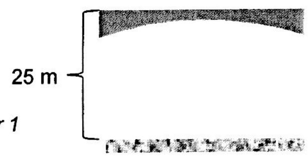
1. Chris lässt einen Stein mit Masse 0.40 kg von einer 25 m hohen **Brücke** in den darunter fliessenden Fluss fallen (*Figur 1*).
Diesen Vorgang kann man als freien Fall betrachten. [Tot. 10 P]



Figur 1

1.1 Nach welcher Zeit schlägt der Stein im Fluss auf?

a) formal

$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \quad | \; v_0 = 0\,;\; s = h\,;\; a = g$

$\underline{t = \sqrt{\frac{2h}{g}}}$

1 P

b) numerisch

$\underline{t} = \sqrt{\frac{2\cdot 25\,m}{10\,\frac{m}{s^2}}} = \underline{2{,}2\,s}$

1 P

1.2 Mit welcher Geschwindigkeit schlägt der Stein im Fluss auf?

a) formal

$v^2 = 2gh \; + (v_0^2)$

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

1 P

b) numerisch

$\underline{v} = \sqrt{2\cdot 10\,\frac{m}{s^2}\cdot 25\,m} = \underline{22\,\frac{m}{s}}$

1 P

1.3 Wie heisst die Kraft F, die den Stein beschleunigt? Wie gross ist sie (nur numerisch)?

Gewichtskraft; $F = mg = \underline{4{,}0\,N}$

1 P

1.4 Welches ist die Gegenkraft von F? Wo greift sie an?

Die Kraft, mit der der Stein die Erde anzieht.
Sie greift im Erdmittelpunkt an.

1.5 P

1.5 Chris möchte einen Stein so werfen, dass er nach 1.8 s im Fluss aufschlägt.
Mit welcher Geschwindigkeit muss er ihn nach unten werfen (nur numerisch)?

2 P

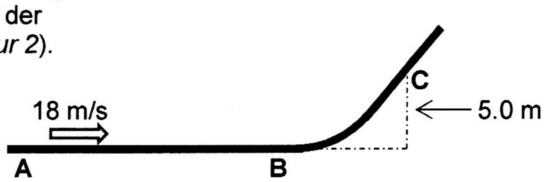
$h = \frac{1}{2}gt^2 + v_0 t$

$\underline{v_0} = \frac{2h - gt^2}{t} = \frac{2\cdot 25\,m - 10\,\frac{m}{s^2}\cdot(1{,}8\,s)^2}{1{,}8\,s} = \underline{9{,}8\,\frac{m}{s}}$

1.6 Bei dem in Aufgabe 1.5 betrachteten Vorgang bewegt sich der Stein während 1.8 s im freien Fall nach unten. Um wie viel nimmt dabei seine Geschwindigkeit zu (nur numerisch)? Hinweis: Sie können diese Frage beantworten, ohne das Resultat von Aufgabe 1.5 zu verwenden. 1.5 P

$a = g = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \underline{\Delta v} = g \cdot \Delta t = 10 \frac{m}{s^2} \cdot 1{,}8 s = \underline{18 \frac{m}{s}}$

2. Bei einer **Achterbahn** rollt ein Wagen (Masse 0.68 t) mit 18 m/s auf der horizontalen Strecke **AB** (*Figur 2*). [Tot. 10 P]



Figur 2

2.1 Wie gross ist seine kinetische Energie?

a) formal 1 P

$\underline{E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2}$

b) numerisch 1 P

$\underline{E_{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 680 kg \left(18 \frac{m}{s}\right)^2 = \underline{98 kJ}$

2.2 Danach rollt der Wagen reibungsfrei von **B** zum 5.0 m höher gelegenen Punkt **C** hinauf (*Figur 2*). Wie gross ist seine Geschwindigkeit im Punkt **C**?
Diese Frage lässt sich unter Verwendung des Begriffs 'Energie' beantworten.

a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen. 1 P

Reibungsfrei: abg. System, Energieerhaltung
$E_{kin} \rightarrow E_{pot}$

b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit im Punkt **C** formal. Gehen Sie dabei von Ihren Überlegungen bei a) aus. 2 P

$E_{kin,AB} = E_{kin,C} + E_{pot,C}$

$\frac{1}{2} m v_{AB}^2 = \frac{1}{2} m v_C^2 + mgh$

$\underline{v_C = \sqrt{v_{AB}^2 - 2gh}}$

c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit im Punkt **C** numerisch. 1 P

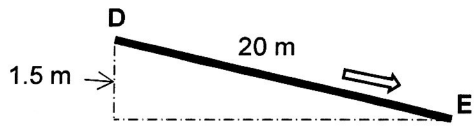
$v_C = \sqrt{(18\frac{m}{s})^2 - 2 \cdot 10\frac{m}{s^2} \cdot 5m}$

$= 15\frac{m}{s}$

2.3 Gegen Ende der Fahrt rollt der Wagen (Masse 0.68 t) mit gleich bleibender Geschwindigkeit vom Punkt **D** zum Punkt **E** hinunter (*Figur 3*).

Wie gross ist die dabei in Schienenrichtung wirkende bremsende Kraft F_R?

Diese Frage lässt sich unter Verwendung des Begriffs 'Energie' beantworten.



Figur 3

a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen. Wieso spielt für das gesuchte Resultat die (gleich bleibende!) Geschwindigkeit keine Rolle? 2 P

E_{kin} ist konst.
E_{pot} wird klein → Reibungsarbeit W_R
$W_R = F_R \cdot s$

b) Berechnen Sie numerisch die bremsende Kraft F_R. 2 P

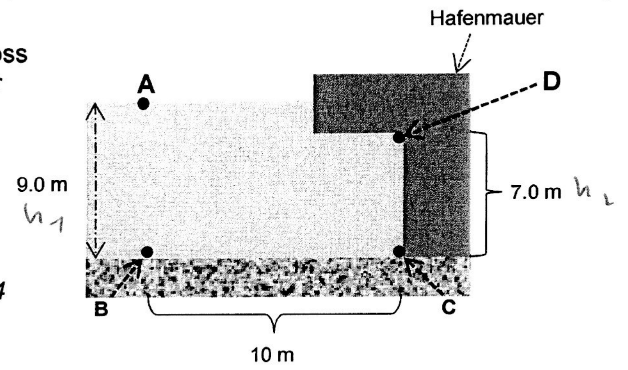
$mgh = F_R \cdot s$

$F_R = \frac{mgh}{s} = \frac{680kg \cdot 10\frac{m}{s^2} \cdot 1.5m}{20m}$

$= 0,51 kN$

3. Ein **Taucher** soll den Zustand einer Hafenmauer untersuchen. [Tot. 9 P]

Er fährt deshalb auf einem Floss zur Stelle **A**, wo er ins Wasser gleitet (*Figur 4*).



Figur 4

3.1 Zuerst taucht der Taucher von **A** nach **B** hinunter. Wie gross ist der Wasserdruck an der Stelle **B**?

a) formal

$p_S = \rho \cdot g \cdot h_1$ 1 P

b) numerisch

$p_S = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 10 \frac{N}{kg} \cdot 9\,m = \underline{0{,}90\ bar}$ 1 P

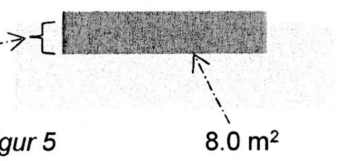
3.2 Anschliessend bewegt sich der Taucher von **B** aus 10 m nach rechts zur Stelle **C** am Fuss der Hafenmauer (*Figur 4*). Wie gross ist dort der Wasserdruck (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

h ist konst, also auch p. 1 P

3.3 Zuletzt inspiziert der Taucher die Stelle **D** (*Figur 4*). Wie gross ist dort der Wasserdruck (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

$p_S = \rho g (h_1 - h_2) = \underline{0{,}20\ bar}$ 1 P

3.4 Der Taucher benutzte zur Fahrt nach **A** ein quaderförmiges Floss mit 8.0 m² Grundfläche. *Figur 5* zeigt dieses Floss während des Tauchgangs des Tauchers, es taucht 20 cm tief ins Wasser ein.



Figur 5

Wie gross ist die Masse des Flosses?

a) Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zur Beantwortung dieser Frage.

Auftrieb entspricht dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit (Archimedes) 1 P

b) Berechnen Sie die Masse formal. 1 P

$F_A = F_G = \rho_W \cdot A \cdot h \cdot g = m g$

$m = \rho_W A h$

c) Berechnen Sie die Masse numerisch. 1 P

$m = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 8 m^2 \cdot 0{,}2 m = 16\,kg$

$= 1{,}6 t$

3.5 Nach dem Tauchgang klettert der Taucher (Masse 90 kg) wieder auf das Floss. Wie tief taucht das Floss danach ins Wasser ein (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? 2 P

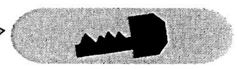
$h_2 = \frac{m_T}{A \cdot \rho} = \frac{90\,kg}{8 m^2 \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}} = 1{,}1 cm$

oder: $1{,}6 t \hat{=} 20 cm$
$90 kg \hat{=} 1{,}1 cm$

4. Hinweis: Die Aufgaben 4.1, 4.2 und 4.3 sind voneinander unabhängig. [Tot. 9 P]

4.1 Chris versteckte den Schlüssel seines Haustresors im Tiefkühlfach seines Kühlschranks.

Als er einige Monate später den Tresor öffnen will, steckt der Schlüssel in einem **Eisblock** von 0.20 kg Masse (*Figur 6*). Um an den Schlüssel zu kommen, legt er den Eisblock der Temperatur -18 °C in einen Plastikkübel und giesst Wasser der Temperatur 98 °C darüber.



Figur 6

Wie viel Wasser von 98 °C ist nötig, um den Eisblock zu schmelzen? (Sie dürfen den Schlüssel bei dieser Berechnung ausser Acht lassen, da sein Einfluss gering ist.)

a) Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zur Beantwortung dieser Frage. 1 P

Es wird Wärme (Energie) benötigt für das Erwärmen von -18°C → 0°C und das Schmelzen.

b) Berechnen Sie die gesuchte Masse formal. 2 P

$\Delta Q = c_E m_E \Delta T_E + L_f m_E = c_W \cdot m_W \Delta T_W$

$m_W = \frac{c_E m_E (T_0 - T_E) + L_f m_E}{c_W (T_{98} - T_0)}$

c) Berechnen Sie die gesuchte Masse numerisch. 2 P

$$m_w = \frac{2100\,\frac{J}{kgK}\cdot 0{,}2\,kg\cdot 18\,K + 3{,}338\cdot 10^5\,J/kg\cdot 0{,}2\,kg}{4180\,\frac{J}{kgK}\cdot 98\,K}$$

$$= \underline{0{,}18\,kg}$$

4.2 Um wie viel ändert sich das Volumen von 0.20 kg Eis (Dichte 0.92 g/cm³), wenn es schmilzt (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? 2 P

$$\underline{\Delta V} = \frac{m_E}{\rho_E} - \frac{m_E}{\rho_W} = m_E\left(\frac{1}{\rho_E} - \frac{1}{\rho_W}\right)$$

$$= 0{,}2\,kg\cdot\left(\frac{1}{0{,}92\,kg/dm^3} - \frac{1}{1\,kg/dm^3}\right) = \underline{0{,}017\,dm^3}$$

4.3 Einleitend wurde gesagt, dass Chris den Eisblock der Temperatur -18 °C in einen Plastikkübel legt und Wasser der Temperatur 98 °C darüber giesst.

Bei Aufgabe 4.1 wurde die Wassermenge betrachtet, die nötig ist, um das Eis zu schmelzen.

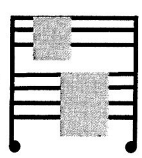
Bei diesem Vorgang wird zusätzlich eine Wärmemenge von 4.8 kJ an die Umgebung abgegeben. Deshalb muss Chris mehr Wasser von 98 °C in den Plastikkübel giessen, als bei Aufgabe 4.1 berechnet. Wie gross ist die zusätzlich benötigte Wassermenge (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? 2 P

$$\Delta Q = c\,m\,\Delta T$$

$$\underline{m} = \frac{\Delta Q}{c\,\Delta T} = \frac{4{,}8\,kJ}{4180\,\frac{J}{kgK}\,98\,K} = \underline{0{,}012\,kg}$$

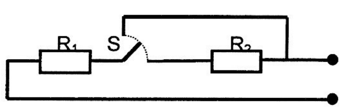
5. Für Badezimmer gibt es **Handtuchhalter** (*Figur 7*), in denen eine elektrische Heizung eingebaut ist, damit aufgehängte Handtücher schneller trocknen. [Tot. 10 P]

Figur 7



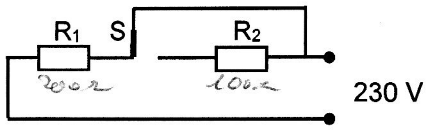
Die elektrische Heizung ist an 230 V angeschlossen und besteht aus zwei Heizelementen mit den Widerständen R_1 = 0.20 kΩ und R_2 = 0.10 kΩ sowie einem Schalter S.

Figur 8 zeigt die elektrische Schaltung.



Figur 8

5.1 *Figur 9* zeigt eine mögliche Stellung des Schalters S.
Wie gross ist der fliessende Strom, wenn diese Schaltung an 230 V angeschlossen wird?



Figur 9

a) formal

$$I = \frac{U}{R_1}$$

1 P

b) numerisch

$$I = \frac{230\,V}{200\,\Omega} = 1,2\,A$$

1 P

5.2 Wie gross ist die Leistung, die in *Figur 9* produziert wird?

a) formal

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R_1}$$

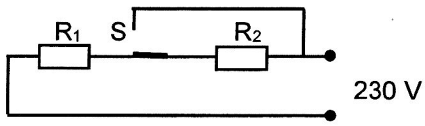
1 P

b) numerisch

$$P = \frac{(230\,V)^2}{200\,\Omega} = 0,26\,kW$$

1 P

5.3 *Figur 10* zeigt eine andere Schalterstellung.
Wie gross ist die Leistung, die in dieser Schaltung produziert wird, wenn sie an 230 V angeschlossen wird?



Figur 10

a) formal

$$P = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$$

1 P

b) numerisch

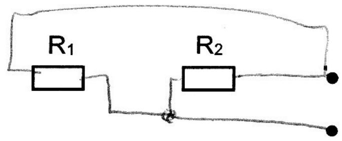
$$P = \frac{(230\,V)^2}{300\,\Omega} = 0,18\,kW$$

1 P

5.4 Der Handtuchhalter kann auch eingesetzt werden, um das Badezimmer kurzfristig zu heizen. Um die grösstmögliche Wirkung zu erzielen, müssen die Heizelemente auf eine bestimmte Art geschaltet werden.

a) Skizzieren Sie die entsprechende Schaltung in *Figur 11*, und begründen Sie Ihre Lösung. Es genügt, in *Figur 11* die nötigen Leiter («Drähte») einzuzeichnen; den Schalter S dürfen Sie weglassen. 2 P

Parallelschaltung



Figur 11

b) Wie gross ist die Leistung, die maximal erzugt werden kann (nur numerisch)? 2 P

$P = \frac{U^2}{R_1} + \frac{U^2}{R_2} = \frac{(230\,V)^2}{100\,\Omega} + \frac{(230\,V)^2}{200\,\Omega} = 0{,}78\,kW$

6. Um auf Bergtouren sein Mobiltelefon aufladen zu können, hat sich Chris eine wiederaufladbare **Batterie** («Powerbank») gekauft. [Tot. 7 P]
Auf ihr findet er die Angaben «5.0 V» und «$1.8 \cdot 10^5$ J».

6.1 Anstelle von J wird für Energie oft die Einheit kWh verwendet.
Wie vielen kWh entsprechen $1.8 \cdot 10^5$ J? 1 P

$1\,kWh = 1000\,W \cdot 3600\,s = 3{,}6 \cdot 10^6\,J$

$1{,}8 \cdot 10^5\,J = 0{,}050\,kWh$

6.2 Wie lange kann man dieser Batterie 11 W entnehmen, wenn sie zu Beginn vollständig geladen ist (nur numerisch)? 1 P

$E = P \cdot t$

$t = \frac{E}{P} = \frac{1{,}8 \cdot 10^5\,J}{11\,W} = 4{,}5\,h$

6.3 Wie gross ist der fliessende Strom, wenn der Batterie 11 W entnommen wird (nur numerisch)? 1 P

$I = \frac{P}{U} = \frac{11\,W}{5\,V} = 2{,}2\,A$

6.4 Wie gross ist die Ladung, die in der vollständig geladenen Batterie gespeichert ist? Hinweis: Sie können diese Frage beantworten, indem Sie auf die Aufgaben 6.2 und 6.3 zurückgreifen (nur numerisch, aber Rechnung begründen). 2 P

$$\underline{Q} = I \cdot t = \frac{E}{U} = \frac{1.8 \cdot 10^5 J}{5V} = \underline{36 kC}$$

6.5 Auf der Batterie steht: «Vorsicht! Nicht kurzschliessen!»

a) Erklären Sie anschaulich, was man <u>nicht</u> tun darf. 1 P

Direkt die Pole verbinden.

b) Erklären Sie, wieso «kurzschliessen» gefährlich ist. 1 P

Sehr großer Strom → Wärme → Batterie explodiert.

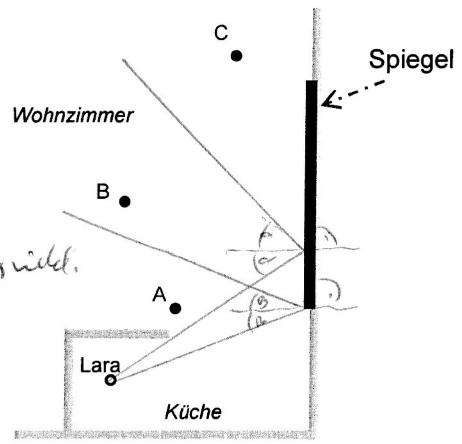
7. Hinweis: Die Aufgaben 7.1, 7.2 und 7.3 sind voneinander unabhängig. [Tot. 10 P]

7.1 Lara hat Gäste zu sich nach Hause eingeladen. Während sie sich in der Küche befindet, halten sich ihre Gäste A, B und C im Wohnzimmer auf (*Figur 12*). 2 P

Welche Gäste kann Lara sehen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Einfallswinkel = Reflexionswinkel.

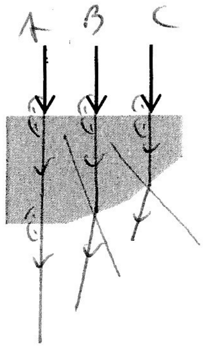
<u>nur B</u>



Figur 12 (von oben gesehen)

7.2 Drei parallele Lichtstrahlen treffen auf einen **Glaskörper** (*Figur 13*).
Skizzieren Sie den weiteren Verlauf dieser Lichtstrahlen möglichst genau, und begründen Sie Ihre Lösung. **3 P**

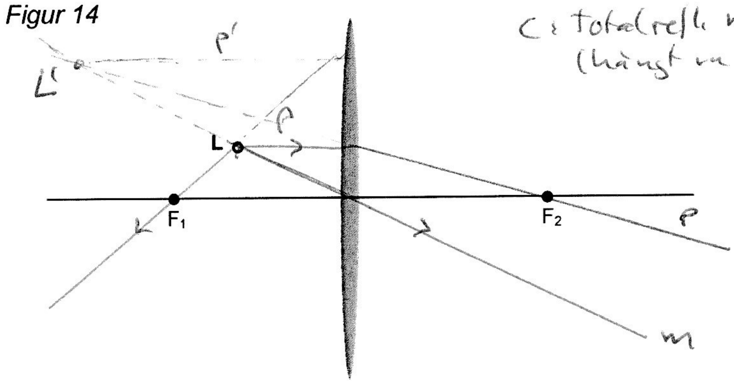
Figur 13



Eintritt (A, B, C) Winkel gegen Lot ist 0°
also kein Brechung.
Austritt A:
genauso
B, C: Brechung
vom Lot weg,
je grösser Einf.-Winkel
je u Brechung.
C: Totalreflexion möglich
(hängt von n ab)

7.3 Vor einer **Sammellinse** mit den Brennpunkten F_1 und F_2 befindet sich der leuchtende Punkt **L** (*Figur 14*).

Figur 14



Vom Punkt **L** gehen Lichtstrahlen aus. Zeichnen Sie in *Figur 14* folgende Lichtstrahlen und ihren Weg durch die Linse ein:

a) den Mittelpunktstrahl, beschriftet mit m. **1 P**

b) den Parallelstrahl, beschriftet mit p. Begründen Sie Ihre Lösung. **1 P**

Parallelstrahl durchläuft die Linse und wird zum Brennpunktstrahl.

c) den Brennstrahl, beschriftet mit b. Begründen Sie Ihre Lösung. **1 P**

Da $g < f$ läuft der Brennstrahl von der Linse weg

d) Die Sammellinse erzeugt ein Bild von **L**. Zeichnen Sie es ein (beschriftet mit L'), und begründen Sie Ihre Lösung. **2 P**

p und m treffen sich im virtuellen Bild L'.
b verlängert zu Linse wird zum virt. Parallelstrahl p'.