

1. Auf Kinderspielplätzen werden unterhalb von **Klettergerüsten** oft sogenannte Fallschutzplatten verwendet – diese Kunststoffplatten vermindern das Verletzungsrisiko bei Stürzen. Fallschutzplatten sind gemäss Produktbeschreibung „für Aufprallgeschwindigkeiten bis 5.3 m/s zugelassen“.
- [Tot. 11 P]
- 1.1 Aus welcher Höhe muss ein Körper frei fallen, um eine Geschwindigkeit von 5.3 m/s zu erreichen?
- a) formal $v^2 = 2as + (v_0)^2$
 $h = \frac{v^2}{2g}$ 2 P
- b) numerisch
 $h = \frac{(5.3 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.4 m$ 1 P
- 1.2 Wie lange dauert es, bis ein frei fallender Körper die Geschwindigkeit 5.3 m/s erreicht?
- a) formal $a = \frac{\Delta v}{t} = v - (v_0)$
 $t = \frac{v}{g}$ 1 P
- b) numerisch
 $t = \frac{5.3 \frac{m}{s}}{9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.54 s$ 1 P
- 1.3 Ein Kleinkind der Masse 16 kg stürzt vom Klettergerüst und schlägt mit 5.3 m/s auf der Fallschutzplatte auf, die beim Aufprall um 2.0 cm nachgibt.
- 1.3.1 Wie gross ist die Verzögerung (= negative Beschleunigung), wenn ein Körper auf 2.0 cm Weg von 5.3 m/s zum Stillstand abgebremst wird?
- a) formal $v^2 = 2as + v_0^2 = 0$
 $a = -\frac{v_0^2}{2s}$ 1 P
- b) numerisch
 $a = -\frac{(5.3 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 0.02 m} = 702.25 \frac{m}{s^2} = 70.25 \cdot 10 \frac{m}{s^2}$ 1 P

1.3.2 Wie gross ist die Kraft, die bei dem in Aufgabe 1.3.1 beschriebenen Vorgang auf einen Körper der Masse 16 kg einwirkt?

a) formal

$$F = m \cdot a = -m \cdot \frac{v_i^2}{2s}$$

1 P

b) numerisch

$$F = -16 \text{ kg} \cdot \frac{(15,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 0,02 \text{ m}} = \underline{11 \text{ kN}}$$

1 P

1.3.3 Vergleichen Sie die bei Aufgabe 1.3.2 errechnete Kraft mit der Gewichtskraft des Körpers (nur numerisch). Ihr Kommentar?

$$\left| \frac{|F|}{F_g} \right| = \frac{|m a|}{m g} = \frac{|- \frac{v_i^2}{2s}|}{g} = \frac{|- \frac{2gh}{2s}|}{g} = \left[\frac{h}{s} \right] = \frac{1,4 \text{ m}}{0,02 \text{ m}} = 70$$

2 P

2. Weil eine entlegene Alphütte keine Verbindung zur öffentlichen **Stromversorgung** hat, wird auf Solarenergie zurückgegriffen. Bei Bedarf kann zusätzlich ein eigenes „Minikraftwerk“ genutzt werden: von einem höher gelegenen kleinen Stausee wird Wasser auf eine Turbine geleitet und ein an sie angeschlossener Generator erzeugt elektrische Leistung. [Tot. 7 P]

Hinweis: die Aufgaben 2.1 und 2.2 sind voneinander unabhängig.

2.1 Ist das „Minikraftwerk“ in Betrieb, fliessen vom $1,6 \cdot 10^2 \text{ m}$ höher gelegenen Stausee in 30 Sekunden 90 kg Wasser zu der Turbine hinunter.

2.1.1 Wie gross ist die dabei verrichtete Arbeit?

a) formal

$$W = m g h$$

1 P

b) numerisch

$$W = 90 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 160 \text{ m} = \underline{0,14 \text{ MJ}}$$

1 P

2.1.2 Welcher Leistung entspricht dies (nur numerisch)?

$$P = \frac{W}{t} = \underline{4,7 \text{ kW}}$$

1 P

2.1.3 Wie gross ist die erzeugte elektrische Leistung, wenn die Anlage einen Wirkungsgrad von 75 % hat (nur numerisch)?

$$P_{el} = \eta \cdot P_{mech} = 0,75 \cdot 4,7 \text{ kW} = \underline{3,5 \text{ kW}}$$

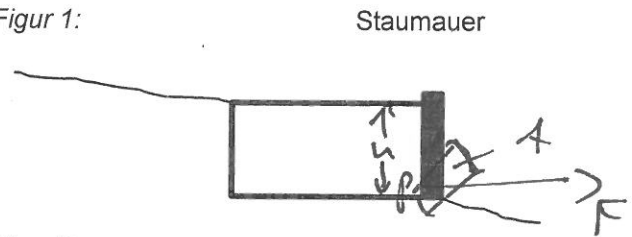
1 P

- 2.2 *Figur 1* zeigt den kleinen Stausee im gegenwärtigen Zustand. Um die Versorgungssicherheit zu erhöhen, soll das Volumen des Stausees vergrößert werden. Deshalb ist geplant, den Hang gegenüber der Staumauer etwas abzugraben (*Figur 2*).

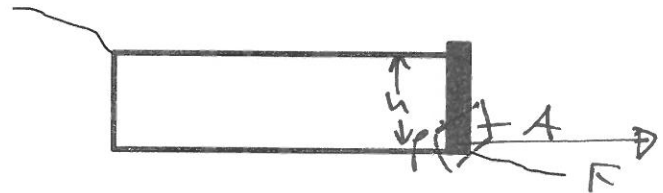
Muss dabei die Staumauer angepasst werden und – falls „ja“ – in welcher Weise?

Beantworten Sie diese Frage verbal und führen Sie die Formeln auf, auf die Sie sich beziehen.

Figur 1:



Figur 2:



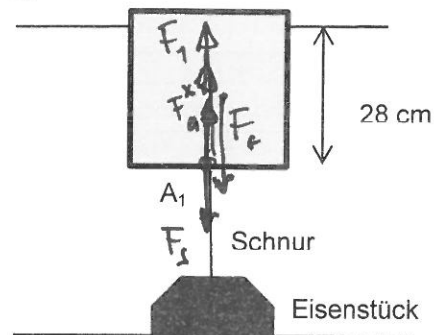
3 P

$$p = \underbrace{\rho \cdot g \cdot h}_{\text{konst. } \uparrow}$$

ändert sich nicht, also bleibt Druck gleich,
Fläche A auch, also auch Kraft (Belastung)
 $F = p \cdot A$ ebenso

3. Ein **Holzwürfel** (Kantenlänge 30 cm, Masse 21 kg) schwimmt als Boje im See. Eine an einem Eisenstück befestigte Schnur hält ihn in der in *Figur 3* gezeichneten Lage

Figur 3:



[Tot. 11 P]

- 3.1 Wie gross ist der Wasserdruck in 28 cm Tiefe?

a) formal

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

1 P

b) numerisch

$$p = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,28 \text{ m} = \underline{2,7 \text{ kPa}}$$

1 P

3.2 Wir betrachten die durch den Wasserdrucks auf die Unterseite A_1 des Würfels ausgeübte Kraft F_1 .

3.2.1 Zeichnen Sie die Kraft F_1 in *Figur 3* ein, beschriftet mit F_1 . Beachten Sie den Angriffspunkt! 1 P

3.2.2 Wie gross ist F_1 ?

a) formal

$$\underline{F_1 = p \cdot A = \rho \cdot g \cdot h \cdot A a^2}$$

1 P

b) numerisch

$$\underline{F_1 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0,28 \text{m} \cdot (0,3 \text{m})^2 = 0,25 \text{KN}}$$

1 P

3.3 Zeichnen Sie die Gewichtskraft F_G des Würfels in *Figur 3* ein. 1 P

3.4 Wir betrachten die Kraft F_S , welche die Schnur auf den Würfel ausübt.

3.4.1 Zeichnen Sie F_S in *Figur 3* ein. 1 P

3.4.2 Wie gross ist F_S ?

a) formal $a = 0 \Rightarrow F_{\text{eff}} = 0 = F_G + F_S - F_1$

1 P

$$\underline{F_S = F_1 - F_G = \rho \cdot g \cdot h \cdot a^2 - m g}$$

b) numerisch

$$\underline{F_S = 247,21 \text{N} - 206,01 \text{N} = 41 \text{N}}$$

1 P

3.5 Wir betrachten die Gegenkraft von F_S .

3.5.1 Beschreiben Sie diese Kraft verbal.

Vervollständigen Sie den Satz „Die Gegenkraft von F_S ist die Kraft, die *vom Würfel*
auf die Schnur ausgeübt wird.“ 1 P

3.5.2 Zeichnen Sie diese Kraft in *Figur 3* ein, beschriftet mit F^* .

1 P

4. An einer Party gibt Chris 50 Gramm Eis von 0°C in einen Becher und giesst dann Cola-**Getränk** von 15°C hinzu. Die Frage ist, welcher Zustand sich schliesslich einstellt. Hinweis: Für das Cola-Getränk dürfen Sie die entsprechenden Grössen für Wasser verwenden. [Tot. 10 P]

4.1 Wir nehmen zuerst vereinfachend an, dass der Becherinhalt mit dem Becher und der Umgebung keine Wärme austauscht.

4.1.1 Ein Kollege hat Chris geraten, fein zerstoßenes Eis, also kleine Eisstücke, zu verwenden, das sei besser als ein paar wenige, grosse Eisstücke der selben Gesamtmasse.

Was meinte der Kollege mit „besser“, d. h. welchen Einfluss hat die Grösse der Eisstücke?

Durch die grössere Oberfläche findet mehr Wärmeübertragung statt, das Cola wird schneller (besser) gekühlt.

1 P

4.1.2 Wie viele Gramm Cola-Getränk müsste Chris mindestens in den Becher geben, damit im Endzustand kein Eis mehr vorhanden ist?

a) formal

$$\Delta Q_w = \Delta Q_f$$

$$c_c m_c \Delta T_c = L_f \cdot m_E$$

$$m_c = \frac{L_f \cdot m_E}{c_c \cdot \Delta T_c}$$

2 P

b) numerisch

$$m_c = \frac{3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,05 \text{ kg}}{4182 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 15 \text{ K}} = 0,26 \text{ kg}$$

2 P

4.1.3 Chris gibt $2,0 \cdot 10^2$ g Cola-Getränk in den Becher (Hinweis: dies entspricht etwa 2 dl). Berechnen (nur numerisch) und beschreiben Sie den Zustand, der sich einstellt.

Es wird nicht alles Eis schmelzen, sondern nur

$$\frac{0,16}{0,16} \% = 77\% \text{ davon, also } 38 \text{ g.}$$

Man erhält: 238 g Wasser, 12 g Eis, beides in 0°C

3 P

4.2 In Wirklichkeit geht Wärme vom Becher und von der Umgebung an den Becherinhalt über. Berechnen (nur numerisch) und beschreiben Sie den Zustand, der sich einstellt, wenn Chris (wie bei Aufgabe 4.1.3) $2,0 \cdot 10^2$ Gramm Cola-Getränk in den Becher gibt und wenn dem Becherinhalt von aussen $0,70$ kJ zugeführt werden.

Tipp: Sie können von Ihrem Resultat von Aufgabe 4.1.3 ausgehen.

Um 1 kg Eis zu schmelzen, braucht es $3,36 \text{ kJ}$.

Es bleiben 3 kJ zur Erwärmung des nun 250 g Wasser.

$$\Delta T = \frac{\Delta E}{c m} = 2,9 \text{ K.}$$

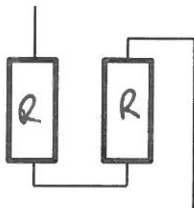
Das 250 g Cola/Wasser sind ca $3,0^\circ\text{C}$ warm

2 P

5. Sven hat beim Aufräumen im Keller ein uraltes **Heizgerät** entdeckt. Gemäss Angabe auf dem Gehäuse muss es an 220 V angeschlossen werden. Vorsichtigerweise entschliesst sich Sven, das Gerät als Elektroschrott zu entsorgen. [Tot. 11 P]
Neugierig wie er ist, schaut er sich das Gerät doch noch genauer an. Er sieht, dass es zwei gleiche Heizelemente (= Widerstände) von je 60Ω enthält. Durch Drehen an dem Knopf eines Schalters werden diese zwei Elemente auf drei verschiedene Arten miteinander verbunden und an das Haushaltnetz angeschlossen. Chris erkennt nach einigem Suchen und Untersuchen, dass dabei die drei folgenden Schaltungen realisiert werden (in den Figuren 4, 5 und 6 schematisch gezeichnet)

- 5.1 Eine Schaltung ist die in Figur 4 gezeichnete.

Figur 4:



- 5.1.1 Wie gross ist der Gesamtwiderstand dieser Schaltung?

a) formal

$$\underline{R_G = R_1 + R_2 = 2R}$$

1 P

b) numerisch

$$\underline{R_G = 120 \Omega}$$

1 P

- 5.1.2 Wie gross ist die Leistung, die in dieser Schaltung produziert wird, wenn sie an 220 V angeschlossen wird?

a) formal

$$\underline{P = U \cdot I = \frac{U^2}{R_G} = \frac{U^2}{2R}}$$

1 P

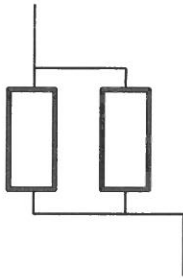
b) numerisch

$$\underline{P = \frac{(220V)^2}{120\Omega} = 403W = 0,40kW}$$

1 P

5.2 Eine andere Schaltung ist die in *Figur 5* gezeichnete.

Figur 5:



5.2.1 Wie gross ist der Gesamtwiderstand dieser Schaltung?

a) formal

$$\frac{1}{R_G} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1}$$
$$R_G = \frac{1}{2} R$$

1 P

b) numerisch

$$R_G = 30 \Omega$$

1 P

5.2.2 Wie gross ist die Leistung, die in dieser Schaltung produziert wird, wenn sie an 220 V angeschlossen wird?

a) formal

$$P = \frac{U^2}{R_G} = 2 \frac{U^2}{R}$$

1 P

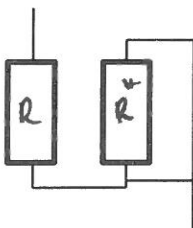
b) numerisch

$$P = 1,64 \text{ kW}$$

1 P

5.3 Chris findet noch eine Schaltung, die ihn etwas irritiert - sie ist in *Figur 6* gezeichnet.

Figur 6:



5.3.1 Was irritiert Chris an dieser Schaltung?

R^* ist 'sinnlos', da er überbrückt wird.

1 P

5.3.2 Wie gross ist der Gesamtwiderstand dieser Schaltung (nur numerisch)?

$R_{\text{G}} = R = 60 \Omega$

1 P

5.3.3 Wie gross ist die Leistung, die in dieser Schaltung produziert wird, wenn sie an 220 V angeschlossen wird (nur numerisch)?

$P = 806,6 \text{ W} = 0,81 \text{ kW}$

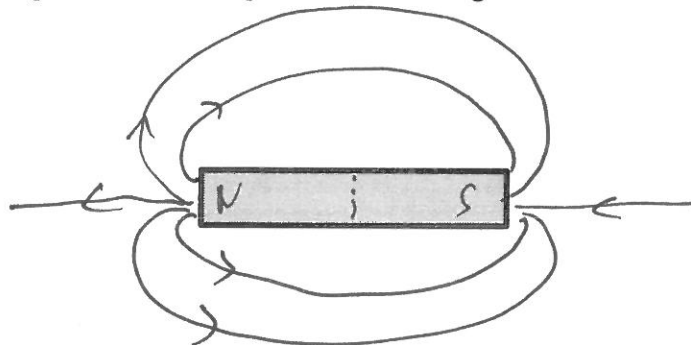
1 P

6. Hinweis: die Aufgaben 6.1 und 6.2 sind voneinander unabhängig.

[Tot. 8 P]

6.1 Figur 7 zeigt einen stabförmigen Permanentmagneten.

Figur 7:



6.1.1 Was versteht man unter einem Permanentmagneten?
(Verbale Antwort in 1 bis 2 Sätzen)?

Ein Objekt, das ohne äußere Zufuhr, insb. el. Energie, ein dauerhaftes Magnetfeld erzeugt.

1 P

6.1.2 Ein Permanentmagnet erzeugt ein magnetisches Feld. Skizzieren Sie dieses Feld und dessen Richtung in Figur 7.

2 P

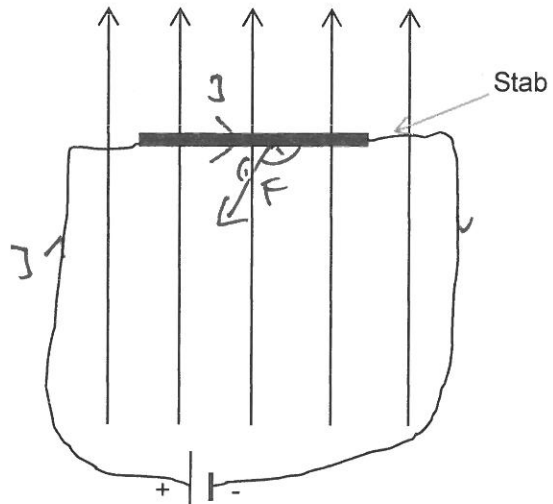
6.1.3 Die Feldlinien eines magnetischen Feldes haben eine Richtung. Was gibt diese Richtung an? (Beachten Sie, dass eine Antwort im Sinne von „Sie gibt die Richtung des Feldes an“ nicht genügt).

Sie geben die Richtung von Nord - zum Südpol an, bzw. die Umlaufrichtung geschlossener Feldlinien.

1 P

6.2 In *Figur 8* sehen Sie ein Magnetfeld mit parallelen Feldlinien, in dem sich ein Stab befindet.

Figur 8:



6.2.1 Wie lässt sich ein solches Magnetfeld erzeugen? (Verbale Antwort mit Skizze).

z.B. - durch zwei große Spulenpaare
 - in Innen einer Spule



1 P

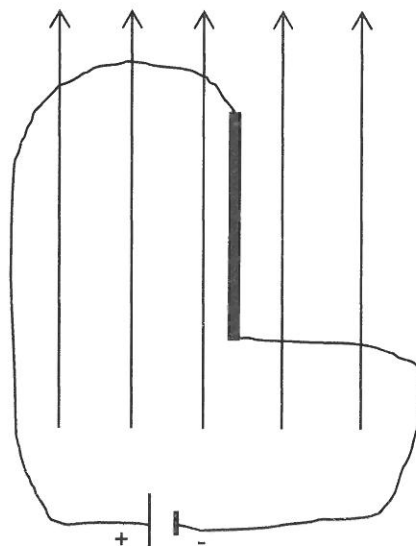
6.2.2 In diesem Magnetfeld befindet sich ein Metallstab (*Figur 8*), der mit einer Batterie verbunden ist. Beschreiben Sie (mit Begründung) möglichst genau die Kraft, die wegen des Magnetfelds auf diesen Stab wirkt.

Es wirkt, aus Stromrichtung gesehen, nach rechts, eine Kraft gemäß der drei-Finger-Regel d. rechten Hand
 In *Fig. 8* F 'nach vorne', aus Blattebene heraus.

2 P

6.2.3 In *Figur 9* wurde gegenüber *Figur 8* die Lage des Stabes verändert. Beschreiben Sie (mit Begründung) möglichst genau die Kraft, die wegen des Magnetfelds auf den Stab in dieser Lage wirkt.

Figur 9:



Hier wirkt keine Kraft,
 da nur die senkrechte
 Drehung aus Lorentzkraft
 überlegen.

1 P

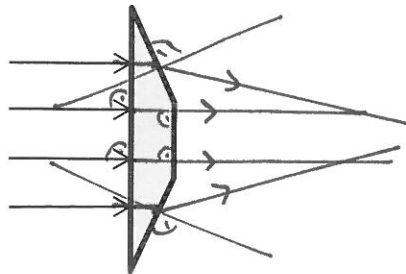
7. Optik

[Tot. 8 P]

- 7.1 Parallele Lichtstrahlen treffen senkrecht auf einen Glaskörper (Figur 10).
 Skizzieren Sie den weiteren Verlauf der vier eingezeichneten Lichtstrahlen.

Figur 10:

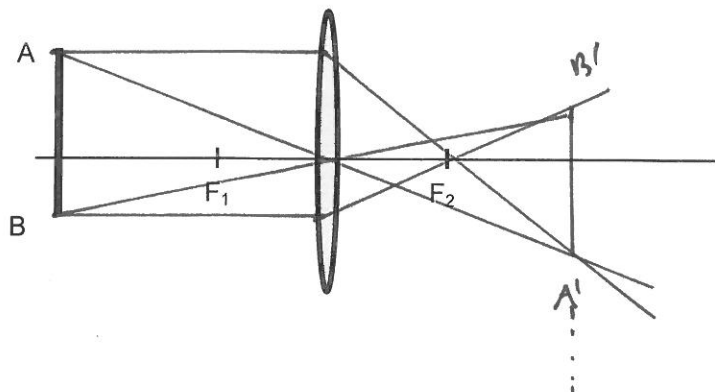
3 P



- 7.2 Ein leuchtender Stab AB („Leuchtstoffröhre“) steht vor einer Sammellinse mit den Brennpunkten F_1 und F_2 (Figur 11). Konstruieren Sie in Figur 11 das Bild des Stabes AB.

Figur 11:

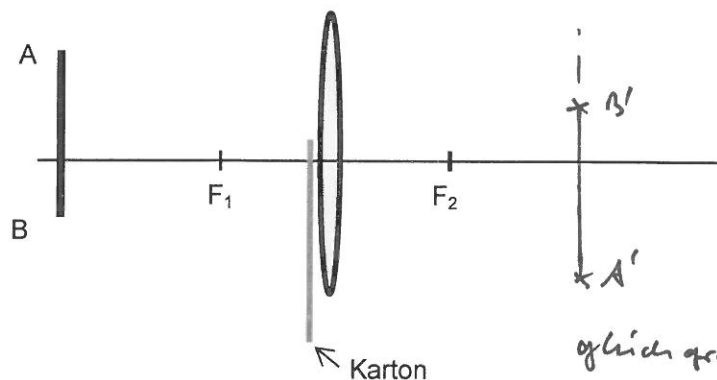
2 P



- 7.3 Die Sammellinse in Figur 11 wird nun teilweise mit einem lichtundurchlässigen Karton abgedeckt (Figur 12). Wird durch die Sammellinse immer noch ein Bild erzeugt? Wenn „ja“: Skizzieren und beschreiben Sie das Bild (wie sieht es aus im Vergleich zum Bild von Aufgabe 7.2?).

Figur 12:

3 P



gleich gross, aber
 lichtschwächer