

**16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2019/2020 - 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) Das Becherglas 1 beschlägt oberhalb des Wassers (innen).  
Das Becherglas 2 beschlägt dort, wo sich Wasser im Becherglas befindet (außen). 1 P
- b) Der Beschlag ist Wasser, das durch Kondensation von Wasserdampf entstanden ist. 1 P

Im Becherglas 1 kondensiert Wasserdampf aus dem heißen Wasser an dem kälteren Becherglas (innen).

In Becherglas 2 kondensiert Wasserdampf aus der Luft an dem sehr kalten Becherglas mit dem kalten Wasser (außen).

1 P

**Summe: 3 P**

**Aufgabe 2: Elektromobilität**

geg: $H_B = 43,5 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$	$p_B = 1,49 \frac{\text{€}}{\text{l}}$	$s_1 = 100 \text{ km}$
$\rho_B = 0,748 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$	$p_S = 0,27 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$	$s_2 = 350 \text{ km}$
$\eta_O = 0,38$	$V_1 = 1 \text{ l}$	$\eta_L = 0,9$
$\eta_E = 0,92$	$V_B = 6,7 \text{ l}$	$U = 230 \text{ V}$
		$I = 16 \text{ A}$

ges:  $K_1$  (Stromkosten für die Energie von 1 Liter Benzin)  
 $K_B$  (Kosten für 6,7 Liter Benzin)  
 $W_M$   
 $K_S$  (Stromkosten für 100 km Fahrt)  
t

- a) E: Energie in einem Liter Benzin
- $$E = H_B \cdot m \qquad \rho_B = \frac{m}{V_1} \qquad 2 \text{ P}$$
- $$E = H_B \cdot \rho_B \cdot V_1 = 43,5 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 0,748 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 1 \text{ l}$$
- $$\underline{E = 32,54 \text{ MJ}} \qquad 1 \text{ P}$$
- $$K_1 = p_S \cdot E = 0,27 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 32,54 \text{ MJ} = 0,27 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 9,04 \text{ kWh}$$
- $$\underline{K_1 = 2,441 \text{ €}} \qquad 2 \text{ P}$$
- Die Energie aus einem Liter Benzin würde 2,44 Euro kosten.

**16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2019/2020 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

b)  $K_B = p_B \cdot V_B = 1,49 \frac{\text{€}}{\text{l}} \cdot 6,7 \text{ l}$   
 $K_B = 9,983 \text{ €}$  Das Benzin kostet 9,98 Euro. 2 P

$W_M = \eta_O \cdot 6,7 \cdot E = 0,38 \cdot 6,7 \cdot 32,54 \text{ MJ}$   
 $W_M = 82,85 \text{ MJ}$  2 P

Der Motor des Autos verrichtet 82,85 MJ mechanische Arbeit.

c) Gleiches Auto → gleiche mechanische Arbeit

$E_{El}$ : In der Batterie gespeicherte Energie

$K_E = p_S \cdot E_{El}$  1 P

$W_M = \eta_E \cdot E_{El}$  1 P

$K_E = p_S \cdot \frac{W_M}{\eta_E} = 0,27 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot \frac{82,85 \text{ MJ}}{0,92} = 0,27 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot \frac{23,01 \text{ kWh}}{0,92}$

$K_E = 6,75 \text{ €}$  1 P

Das Elektroauto ist unter den gegebenen Bedingungen mit 6,75 € auf 100 km deutlich billiger als der Benziner.

Anmerkung: Unter Berücksichtigung des Ladewirkungsgrads kosten 100 km 7,50 €.

d)  $P = U \cdot I = \frac{E_{Ges}}{t}$   $E_{Ges}$ : der Steckdose entnommene Energie 1 P

Mechanische Arbeit für 350 km:

$W_{ges} = \frac{s_2}{s_1} \cdot W_M = 3,5 \cdot 82,85 \text{ MJ} = \underline{290,0 \text{ MJ}}$  ( $W_M$  aus Aufg. b)

Energie in der Batterie:

$E_{Batt} = \frac{W_{Ges}}{\eta_E} = \frac{290,0 \text{ MJ}}{0,92} = \underline{315,2 \text{ MJ}}$  1 P

Energie aus der Steckdose:

$E_{Ges} = \frac{E_{Batt}}{\eta_L} = \frac{315,2 \text{ MJ}}{0,9} = \underline{350,2 \text{ MJ}}$

$t = \frac{E_{Ges}}{U \cdot I} = \frac{350,2 \text{ MJ}}{230 \text{ V} \cdot 16 \text{ A}}$

$t = \underline{95160 \text{ s}}$  1 P

An einer normalen Steckdose ergäbe sich eine Ladezeit von etwa 26,4 Stunden.

**Summe: 15 P**

**Aufgabe 3: Halteseil einer Oberleitung**

geg.:  $l_{ges} = 29,3 \text{ m}$  (25 m Halteseil + Längen aus der Skizze)

$\rho_B = 2,4 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

$a = 25 \text{ cm}$  (Kantenlänge der Grundfläche des Betonquaders)

$m_B = 85 \text{ kg}$

$\Delta l = 18 \text{ mm}$  (Längenänderung des Stahlseils,  $\Delta l = 2x$ , wegen der losen Rolle)

ges.: a)  $F$

b)  $h$  (Höhe des Betonquaders)

c)  $\Delta T$  (Temperaturänderung des Halteseils)

**16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2019/2020 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

a) Der Betonquader hängt an einer losen Rolle, die die Gewichtskraft des Betonquaders halbiert.

$$F = \frac{1}{2} \cdot F_G = \frac{1}{2} \cdot m \cdot g \quad 2 \text{ P}$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot 85 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F = 416,9 \text{ N} \quad 1 \text{ P}$$

b)

$$m = \rho \cdot V \quad 1 \text{ P}$$

$$m = \rho \cdot a^2 \cdot h$$

$$h = \frac{m}{\rho \cdot a^2} \quad 2 \text{ P}$$

$$h = \frac{85 \text{ kg}}{2,4 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot (2,5 \text{ dm})^2}$$

$$h = 5,67 \text{ dm} \approx 57 \text{ cm} \quad 1 \text{ P}$$

c)

$$\Delta l = l_{ges} \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{\Delta l}{l_{ges} \cdot \alpha} \quad 1 \text{ P}$$

$$\Delta T = \frac{0,018 \text{ m}}{29,3 \text{ m} \cdot 0,000012 \frac{1}{\text{K}}}$$

$$\Delta T = 51,2 \text{ K} \quad 1 \text{ P}$$

**Summe: 9 P**

**Aufgabe 4: Aufgaben zur Dichte**

a) geg:  $m = 4,0 \text{ kg}$     Lös:  $m_{Cu} = 0,8 \cdot m = 3,2 \text{ kg}$     1 P

$$A = 1,5 \text{ mm}^2 \quad \rho_{Cu} = \frac{m_{Cu}}{V} \quad 1 \text{ P}$$

$$\rho_{Cu} = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad V = \frac{m_{Cu}}{\rho_{Cu}} = \frac{3,2 \text{ kg}}{8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 357,1 \text{ cm}^3$$

ges:  $l$      $V = A \cdot l$     1 P

$$l = \frac{V}{A} = \frac{357,1 \text{ cm}^3}{0,015 \text{ cm}^2}$$

$$l = 238,1 \text{ m} \quad 1 \text{ P}$$

b) geg:  $m = 250 \text{ g}$     Lös:  $\rho = \frac{m_{Cu}}{V_{Ges}}$     1 P

$$\rho_{Cu} = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad V_{Ges} = V_L + V_{Cu} \quad 1 \text{ P}$$

$$\rho = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad V_L + V_{Cu} = \frac{m_{Cu}}{\rho}$$

ges:  $V_L$      $V_{Cu} = \frac{m_{Cu}}{\rho_{Cu}}$

$$V_L = \frac{m_{Cu}}{\rho} - \frac{m_{Cu}}{\rho_{Cu}} = \frac{250 \text{ g}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} - \frac{250 \text{ g}}{8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

$$V_L = 222,1 \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ P}$$

c) geg:  $V = 37 \text{ cm}^3$     Lös:  $F_T = F_A - F_{GHe}$     Idee: 1 P

$$\rho_{He} = 0,163 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad F_A = \rho_L \cdot V \cdot g \quad 1 \text{ P}$$

$$\rho_{Luft} = 1,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad F_{GHe} = m_{He} \cdot g$$

ges:  $F_T$      $m_{He} = \rho_{He} \cdot V$     beide Formeln: 1 P

$$F_T = \rho_L \cdot V \cdot g - \rho_{He} \cdot V \cdot g$$

**16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2019/2020 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

$$F_T = \left(1,17 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 0,163 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \cdot 37 \text{ m}^3 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\underline{\underline{F_T = 365,5 \text{ N}}} \quad 1 \text{ P}$$

d) geg:  $\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  Lös:  $\rho_{\text{Me}} = \frac{m}{V}$  1 P

$$\rho_{\text{Zn}} = 7,13 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad V = V_{\text{Cu}} + V_{\text{Zn}} = \frac{m_{\text{Cu}}}{\rho_{\text{Cu}}} + \frac{m_{\text{Zn}}}{\rho_{\text{Zn}}}$$

ges:  $\rho_{\text{Me}}$  1 P

$$m_{\text{Zn}} = 0,3 \text{ m}$$

$$m_{\text{Cu}} = 0,7 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{Me}} = \frac{m}{\frac{0,7 \text{ m}}{\rho_{\text{Cu}}} + \frac{0,3 \text{ m}}{\rho_{\text{Zn}}}}$$

$$\rho_{\text{Me}} = \frac{1}{\frac{0,7}{\rho_{\text{Cu}}} + \frac{0,3}{\rho_{\text{Zn}}}} = \frac{1}{\frac{0,7}{8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} + \frac{0,3}{7,13 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}}$$

$$\underline{\underline{\rho_{\text{Me}} = 8,31 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}} \quad 1 \text{ P}$$

Hinweis: Der fehlerhafte Ansatz  $\rho_{\text{Me}} = 0,7 \cdot \rho_{\text{Cu}} + 0,3 \cdot \rho_{\text{Zn}} = 8,456 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  ist mit Null Punkten für diesen Aufgabenteil zu bewerten.

**Summe: 15 P**

**Aufgabe 5: Schallmessung**

a) Überlegungen

Wenn Karl in die Hände klatscht, läuft das linke Handy zuerst los. Das rechte Handy startet um die Zeit  $t = \frac{s}{v_s}$  später. Wenn Paul in die Hände klatscht, stoppt das rechte Handy zuerst. Das

Linke läuft noch eine bestimmte Zeit  $t = \frac{s}{v_s}$  weiter. Das linke Handy läuft also um die Zeit

$\Delta t = 2 \cdot t$  länger.

Berechnungen

geg:  $t_1 = 1,853 \text{ s}$

$t_2 = 1,846 \text{ s}$

ges:  $v_s$

Lös:  $\Delta t = t_1 - t_2$  1 P

$$\Delta t = 2 \cdot t = 2 \cdot \frac{s}{v_s} \quad 2 \text{ P}$$

$$v_s = \frac{2 \cdot s}{t_1 - t_2} = \frac{2 \cdot 1,2 \text{ m}}{1,853 \text{ s} - 1,846 \text{ s}}$$

$$\underline{\underline{v_s = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \quad 1 \text{ P}$$

b) Zweite Messung

$$v_s = \frac{2 \cdot s}{t_1 - t_2} = \frac{2 \cdot 1,2 \text{ m}}{2,356 \text{ s} - 2,348 \text{ s}}$$

$$\underline{\underline{v_s = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \quad 1 \text{ P}$$

Angabe eines vernünftigen Grundes, z.B. das Klatschen erfolgte nicht auf einer Geraden mit den Handys, Messungenauigkeit der Handyuhr, Digitalisierungsfehler der Handys usw.

1 P

Nicht zu akzeptieren: Allgemeinplätze wie „Messfehler“.

**Summe: 6 P**