1. In Penrhyn (Wales) gibt es die längste und schnellste **Seilrutsche** (*zipline*) der Welt. Ein 1.5 km langes Stahlseil ist über einen stillgelegten Steinbruch gespannt (*Figur 1*). [Tot. 10 P]

Visitors werden bei **A** an einem Laufwerk angebunden (*Figur 2*) und dann aus dem Stillstand losgelassen.

Lara unternimmt eine solche Fahrt.

Figur 1


Figur 2

1.1 Nach dem Start bei **A** beträgt die Beschleunigung 3.0 m/s². Wie lange dauert es, bis 90 km/h erreicht sind?

a) formal 1 P

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{v}{\Delta t} \rightarrow \underline{\underline{\Delta t = \frac{v}{a}}}$$

b) numerisch 1 P

$$\Delta t = \frac{\frac{90}{3.6}\,\frac{m}{s}}{3\,m/s^2} = \underline{\underline{8.3\ s}}$$

1.2 Nach welcher Strecke wird diese Geschwindigkeit erreicht?

a) formal 1 P

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{v^2}{2 \cdot a}$$

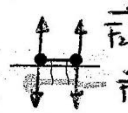
b) numerisch 1 P

$$s = \frac{\left(\frac{90}{3.6}\,\frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 3\,m/s^2} = 104\ m = \underline{\underline{0.10\ km}}$$

1.3 Auf ihrer Fahrt bewegt sich Lara während einiger Sekunden mit der Höchstgeschwindigkeit $1.5 \cdot 10^2$ km/h. Ist sie in dieser Zeit im Kräftegleichgewicht? Begründen Sie Ihre Antwort. 1 P

Wenn sich Lara einige Sekunden lang mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, ist die resultierende Kraft während dieser kurzen Zeit gleich null.

1.4 In *Figur 3* befindet sich Lara in dem Bereich, in dem das Seil horizontal verläuft. Zeichnen Sie gut sichtbar die Kraft F_1 ein, die vom Laufwerk auf das Seil wirkt, beschriftet mit F_1 (beachten Sie den Angriffspunkt). 1 P



Figur 3

Kontaktfläche zw. Seil und Laufwerk.

1.5 Welches ist die Gegenkraft zur Kraft F_1 von Aufgabe 1.4? Beschreiben Sie sie, und zeichnen Sie sie gut sichtbar in *Figur 3* ein, beschriftet mit F_2 (beachten Sie den Angriffspunkt). 2 P

$\vec{F_2}$ ist die Kraft des Seils auf das Laufwerk. $\vec{F_2}$ ist entgegengesetzt zu $\vec{F_1}$ und ist gleich gross wie $\vec{F_1}$.

1.6 Am Ende ihrer Fahrt werden Lara und das Laufwerk bei **B** auf 20 m Weg von 60 km/h zum Stillstand abgebremst. Die gesamte Masse von Lara und dem Laufwerk beträgt 90 kg.

Berechnen Sie die Verzögerung («negative Beschleunigung») und die dabei wirkende bremsende Kraft (nur numerisch, aber Rechnung begründen). 2 P

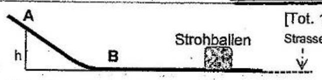
$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot s} = \frac{-v_0^2}{2 \cdot s} = \frac{-\left(\frac{60}{3.6}\,\frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 20\,m} = \underline{\underline{-6.9\ m/s^2}}$$

$F_{res} = F_B$, da keine weitere Kräfte in Bewegungsrichtung wirken.

$$F_B = m \cdot a = 90\,kg \cdot \left(-6.9\overline{4}\,\frac{m}{s^2}\right) = \underline{\underline{-0.63\ kN}}$$

2. Kinder schlitteln einen Hang hinunter. Im Folgenden vernachlässigen wir die Reibung. [Tot. 10 P]

Chris setzt sich bei **A** auf seinen **Schlitten** und erreicht bei **B** die Geschwindigkeit 6.0 m/s (*Figur 4*). Er und sein Schlitten haben zusammen die Masse 24 kg.



Figur 4

Hinweis: Die Aufgaben 2.1, 2.2 und 2.3 sind voneinander unabhängig.

2.1 Aus welcher Höhe h ist Chris gestartet? Beantworten Sie diese Frage unter Verwendung des Begriffs «Energie».

a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegung. 1 P

Die anfängliche potentielle Energie (bei A) wird vollständig in kinetische Energie (bei B) umgewandelt.

a) Berechnen Sie die Höhe h formal. 1 P

$$\cancel{m} \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cancel{m} v^2 \rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

b) Berechnen Sie die Höhe h numerisch. 1 P

$$h = \frac{(6\,m/s)^2}{2 \cdot 9.81\,m/s^2} = \underline{\underline{1.8\ m}}$$

2.2 Damit Kinder beim Schlitteln nicht auf die Strasse gelangen, hat man zur Sicherheit Strohballen (Masse 36 kg) hingelegt (*Figur 4*). Chris prallt, ohne zu bremsen, mit 6.0 m/s auf einen solchen Strohballen. Nach dem Aufprall bewegen sich Chris mit seinem Schlitten und der Strohballen mit 2.4 m/s nach rechts.

Berechnen Sie (nur numerisch):

a) die kinetische Energie vor dem Aufprall 1 P

$$E_1 = \frac{1}{2} \cdot 24\,kg \cdot \left(6\,\frac{m}{s}\right)^2 = \underline{\underline{0.43\ kJ}}$$

b) die kinetische Energie <u>nach</u> dem Aufprall 1 P

$$E_2 = \frac{1}{2}\cdot(24\,kg + 36\,kg)\cdot\left(2{,}4\,\frac{m}{s}\right)^2 = \underline{\underline{0{,}17\,kJ}}$$

c) Was stellen Sie fest, wenn Sie die Resultate von a) und b) vergleichen? Erklären und begründen Sie Ihre Feststellung (Stichwort: «Energieerhaltung»). 2 P

E_2 ist kleiner als E_1.
Die Differenz $E_1 - E_2$ hat sich beim Aufprall in Deformationsenergie und Wärme umgewandelt.

2.3 Nach dem Aufprall rutschen Chris mit seinem Schlitten und der Strohballen (Masse 36 kg) noch 2.0 m nach rechts (*Figur 4*), bis sie zum Stillstand kommen. Wie gross ist die dabei wirkende bremsende Kraft? Beantworten Sie diese Frage unter Verwendung der Begriffe «Energie» und «Arbeit».

a) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen. 1 P

Die kinetische Energie wird vollständig in Reibungsarbeit (Wärme) umgewandelt.

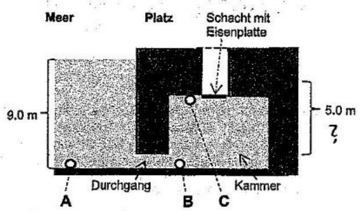
b) Berechnen Sie numerisch die bremsende Kraft. 2 P

$$\frac{1}{2}mv^2 = F_R\cdot s \quad\rightarrow\quad F_R = \frac{m\cdot v^2}{2\cdot s}$$

$$F_R = \frac{(24\,kg + 36\,kg)\cdot(2{,}4\,m/s)^2}{2\cdot 2\,m} = \underline{\underline{86\ N}}$$

3. Hinweis: Die Aufgabe 3.3 ist von den Aufgaben 3.1 und 3.2 unabhängig. [Tot. 10 P]

3.1 In einer Stadt am Meer gibt es alte Gemäuer einer **Hafenanlage.** Unterhalb eines Platzes wurde kürzlich ein enger Durchgang entdeckt (*Figur 5*).
Ein Taucher schwimmt von **A** durch diesen Durchgang zum Punkt **B** und findet dort eine wassergefüllte, 5.0 m hohe Kammer.



Figur 5

a) Wie gross ist der Wasserdruck im Punkt **A** am Meeresboden (formal)? 1 P

$$p_A = \rho_W\cdot g\cdot h_A$$

b) Berechnen Sie numerisch den Wasserdruck im Punkt **A**. 1 P

$$p_A = 1000\,\frac{kg}{m^3}\cdot 9.8\,\frac{m}{s^2}\cdot 9\,m = \underline{\underline{8.8\cdot 10^4\ Pa}}$$

c) Berechnen Sie numerisch den Wasserdruck im Punkt **B** (am Boden der Kammer). 1 P

$$p_B = p_A = \underline{\underline{8.8\cdot 10^4\ Pa}}$$

d) Berechnen Sie numerisch den Wasserdruck im Punkt **C** (an der Decke der Kammer). 1 P

$$p_C = 1000\,\frac{kg}{m^3}\cdot 9.81\,\frac{m}{s^2}\cdot 4\,m = \underline{\underline{3.9\cdot 10^4\ Pa}}$$

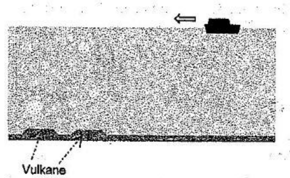
3.2 An der Decke der Kammer sieht der Taucher eine 0.40 m² grosse Eisenplatte, die das untere Ende eines vertikalen Schachts verschliesst (*Figur 5*).
Wir betrachten die Kraft, die das Wasser auf diese Eisenplatte ausübt.

a) Zeichnen Sie diese Kraft in *Figur 5* gut sichtbar ein (beachten Sie den Angriffspunkt). 0.5 P

b) Wie gross ist diese Kraft (nur numerisch)? 1.5 P

$$F = p_C\cdot A = 39240\,Pa\cdot 0.40\,m^2$$
$$= \underline{\underline{1.6\cdot 10^4\ N}}$$

3.3 In der Südsee liegt ein Gebiet, in dem **Unterwasservulkane** aktiv sind. Aus ihnen fliesst Lava auf den Meeresboden, und es steigen Gasblasen auf (*Figur 6*).
Ein Schiff mit Masse 60 t durchfährt dieses Gebiet.



Figur 6

a) Berechnen Sie die Masse der vom Schiff verdrängten Wassermenge (nur numerisch). Begründen Sie Ihre Rechnung. 2 P

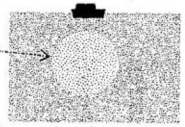
$$F_A = F_G$$

$$\underbrace{\rho_W\cdot g\cdot V_{ein}}_{} = m_{Schiff}\cdot g$$

= Masse der verdrängten Wassermenge

$$= \underline{\underline{60\ t}}$$

b) Etwas später tritt die in *Figur 7* gezeigte Situation ein: Von einem Vulkan unterhalb des Schiffs steigt eine riesige Gasblase an die Meeresoberfläche auf.
Was geschieht mit dem Schiff?
Begründen Sie Ihre Antwort.



2 P

Während die Gasblase aufsteigt, ist der Gasdruck gleich dem umgebenden Wasserdruck. Wenn die Blase das Schiff erreicht, wird sie das Schiff umhüllen. Dort wo die Gasblase die Wasseroberfläche berührt, wird sie platzen. In diesem Augenblick sinkt der Gasdruck unter dem Schiff auf den Wert des Luftdrucks. Dann wird das Schiff "herunter fallen" und von den umliegenden Wassermassen überflutet.

4. **«Glühende Lava bringt Pool auf La Palma zum Kochen»** – Unter dieser Überschrift waren 2021 Videos von einem Vulkanausbruch zu sehen: Glühende Lava floss in einen Pool, worauf das Wasser im Pool zu sieden begann und vollständig verdampfte. [Tot. 10 P]

4.1 Bei diesem Vorgang flossen 28 t Lava von $9.8 \cdot 10^2$ °C in den Pool und gaben die Wärmemenge $1.6 \cdot 10^{10}$ J an das Wasser ab. Um wie viel kühlte sich die Lava dabei ab? (c_{Lava} = 0.90 kJ/kgK).

a) formal 1 P

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

$$\rightarrow \Delta T = \frac{Q}{c \cdot m}$$

b) numerisch 1 P

$$\Delta T = \frac{1.6 \cdot 10^{6}\ \mathrm{J}}{900\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg \cdot K}} \cdot 28'000\ \mathrm{kg}} = 635\ °\mathrm{C}$$

$$= \underline{\underline{6.4 \cdot 10^{2}\ °\mathrm{C}}}$$

4.2 Durch die Wärmemenge $1.6 \cdot 10^{10}$ J wurde das 20 °C warme Wasser im Pool vollständig verdampft. Wie viele t Wasser befanden sich im Pool?

a) formal 2 P

$$Q = c_w \cdot m \cdot (T_2 - T_1) + L_v \cdot m$$

$$\rightarrow m = \frac{Q}{c_w \cdot (T_2 - T_1) + L_v}$$

b) numerisch 2 P

$$m = \frac{1.6 \cdot 10^{10}\ \mathrm{J}}{4182\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kgK}} \cdot (100\ °\mathrm{C} - 20\ °\mathrm{C}) + 22.56 \cdot 10^{5}\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}}$$

$$= 6176\ \mathrm{kg} = \underline{6.2\ \mathrm{t}}$$

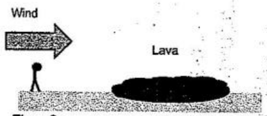
4.3 Die Lava transportierte Wärme. Um welche Art des Wärmetransports handelte es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.

Art des Wärmetransports: Wärmeströmung 2 P

Begründung:

Es wird warme Materie transportiert.

4.4 Ein Tourist wollte den Lavastrom von nahem sehen. Auf Warnungen entgegnete er: «Ich muss nur mit dem Wind im Rücken hingehen, so wird die Wärme von mir weggeblasen. Es besteht so keine Gefahr (*Figur 8*).» Hatte er recht?
Begründen Sie Ihre Antwort. Stichwort: «verschiedene Arten des Wärmetransports».



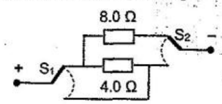
Figur 8

2 P

Durch Wärmestrahlung wird Wärme in alle Richtungen abgegeben, unabhängig von der Windrichtung.
(Wärmeleitung spielt eine untergeordnete Rolle, da Luft gut isolierend ist.)

5. Für kalte Wintertage gibt es **beheizbare Handschuhe**. Dabei sorgt eine am Handgelenk befestigte wiederaufladbare 5.0-V-Batterie für die nötige Energie. [Tot. 10 P]

Im Handschuh sind zwei elektrische Widerstände von 8.0 Ω bzw. 4.0 Ω eingearbeitet. Durch Umschalten lassen sich 3 verschiedene Heizstufen einstellen.
Figur 9 zeigt die verwendete Schaltung. Ausser den beiden Widerständen werden 2 Schalter S_1 und S_2 verwendet. Bei + und – wird die 5.0-V-Batterie angeschlossen.



Figur 9

5.1 Berechnen Sie bei der in *Figur 9* gezeigten Schalterstellung den fliessenden Strom.

a) formal 1 P

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

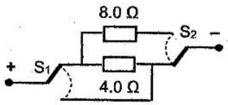
b) numerisch 1 P

$$I = \frac{5\,V}{8\,\Omega} = \underline{\underline{0.63\ A}}$$

5.2 Berechnen Sie die in *Figur 9* produzierte Leistung (nur numerisch). 1 P

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(5V)^2}{8\,\Omega} = \underline{\underline{3.1\ W}}$$

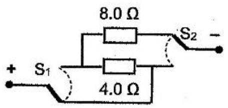
5.3 Nun wird der Schalter S_2 umgelegt (*Figur 10*).
Wie gross ist die in *Figur 10* produzierte Leistung (nur numerisch)? 1 P



Figur 10

$$P = \frac{(5V)^2}{4\,\Omega} = \underline{\underline{6.3\ W}}$$

5.4 Eine weitere Schaltmöglichkeit ist in *Figur 11* gezeigt.
Wie gross ist die in der Schaltung produzierte Leistung?



Figur 11

a) formal (mit Begründung) 2 P

Serieschaltung , $R_{total} = R_1 + R_2$

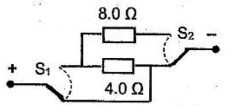
$$P = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$$

b) numerisch 1 P

$$P = \frac{(5V)^2}{8\,\Omega + 4\,\Omega} = \underline{\underline{2.1\ W}}$$

Schweizerische Maturitätskommission SMK
Ergänzungsprüfung Passerelle 'Berufsmaturität/Fachmaturität – universitäre Hochschulen' Winter 2023
Naturwissenschaften, Teil Physik

5.5 Denkbar wäre noch eine vierte Schaltmöglichkeit. Skizzieren Sie diese in *Figur 12*.
Erläutern Sie, weshalb diese Schaltmöglichkeit mit konstruktiven Mitteln verhindert werden muss. 1 P



Figur 12

Kurzschluss ; dann fliesst momentan eine sehr hohe Stromstärke , weil der Widerstand sehr gering ist. Grosse Gefahr.

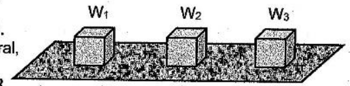
5.6 Die vollständig geladene 5.0-V-Batterie speichert 54 kJ. Wie lange lässt sich damit der Handschuh gemäss der Schalterstellung von *Figur 9* beheizen (nur numerisch, Resultat auch in Stunden angeben)?
Tipp: Verwenden Sie das Resultat von Aufgabe 5.2.
Sollten Sie Aufgabe 5.2 nicht gelöst haben, können Sie den Zahlenwert 2.5 W verwenden (dies ist nicht das korrekte Resultat!). 2 P

$$E = P \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{E}{P}$$

$$\Delta t = \frac{54'000\ J}{3.125\ W} = 17'280\ s = \underline{\underline{4.8\ h}}$$

6. Hinweis: Aufgabe 6.1 ist von den restlichen Aufgaben unabhängig. [Tot. 8 P]

6.1 Auf einer Tischplatte liegen drei identische **Metallwürfel** (*Figur 13*).
Sie sind zu Beginn elektrisch neutral, d. h. nicht geladen.



Figur 13

Der Würfel W_2 wird nun negativ geladen, der Würfel W_3 wird positiv geladen.

a) Vergleichen Sie auf atomarer Ebene Würfel W_2 mit dem (ungeladenen) Würfel W_1. Was ist bei beiden Würfeln gleich, was ist verschieden? 1 P

- gleich:

  Anzahl Atomkerne

- verschieden (angeben, ob grösser oder kleiner):

  Mehr Elektronen bei W_2 als bei W_1.

b) Vergleichen Sie auf atomarer Ebene Würfel W_3 mit dem (ungeladenen) Würfel W_1. Was ist bei beiden Würfeln gleich, was ist verschieden? 1 P

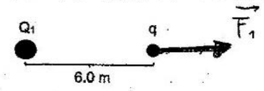
- gleich:

  Anzahl Atomkerne

- verschieden (angeben, ob grösser oder kleiner):

  Weniger Elektronen bei W_3 als bei W_1.

6.2 2 **Kugeln** haben 6.0 m Abstand (*Figur 14*), sie tragen die Ladungen $Q_1 = 4.0 \cdot 10^{-6}$ C und $q = 1.0 \cdot 10^{-7}$ C.



Figur 14

a) Wie gross ist die Kraft F_1, welche die Ladung Q_1 auf die Ladung q ausübt (formal)? 1 P

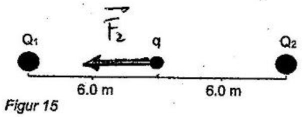
$$F_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot q}{r^2}$$

b) Berechnen Sie F_1 numerisch. Verwenden Sie für $\frac{1}{4\pi\varepsilon}$ den Wert $9.0 \cdot 10^9$. 1 P

$$F_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{Vm}{As} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6} C \cdot 1 \cdot 10^{-7} C}{(6m)^2} = \underline{\underline{0{,}10 \text{ mN}}}$$

c) Zeichnen Sie die Kraft F_1 in *Figur 14* ein, beschriftet mit F_1 (beachten Sie den Angriffspunkt). 1 P

6.3 Zu den 2 Kugeln in *Figur 14* wird eine weitere hinzugefügt, sie trägt die (negative!) Ladung $Q_2 = -4.0 \cdot 10^{-6}$ C (*Figur 15*).



Figur 15

a) Wie gross ist die Kraft F_2, welche die Ladung Q_2 auf die Ladung q ausübt (nur numerisch)? Verwenden Sie für $\frac{1}{4\pi\varepsilon}$ den Wert $9.0 \cdot 10^9$. 1 P

$$F_2 = F_1 = \underline{\underline{0{,}10 \text{ mN}}}$$

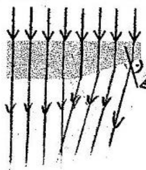
b) Zeichnen Sie die Kraft F_2 in *Figur 15* ein, beschriftet mit F_2 (beachten Sie den Angriffspunkt). 1 P

6.4 Wie gross ist die Gesamtkraft, die auf die Ladung q wirkt (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? 1 P

$F_{res} = 0$ N, weil $\vec{F}_1$ und $\vec{F}_2$ gleich gross und entgegengesetzt sind.

7. Die Aufgaben 7.1 und 7.2 sind voneinander unabhängig. [Tot. 7 P]

7.1 Parallele Lichtstrahlen fallen senkrecht auf einen **Glaskörper** (*Figur 16*). Skizzieren Sie möglichst genau den weiteren Weg dieser Lichtstrahlen und begründen Sie Ihre Lösung. 3 P

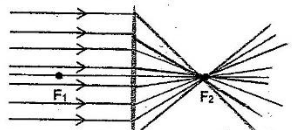


Lot zur Fläche

Figur 16

Wenn Lichtstrahlen senkrecht auf die Trennfläche einfallen, findet kein Richtungswechsel statt. Beim Übergang von Glas in Luft (optisch dicht nach optisch dünn) werden die Lichtstrahlen weg vom Lot gebrochen.

7.2 Parallele Lichtstrahlen fallen auf eine **Sammellinse** mit den Brennpunkten F_1 und F_2 (*Figur 17*).

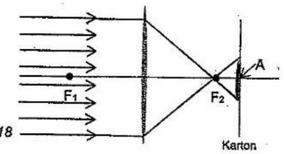


Figur 17

a) Skizzieren Sie in *Figur 17* den weiteren Verlauf dieser Lichtstrahlen möglichst genau, und begründen Sie Ihre Lösung. 1 P

Lichtstrahlen, die vorher parallel zur optischen Achse der Linse sind gehen nachher durch den Brennpunkt.

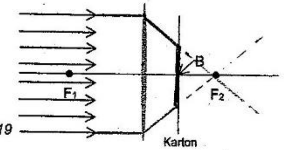
b) Rechts von der Linse wird im Punkt A ein weisser Karton hingehalten (*Figur 18*). Beschreiben Sie, was man auf dem Karton sieht. 1 P



Figur 18

Einen Lichtfleck, gleichmässig beleuchtet.

c) Gegenüber *Figur 18* wird der weisse Karton nach links in den Punkt B verschoben (*Figur 19*). Beschreiben Sie, was man jetzt auf dem Karton sieht. 1 P



Figur 19

Auch hier ein Lichtfleck.

d) Beschreiben Sie zwei Unterschiede der Lösungen von Aufgabe b) und Aufgabe c). 1 P

1. Unterschied: bei c) grösserer Lichtfleck als bei b).

2. Unterschied: bei c) ist der Fleck weniger hell beleuchtet. Dieselbe Lichtmenge ist auf einer grösseren Fläche verteilt.