

19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2022/2023

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 (Fischfang mit dem Speer)

(3 Punkte)

Ein Fisch wird unter Wasser mit einem Rohr, das nicht in das Wasser eintaucht, genau angepeilt. Danach wird ein gerader Speer durch das Rohr gesteckt.

- Was kann im Wasser beobachtet werden?
- Erklären Sie Ihre Beobachtung physikalisch.

Aufgabe 2: Kavernenspeicher in Bernburg

(10 Punkte)

Erdgas kann in sogenannten Kavernenspeichern gelagert werden. Dies sind riesige Hohlräume in unterirdischen Salzlagerstätten. In Bernburg im Salzlandkreis gibt es solch einen Kavernenspeicher. Dieser besteht aus 33 Kavernen. Eine Kaverne kann vereinfacht als Zylinder aufgefasst werden mit einer Höhe von $h = 160$ m und einem Durchmesser $d = 63$ m.

- Zeigen Sie, dass das Volumen einer Kaverne etwa $V_K = 500.000 \text{ m}^3$ beträgt.

Um mehr Gas einlagern zu können, wird es von Normaldruck $p_0 = 1$ bar bei gleicher Temperatur auf $p_1 = 96,4$ bar komprimiert.

- Berechnen Sie das Volumen, auf welches sich das in allen 33 Kavernen eingespeicherte Gas unter Normaldruck ausdehnen würde.
- Das Gas soll vollständig zur Erzeugung von Strom verwendet werden. Ein Gaskraftwerk hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 39\%$. Berechnen Sie die elektrische Gesamtenergie, welche aus dem Kavernengas gewonnen werden kann. (Energiegehalt von Erdgas bei Normaldruck: $H = 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}$) Ermitteln Sie die Anzahl an Haushalten, welche mit dieser Energie versorgt werden können, wenn ein Haushalt im Jahr im Schnitt 3000 kWh an Strombedarf hat.
- Erdgas kann auch zum Erwärmen von Wasser in Schwimmbädern genutzt werden. Berechnen Sie das benötigte Gasvolumen, wenn in einem Schwimmbad $V = 600 \text{ m}^3$ Wasser ($c = 4,185 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$) von $\vartheta_1 = 10$ °C auf $\vartheta_2 = 26$ °C erwärmt werden sollen. Dabei wird angenommen, dass der gesamte Energiegehalt des Erdgases zur Erwärmung beiträgt.

19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2022/2023

Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9

Aufgabe 3: Zeigerrennen

(8 Punkte)

Johanna beobachtet die große Turmuhr am Marktplatz. Sie stellt fest, dass der große und der kleine Zeiger gleich einen Winkel von exakt 90° einschließen werden. In dem Moment wo der 90° - Winkel erreicht wurde stoppt Johanna die Zeit mit einer genau gehenden Stoppuhr mit, bis die beiden Zeiger der Turmuhr exakt übereinanderstehen. Sie misst eine Zeit von 16 min und 18 Sekunden.

- Berechnen Sie, ob die Turmuhr vor- oder nachgeht.
- Die Turmuhr wird wieder richtig eingestellt und geht nun ebenfalls genau. Beide Zeiger der Uhr befinden sich direkt übereinander. Berechnen Sie die Zeitdauer, bis sie sich das nächste Mal genau übereinander befinden.

Aufgabe 4: Öl auf Wasser

(12 Punkte)

Ein quaderförmiges Glasgefäß hat die Höhe $h = 66$ cm. Eine senkrecht verlaufende Trennwand teilt das Gefäß genau in der Mitte in zwei identisch große Kammern. Dabei reicht die Trennwand nur bis kurz über den Boden, so dass die beiden Kammern miteinander verbunden sind. Nun wird in die erste Kammer soviel Wasser mit einer Dichte von $\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ eingefüllt, wie der Hälfte des Gesamtvolumen des Glasgefäßes entspricht.

- Beschreiben und begründen Sie die nach Einfüllen erreichten Füllstände in beiden Kammern.

Im Folgenden füllt man nun von oben auf das Wasser in Kammer 1 Öl mit einer Dichte von $\rho = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ solange ein, bis die Kammer 1 bis zum Rand gefüllt ist.

- Begründen Sie, dass der Füllstand in Kammer 2 niedriger sein muss, als in Kammer 1.
- Berechnen Sie die Höhe des Füllstandes in Kammer 2.

Die senkrechte Trennwand lässt sich so verschieben, dass die Kammern 1 und 2 unterschiedliche Volumina haben. In einem weiteren Experiment wurden die Kammern durch die Trennwand in einem Verhältnis von $\frac{V_1}{V_2} = \frac{2}{1}$ eingeteilt und zunächst bis zur Hälfte des Gesamtvolumens mit Wasser gefüllt. Anschließend wird Kammer 1 wiederum mit dem Öl bis zum Rand aufgefüllt.

- Berechnen Sie nun die Höhe des Füllstandes in Kammer 2.

19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2022/2023
Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9

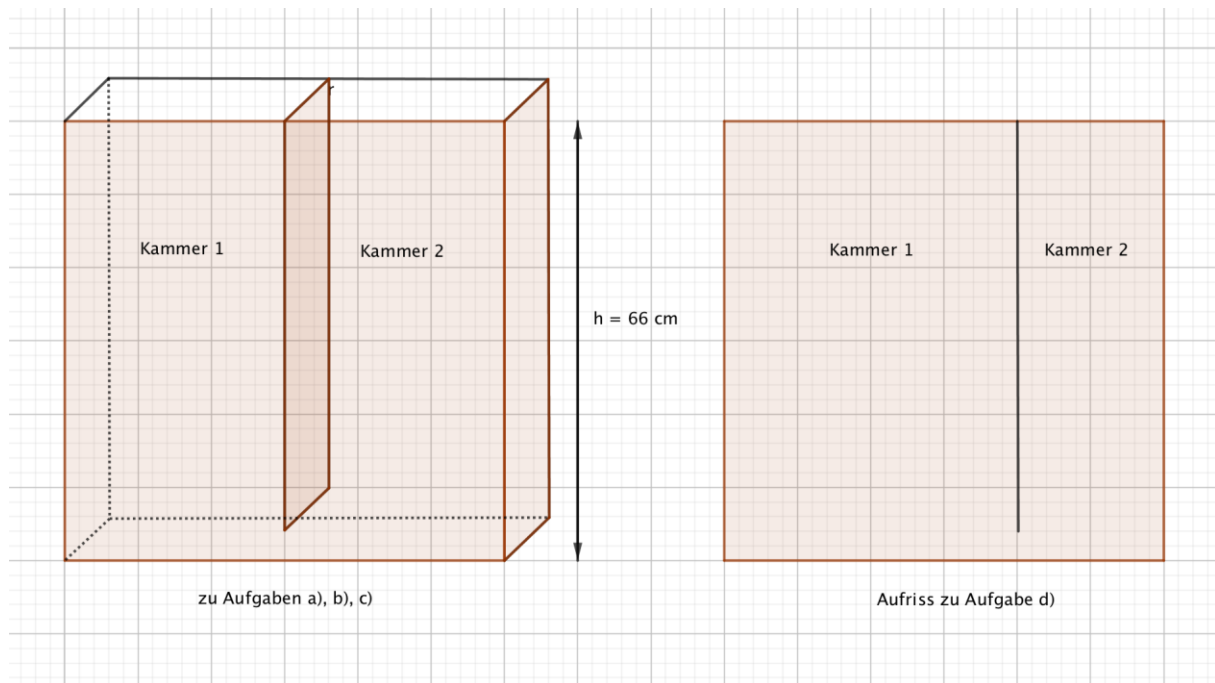


Bild zu Aufgabe 4)

19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2022/2023

Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 9

Aufgabe 5: Drahtdreieck

(12 Punkte)

In einer sehr großen und flachen Blackbox befindet sich ein zu einem Dreieck geschlossener, elektrisch leitfähiger Eisendraht (Querschnittsfläche: $A = 0,1 \text{ mm}^2$). Die Ecken des von dem Draht gebildeten Dreiecks werden mit A, B und C bezeichnet und sind mit den gleichnamigen Anschlussbuchsen an der Blackbox verbunden. Die ohmschen Widerstände der Verbindungsleitungen zwischen den Dreiecksecken und den gleichnamigen Buchsen können vernachlässigt werden.

Nun schließt man an genau zwei der drei Buchsen über die Stecker S1 und S2 eine Spannung von $U = 1,5 \text{ V}$ an und misst den über den Dreiecksdraht fließenden Gesamtstrom I_{XY} (X und Y stehen für die Buchsen A, B oder C).

- a) Stellen Sie den Dreiecksdraht zusammen mit der Spannungsquelle und dem Gesamtstrommessgerät in einem elektrischen Schaltbild dar. Sie dürfen selbst entscheiden, welche Buchsen von den Steckern belegt werden. Bezeichnen Sie die ohmschen Widerstände der Dreiecksseiten zwischen den Dreieckspunkten A, B und C wie folgt: R_{AB} ; R_{AC} ; R_{BC} .
- b) In einem ersten Experiment kennt man die Form des Drahtes. Er bildet ein gleichseitiges Dreieck. Die beiden Stecker S1 und S2 werden in die Buchsen A&B gesteckt und es wird eine Gesamtstromstärke von $I_{AB} = 0,5625 \text{ A}$ gemessen. Geben Sie an, welche Stromstärken dann bei den Buchsenkombinationen B&C sowie A&C gemessen werden und zeigen Sie rechnerisch, dass der Umfang des Drahtdreiecks $U = 12 \text{ m}$ beträgt.
- c) Nun wird dieser Draht zu einem neuen Dreieck mit anderer Form ausgelegt. Das heißt, auch die Eckpunkte A, B und C haben andere Abstände voneinander. Es werden die Gesamtstromstärken mit Hilfe der drei Buchsenkombinationen wie folgt gemessen: $I_{AB} = \frac{2}{3} \text{ A}$; $I_{AC} = \frac{8}{15} \text{ A}$; $I_{BC} = \frac{8}{15} \text{ A}$. Bestimmen Sie daraus die Form des Dreiecks und die Längen der Dreiecksseiten.

