

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

Hinweise für die Korrektoren:

- Kommt eine Schülerin oder ein Schüler bei der Bearbeitung der Aufgaben auf einem anderen als dem angegebenen Weg zum richtigen Ergebnis, so ist das als richtig zu werten.
- Die Punkte je Aufgabe sind verbindlich. Die aufgeführte Verteilung der Punkte innerhalb einer Aufgabe hat empfehlenden Charakter.
- Den Schülern ist mitgeteilt worden, dass Konzepte als solche zu kennzeichnen sind und nicht mit zur Bewertung herangezogen werden.

Aufgabe 1: Experiment

- a) Die Waagschale mit dem Wasserglas sinkt nach unten. 1P
 b) Der Finger erfährt im Wasser eine Auftriebskraft nach oben. Als Gegenkraft übt der Finger eine Kraft auf das Wasser und die Waagschale nach unten aus. 2P

Insgesamt: 3 P

Aufgabe 2: Hydraulische Bremse

geg.: $A_1 = 250 \text{ cm}^2 = 0,025 \text{ m}^2$
 $A_2 = 500 \text{ cm}^2 = 0,05 \text{ m}^2$
 $A = 25 \text{ cm}^2 = 0,0025 \text{ m}^2$
 $D = 1,5 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 150 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
 $s = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$
 $p = 200 \text{ hPa} = 20.000 \text{ Pa}$

- ges.: a) F_2
 b) F_1
 c) F_1'

Lösg.:

a) $F_2 = p \cdot A$
 $F_2 = 20.000 \text{ Pa} \cdot 0,0025 \text{ m}^2$
 $F_2 = 50 \text{ N}$ 2 P

b) Der Druck in der Flüssigkeit ist überall gleich groß, daher gilt 1 P
 $p_1 = p_2$ bzw. $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

$$F_1 = \frac{F_2}{A_2} \cdot A_1$$

$$F_1 = \frac{50 \text{ N}}{0,05 \text{ m}^2} \cdot 0,025 \text{ m}^2$$

$$F_1 = 25 \text{ N}$$
 2 P

- c) Jede Zugfeder wirkt mit der Kraft $F_Z = D \cdot s$ der Kraft F_2 entgegen, d.h. die aufzuwendende Kraft F_2' (und damit auch F_1') werden größer.

$$F_Z = 1,5 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 3 \text{ cm}$$

$$F_Z = 4,5 \text{ N}$$
 1 P

$$F_2' = F_2 + 2 \cdot F_Z$$

$$F_2' = 50 \text{ N} + 2 \cdot 4,5 \text{ N}$$

$$F_2' = 59 \text{ N}$$
 1 P

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

$$F'_1 = \frac{F'_2}{A_2} \cdot A_1$$

$$F'_1 = \frac{59 \text{ N}}{0,05 \text{ m}^2} \cdot 0,025 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{F'_1 = 29,5 \text{ N}}}$$

1 P

Insgesamt: 8 P

Aufgabe 3: Quecksilberbecken mit Stahlstab

geg.: $A_0 = 20 \text{ cm}^2$ (Gefäß) $A_{St} = 4 \text{ cm}^2$ (Stab) ges.: l

$$h_0 = 7 \text{ cm}$$

$$\rho_{Hg} = 13,53 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad \rho_{St} = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Taucht man den Stahlstab ein, so steigt der Stand des Quecksilbers an. Das Volumen bleibt aber gleich.

$$A_0 h_0 = A_1 h_1 \quad 1 \text{ P}$$

$$\text{mit } A_1 = A_0 - A_{St} \quad 1 \text{ P}$$

$$h_1 = \frac{A_0}{A_0 - A_{St}} \cdot h_0 = \frac{20 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}^2 - 4 \text{ cm}^2} \cdot 7 \text{ cm}$$

$$\underline{h_1 = 8,75 \text{ cm}} \quad \text{Zwischenergebnis oder in andere Formel eingesetzt} \quad 1 \text{ P}$$

Das Gleichgewicht zwischen Auftrieb und Gewicht des Stahlstabs ergibt sich zu:

$$\rho_{Hg} V_V g = m_{St} g \quad V_V: \text{ Vom Stahlstab verdrängtes Quecksilber} \quad 1 \text{ P}$$

$$V_V = A_{St} h_1 \quad 1 \text{ P}$$

$$m_{St} = \rho_{St} V_{St} = \rho_{St} A_{St} l \quad 1 \text{ P}$$

$$\rho_{Hg} A_{St} h_1 g = \rho_{St} A_{St} l g$$

$$l = \frac{\rho_{Hg}}{\rho_{St}} \cdot h_1 = \frac{13,53 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \cdot 8,75 \text{ cm}$$

$$\underline{l = 15,18 \text{ cm}} \quad \text{Der Stahlstab muss 15,2 cm lang sein.} \quad 1 \text{ P}$$

- b) Sowohl bei der Goldmünze (1P) als auch bei der Stahlkugel (1P) schwimmt der Stab auf und kippt um. Auch beim Auffüllen mit Wasser schwimmt der Stab auf. 3 P
 Begründung: In allen Fällen steigt der Flüssigkeitsstand und damit der Auftrieb. 1 P

Insgesamt: 11 P

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

Aufgabe 4: Suppenkoch

geg.: $m_S = 0,5 \text{ kg}$
 $q_{Eis} = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
 $c_{Eis} = 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
 $c_W = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
 $\vartheta_0 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\vartheta_E = 55 \text{ }^\circ\text{C}$
 $P = 1,5 \text{ kW}$
 $\eta = 0,6$

- ges.: a) t für vollständigen Erwärmungsprozess
b) Temperatur-Zeit-Diagramm

Lösg.:

- a) für das Erwärmen der Suppe und des Topfes auf 0°C benötigte Wärme

$$Q_1 = m_S \cdot c_{Eis} \cdot \Delta T + Q_{T1}$$

$$Q_1 = 0,5 \text{ kg} \cdot 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 5 \text{ K} + 0,2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \cdot 5 \text{ K}$$

$$\underline{Q_1 = 6,25 \text{ kJ}} \quad 2 \text{ P}$$

für das Schmelzen der Suppe benötigte Wärme

$$Q_2 = m_S \cdot q_{Eis}$$

$$Q_2 = 0,5 \text{ kg} \cdot 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\underline{Q_2 = 167 \text{ kJ}} \quad 2 \text{ P}$$

für das Erwärmen der Suppe und des Topfes auf 55°C benötigte Wärme

$$Q_3 = m_S \cdot c_W \cdot \Delta T + Q_{T2}$$

$$Q_3 = 0,5 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 55 \text{ K} + 0,2 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \cdot 55 \text{ K}$$

$$\underline{Q_3 = 126,2 \text{ kJ}} \quad 1 \text{ P}$$

Die insgesamt von der Kochstelle aufzuwendende Wärme beträgt

$$Q_{ges} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$\underline{Q_{ges} = 299,45 \text{ kJ.}} \quad 1 \text{ P}$$

Berechnung der benötigten Zeitdauer

$$\eta \cdot P = \frac{Q_{ges}}{t}$$

$$t = \frac{Q_{ges}}{P \cdot \eta}$$

$$t = \frac{299,45 \text{ kJ}}{1,5 \text{ kW} \cdot 0,6}$$

$$\underline{\underline{t = 332,7 \text{ s}}} \quad 2 \text{ P}$$

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

- b) Berechnung der Zeiten t_1 , t_2 und t_3 für das Erwärmen auf 0°C , das Schmelzen sowie das Erwärmen auf 55°C

$$t_1 = \frac{Q_1}{P \cdot \eta}$$

$$t_1 = \frac{6,25 \text{ kJ}}{1,5 \text{ kW} \cdot 0,6}$$

$$\underline{t_1 = 6,9 \text{ s}}$$

$$t_2 = \frac{167 \text{ kJ}}{1,5 \text{ kW} \cdot 0,6}$$

$$\underline{t_2 = 185,6 \text{ s}}$$

$$t_3 = \frac{126,2 \text{ kJ}}{1,5 \text{ kW} \cdot 0,6}$$

$$\underline{t_3 = 140,2 \text{ s}}$$

1 P



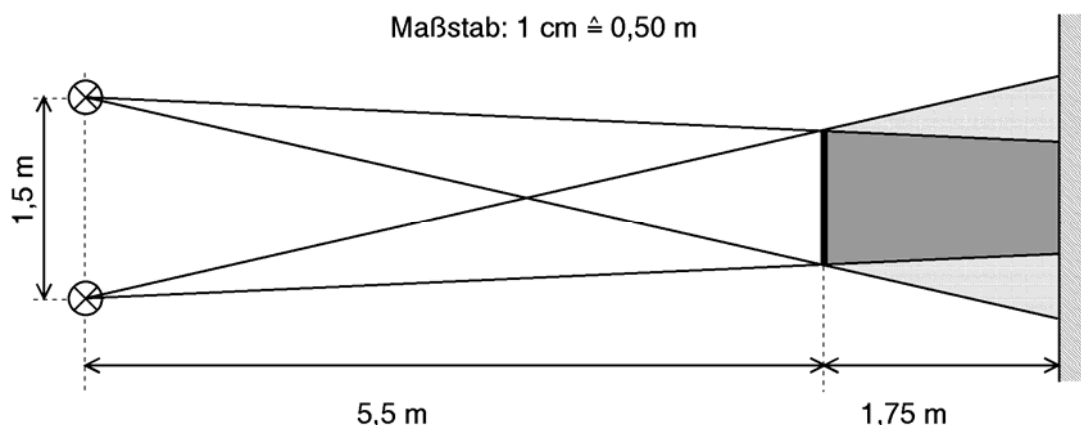
3 P

Insgesamt: 12 P

Aufgabe 5: Schatten eines Werbeschildes

a)

Maßstab: 1 cm $\hat{=}$ 0,50 m



Konstruktion der Schatten.

Der Kernschatten ist 84 cm (exakt: 84,1 cm) breit.

Es ist eine Zeichengenauigkeit von 1 mm zu berücksichtigen.

Im oben angegebenen Maßstab darf der Wert um 5 cm abweichen.

Bei Abweichungen bis 2 mm (entspricht hier 10 cm): 1/2 P

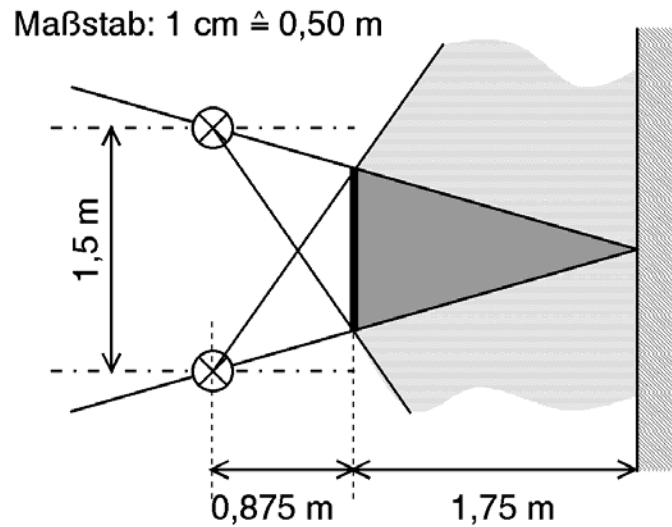
Rechnerische Lösungen sollen akzeptiert werden.

2 P

2 P

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

b)



Skizze (Halbschatten sind nicht gefordert): 2 P

Wenn die Scheinwerfer „irgendwo“ platziert sind: 1/2 P

Der PKW muss auf 87,5 cm an das Schild heranfahren. 2 P

Geforderte Genauigkeit: 1 mm (entspricht hier 5 cm)

Bei Abweichungen bis 2 mm (entspricht hier 10 cm): 1/2 P

Rechnerische Lösungen werden laut Aufgabenstellung **nicht** akzeptiert.

Beschreibung der Lösungsidee 1 P

Man konstruiert den Kernschatten, wobei die Spitze des Kernschattens auf die Wand fällt. Dort wo die Randstrahlen des Kernschattens einen Abstand von 1,5 m haben befinden sich die Scheinwerfer.

Insgesamt: 9 P