

18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022

Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9

Bearbeitungszeit: 180 min

Hilfsmittel: Taschenrechner, Tafelwerk

Hinweise:

- Jede Aufgabe ist auf einem gesonderten Blatt zu lösen.
- Sollten Sie eine Aufgabe nicht lösen können, so geben Sie bitte ein leeres Blatt mit der entsprechenden Aufgabennummer und dem Text "Nicht gelöst." ab.
- Die Reinschrift ist auf kariertem Papier anzufertigen.
- Entwürfe sind als solche zu kennzeichnen und auf weißem Papier anzufertigen. Sie werden nicht mit zur Bewertung herangezogen.

Alle Lösungswege sind nachvollziehbar niederzuschreiben. Physikalische Ansätze müssen begründet werden. Die Zahlenwerte der Ergebnisse von Berechnungen sind sinnvoll zu runden.

Aufgabe 1: Experiment

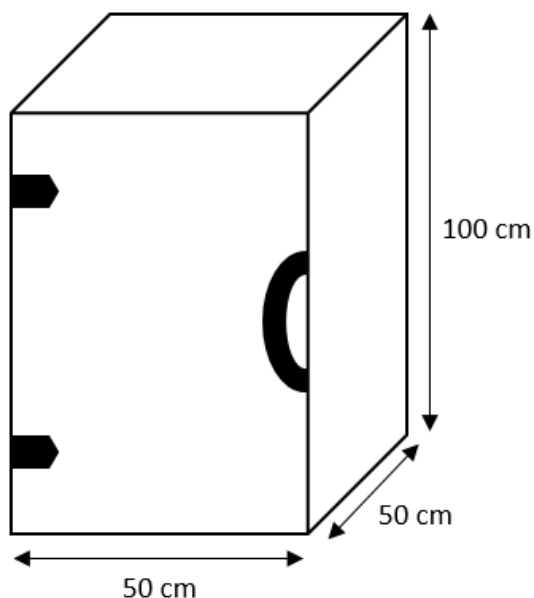
(3 Punkte)

Zwei Messbecher sind unterschiedlich hoch mit Wasser gefüllt. Durch zwei identische Glasrohre wird Luft an die Böden geblasen. Im ersten Teilversuch wird sehr vorsichtig geblasen. Im zweiten Teilversuch wird kräftig geblasen.

- Was kann in beiden Teilversuchen jeweils im Wasser beobachtet werden?
- Erklären Sie Ihre Beobachtungen physikalisch.

Aufgabe 2: Training am Kühlschrank

(8 Punkte)



Ein neuer Kühlschrank ist im Innenraum 50 cm breit und tief sowie 100 cm hoch. Der Türgriff ist an der rechten Seite der Kühlschranktür mittig angebracht und die Türscharniere an der linken Seite. Die Dicke der Kühlschrankwände wird in dieser Aufgabe vernachlässigt. Im ausgeschalteten Zustand ist die Tür geschlossen. Im eingeschalteten Zustand wird bei diesem Gerät die Tür lediglich durch den Druckunterschied zwischen Kühlfach und Zimmer geschlossen gehalten. Der Kühlschrank wird bei Raumtemperatur $\vartheta = 20\text{ °C}$ und einem Luftdruck von $p = 1013\text{ hPa}$ aufgestellt und vorschriftsmäßig nach einem Tag in Betrieb genommen. Die Temperatur im Kühlschrank sinkt nun auf $\vartheta_{\text{Kühl}} = 6\text{ °C}$.

Berechnen Sie die Kraft, die man am Griff nun aufwenden muss, um die Kühlschranktür zu öffnen. Werten Sie ihr Ergebnis.

Hinweis: Für Zustandsänderungen eines Gases gilt:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022

Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9

Aufgabe 3: Leuchtfener

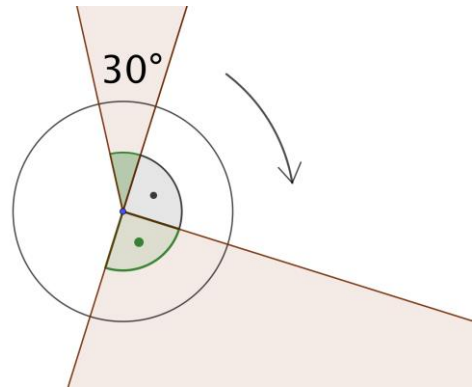
(13 Punkte)

Seefahrer erkennen Leuchttürme an der ihnen eindeutig zuordenbaren, sich zeitlich periodisch wiederholenden Lichtabfolge. Dabei besitzt jeder Leuchtturm seinen eigenen „Leuchtcode“. Diese Lichtabfolge von kurzen und längeren Leuchtzeiten können durch sich gleichförmig drehende Spiegel erzeugt werden.

Eine Umdrehung der Spiegelanlage unseres Leuchtturmes um 360° dauert exakt 12,0 s.

Dabei sind zwei zueinander starre Lichtkegel entsprechend der Zeichnung angeordnet und

drehen sich im Uhrzeigersinn. Der schmalere Kegel schließt einen Winkel von $\alpha = 30^\circ$ ein, der andere einen Winkel von $\beta = 90^\circ$.



- a) Ein Schiff befindet sich 5,0 km vom Leuchtturm entfernt und empfängt das „Leuchtfener“. Geben Sie den „Leuchtcode“, also die zeitliche Abfolge von *Licht*- und *Kein-Licht*-Signalen, den die Seeleute während einer Beobachtungsdauer von einer Drittel Minute wahrnehmen, so an, dass die Beobachtung mit Einsetzen des schmalen Leuchtkegels beginnt.

Paul ist von der Schuhsohle bis zum Scheitel 2,00 m hoch und macht sich auf den Weg zu einer nächtlichen Strandwanderung. Dabei hat er den Leuchtturm direkt im Rücken und bewegt sich mit $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ gleichförmig geradlinig vom Leuchtturm weg. Dessen heller Schein lässt Paul genau dann seinen Schatten auf dem glatten, ebenen Sand erkennen, wenn einer der Leuchtkegel Paul streift. Gerade in dem Augenblick, wo der 90° – Kegel ihn beginnt zu streifen, ist Pauls Schatten exakt $l_1 = 4,00$ m lang. Genau eine Minute später ist der Schatten $l_2 = 6,00$ m lang.

- b) Berechnen Sie die Höhe der Lampe im Turm. Nutzen Sie dazu eine aussagefähige Zeichnung.
c) Leiten Sie eine Formel zur Berechnung der Länge des Schattens in Abhängigkeit von der Zeit her. Es gilt $t_0 = 0$ beim Start direkt am Leuchtturm.
d) Betrachtet wird nun die Minute, in der sich die Schattenlänge von 4,00 m auf 6,00 m ändert. Stellen Sie die Länge l des vom Leuchtturm erzeugten Schattens in einem $l(t)$ – Diagramm dar.

Aufgabe 4: Elektrische Heizung

(12 Punkte)

Kea absolviert ein Betriebspraktikum bei einem Elektroheizungshersteller. Sie erhält die Aufgabe, eine einstellbare Heizung zu entwerfen, die vier unterschiedliche Heizstufen besitzt und an das 230 V-Netz des Hauses angeschlossen werden kann. Dafür soll sie zwei Widerstände R_A und R_B verwenden. Für die niedrigste Heizstufe soll eine Reihenschaltung und für die höchste Heizstufe eine Parallelschaltung von R_A und R_B genutzt werden. Für die beiden mittleren Heizstufen soll jeweils einer der beiden Widerstände eingeschaltet werden. Die Heizleistungen sollen pro Stufe um einen konstanten Faktor k zunehmen, sich also folgend verhalten:

$$P_1 : P_2 : P_3 : P_4 = 1 : k : k^2 : k^3.$$

- a) Begründen Sie die Vorgaben zur Verschaltung der Widerstände bei den einzelnen Heizstufen. Gehen Sie auch darauf ein, dass R_A und R_B nicht den gleichen Wert haben dürfen.
b) Für den Faktor k gilt: $k = 1 + \frac{1}{k}$. Berechnen Sie die Werte für R_A und R_B sowie die Heizleistungen P_1, P_2 und P_3 , wenn die maximale Heizleistung $P_4 = 2,2$ kW beträgt.
c) Leiten Sie die in b) benutzte Gleichung $k = 1 + \frac{1}{k}$ her.

18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022
Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9

Aufgabe 5: Gespickter Eiswürfel

(12 Punkte)

Gegeben ist ein Eiswürfel mit der Kantenlänge $a = 10 \text{ cm}$, in dessen Körperinneren vier identische Kugeln aus Eisen mit einem Durchmesser von $1,0 \text{ cm}$ derart mit eingefroren worden sind, dass sie sich in den vier Ecken ein und derselben Würfelseite befinden.

$$(\rho_{Eis} = 0,92 \frac{g}{cm^3}; \rho_{Fe} = 7,86 \frac{g}{cm^3})$$

- a) Zeigen Sie rechnerisch, dass der Würfel in Wasser schwimmt.
- b) Skizzieren Sie den schwimmenden Körper und begründen Sie seine Lage im Wasser.
- c) Ermitteln Sie die Höhe des höchsten Punktes über der Wasseroberfläche.
- d) Erläutern Sie wie sich der Wasserspiegel beim Schmelzen des Eiswürfels verändert, wenn dieser die Eisenkugeln frei gibt.