



c12) numerisch

$$\underline{a} = - \frac{(12 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 0,3 \text{m}} = \underline{\underline{-240 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \quad (= -24,5 \text{g})}$$

$$(da h = 24,5 \cdot s)$$

1 P.

c2) Wie gross war die dabei auf den Mann wirkende verzögernde Kraft  $F_v$ ?

c21) formal

$$F_v = ma$$

$$\underline{\underline{F_v = -m \frac{v^2}{2s}}}$$

1 P.

c22) numerisch

$$\underline{\underline{F_v = -70 \text{kg} \frac{(12 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 0,3 \text{m}} = -17 \text{kN}}}$$
$$(= 24,5 \cdot F_G)$$

1 P.

c3) Welche Richtung hatte diese Kraft  $F_v$ ? Begründen Sie Ihre Antwort.

Antwort: Die verzögernde Kraft  $F_v$  wirkte nach oben, weil .....

1 P.

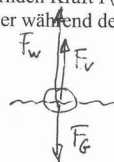
sie die nach unten gerichtete Bewegung abbremsete.

1 P.

c4) Welcher Zusammenhang bestand zwischen dieser verzögernden Kraft  $F_v$ , der Gewichtskraft  $F_G$  des Mannes und der Kraft  $F_w$ , die das Wasser während des Abbremsens auf den Mann ausübte?

c41) formal

$$\underline{\underline{F_v = F_{\text{eff}} = F_w - F_G}}$$



1 P.

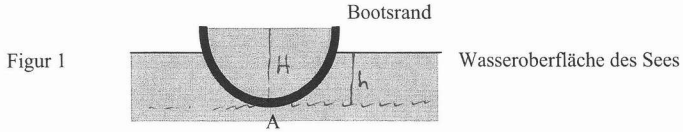
c42) Wie gross war  $F_w$  (nur numerisch)?

$$\underline{\underline{F_w = F_v + F_G = (25,5 \cdot F_G) = 17,5 \text{ kN}}}$$

1 P.

**Aufgabe 2** (6 Punkte)

Nach einem heftigen Sturm mit starkem Regen ist ein hölzernes Boot ganz mit Wasser gefüllt. Nachstehend sehen Sie in Figur 1 einen Querschnitt durch das mit Wasser gefüllte Boot:



Im Punkt A hat es eine Öffnung im Boden des Boots, die mit einem Zapfen verschlossen ist.

a) Nun wird dieser Zapfen entfernt. Strömt danach Wasser durch die Öffnung? Wenn ja, in welcher Richtung?

Antwort: Ja, aus dem Boot heraus.

1 P.

Begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen in korrektem Deutsch.

Der Schweredruck im Innern des Boots an der Öffnung A beträgt  $p_s = \rho g H$   
 Von außen  $p'_s = \rho g h$  }  $p_s < p'_s$ , da  $h < H$

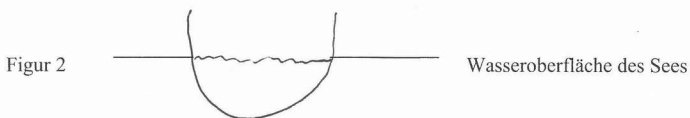
Also wird Wasser aus dem Boot gedrückt.

2 P.

b) Welcher Endzustand stellt sich schliesslich ein?

b1) Zeichnen Sie in Figur 2 das Boot (samt allfälligem Wasser im Innern des Bootes) in diesem Endzustand ein.

$$h = H$$



1 P.

b2) Liegt der Bootsrand in Figur 2 höher, gleich hoch oder tiefer (in Bezug auf die Wasseroberfläche des Sees) als in Figur 1? Begründen Sie Ihre Antwort mit zwei bis drei Sätzen in korrektem Deutsch.

Der Bootsrand liegt höher, weil sich weniger Wasser, also bewirkt, in ihm befindet als vorher.

Es wird also weniger tief in umgebendes Wasser gedrückt.

2 P.

### Aufgabe 3 (9 Punkte)

Eine Druckflasche hat 20 Liter Inhalt und ist mit Heliumgas gefüllt. Sie ist bei 20 °C gelagert, der Druck in der Flasche beträgt 120 bar.

a) Wie viele Mol Helium enthält die Druckflasche?

a1) formal

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT}$$

a2) numerisch

$$n = \frac{120 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 293,15 \text{ K}} = \underline{\underline{99 \text{ mol}}}$$

1 P.

a3) Wie viele Helium-Atome sind das (nur numerisch)?

$$N = n \cdot N_A = \underline{\underline{5,9 \cdot 10^{25}}}$$

3 P.

1 P.

b) Man bringt die Heliumflasche ins Freie und schliesst an ihr die leere Hülle eines Wetterballons an. Anschliessend wird das Ventil der Druckflasche geöffnet, so dass Helium in die Ballonhülle strömen kann. Nach Abschluss des Überströmens ist der Druck in der Ballonhülle 1.0 bar (d. h. gleich gross wie der Luftdruck) und die Temperatur des Heliumgases ist auf 10 °C gesunken.

b1) Auf welches Volumen hat sich das Heliumgas ausgedehnt?

b11) formal

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\underline{\underline{V_2 = \frac{T_2}{T_1} \frac{p_1}{p_2} V_1}}$$

2 P.

b12) numerisch

$$\underline{\underline{V_2 = \frac{283,15 \text{ K}}{293,15 \text{ K}} \cdot \frac{120 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \cdot 20 \text{ l} = 2400 \text{ l}}} = \underline{\underline{2,4 \text{ m}^3}}$$

1 P.

b2) Wie viele Liter Heliumgas befinden sich nun in der Druckflasche (nur numerisch)?

$$\frac{20}{2400} \text{ l} = \underline{\underline{0,0083 \text{ l}}}$$

1 P.

#### Aufgabe 4 (8 Punkte)

Auf dem Tisch liegt ein 60 cm langer, homogener Draht. Wir zerschneiden ihn in drei je 20 cm lange Teilstücke, der Widerstand eines solchen Teilstücks beträgt 8.0 Ω.



a) Nun soll der Widerstand des Drahtes vor dem Zerschneiden bestimmt werden.

a1) Welche Formeln aus den beiliegenden „Formeln und Tafeln“ kann man zur Berechnung verwenden? Geben Sie zwei Möglichkeiten an.

1. Möglichkeit:  $R_G = R_1 + R_2 + R_3 = 3 R_1$

2. Möglichkeit:  $R = \rho \cdot \frac{L}{A} = \frac{\rho}{A} (l_1 + l_2 + l_3) = \frac{\rho}{A} l_1 \cdot 3 = 3 R_1$

1 P.

a2) Wie gross war somit der Widerstand des Drahtes vor dem Zerschneiden?

a21) formal

$$R = 3R_1$$

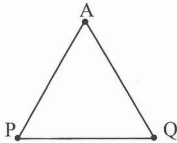
1 P.

a22) numerisch

$$\underline{\underline{R = 24 \Omega}}$$

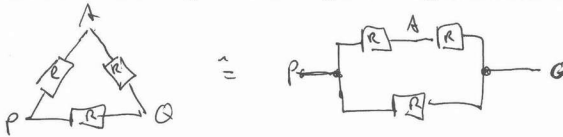
1 P.

b) Nun bilden wir aus den drei je 20 cm langen Teilstücken ein gleichseitiges Dreieck:



Nun soll der Widerstand, gemessen zwischen den Punkten P und Q, bestimmt werden.

b1) Beschreiben Sie Ihr Vorgehen zur Lösung dieser Aufgabe in ein bis zwei Sätzen.



Das Dreieck ist eine Parallelschaltung, deren eine Ast aus einer Serienschaltung besteht.

2 P.

b2) Wie gross ist somit der zwischen P und Q gemessene Widerstand?

b21) formal

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

$$\frac{1}{R_G} = \frac{3}{2R}$$

$$\underline{\underline{R_G = \frac{2}{3} R}}$$

2 P.

b22) numerisch

$$\underline{\underline{R_G = \frac{2}{3} \cdot 8 \Omega = \frac{16}{3} \Omega = 5,3 \Omega}}$$

1 P.

### Aufgabe 5 (10 Punkte)

Hinweis: Für das Lösen dieser Aufgabe möchten wir Ihnen die grundlegende Definition der elektrischen Spannung in Erinnerung rufen:  $U = \frac{W}{Q}$ . Sie können diese Definition zusätzlich zu den Beziehungen aus „Formeln und Tafeln“ verwenden.

Ende 2011 soll ein neues Auto mit Elektroantrieb auf den Markt kommen. Dessen Batterie kann maximal 36 kWh Energie speichern, die Spannung der Batterie beträgt 60 V. Im Folgenden nehmen wir an, dass diese Batterie bei Fahrtbeginn vollständig geladen ist.

a) Wie gross ist die in der Batterie gespeicherte Ladung?

a1) formal

$$Q = W : U$$

$$Q = \frac{W}{U}$$

1 P.

a2) numerisch

$$\underline{Q} = 36 \cdot 10^3 \text{ Wh} : 3600 \text{ s} : 60 \text{ V} = \underline{2,2 \text{ MC}}$$

2 P.

b) Bei 60 V Spannung hat der Antriebsmotor des Autos eine maximale Leistung von 111 kW.

b1) Wie gross ist der maximal fliessende Strom im Antriebsmotor?

b11) formal

$$P = U \cdot I$$

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

1 P.

b12) numerisch

$$\underline{I} = \frac{111 \cdot 10^3 \text{ W}}{60 \text{ V}} = 1850 \text{ A} = \underline{1,85 \text{ kA}} = \underline{1,9 \text{ kA}}$$

1 P.

b2) Wie lang kann die maximale Leistung erbracht werden bis die Batterie vollständig entladen ist?

b21) formal

$$P = \frac{W}{t}$$

$$\underline{t} = \frac{W}{P}$$

1 P.

b22) numerisch (Resultat in Minuten angeben)

$$\underline{t} = \frac{36 \cdot 10^3 \text{ Wh} \cdot 60 \text{ min}}{111 \cdot 10^3 \text{ W}} = \underline{19 \text{ min}}$$

1 P.

c) Der Hersteller gibt an, dass das Auto die grösste Distanz zurücklegt (bis die Batterie leer ist), wenn es mit der konstanten Geschwindigkeit 90 km/h fährt. Diese Distanz wird als „maximale Reichweite“ bezeichnet. Bei dieser Geschwindigkeit leistet der Motor 27 kW.

c1) Wie lange kann das Auto mit dieser Geschwindigkeit fahren?

c11) formal

$$t = \frac{W}{P}$$

1 P.

c12) numerisch

$$t = \frac{36 \cdot 10^3 \text{ Wh}}{27 \cdot 10^3 \text{ W}} = \frac{4}{3} \text{ h} = \underline{\underline{80 \text{ min}}}$$

1 P.

c2) Wie gross ist somit die maximale Reichweite dieses Autos (nur numerisch)?

$$v = \frac{s}{t}$$

$$\underline{\underline{s = v \cdot t = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{4}{3} \text{ h} = 120 \text{ km}}}$$

1 P.

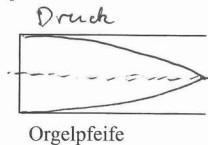
### Aufgabe 6 (11 Punkte)

Wenn Sie in eine leere Flasche Wasser laufen lassen, werden die Töne des plätschernden Wassers umso höher, je mehr sich die Flasche mit Wasser füllt.

Zu diesem Phänomen sollen Sie einige Fragen beantworten.

a) Betrachten Sie zunächst eine Orgelpfeife. Erklären Sie, wie bei einem Rohr, das an einem Ende verschlossen ist, verschieden hohe Töne entstehen können. Es genügt, wenn Sie das für zwei verschieden hohe Töne durchführen. Ergänzen Sie die nachstehenden Skizzen und schreiben Sie jeweils ein bis zwei erläuternde Sätze.

1. Ton



$$\frac{\lambda}{4} = s$$

$$c_0 = \lambda f$$

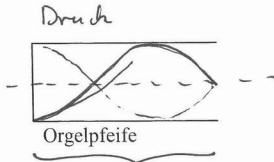
$$\lambda = 4s$$

$$f = \frac{c_0}{\lambda} = \frac{c_0}{4s} = \frac{1}{4} \frac{c_0}{s} = f_0$$

$$\underline{\underline{f_1 = \frac{1}{4} f_0}}$$



2. Ton



$$\frac{3}{4}\lambda = s$$

$$\lambda = \frac{4}{3}s$$

$$f = \frac{c_0}{\lambda} = \frac{c_0}{\frac{4}{3}s} = \frac{3}{4} \frac{c_0}{s}$$

$$f_2 = \frac{3}{4} f_0$$

b) Erklären Sie nun, unter Verwendung von Aufgabe a), das zu Beginn dieser Aufgabe auf Seite 9 beschriebene Phänomen des höher werdenden Plätschertons mit zwei bis drei Sätzen.

Beim Einfüllen des Wassers verkleinert sich  $s$ ,  
somit erhöht sich  $f \propto \frac{1}{s}$ .

Der Ton der Flasche entsteht durch Mischung von  
Grund- und Obertönen, die aber alle höher werden,  
wenn der Wasserspiegel steigt.

3 P.

c) Welches ist die Frequenz des tiefsten Tons, der entsteht, wenn die Luftsäule in der Flasche 15 cm hoch ist? Die Schallgeschwindigkeit in der Luft beträgt 340 m/s.

c1) formal

$$\underline{\underline{f = \frac{1}{4} \frac{c_0}{s}}}$$

2 P.

c2) numerisch

$$f = \frac{1}{4} \frac{c_0}{s} = \frac{1}{4} \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,15 \text{ m}} = \underline{\underline{0,57 \text{ kHz}}}$$

1 P.

**Aufgabe 7 (6 Punkte)**

a) Was versteht man unter der „De-Broglie-Wellenlänge“? Beantworten Sie diese Frage mit ein bis zwei aussagekräftigen Sätzen in korrektem Deutsch

Jedem Körper der Masse  $m$  kann eine Wellenlänge zugeordnet werden, die von seinem Impuls  $p = m \cdot v$

abhängt:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$h$ : Plancksches

Wirkungsquantum

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

3 P.

b) Nennen Sie einen Grund, bzw. einen experimentellen Befund, der zu dem Konzept der „De-Broglie-Wellenlänge“ führte. Erläutern Sie anschliessend Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen und eventuell einer Skizze.

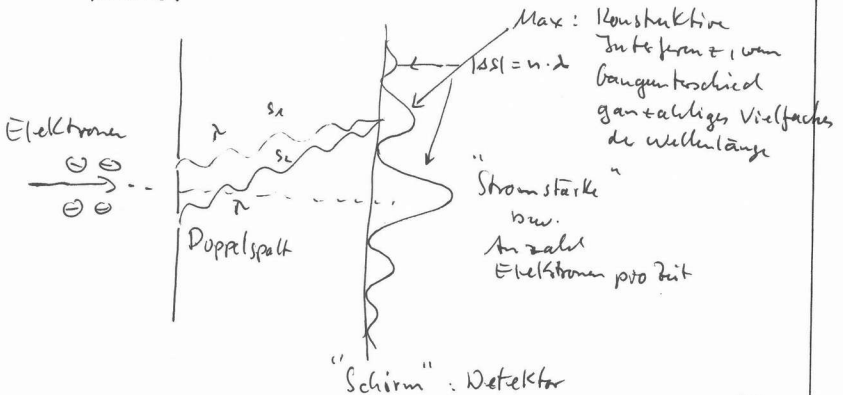
b1) Grund, bzw. experimenteller Befund

Doppelspaltexperiment mit Elektronen

1 P.

b2) Die bei b1) gegebene Antwort führte zu dem Konzept der „De-Broglie-Wellenlänge“ weil

Interferenzmuster nur bei Wellen entstehen können.



2 P.