

1. Lara und Nils schauen von einer **Brücke** hinunter.  
32 Meter unter ihnen fliesst ein kleiner Fluss. [Tot. 11 P]

1.1 Lara lässt einen Stein nach unten fallen.

1.1.1 Nach welcher Zeit erreicht er die Wasseroberfläche des Flusses?

a) formal

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

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

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

2 P

b) numerisch

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 32 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 2,6 \text{ s}$$

1 P

1.1.2 Wie gross ist die Geschwindigkeit des Steins beim Aufprall?

a) formal

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

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

1 P

b) numerisch

$$v = \sqrt{2 \cdot 32 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 P

1.2 Nils möchte einen Stein so hinunter werfen, dass dieser die Wasseroberfläche nach 2.0 Sekunden erreicht.

1.2.1 Mit welcher Geschwindigkeit muss Nils den Stein nach unten werfen?

a) formal

$$h = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t$$

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

2 P

b) numerisch

$$v = \frac{32 \text{ m}}{2 \text{ s}} - \frac{1}{2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ s} = 6,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1 P

- 1.2.2 Mit welcher Geschwindigkeit trifft der von Nils geworfene Stein auf der Wasseroberfläche auf (nur numerisch)?

1 P

$$v = \sqrt{2gh + v_0^2} = \underline{26 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

- 1.3 Nun möchte Nils, dass ein Stein erst nach 3.0 Sekunden auf der Wasseroberfläche auftrifft. Er fragt Lara, ob dies möglich sei. Dies sei schon möglich, antwortet Lara, er müsse den Stein nach oben abwerfen. Welche Antwort hat Lara ihm gegeben? Es genügt, wenn Sie die numerische Lösung angeben und sie kommentieren.

2 P

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

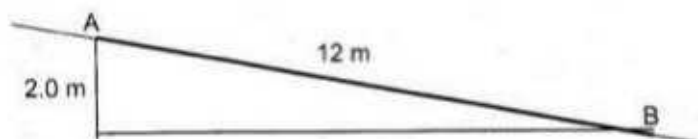
$$= \frac{3\text{m}}{3\text{s}} - \frac{1}{2} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3\text{s}$$

$$v_0 = \underline{-4.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Das Minuszeichen zeigt, dass  $v_0$  entgegengesetzt zu  $g$  gerichtet ist, also nach oben.

2. Herr Schweizer fährt mit seinem **Auto** (Masse 1.6 t) mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h eine steile Passstrasse hinunter. Plötzlich sieht er einen Gegenstand auf der Strasse liegen. Er bremst stark ab und legt bis zum Stillstand die Strecke AB, d. h. 12 Meter, zurück (Figur 1).

[Tot. 8 P]



Figur 1

Der Punkt B liegt 2.0 m tiefer als der Punkt A.

Die Frage ist, wie gross die bei diesem Vorgang wirkende bremsende Reibungskraft ist. Zur Beantwortung dieser Frage geben wir Ihnen die Stichwörter „Energie“ und „Arbeit“

- 2.1 Erklären Sie Ihre Idee zur Lösung des Problems verbal mit ein bis zwei Sätzen.

2 P

In A: potentielle und kinetische Energie

In B: keine pot. und kin. Energie mehr.

Die Energie wurde in Reibungsarbeit (Reibungskraft · Weg) umgewandelt.

2.2 Wie gross ist die bremsende Reibungskraft?

a) formal

$$E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} = W_R$$

$$mgh + \frac{1}{2}mv^2 = F_R \cdot s$$

$$| s = 15 = 12 \text{ m}$$

$$F_R = \frac{2mgh + mv^2}{2s}$$

3 P

b) numerisch

$$F_R = \frac{2 \cdot 1600 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m} + 1600 \text{ kg} \cdot (40 \text{ km/h})^2}{2 \cdot 12 \text{ m}} = 8,5 \text{ kN}$$

2 P

2.3 Wo greift die Reibungskraft am Auto an? Beantworten Sie diese Frage möglichst präzise.

Die Reibungskraft greift an den Rädern, an den Kontaktpunkten mit der Strasse, an.

1 P

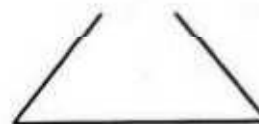
3. Zwei Gefässe, I und II, haben verschiedene Form, aber gleich grosse Bodenflächen (Fläche jeweils A).

[Tot. 8 P]

Figur 2



A  
Gefäss I



A  
Gefäss II

Mit diesen Gefässen werden nun einige Versuche durchgeführt. Beschreiben Sie jeweils Ihre Überlegungen, die Sie zu den Antworten auf die gestellten Fragen geführt haben

3.1 Zuerst füllen wir in beide Gefässe Wasser ein, so dass die Höhe des Wasserstandes bei beiden gleich ist.

3.1.1 Was lässt sich über den Wasserdruck am Boden von Gefäss I im Vergleich zum entsprechenden Wasserdruck in Gefäss II sagen?

Schweredruck;  $p_s = \rho g h$  :  $p \sim h$

also: gleicher Wasserstand, gleicher Druck

2P

3.1.2 Was lässt sich über die jeweils vom Wasser auf die Bodenfläche ausgeübte Kraft sagen?

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$$

gleicher Druck, gleiche Fläche, also gleiche Kraft.

1P

3.2 Nun füllen wir in beide Gefässe dieselbe Menge Wasser ein.

3.2.1 Was lässt sich über den Wasserdruck am Boden von Gefäss I im Vergleich zum entsprechenden Wasserdruck in Gefäss II sagen?

In A ist der Wasserstand niedriger, da das Gefäss nach oben breiter wird. Daher ist der Druck in A kleiner, als in B.

2P

3.2.2 Was lässt sich über die jeweils vom Wasser auf die Bodenfläche ausgeübte Kraft sagen?

Die Kraft ist bei A größer, da auf die gleiche Fläche ein größerer Druck wirkt.

1P

- 3.3 Abschliessend führen wir zwei Versuche mit Gefäss II aus.  
Zuerst giessen wir 1.0 kg einer Flüssigkeit  $L_1$  in das Gefäss und stellen die Kraft auf die Bodenfläche fest. Danach ersetzen wir die Flüssigkeit  $L_1$  durch 1.0 kg der Flüssigkeit  $L_2$ , deren Dichte nur halb so gross ist wie die von  $L_1$  und stellen wieder fest, wie gross die Kraft auf die Bodenfläche ist. Was lässt sich über die beiden Kräfte sagen?

2 P

Da die zweite Flüssigkeit die halbe Dichte hat, ist ihr Volumen doppelt so gross ( $V=m/\rho$ ).

Da sich das Gefäss nach oben erweitert, wird die Höhe aber nicht auf das Doppelte steigen.

Da der Druck proportional zu Dichte und Höhe ist, wird er kleiner werden und damit auch die Kraft.

Hinweis: Bitte überprüfen Sie, ob Sie jeweils Ihre Überlegungen beschrieben haben!

4. Bei einer Party steht ein **Glas auf dem Tisch**, in dem sich ein Eis-Wasser-Gemisch befindet. Alex holt aus dem Tiefkühler 30 Gramm Eis von  $-18^\circ\text{C}$  und gibt es in das Glas. Die Frage ist, welcher Endzustand sich einstellt. Dabei nehmen wir vereinfachend an, dass kein Wärmeaustausch mit der Umgebung erfolgt.
- 4.1 Es sind zwei Endzustände möglich. Beschreiben Sie sie verbal.  
Hinweis: Möglicherweise hilft es Ihnen, wenn Sie sich überlegen, was passiert, nachdem das Eisstück aus dem Tiefkühler in das Glas gegeben worden ist.

[Tot. 8 P]

3P

Eis-Wasser:  $0^\circ\text{C}$

Zugabe  $-18^\circ\text{C}$  Eis: Eis wird 'wärmer' und überlässt dafür dem E-W-Gemisch Energie. Somit wird weiteres Wasser gefrieren.

Je nach Menge entweder alles mit einer Endtemperatur unter  $0^\circ\text{C}$ , oder nur teilweise, mit Endtemperatur  $0^\circ\text{C}$ .

- 4.2 Geben Sie an (nur qualitativ), wann sich der eine und wann sich der andere Zustand einstellen wird.

Wärmemenge, die in Erwärmung von  $30\text{g}$  von  $-18^\circ\text{C}$   $\rightarrow 0^\circ\text{C}$  benötigt wird, entspricht Erstarrungswärme einer entsprechenden Menge Wasser.

1 P

- 4.3 Wir betrachten die Situation, dass sich im Glas zu Beginn 90 g Wasser und 20 g Eis befinden. Berechnen Sie, welcher Endzustand sich einstellt (nur numerisch) und beschreiben Sie ihn verbal.

$$\Delta Q_{\text{Eis}} = c_e \cdot m_e \cdot \Delta T = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 30\text{g} \cdot 10\text{K} = 1134\text{J} \quad 4\text{P}$$

$$\Delta Q_{\text{Wass}} = L_f \cdot m_w \Rightarrow m_w = \frac{\Delta Q_{\text{Eis}}}{L_f} = 3,397\text{g}$$

Wir erhalten eine Mischung von 0°C.

Sie besteht aus 23,4g Eis und 86,6g Wasser.

5. Chris hat drei gleiche Glühlampen, die je einen Widerstand von 20 Ω haben. [Tot. 11 P]

- 5.1 Wenn man an eine solche Glühlampe die Spannung 12 V anlegt, leuchtet sie normal. Wie gross ist die Leistung, die in der Glühlampe produziert wird?

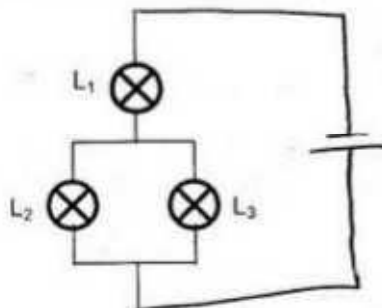
a) formal

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} \quad 1\text{P}$$

b) numerisch

$$P = \frac{(12\text{V})^2}{20\Omega} = 7,2\text{W} \quad 1\text{P}$$

- 5.2 Chris baut nun mit den drei Glühlampen die folgende Schaltung auf.



Figur 3

Danach schliesst er diese Schaltung an eine Batterie an.

- 5.2.1 Zeichnen Sie die Batterie mit dem korrekten Symbol in Figur 3 ein.

1 P

- 5.2.2 Chris stellt fest, dass in der Glühbirne  $L_1$  ein Strom von 0.50 A fließt. Wie gross ist die Leistung, die in  $L_1$  produziert wird?

a) formal

$$\underline{P_1 = U \cdot I = R \cdot I^2}$$

1 P

b) numerisch

$$\underline{P_1 = 20 \Omega \cdot (0,5 A)^2 = 5,0 W}$$

1 P

- 5.2.3 Die Frage ist, wie gross der Strom ist, der durch die Glühbirne  $L_2$  fließt. Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zu dieser Frage. Zu welchem Resultat kommen Sie?

$L_{2,3}$  haben den gleichen Widerstand. Der Strom vermischt sich umgekehrt prop. zu den Widerständen.  
Hier also 1:1  $\Rightarrow$  somit 0,25 A.

2 P

- 5.2.4 Berechnen Sie, ausgehend von dem Resultat von 5.2.3, wie gross die in  $L_2$  produzierte Leistung ist (nur numerisch).

$$\underline{P_2 = 20 \Omega \cdot (0,25 A)^2 = 1,25 W = 1,3 W}$$

1 P

- 5.2.5 Wie oben bei 5.2.1 ausgeführt, hat Chris eine Batterie an die Schaltung in Figur 3 angeschlossen. Wie gross ist die Spannung dieser Batterie (nur numerisch)? Beschreiben Sie Ihren Lösungsweg stichwortartig.

$$\begin{aligned} U &= U_1 + U_2 \quad (\text{Serienschaltung, Spannungen addieren sich}) \\ &= R_1 \cdot I_1 + R_2 \cdot I_2 \\ &= 20 \Omega \cdot 0,5 A + 20 \Omega \cdot 0,25 A \end{aligned}$$

$$\underline{U = 15 V}$$

3 P

6. Zwei gleiche Kunststoffkugeln haben je die Masse 0.30 g und tragen je die Ladung  $2.0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ . Die beiden Kugeln befinden sich in einem vertikalen Rohr und können sich deshalb nur vertikal bewegen (Figur 4). Man sieht, dass Kugel 1 schwebt.

Figur 4

Kugel 1



Kugel 2



[Tot. 11 P]

- 6.1 Zeichnen Sie folgende Kräfte möglichst genau ein und beschriften Sie sie entsprechend.

- $F_1$  = Gewichtskraft von Kugel 1  
 $F_2$  = Gewichtskraft von Kugel 2  
 $F_3$  = Kraft von Kugel 2 auf Kugel 1  
 $F_4$  = Kraft von Kugel 1 auf Kugel 2.

4 P

- 6.2 Gibt es dabei ein Beispiel für „Kraft und Gegenkraft“? Wenn ja, welche Kräfte betrifft dies?

$F_3$  und  $F_4$  sind ein Kraft / Gegenkraft Paar

1 P

- 6.3 Gibt es dabei ein Beispiel für „Kräftegleichgewicht“? Wenn ja, welche Kräfte betrifft dies?

$F_1$  und  $F_2$  sind ein Beispiel für ein Kräftegleichgewicht.

1 P

- 6.4 Wie gross ist der Abstand, den die beiden Kugeln voneinander haben?

a) formal

$$F_G = F_{el}$$

$$mg = k \cdot \frac{Q^2}{r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{k Q^2}{mg}} = \sqrt{\frac{k}{mg}} Q$$

3 P

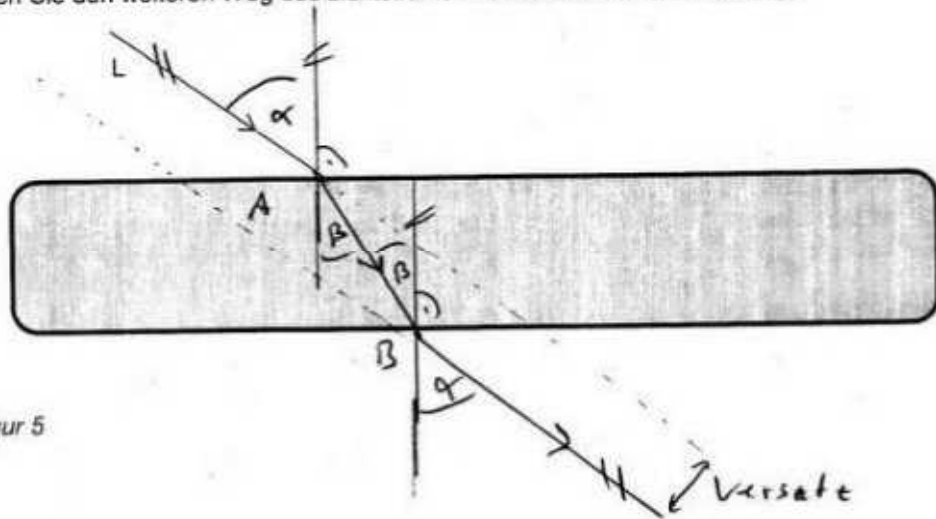
b) numerisch

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}}{3 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ C} = \underline{\underline{35 \text{ cm}}}$$

2 P



7. Ein Lichtstrahl  $L$  trifft schräg auf eine dicke Glasplatte (Figur 5). [Tot. 6 P]  
 7.1 Skizzieren Sie den weiteren Weg des Lichtstrahls und erläutern Sie Ihre Lösung. 3 P

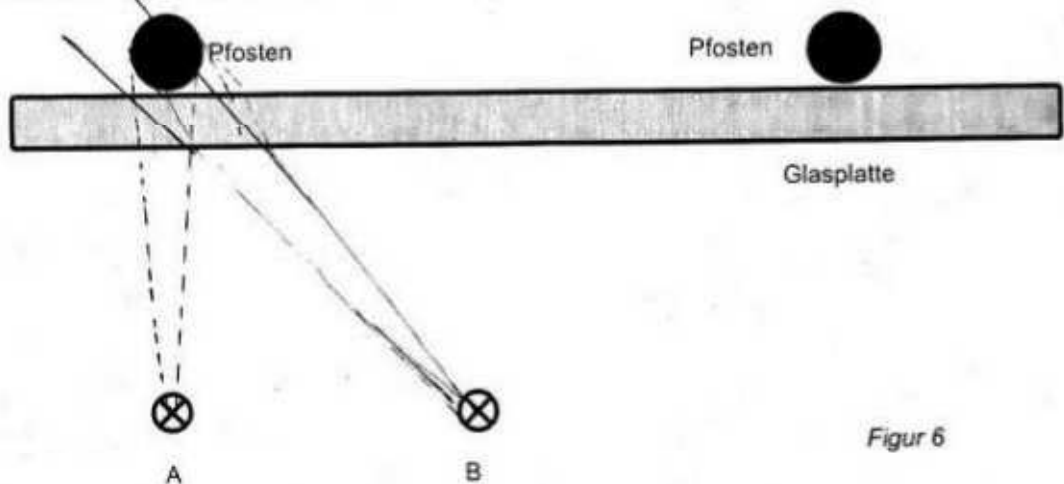


Figur 5

A: Übergang dünn-dicht: Brechung um Lot ( $\alpha \rightarrow \beta$ ) L.d.  $\beta < \alpha$

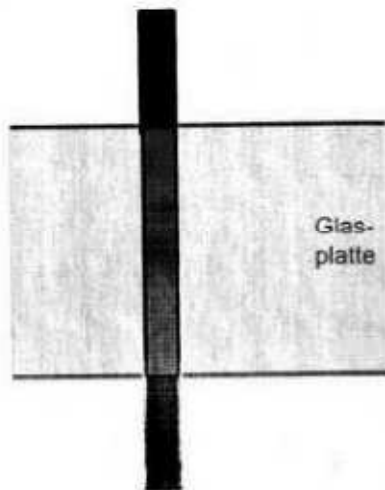
B: " dicht-dünn: " von Lot ( $\beta \rightarrow \alpha$ ) weg  
 Winkel gleich bei A, B, da Lote parallel und die  
 Medien (Luft, Glas) gleich sind.

- 7.2 Eine Balkonabschrankung besteht aus zwei vertikalen Metallpfosten, an denen, auf der Innenseite des Balkons, eine dicke vertikale Glasplatte montiert ist. Figur 6 zeigt dies von oben gesehen („Vogelperspektive“).



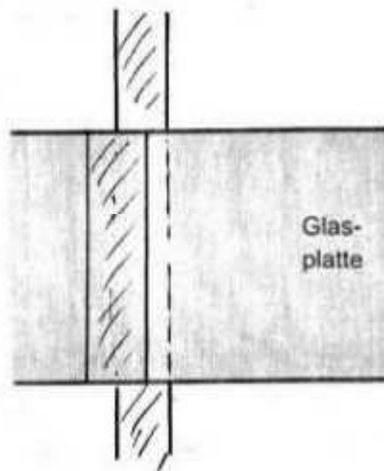
Figur 6

Figur 7 zeigt, was ein Beobachter im Punkt A von Figur 6 sieht, wenn er den linken Pfosten der Balkonabschrankung betrachtet.



Figur 7

Was sieht ein Beobachter im Punkt B von Figur 6, wenn er den linken Pfosten der Balkonabschrankung betrachtet? Ergänzen Sie Figur 8 entsprechend und begründen Sie Ihre Lösung.



Figur 8

Wie bei F. 1. gerichtet, tritt ein Versatz der Lichtstrahlen, bei von B aus gesehen nach links, auf. Der Teil der Pfosten links der Glasplatte erscheint also nach links verschoben. Bei A tritt das Phänomen nicht auf, weil der Strahl praktisch senkrecht zur Platte (im Lot) auftrifft, daher auch kein gebrochen werden.

3 P