot. 10 P]

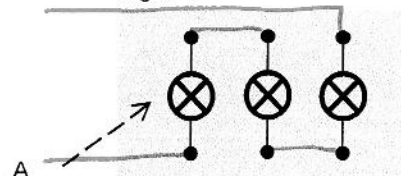
Mit Drähten lassen sich verschiedene Schaltungen erstellen, wie z. B. Figur 5.

Figur 5



- 5.1 Reto schaltet die drei Glühbirnen in Serie und schliesst dann eine 4.5-V-Batterie an.
 Hinweis: Es genügt, wenn Sie die folgenden Berechnungen numerisch ausführen.
- 5.1.1 Skizzieren Sie die entsprechende Schaltung in Figur 6

Figur 6



1 P

- 5.1.2 Berechnen Sie den Gesamtwiderstand dieser Schaltung.

$$R_G = 3R = 36\ \Omega$$

1 P

- 5.1.3 Wie gross ist der Strom, der durch Glühbirnen A (Figur 6) fließt?

$$I = \frac{U}{3R} = \frac{4,5\text{V}}{36\ \Omega} = 0,125\text{A}$$

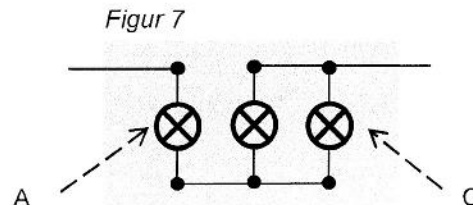
1 P

5.1.4 Wie gross ist die im Glühbirnen A erzeugte Leistung?

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R_G} = \frac{U^2}{3R} = \frac{(4,5V)^2}{36\Omega} = \underline{0,56W}$$

1 P

5.2 Reto baut die folgende Schaltung auf:



Hinweis: Es genügt, wenn Sie die folgenden Berechnungen numerisch ausführen.

5.2.1 Berechnen Sie den Gesamtwiderstand dieser Schaltung.

$$R_G = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R = \underline{18\Omega}$$

2 P

5.2.2 Wie gross ist der Strom, der durch Glühbirnen A (Figur 7) fliesst, wenn diese Schaltung an eine 4.5-V- Batterie angeschlossen wird?

$$I = \frac{U}{R_G} = \frac{4,5V}{18\Omega} = \underline{0,25A}$$

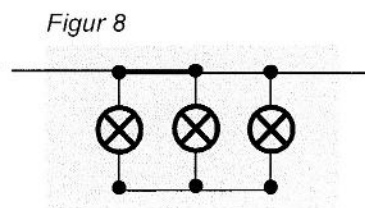
1 P

5.2.3 Wie gross ist der Strom, der durch Glühbirnen C (Figur 7) fliesst, wenn diese Schaltung an eine 4.5-V- Batterie angeschlossen wird?

$$I_C = \frac{1}{2}I_G = \underline{0,125A}$$

1 P

5.3 Mit einem zusätzlichen Drahtstück (———) verändert Reto die Schaltung von Figur 7 leicht, sie sieht nun aus wie in Figur 8 gezeigt.



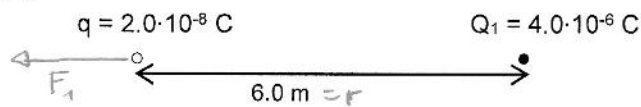
Wieder schliesst er sie danach an eine 4.5-V-Batterie an. Wie leuchten die Glühbirnen jetzt? Begründen Sie Ihre Antwort.

Gar nicht. Kurzschluss.

2 P

6. Eine kleine **Metallkugel** trägt die Ladung $Q_1 = 4.0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Nun platzieren wir die Ladung $q = 2.0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ 6.0 m links von Q_1 (Figur 9). [Tot. 7 P]

Figur 9



- 6.1 Wir betrachten die Kraft F_1 , die von Q_1 auf q ausgeübt wird.

- 6.1.1 Zeichnen Sie F_1 in Figur 9 ein, beschriftet mit F_1 .

1 P

- 6.1.2 Berechnen Sie die Grösse von F_1

- a) formal

1 P

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot Q_1}{r^2}$$

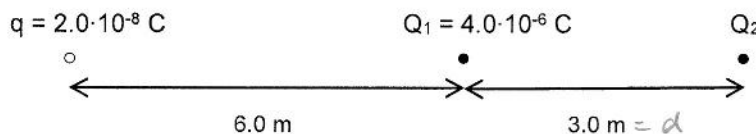
- b) numerisch

1 P

$$F_1 = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}}{36 \text{ m}^2} = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

- 6.2 Wir platzieren 3.0 m rechts von Q_1 die Ladung Q_2 (Figur 10). Wie gross muss Q_2 sein, damit die Ladung q im Gleichgewicht ist?

Figur 10



- 6.2.1 Beschreiben und begründen Sie verbal Ihre Lösungsidee zu dieser Frage. Was lässt sich über das Vorzeichen von Q_2 sagen?

1 P

Die Ladung muss negativ sein, damit die ausgeübte Kraft entgegengesetzt und gleichgross zu F_1 sein kann.

- 6.2.2 Berechnen Sie Q_2

- a) formal

2 P

$$k \cdot \frac{q Q_1}{r^2} = k \cdot \frac{q Q_2}{(r+d)^2}$$

$$Q_2 = \frac{(r+d)^2}{r^2} \cdot Q_1$$

- b) numerisch

1 P

$$Q_2 = \left(\frac{9}{6}\right)^2 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 9,0 \cdot 10^{-6} \text{ C} \quad (\text{negativ})$$

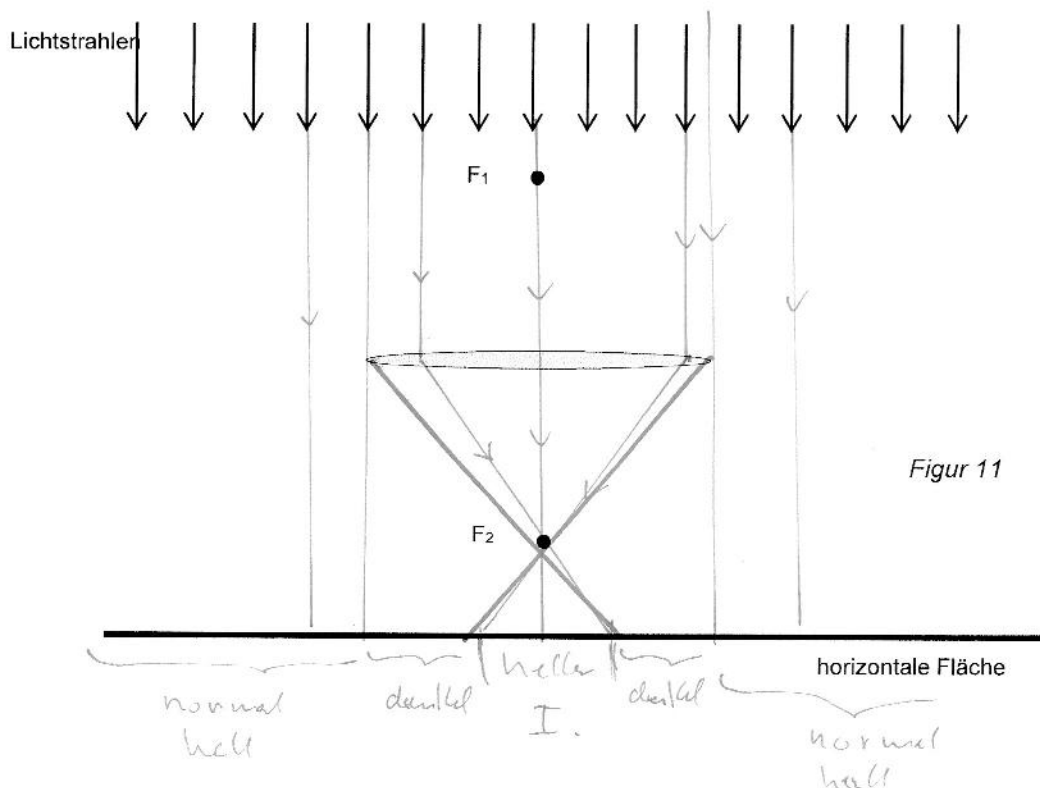
7. Hinweis: die Aufgabe 7.1 ist von 7.2 und 7.3 unabhängig. [Tot. 10 P]

7.1 Schreiben Sie einen kurzen Text, der das **Phänomen „Totalreflexion“** erklärt und in dieser Form in einem Physikbuch verwendet werden könnte (wo tritt das Phänomen auf, wann tritt es auf). Umfang zwei bis drei Sätze und eine Skizze.

3 P

Die Totalreflexion von Licht kann bei einem Übergang von einem optisch dichteren in ein optisch dünneres Medium entstehen.
 Ist der Einfallswinkel größer als der durch $\sin \alpha = \frac{n_{\text{dün}}}{n_{\text{dicht}}}$ gegebene ($n_{\text{dün}}$, n_{dicht} : Brechungsindizes der Medien) so wird das Licht zu 100% (total) gemäß Einfallswinkel = Reflexionswinkel an der Grenzschicht reflektiert.

7.2 Ein Bündel **paralleler Lichtstrahlen** bewegt sich senkrecht von oben auf eine horizontale Fläche zu, in *Figur 11* sind einige dieser Lichtstrahlen eingezeichnet. Vor dieser Fläche befindet sich eine Sammellinse mit den Brennpunkten F_1 und F_2 (*Figur 11*).



- 7.2.1 Skizzieren Sie in *Figur 11* den weiteren Verlauf dieses Lichtbündels bis dessen Strahlen die horizontale Fläche erreichen. Markieren Sie die Bereiche der horizontalen Fläche, in denen Lichtstrahlen auftreffen.

3 P

- 7.2.2 Geben Sie an, ob, und allenfalls welche, Bereiche heller sind als andere. Begründen Sie ihre Lösung kurz.

1 P

Der Bereich F hinter dem Brennpunkt ist heller weil es ihm alle Licht aufhört, das auf die Linse fällt.

- 7.3 Die Linse in *Figur 11* wird durch eine Linse mit kleinerer Brennweite ersetzt (*Figur 12*). Skizzieren Sie wie in Aufgabe 7.2 den weiteren Verlauf des Lichtbündels und markieren Sie die Bereiche der horizontalen Fläche, in denen Lichtstrahlen auftreffen. Was lässt sich über deren Helligkeit sagen?

3 P

