

1. Sven und Lars lesen in einem Prospekt, dass ein Supersportwagen aus dem Stand in 7.8 s die Geschwindigkeit $2.0 \cdot 10^2$ km/h erreicht. Wir nehmen an, dass er dabei gleichmässig beschleunigt. [Tot. 10 P]

1.1 Wie gross ist die Beschleunigung?

a) formal

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

1 P

b) numerisch

$$a = \frac{200 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{7.8 \text{ s}} = 7.1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 P

1.2 Wie gross ist die dabei zurück gelegte Strecke?

a) formal

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

1 P

b) numerisch

$$s = \frac{200 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 7.8 \text{ s}}{2} = 216.7 \text{ m} = 0.22 \text{ km}$$

1 P

1.3 Sven fragt seinen älteren Bruder Lars, nach welcher Zeit der Supersportwagen die Geschwindigkeit $1.0 \cdot 10^2$ km/h erreiche. In Sekundenschnelle gibt ihm Lars die richtige Antwort. Erklären und begründen Sie, wie Lars sich das überlegen konnte.

$$v = a t, \text{ also } v \propto t$$

also halbe Zeit, halbe Geschwindigkeit

1 P

1.4 Wir betrachten die auf den Supersportwagen wirkende beschleunigende Kraft F_B .

1.4.1 Wie gross ist diese Kraft, wenn dessen Masse 1.3 t beträgt (nur numerisch)?

$$F_B = m \cdot a = 9.2 \text{ kN}$$

1 P

1.4.2 Welche Richtung hat sie? Begründen Sie Ihre Antwort.

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

also nach vorne, in Fahrtrichtung, da gleichmässig wie Beschleunigung.

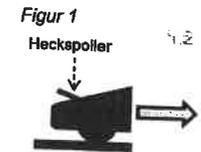
1 P

1.4.3 Wo greift sie an? Geben Sie eine möglichst präzise Antwort mit Skizze.

An den Reifen, am Kontakt mit Straße.

1 P

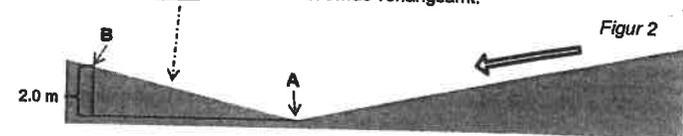
1.5 Beim starken Abbremsen dieses Wagens wird am Heck eine Platte ("Heckspoiler") schräg nach oben gestellt (Figur 1). Dadurch wird der Luftwiderstand und dessen bremsende Wirkung erhöht. Zusätzlich wird der Wagen verstärkt auf die Strasse gedrückt. Welchen Vorteil bringt das beim Bremsen? Geben Sie eine verbale Antwort und führen Sie die dabei relevante Formel auf.



Die Luft drückt auf den Spoiler, einerseits gegen Fahrtrichtung (Bremswirkung), andererseits nach unten, was zu mehr Reibung ($F_R = \mu F_N$) führt.

2 P

2. Kinder schlitteln eine vereiste Strasse hinunter (Figur 2). An der Gegensteigung wird ihre Fahrt etwas verlangsamt. [Tot. 9 P]



Lara (Masse mit Schlitten 25 kg) passiert die Stelle A mit 8.0 m/s.

2.1 Wie gross ist die kinetische Energie von Lara an der Stelle A?

a) formal

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

1 P

b) numerisch

$$E_{kin} = \frac{1}{2} 25 \text{ kg} \left(\frac{80}{100} \right)^2 = 800 \text{ J} = 0.80 \text{ kJ}$$

1 P

2.2 Lara fährt weiter von A nach B; auf dieser Strecke tritt keine Reibung auf. Wie gross ist ihre Energie an der Stelle B im Vergleich zu ihrer kinetischen Energie an der Stelle A?
 Begründen Sie Ihre Antwort.
 Ohne Reibung: Energieerhaltung, also ist Gesamtenergie 2P
 gleiche (pot. E. größer, Kin. E. kleiner)

2.3 Wie gross ist Laras Geschwindigkeit an der Stelle B?
 a) Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zur Beantwortung dieser Frage.
 s.o. $E_A = E_B$ 1P
 $\frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} m v_B^2 + mgh$

b) Berechnen Sie die gesuchte Geschwindigkeit formal.
 $v_B = \sqrt{v_A^2 - 2gh}$

c) Berechnen Sie die gesuchte Geschwindigkeit numerisch.
 $v_B = \sqrt{(8 \frac{m}{s})^2 - 2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 2m} = 4 \frac{m}{s}$ 1P

2.4 Nach Lara durchfährt ihr Zwillingbruder Chris (Masse mit Schlitten ebenfalls 25 kg) die Stelle A auch mit 8.0 m/s. Bei seinem Schlitten wirkt auf der Strecke AB eine Reibungskraft F_R . Was lässt sich über Chris' Energie an der Stelle B sagen, wenn man sie mit Laras Energie an der Stelle B vergleicht?
 Begründen Sie Ihre Antwort.
 nach: Energi ist geringer, als ursprünglich $W_R = F_R \cdot s$ 1P

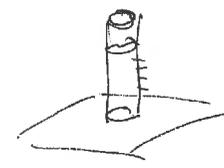
3. Die Aufgaben 3.1 und 3.2 sind voneinander unabhängig. [Tot. 9 P]

3.1 In einer Broschüre für Touristen steht zum Thema "Schlitteln":
 "Da der Schneekontakt meist intensiv ist, sollte man bei der Bekleidung auf ein Material mit einer hohen Wassersäule (mindestens 80 cm) achten."

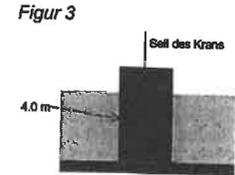
3.1.1 "80 cm Wassersäule" bedeutet in diesem Zusammenhang eine Druckangabe. Geben Sie diesen Druck in einer üblichen physikalischen Druckeinheit an. 1P
 $p = \rho gh = 1 \frac{kg}{dm^3} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0.8m = 80 \frac{N}{dm^2} = 8000 \frac{N}{m^2} = 8,0 kPa$
 $= 0,080 bar$

3.1.2 Bei einem Material bedeutet die Angabe "80 cm Wassersäule", dass Wasser erst durch das Material dringt, wenn der Druck des Wassers so hoch ist wie in Aufgabe 3.1.1 angegeben. Sie möchten mit einem Versuch feststellen, ob Ihre Jacke die in der Broschüre erwähnte Anforderung erfüllt. Beschreiben Sie Ihr Vorgehen (mit Skizze). 2P

Rohr auf Jacke aufsetzen,
 Wasser bis 80cm einfüllen,
 beobachten ob Wasser durchdringt



3.2 Für Bauarbeiten in einem flachen, steinigen Hafenbecken wurden Betonquader mit einer quadratischen Grundfläche von 2.0 m Seitenlänge und einer Höhe von 4.0 m in das 3.0 m tiefe Wasser gestellt (Figur 3). Die Masse eines solchen Quaders beträgt 40 t. Nach Abschluss der Bauarbeiten sollen die Quader mit einem Kran aus dem Wasser gehoben werden. 2P



3.2.1 Wie gross ist die Zugkraft im Seil, wenn der Quader ganz langsam vom Boden weg gehoben wird?

a) formal 2P
 $F_S = F_G - F_A$
 $= m \cdot g - \rho \cdot V \cdot g$
 $F_S = m \cdot g - \rho \cdot a^2 \cdot h \cdot g$

b) numerisch 1P
 $F_S = 40000kg \cdot 10 \frac{N}{kg} - 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot (2m)^2 \cdot 3m \cdot 10 \frac{N}{kg}$
 $= 280000 N = 0,28 MN$

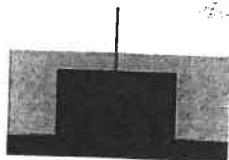
- 3.2.2 Wie gross ist die Zugkraft im Seil, wenn sich der Quader ganz über der Wasseroberfläche befindet (nur numerisch)?

$$F_s = m_{\text{Qu}} g = 0,40 \text{ MN}$$

- 3.2.3 Einer dieser Quader wurde flach ins Wasser gelegt (Figur 4). Wie gross ist die Zugkraft im Seil, wenn dieser Quader ganz langsam vom Boden weg gehoben wird (nur numerisch)?

$$\begin{aligned} F_s &= F_G - F_A \\ &= 0,4 \text{ MN} - 0,16 \text{ MN} \\ &= 0,24 \text{ MN} \end{aligned}$$

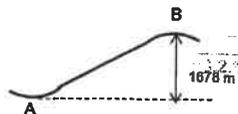
Figur 4



2 P

4. Bei einer Bergbahn fährt ein von einer Dampflokomotive geschobener Zug von A zum 1678 m höher gelegenen Berggipfel B (Figur 5). Die gesamte Masse dieses Zugs ist 27 t.

Figur 5



- 4.1 Wie gross ist die dabei verrichtete Hubarbeit (nur numerisch)?

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 4,5 \cdot 10^8 \text{ J}$$

1 P

- 4.2 Für die Bergfahrt werden 0,25 t Kohle verfeuert. Welche Wärmemenge wird dabei frei, wenn pro kg verfeuerter Kohle $2,8 \cdot 10^7 \text{ J}$ frei werden (nur numerisch)?

$$\Delta Q = H \cdot m = 2,8 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 250 \text{ kg} = 7,0 \cdot 10^9 \text{ J}$$

1 P

- 4.3 Betrachten Sie die Resultate von 4.1 und 4.2. Wie gross ist der Wirkungsgrad, der sich daraus ergibt? Erklären Sie einem 'physikalischen Laien' ganz anschaulich, was die berechnete Zahl in diesem Fall aussagt (mit 1 bis 2 Sätzen, ohne Formel).

$$\eta = \frac{E_{\text{pot}}}{\Delta Q} = 6,4\%$$

2 P

Nur 6% der Kohlenenergie wurden "genutzt", die restlichen 94% gingen als Wärme / Reibung "verloren".

- 4.4 Auf einem Informationsblatt der Bergbahn steht: "Bei der Bergfahrt werden in der Dampflokomotive 1,5 t Wasser von 10 °C in Dampf umgewandelt. Dabei siedet das Wasser im Dampfkessel der Lokomotive erst bei 200 °C, wobei der Druck 15 bar beträgt."

- 4.4.1 Wie kann man einem 'physikalischen Laien' ganz anschaulich plausibel machen, dass das Wasser im Dampfkessel bei einem hohen Druck erst bei 200 °C siedet und nicht schon bei 100 °C?

Beim Sieden lösen sich Wassermoleküle aus der Flüssigkeit. Bei hohem Druck werden sie wieder ins Wasser zurück gehalten. 1 P

- 4.4.2 Welche Wärmemenge ist nötig, um diese 1,5 t Wasser von 10 °C in Dampf überzuführen, wenn die Verdampfungswärme bei 200 °C $1,9 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$ beträgt?

- a) formal

$$\Delta Q = c m \Delta T + L_v m$$

$$\Delta Q = c m (T_2 - T_1) + L_v m$$

- b) numerisch

$$\begin{aligned} \Delta Q &= 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1500 \text{ kg} \cdot 90 \text{ K} + 1,9 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 1500 \text{ kg} \\ &= 8,5 \cdot 10^8 \text{ J} \end{aligned}$$

2 P

5. Ein elektrischer Wasserkocher (Figur 6) hat eine Leistung von 1.8 kW, wenn er an 230 V angeschlossen wird.

Figur 6



[Tot. 9 P]

- 5.1 Wie gross ist der dabei fliessende Strom?

a) formal

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

1 P

b) numerisch

$$I = \frac{1800 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 7.8 \text{ A}$$

1 P

- 5.2 Wie gross ist der elektrische Widerstand des Wasserkochers?

a) formal

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

1 P

b) numerisch

$$R = \frac{(230 \text{ V})^2}{1800 \text{ W}} = 29 \Omega$$

1 P

- 5.3 Um die Leistung von 1.8 kW zu erzeugen, sind im Wasserkocher zwei gleiche elektrische Hezelemente eingebaut, die in Serie geschaltet sind. Wie gross ist der elektrische Widerstand eines solchen Hezelementes? Beschreiben Sie Ihre Überlegungen zur Beantwortung dieser Frage. Zu welchem Resultat gelangen Sie (nur numerisch)?

$$R_G = R_1 + R_2 = 2R$$

$$R = \frac{1}{2} R_G = 15 \Omega$$

2 P

- 5.4 Man giesst 2.0 dl kochendes Wasser aus dem Wasserkocher in eine Tasse. Wieviel Wasser von 20°C muss man hinzufügen, damit die Mischtemperatur 80°C beträgt? Dabei soll keine Wärme an die Tasse oder an die Umgebung abgegeben werden.

a) formal

$$\Delta Q_{AB} = \Delta Q_{U1}$$

$$c m_1 \Delta T_1 = c m_2 \Delta T_2$$

$$m_2 = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \cdot m_1$$

$$m_2 = \frac{T_1 - T_m}{T_m - T_2} \cdot m_1$$

2 P

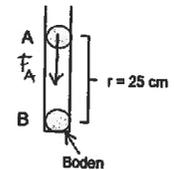
b) numerisch

$$m_2 = \frac{20}{80} \cdot 2 \text{ dl} = 0.5 \text{ dl}$$

1 P

6. In einem vertikalen, unten verschlossenen Rohr befinden sich zwei elektrisch geladene Tischtennisbälle A und B (Figur 7). A und B haben je ein Gewicht von 0.026 N. A schwebt in der gezeichneten Lage.

Figur 7



- 6.1 Zeichnen Sie die Gewichtskraft F_A von A in Figur 7 ein, beschriftet mit F_A (beachten Sie den Angriffspunkt).

1 P

- 6.2 Wie gross ist die Kraft, die B auf A ausübt? Es genügt, wenn Sie die numerische Lösung mit einer Begründung angeben.

$$a = 0 \Rightarrow F_{\text{eff}} = m a = 0 \Rightarrow F_B = F_A = 0.026 \text{ N}$$

F_B entgegengesetzt F_A

1 P

- 6.3 Wie gross ist die Kraft, die B auf den Boden (Figur 7) ausübt? Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegung. Zu welchem Resultat (nur numerisch) gelangen Sie?

$$F = F_B + F_{AB} = 2 F_B = 0.052 \text{ N}$$

$$= F_{BA}$$

2 P

actio = reactio, A übt auf B eine gegengleich Kraft aus, wie B A auf A. Dazu kommt der Gewicht von B.

6.4 Der Tischtennisball A trägt die Ladung $6,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$.
 Er schwebt im Abstand $r = 25 \text{ cm}$ von B (Figur 7).
 Wie gross muss deshalb die Ladung des Tischtennisballs B sein?

a) formal

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A Q_B}{r^2}$$

$$Q_B = \frac{F \cdot 4\pi \epsilon_0 r^2}{Q_A}$$

b) numerisch

$$Q_B = \frac{0,020 \text{ N} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{V} \cdot \text{m}} \cdot 4\pi \cdot (0,25 \text{ m})^2}{6 \cdot 10^{-7} \text{ C}}$$

$$= 0,50 \text{ C}$$

6.5 Man möchte, dass der Tischtennisball A in einem doppelt so grossen Abstand schwebt, wie er in Figur 7 angegeben ist, d.h. dass $r = 50 \text{ cm}$ ist (das vertikale Rohr wird entsprechend verlängert). Um das zu erreichen, wird die Ladung von A verändert (die Ladung von B bleibt gleich). Wie gross muss die neue Ladung von A sein? Begründen Sie Ihre Antwort.

Hinweis: die Aufgabe lässt sich lösen, ohne das Resultat von 6.4 zu verwenden.

$$F \sim Q \rightarrow 4 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{F gleich, also 4-fache Ladung}$$

$$F \sim \frac{1}{r^2} \rightarrow \frac{1}{4}$$

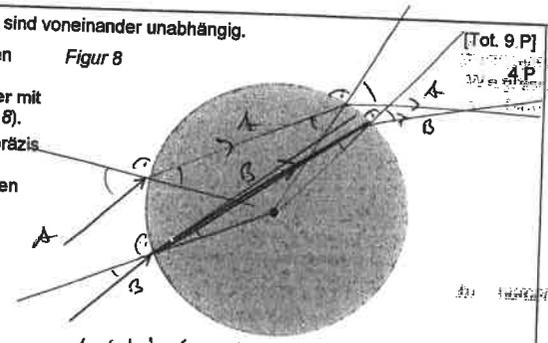
2 P

2 P

2 P

7. Die Aufgaben 7.1 und 7.2 sind voneinander unabhängig.

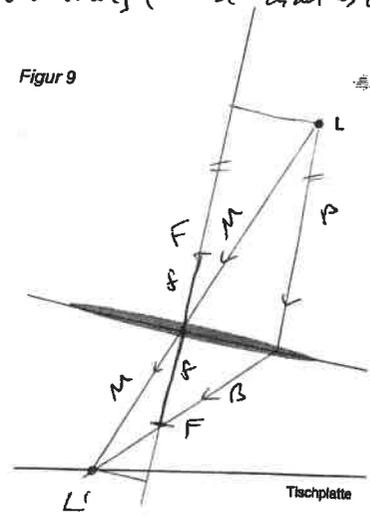
7.1 Zwei parallele Lichtstrahlen treffen auf einen kreisförmigen Glaskörper mit dem Mittelpunkt (Figur 8).



[Tot. 9 P]

Eintritt: Brechung von Lot hin (optisch dichter → Licht)
 Austritt: von Lot weg (Licht → optisch dünner)

7.2 Oberhalb einer weissen Tischplatte ist eine Sammellinse angebracht (Figur 9). Nun wird ein leuchtender Punkt L so positioniert, dass die Sammellinse auf der Tischplatte ein Bild von L erzeugt.



7.2.1 Skizzieren Sie in Figur 9 möglichst präzise das Bild von L und begründen Sie Ihre Lösung.

2 P

M: Mittelpunktstrahl - unverändert
 P: Parallelstrahl → B: Brennpunktstrahl
 F

7.2.2 Ermitteln Sie in *Figur 9* die Lage der Brennpunkte der Sammellinse. Zeichnen Sie beide Brennpunkte ein und begründen Sie Ihre Lösung. 3 P.

B: schneidet Achse im Brennpunkt F; Abstand
 hinter
 vordere Brennpunkt symmetrisch zu Linse, " " Brennpunkt f

Zusätzliche Notizen werden nur bewertet, wenn sie klar einer Aufgabe zugeordnet werden können - geben Sie deshalb unbedingt die Aufgabennummer und den Aufgabenteil an und machen Sie auf dem betreffenden Aufgabenblatt einen entsprechenden verbalen Hinweis.

7.2
 7.2.2
 Die Sammellinse
 ist symmetrisch zur
 optischen Achse.
 Ein Gegenstand wird
 zwischen den beiden
 Brennpunkten in der
 optischen Achse
 eingezeichnet.

7.2.1
 Skizzieren Sie in *Figur 9* ein
 Bild!