

Aufgabe 1 (14 Punkte)

Bei einem Aussichtsturm kann man entweder zu Fuss zu der Aussichtsplattform hochsteigen oder den Lift benützen. Die Liftkabine hängt an einem vertikalen Zugseil. Der Aussichtsturm hat eine unterirdische Tiefgarage, d.h. wenn sich die Liftkabine im Erdgeschoss befindet, berührt sie den Boden des Liftschachts nicht. Nachdem die Besucher eingestiegen sind, beträgt die gesamte Masse der Liftkabine 800 kg. Für die folgenden Fragen dürfen Sie annehmen, dass die Reibungskräfte zwischen der Liftkabine und den seitlichen Führungsschienen vernachlässigbar sind.

a) Die Liftkabine befindet sich im Erdgeschoss und bewegt sich noch nicht. Wie gross ist die Kraft im Zugseil?

a1) formal: $F = m \cdot g$

1 P.

a2) numerisch: $F = 800\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 7848\text{N} = 7,85\text{kN}$

1 P.

b) Der Lift beschleunigt nun mit $1,2 \text{ m/s}^2$ bis er die Geschwindigkeit $2,0 \text{ m/s}$ erreicht hat.

b1) Nach welcher Zeit ist dies der Fall?

b11) formal: $v = a \cdot t + v_0$
 $t = \frac{v - v_0}{a}$

1 P.

b12) numerisch: $t = \frac{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,7\text{s}$

1 P.

b2) Wie gross ist die dabei zurückgelegte Wegstrecke?

b21) formal: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{(v - v_0)^2}{2 \cdot a}$

1 P.

b22) numerisch: $s = \frac{(2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,7\text{m}$

1 P.

b3) Wie gross ist die Zugkraft im Seil während dieser Beschleunigungsphase?

b31) formal: $F = m \cdot a + m \cdot g = m(a + g)$ 1 P.

b32) numerisch: $F = 800\text{kg} \cdot 11,01 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 8808\text{N} = 8,8\text{kN}$ 1 P.

c) Nun fährt der Lift gleichförmig mit 2.0 m/s nach oben. Wie gross ist in dieser Phase die Zugkraft im Seil?

c1) formal: $F = m \cdot g$ 1 P.

c2) numerisch: $F = 800\text{kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 7848\text{N} = 7,85\text{kN}$ 1 P.

d) Schliesslich verzögert der Lift mit 1.2 m/s^2 bis zum Stillstand.

d1) Wie lange dauert dieser Vorgang? (Rechnung oder Überlegung mit Begründung)

Der Vorgang dauert genau so lange, wie die Anfahrphase, also 1,7s.
Würde man einen Film der Startphase rückwärts laufen lassen, so sähe man eine Abbremsung, die genau der obigen Situation entspricht. Also dauert das Bremsen und Anfahren bei gleicher Beschleunigung und gleichen Anfangs-, bzw. Endgeschwindigkeiten auch gleich lang.

1 P.

d2) Welche Strecke wird dabei zurückgelegt?

Die gleiche Überlegung gilt für die zurückgelegte Strecke. Er braucht also ebenfalls 1,7m.

1 P.

d3) Wie gross ist die Zugkraft im Seil?

d31) formal: $F = m \cdot a + m \cdot g = m(a + g)$
a ist diesmal g entgegengesetzt,
wird also abgezogen :

1 P.

d32) numerisch: $F = 800\text{kg} \cdot 8,61 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 6888\text{N} = 6,9\text{kN}$

1 P.

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Bei einer Autobahnausfahrt durchfahren die Autos eine Kurve mit 50 m Radius, die Höchstgeschwindigkeit ist mit 60 km/h signalisiert.

a) Herr Schneider durchfährt bei Nässe diese Kurve mit 36 km/h. Berechnen Sie die radiale Kraft, die dabei auf sein Auto (Gesamtmasse 1500 kg) einwirken muss.

a1) Wie gross ist der Betrag dieser Kraft?

a11) formal: $F = F_{rad}$ 1 P.

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

a12) numerisch: 2 P.

$$F = 1500 \text{ kg} \cdot \frac{\left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{50 \text{ m}} = 3000 \text{ N} = 3,0 \text{ kN}$$

a2) Ist diese Kraft gegen den Kreismittelpunkt oder gegen aussen gerichtet? Begründen Sie Ihre Antwort.

Die Kraft ist zum Kreismittelpunkt gerichtet, da sie ja die Ursache für die Richtungsänderung ist. Wäre die Kraft nach aussen gerichtet, so würde er aus der Kurve getragen.

1P.

b) Wie gross muss die Haftreibungszahl zwischen den Reifen und der Strasse mindestens sein, damit die Kurve mit 60 km/h durchfahren werden kann?

b1) formal:

$$F_{rad} = F_R$$

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = \mu \cdot F_N = \mu \cdot m \cdot g$$

$$\mu = \frac{v^2}{g \cdot r}$$

2 P.

b2) numerisch:

$$\mu = \frac{\left(60 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 50 \text{ m}} = 0,5663 = 0,57$$

2 P.

Aufgabe 3 (8 Punkte)

Eine quadratische Holzplatte schwimmt im Wasser. Sie ist 12 cm lang, 12 cm breit und 0.80 cm hoch, die Dichte des Holzes beträgt 0.60 g/cm^3 . Nun legen Sie eine Münze der Masse 16 g auf die Mitte der Holzplatte. Um welche Strecke wird die Platte dadurch nach unten gedrückt?

a) formal: ohne Münze :

$$F_G = F_A$$

$$\rho_H \cdot A \cdot h \cdot g = \rho_W \cdot A \cdot x \cdot g$$

$$x = \frac{\rho_H}{\rho_W} h$$

mit Münze :

$$F_G = F_A$$

$$\rho_H \cdot A \cdot h \cdot g + m_M \cdot g = \rho_W \cdot A \cdot x' \cdot g$$

$$x' = \frac{\rho_H}{\rho_W} h + \frac{m_M}{\rho_W A}$$

$$\Delta x = x' - x = \frac{m_M}{\rho_W A} = \frac{m_M}{\rho_W \cdot l \cdot b}$$

5 P.

b) numerisch:

$$\Delta x = \frac{16g}{1 \frac{g}{cm^3} \cdot 12cm \cdot 12cm} = 1,1mm$$

3 P.

Aufgabe 4 (8 Punkte)

a) Erklären Sie mit ein bis zwei Sätzen den Begriff „spezifische Schmelzwärme“.

Die spezifische Schmelzwärme ist die Energie, die es braucht um ein Kilogramm eines Stoffes zu schmelzen. Sie ist eine Materialeigenschaft und somit von Stoff zu Stoff verschieden.

2 P.

b) In einem Plastikbecher befinden sich 20 g Eiswürfel der Temperatur -18°C . Wie viele Gramm Wasser von 20°C müssen Sie mindestens in den Becher giessen, damit alles Eis schmilzt? Sie dürfen annehmen, dass kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfindet.

b1) formal:

$$\Delta Q_{ab} = \Delta Q_{auf}$$

$$c_W \cdot m_W \cdot \Delta T_W = L_f \cdot m_E + c_E \cdot m_E \cdot \Delta T_E$$

$$m_W = \frac{L_f \cdot m_E + c_E \cdot m_E \cdot \Delta T_E}{c_W \cdot \Delta T_W}$$

$$m_W = \frac{L_f \cdot m_E + c_E \cdot m_E \cdot (T_S - T_E)}{c_W \cdot (T_W - T_S)}$$

$$T_S = 0^{\circ}\text{C}, T_E = -18^{\circ}\text{C}, T_W = 20^{\circ}\text{C}$$

4 P.

b2) numerisch:

$$m_W = \frac{334 \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot 20\text{g} + 2,1 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \cdot 20\text{g} \cdot 18\text{K}}{4,18 \frac{\text{J}}{\text{gK}} \cdot 20\text{K}} = 88,947\text{g} = 88\text{g}$$

2 P.

Aufgabe 5 (6 Punkte)

Vor dem Start eines Verkehrsflugzeugs muss sein maximal zulässiges Startgewicht errechnet werden. Dabei spielt die Luftdichte eine wichtige Rolle.

Um die Luftdichte zu bestimmen misst man vor dem Start Temperatur und Luftdruck. Weil bekannt ist, dass bei Normalbedingungen, d. h. bei 0 °C und 1013 hPa, die Luftdichte 1.29 kg/m³ beträgt, lässt sich daraus die aktuelle Luftdichte berechnen.

Berechnen Sie die Luftdichte in Zürich Kloten, wenn dort die Temperatur 18 °C, der Luftdruck 980 hPa beträgt.

a) formal:

$$\frac{pV}{T} = \text{konst.}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad | V = \frac{m}{\rho}$$

$$\frac{p_1}{T_1 \rho_1} = \frac{p_2}{T_2 \rho_2}$$

$$\rho_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} \rho_1$$

4 P.

b) numerisch:

$$\rho_2 = \frac{980}{1013} \cdot \frac{273,15}{291,15} \cdot 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,171 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

2 P.

Aufgabe 6 (10 Punkte)

Der zehnjährige Lukas hat ein elektronisches Spielzeug, das er an eine 4.5-Volt-Batterie anschliesst. Dessen Widerstand beträgt $15\ \Omega$. Sie dürfen annehmen, dass die Batterie keinen Widerstand hat.

a) Liefert eine Batterie Gleichstrom oder Wechselstrom? Begründen Sie Ihre Antwort mit ein bis zwei Sätzen.

Eine Batterie liefert Gleichstrom. Sie erzeugt ihn aus der unterschiedlichen Elektronegativität (Redoxpotential) zweier Metalle in einem Elektrolyt.

Durch diesen Unterschied ist die mögliche Stromrichtung, bzw. die Polung der Zelle vorgegeben und ändert sich nach Herstellung nicht mehr.

Somit erzeugt die Zelle Gleichstrom.

2 P.

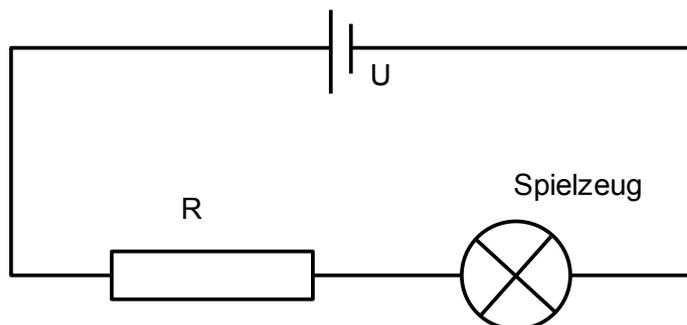
b) Wie gross ist die elektrische Leistung des Spielzeugs?

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = \frac{(4,5V)^2}{15\Omega} = 1,35W = 1,4W$$

1 P.

Weil er sein Spielzeug auch bei langen Autofahrten benutzen will, überlegt Lukas sich, ob er es wohl, statt an der Batterie, an das 12-Volt-Bordnetz des Autos anschliessen kann. So könnte er seine Batterie schonen. Ein älterer Kollege hat ihm gesagt, das sei möglich, wenn er einen Zusatzwiderstand verwende. Nun fragt Lukas Sie um Rat.

c) Skizzieren Sie die Schaltung, die er an das Bordnetz anschliessen kann, mit korrekten Symbolen. Verwenden Sie für das Spielzeug das Symbol einer Glühbirne.



2 P.

d) Berechnen Sie, wie gross der Zusatzwiderstand sein muss.

d1) formal:

$$I_R = I_{\text{Spielzeug}}$$

$$\frac{U_R}{R} = \frac{U_S}{R_S}$$

$$R = \frac{U_R}{U_S} R_S = \frac{U - U_S}{U_S} R_S$$

3 P.

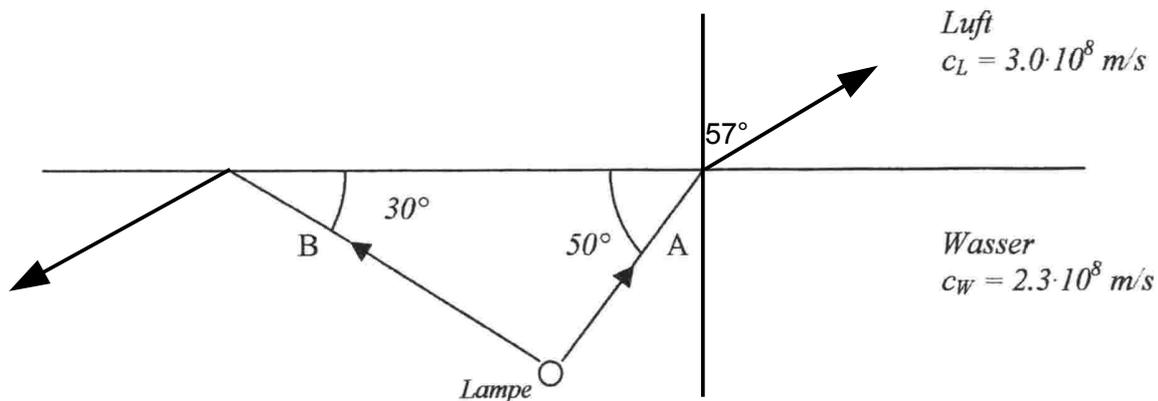
d2) numerisch:

$$R = \frac{12V - 4,5V}{4,5V} 15\Omega = 25\Omega$$

2 P.

Aufgabe 7 (8 Punkte)

In einem wassergefüllten Swimmingpool ist 1.0 m unter der Wasseroberfläche eine Unterwasserlampe installiert, die nach allen Seiten Licht abstrahlt.



Untersuchen Sie den Weg von zwei Lichtstrahlen.

a) Strahl A trifft so auf die Wasseroberfläche, dass der Winkel zu ihr 50° beträgt.

a1) Skizzieren Sie in der obigen Figur den weiteren Weg dieses Lichtstrahls. 2 P.

a2) Berechnen Sie den Winkel, unter dem sich der bei a1) skizzierte Lichtstrahl weiter bewegt. Zeichnen Sie den Winkel ein, den Sie berechnet haben.

Winkel zum Lot !

A:

$$\frac{\sin \alpha_L}{\sin \alpha_W} = \frac{c_L}{c_W}$$

$$\sin \alpha_L = \frac{c_L}{c_W} \sin \alpha_W = \frac{3}{2,3} \sin 40^\circ = 0,8384$$

$$\alpha_L = 56,97^\circ = 57^\circ 2 P.$$

b) Strahl B trifft so auf die Wasseroberfläche, dass der Winkel zu ihr 30° beträgt. Berechnen und skizzieren Sie, wie sich der Lichtstrahl B weiter bewegt.

B:

$$\frac{\sin \alpha_L}{\sin \alpha_W} = \frac{c_L}{c_W}$$

$$\sin \alpha_L = \frac{c_L}{c_W} \sin \alpha_W = \frac{3}{2,3} \sin 60^\circ = 1,13$$

Totalreflektion

4 P.

Aufgabe 8 (6 Punkte)

Wählen Sie aus den folgenden Aufgaben **A** und **B** eine aus. Streichen Sie die Aufgabe, die Sie nicht wählen, durch. Es werden nur die Punkte gezählt, die Sie in der von Ihnen gewählten Aufgabe erzielen.

A Erklären Sie den „Dualismus Korpuskel - Welle“ am Beispiel des Lichts. Schreiben Sie dazu drei klar formulierte, aussagekräftige Sätze in korrektem Deutsch.

B Erklären Sie den „Dualismus Teilchen - Welle“. Schreiben Sie dazu drei klar formulierte, aussagekräftige Sätze in korrektem Deutsch.

1. Satz

A: Experimente zeigen, dass das Licht sich je nach Versuchsaufbau einmal wie eine Welle, einmal wie ein Teilchen verhält.

B: Die Quantenmechanik beschreibt physikalische Objekte mit Hilfe der sogenannten Wellenfunktion.

2 P.

2. Satz

A: Ein Experiment, in dem das Licht sich wie ein Teilchen verhält, ist der Photoeffekt. Er wurde durch Einstein mit Hilfe der Photonen (Lichtteilchen) erklärt. Im Doppelspalt-Experiment hingegen zeigt das Licht Welleneigenschaften. Die Wellenlänge kann mit diesem Versuch auch gemessen werden.

B: Die Wellenfunktion liefert allerdings keine direkten physikalischen Werte, sondern nur komplexe Zahlen, deren Betrag als Wahrscheinlichkeit, einen bestimmten Messwert zu erhalten, interpretiert werden können.

2 P.

3. Satz

A: Die Photonen aus der Erklärung des Photoeffekts haben eine Energie von $E=hf$, wobei f die Frequenz des Lichts darstellt (h ist das Plancksche Wirkungsquantum und eine Konstante). Man erklärt hier also die Energie eines Teilchens mit Hilfe einer Größe (Frequenz), die nur für Wellen einen Sinn ergibt. Darin kann man die dualistische Natur des Lichts erkennen.

B: Je nach Beschaffenheit der Wellenfunktion (die vom Experiment abhängt) zeigt ein physikalisches Objekt eher Wellen-, oder eher Teilcheneigenschaften. Dieser Dualismus zwischen Welle und Teilchen ist seit Einführung der Quantentheorie zu Beginn des 20. Jhr. die Grundlage der gesamten Physik.

2 P.