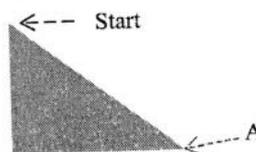


[Tot. 10 P]

1. **Ski-Weltmeisterschaft 2017** in St. Moritz: bei der **Herrenabfahrt** führen die Rennfahrer unmittelbar nach dem Start einen Steilhang hinunter (*Figur 1*) und erreichten im Punkt A nach 6.0 s eine Geschwindigkeit von etwa 140 km/h.
 Wir nehmen an, dass ein Rennfahrer in 6.0 s aus der Ruhe gleichmässig beschleunigt $1.4 \cdot 10^2$ km/h erreicht.

Figur 1



- 1.1 Wie gross war die Beschleunigung?

a) formal

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t} \quad | \quad v_0 = 0$$

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

1 P

b) numerisch

$$a = \frac{140 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{6 \text{ s}} = 6,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 P

- 1.2 Wie gross war die dabei zurückgelegte Strecke?

a) formal

$$s = \frac{1}{2} a t^2$$

$$= \frac{1}{2} \frac{v}{t} t^2 = \frac{1}{2} v t$$

1 P

b) numerisch

$$s = \frac{1}{2} \cdot 140 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 6 \text{ s} = 0,12 \text{ km}$$

1 P

- 1.3 Wie gross war die beschleunigende Kraft F_B , die dabei auf den Rennfahrer mit 80 kg Masse wirkte (nur numerisch)?

$$F = m a = 80 \text{ kg} \cdot 6,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,52 \text{ kN}$$

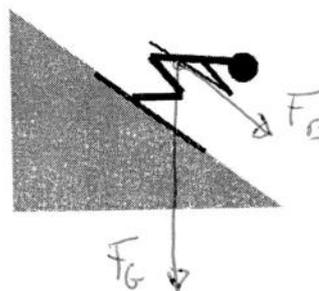
1 P

- 1.4 *Figur 2* zeigt den Rennfahrer.

Zeichnen Sie in *Figur 2* gut sichtbar und beschriftet folgende Kräfte ein (beachten Sie jeweils den Angriffspunkt):

- a) Gewichtskraft F_G
 b) beschleunigende Kraft F_B

Figur 2



2 P

- 1.5 Der in *Figur 1* dargestellte Steilhang wird von den Veranstaltern „Freier Fall“ genannt. Nicht ganz zu Recht! Wie lange dauert es bei einem freien Fall, bis die Geschwindigkeit $1.4 \cdot 10^2$ km/h erreicht ist (nur numerisch)?

1 P

$$t = \frac{v}{g} = \frac{140 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 3,95$$

- 1.6 Bisher haben wir vereinfachend angenommen, dass der Rennfahrer den Steilhang gleichmässig beschleunigt durchfährt. In der Realität ist dies wegen des Luftwiderstands nicht der Fall.

Wie ändern sich a) die Kraft des Luftwiderstands, b) die Beschleunigung während der Fahrt?

Begründen Sie Ihre Antworten.

2 P

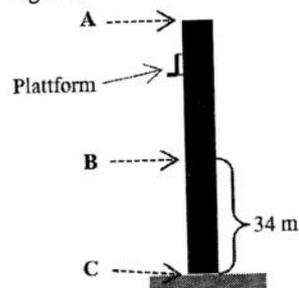
- a) Nimmt zu, da abhängig von Geschwindigkeit
 b) Nimmt bis auf Null ab, wenn Reibung und Hangabtrieb sich ausgleichen.

2. Ein **Freizeitpark** in Frankreich hat als Attraktion den „welthöchsten **Turm** für den freien Fall in stehender Position“ (*Figur 3*).

Figur 3

[Tot. 11 P]

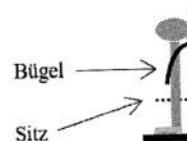
Die Besucher stehen auf einer Plattform (*Figur 4*), ein Bügel verhindert das Herausfallen nach vorne. Nach dem Start in **A** fällt die Plattform frei nach unten, bis sie bei **B** 25 m/s erreicht.



Danach wird sie auf der 34 m langen Strecke **BC** zum Stillstand abgebremst. Wenn ein Besucher bei diesem Vorgang nicht mehr stehen kann (oder will), kann er sich auf den Sicherheitssitz zwischen seinen Beinen setzen.

Figur 4

Chris, ein junger Mann mit 70 kg Masse, passiert auf seiner Fahrt den Punkt **B** mit 25 m/s.



- 2.1 Wie gross ist seine Bewegungsenergie?

- a) formal

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

1 P

- b) numerisch

$$E = \frac{1}{2} \cdot 70 \text{ kg} \cdot \left(\frac{25}{1} \right)^2 = 22 \text{ kJ}$$

1 P

2.2 Wie lang ist die Strecke **AB**? Diese Frage lässt sich mit dem Begriff 'Energie' beantworten. 1 P

2.2.1 Beschreiben Sie Ihre diesbezüglichen Überlegungen.

Pot. Energie in A wandelt sich in kin. Energie,
 ohne Reibung zu 100% (Energieerhaltung abgeschlossenes System)

2.2.2 Berechnen Sie die Länge der Strecke **AB**.

a) formal 1 P

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

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

b) numerisch 1 P

$$h = \frac{(25 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = 31 m$$

2.3 Auf der 34 m langen Strecke **BC** wird die Plattform von 25 m/s zum Stillstand abgebremst. Um wie viel ändert sich dabei Chris' Energie?

a) formal 2 P

$$E_B = \frac{1}{2}mv^2 + mgs$$

b) numerisch 1 P

$$E_B = \frac{1}{2} 700 kg (25 \frac{m}{s})^2 + 700 kg \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 34 m$$

$$= 46 kJ$$

2.4 Das Abbremsen auf der Strecke BC erfolgt durch eine konstante Kraft. Wie gross ist diese Kraft F, die dabei auf Chris wirkt?

2.4.1 Beschreiben Sie Ihre Überlegung zur Beantwortung dieser Frage. 1 P

Arbeit ist Kraft mal Weg. E_B wird komplett in Reibungsarbeit umgesetzt.

2.4.2 Berechnen Sie die Kraft F (nur numerisch).

1 P

$$F = \frac{E_B}{s} = \frac{45675 \text{ J}}{34 \text{ m}} = \underline{1,3 \text{ kN}}$$

2.4.3 Wie gross ist die Kraft F im Vergleich zu Chris' Gewichtskraft?

1 P

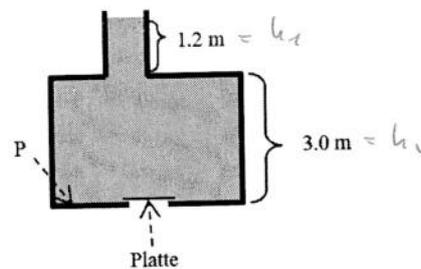
$$\frac{F}{F_G} = \frac{1343 \text{ N}}{700 \text{ N}} = \underline{1,9}$$

3. Hinweis: die Aufgaben 3.1 und 3.2 sind voneinander unabhängig.

[Tot. 10 P]

3.1 Ein Tank ist mit Öl gefüllt (Figur 5). Der Flüssigkeitsdruck im Punkt P am Boden des Tanks beträgt 0.36 bar.

Figur 5



3.1.1 Wie gross ist die Dichte des Öls?

a) formal

$$\rho = \rho g (h_1 + h_2)$$

1 P

$$\rho = \frac{p}{g(h_1 + h_2)}$$

b) numerisch

2 P

$$\rho = \frac{36000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 4,2 \text{ m}} = \underline{0,86 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}}$$

3.1.2 Im Boden des Tanks befindet sich eine Öffnung, die mit einer $0,65 \text{ m}^2$ grossen Platte verschlossen ist (Figur 5). Wie gross ist die Kraft, die das Öl auf die Platte ausübt?

a) formal

$$F = \rho \cdot A$$

1 P

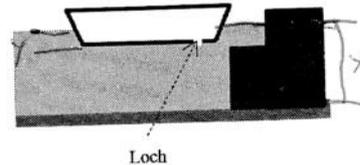
b) numerisch

1 P

$$F = 36000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,65 \text{ m}^2 = \underline{23 \text{ kN}}$$

- 3.2 Ein **hölzernes Boot** hat die Masse 95 kg, die Dichte des Holzes beträgt $7.0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$. Bei einem Sturm wird das Boot gegen die Hafenumauer geschleudert, wodurch ein kleines Loch im Boden des Boots entsteht (Figur 6).

Figur 6



- 3.2.1 Beschreiben Sie mit 1 Satz, was als nächstes geschieht.

1 P

Wasser dringt in das Boot ein.

- 3.2.2 Wir betrachten nun den "Endzustand" des Boots.

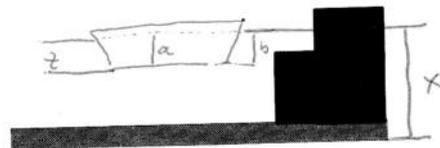
2 P

- a) Skizzieren Sie in Figur 7 diese Situation möglichst genau (zeichnen Sie das Boot und das Wasser entsprechend ein) und beschreiben Sie Ihre Lösung.

Figur 7

$z > y$

Pegeel Wasser in Boot gleiche wie außerhalb.
 $a = b$



2 P

- b) Vergleichen Sie die Lage des Bootes in Figur 6 und in Figur 7 (verbale Antwort mit Begründung). Welche numerische Aussage lässt sich dazu machen?

Wasser dringt ein \rightarrow bewirkt Boot (+ Wasser) steigt
 \rightarrow Boot liegt tiefer \rightarrow mehr verdrängte Wasser \rightarrow
 \rightarrow mehr Auftrieb \rightarrow Gleichgewicht.
 Pegeel gleiche, weil $p_{\text{im Boot}} = \rho g h = p_{\text{außen}} = \rho g h$

4. Eine **Kaffeemaschine** liefert auch **heisses Wasser** für Tee. Nach Drücken des entsprechenden Knopfes dauert es 20 s, bis die Maschine 1.8 dl Wasser von 18°C auf 90°C erhitzt hat und das Wasser in das bereit gestellte Glas geflossen ist.

[Tot. 8 P]

- 4.1 Welche Wärmemenge ist nötig, um 1.8 dl Wasser von 18°C auf 90°C zu erhitzen?

- a) formal

$$\Delta Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot (T_2 - T_1)$$

1 P

- b) numerisch

$$\Delta Q = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0.18 \text{ kg} \cdot 72 \text{ K} = \underline{54 \text{ kJ}}$$

1 P

- 4.2 Wie gross ist die Leistung, wenn dieser Vorgang in 20 s erfolgt (nur numerisch)?

$$P = \frac{\Delta Q}{t} = \frac{54195 \text{ J}}{20 \text{ s}} = 2,7 \text{ kW}$$

1 P

- 4.3 Das elektrische Heizelement in der Kaffeemaschine hat eine Leistung von 3.2 kW.

- 4.3.1 Wie gross ist der Wirkungsgrad (nur numerisch)?

$$\eta = \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}} = \frac{2,7}{3,2} = 85\%$$

1 P

- 4.3.2 Die elektrische Leistung von 3.2 kW wird während 20 s bezogen. Wie gross sind die dadurch anfallenden Kosten, wenn pro kWh 20 Rappen zu bezahlen sind (nur numerisch)?

$$K = 20 \frac{\text{Rp}}{\text{kWh}} \cdot 54195 \text{ J} = 0,30 \text{ Rp.}$$

1 P

- 4.4 Die 1.8 dl Wasser von 90°C fließen aus der Kaffeemaschine in ein Glas der Masse 140 g ($c = 0.78 \text{ J/gK}$) und der Temperatur 20°C . Danach beträgt die Temperatur von Wasser und Glas 80°C . Wie gross ist die Wärmemenge, die bei diesem Vorgang an die Umgebung abgegeben wurde (nur numerisch, aber Rechnung stichwortartig begründen)?

$$\Delta Q_{\text{ab}} = c_{\text{W}} V_{\text{W}} (T_1 - T_2) - c_{\text{G}} m_{\text{G}} (T_2 - T_3)$$

$$= 4182 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0,18 \text{ kg} \cdot 10 \text{ K} - 780 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0,14 \text{ kg} \cdot 60 \text{ K}$$

$$= 0,98 \text{ kJ}$$

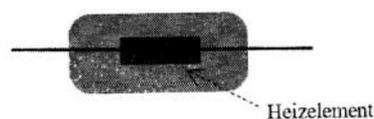
3 P

Wasser gibt Energie ab: ΔQ_{ab}
 Tassen mit " auf: ΔQ_{auf} } = wenn abgeschlossenes System
 ≠ " offenes
 Differenz geht an Umgebung

5. Um nasse Schuhe zu trocknen, gibt es elektrische **Schuhwärmer**. Ein solcher Schuhwärmer besteht aus einem Heizelement von 2.4 kΩ Widerstand, das in einen Kunststoffblock eingebaut ist (Figur 8). Bei Bedarf wird der Kunststoffblock in den Schuh geschoben.

Figur 8

[Tot. 10 P]



5.1 Welche Leistung erzeugt der Schuhwärmer, wenn er an 230 V angeschlossen wird?

a) formal

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

1 P

b) numerisch

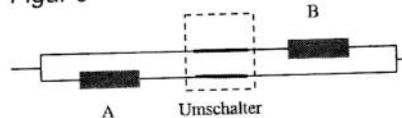
$$P = \frac{(230V)^2}{2,4k\Omega} = 22W$$

1 P

5.2 Lara kauft sich ein Set, das aus 2 Schuhwärmern, A und B, besteht, die durch Kabel und einen "Umschalter" verbunden sind. Lara sieht, dass mit Hilfe des "Umschalters" zwei verschiedene Schaltungen möglich sind.

5.2.1 Figur 9 zeigt eine mögliche Schaltung.

Figur 9



a) Wie sind die beiden Schuhwärmer geschaltet (verbale Antwort mit Begründung)?

Sie sind parallel geschaltet, Der Strom teilt sich auf. 1 P

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

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_g = \frac{R}{2} = 1200\Omega = 1,2k\Omega$$

1 P

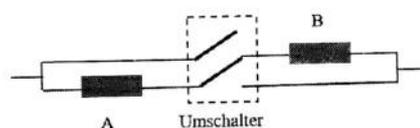
c) Wie gross ist die gesamthaft produzierte Leistung (nur numerisch)?

$$P_g = 2P = 44W$$

1 P

5.2.2 Figur 10 zeigt die andere mögliche Schaltung.

Figur 10



a) Wie sind die beiden Schuhwärmer geschaltet (verbale Antwort mit Begründung)?

Sie sind in Serie geschaltet. Der Strom teilt sich nicht auf. 1 P

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

1 P

$$\underline{R_G = R + R = 2R = 4,8 \text{ k}\Omega}$$

- c) Wie gross ist die gesamthaft produzierte Leistung (nur numerisch)?

1 P

$$\underline{P = 11 \text{ W}}$$

5.2.3 Wegen eines Defekts bricht das Drahtstück im Heizelement des Schuhwärmers A in *Figur 9*, bzw. *Figur 10*, so dass kein Strom mehr durchfliessen kann.

- a) Wie gross ist jetzt die Leistung, die bei der Schaltung in *Figur 9* gesamthaft produziert wird (nur numerisch, aber mit Begründung)?

1 P

$$P = 22 \text{ W} ; B \text{ funktioniert normal.}$$

- b) Wie gross ist jetzt die Leistung, die bei der Schaltung in *Figur 10* gesamthaft produziert wird (nur numerisch, aber mit Begründung)?

1 P

$$P = 0 \text{ W da der Stromkreis unterbrochen ist.}$$

6. In einem **elektrisch angetriebenen Auto** ist eine Batterie der Masse $6.0 \cdot 10^2 \text{ kg}$ eingebaut. Diese kann eine Energiemenge von $3.0 \cdot 10^8 \text{ J}$ speichern ("Batteriekapazität").

[Tot. 8 P]

- 6.1 In Unterlagen wird die Batteriekapazität üblicherweise in kWh angegeben. Drücken sie $3.0 \cdot 10^8 \text{ J}$ in kWh aus.

1 P

$$\underline{E = 3.0 \cdot 10^8 \text{ J} = 3.0 \cdot 10^8 \frac{\text{kWh}}{3.6 \cdot 10^6} = 83 \text{ kWh}}$$

- 6.2 In einem Zeitungsartikel heisst es: „Eine Energiemenge, wie sie in einer solchen Batterie von $6.0 \cdot 10^2 \text{ kg}$ Masse steckt, wird auch frei, wenn man einige Liter Benzin verbrennt“. Prüfen Sie diese Aussage nach und kommentieren Sie sie kurz. Hinweis: der Heizwert von Benzin beträgt $3.4 \cdot 10^7 \text{ J/l}$.

2 P

$$\underline{V = \frac{E}{H} = \frac{3.0 \cdot 10^8 \text{ J}}{3.4 \cdot 10^7 \text{ J/l}} = 8,8 \text{ l} \quad \checkmark}$$

- 6.3 Die maximale Leistung des Motors dieses Autos beträgt $3.1 \cdot 10^5$ W (entsprechend etwa 420 PS). Wie lange kann diese beansprucht werden, bis die in der Batterie gespeicherte Energiemenge aufgebraucht ist (nur numerisch, Resultat in Minuten)?

1 P

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

$$t = \frac{E}{P} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ J}}{3,1 \cdot 10^5 \text{ W}} = \underline{16 \text{ min}}$$

- 6.4 Im normalen Fahrbetrieb wird, gemäss Hersteller, eine Energiemenge von etwa $7.2 \cdot 10^7$ J benötigt, um 100 km zurück zu legen. Welche ungefähre Reichweite ergibt sich daraus?

1 P

$$s = \frac{E}{R} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ J}}{7,2 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{100 \text{ km}}} = \underline{417 \text{ km}}$$

- 6.5 Wenn diese Batterie vollständig geladen ist, ist in ihr die Ladung $7.5 \cdot 10^5$ C gespeichert. Betrachten Sie die Spannung der Batterie.

2 P

- 6.5.1 Erklären Sie verbal, was man unter Spannung versteht.

Spannung ist das Verhältnis aus Arbeit und Ladung.
Für die Arbeit, die zur Trennung der Ladung in die Elektroden nötig war.

- 6.5.2 Berechnen Sie die Spannung (nur numerisch).

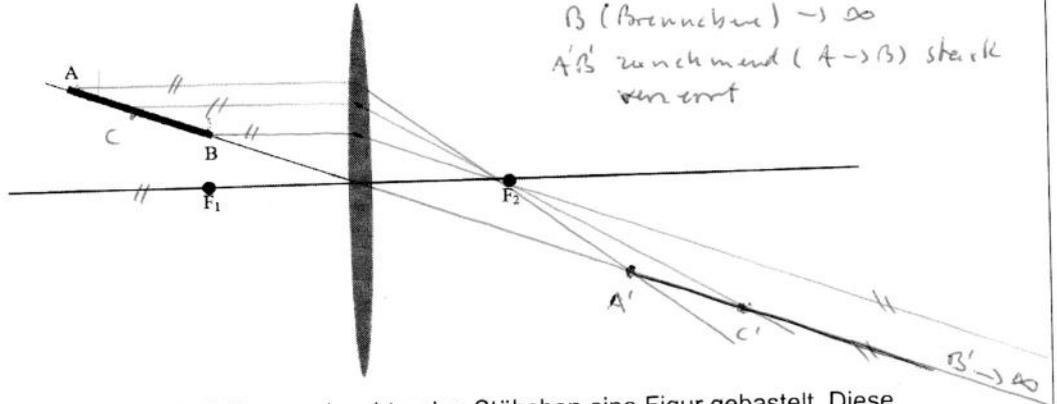
1 P

$$U = \frac{E}{Q} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ J}}{7,5 \cdot 10^5 \text{ C}} = \underline{400 \text{ V}}$$

7. Wir betrachten die Bilder, die eine **Sammellinse** produziert. [Tot. 8 P]
 Hinweis: die Aufgaben 7.1 und 7.2 sind voneinander unabhängig.

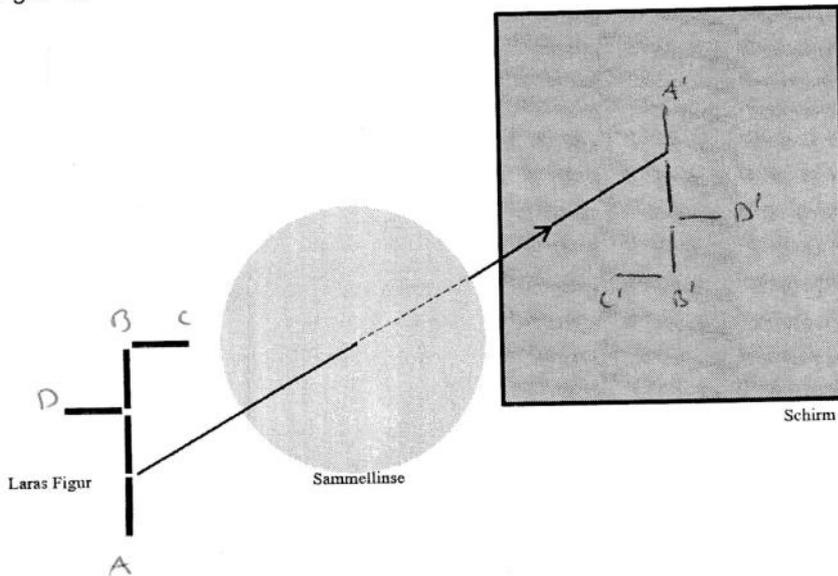
- 7.1 Vor einer Sammellinse mit den Brennpunkten F_1 und F_2 befindet sich die leuchtende Strecke AB (Figur 11). Skizzieren Sie das entstehende Bild möglichst genau und beschreiben Sie Ihren Lösungsweg. 3 P

Figur 11



- 7.2 Lara hat aus 5 gleich langen, leuchtenden Stäbchen eine Figur gebastelt. Diese steht nun vor einer Sammellinse (Figur 12). Der Schirm ist so aufgestellt, dass die Sammellinse auf ihm ein Bild von Laras Figur erzeugt. Der Schirm, die Sammellinse und Laras Figur stehen parallel zueinander, Figur 12 ist eine Schrägsicht.

Figur 12



- 7.2.1 Skizzieren Sie in Figur 12 möglichst genau das Bild, das die Sammellinse von Laras Figur auf dem Schirm erzeugt. Ein Lichtstrahl ist schon eingezeichnet. 3 P

- 7.2.2 Nun wird die obere Hälfte der Sammellinse mit einem Stück Karton abgedeckt. Wie verändert sich dadurch das Bild auf dem Schirm? Geben Sie eine verbale Antwort mit einer Begründung anhand einer Skizze. 2 P

Dunkler (weniger Licht)
 aber komplett

