

18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2021/2022 – Endrunde

Lösungen der Klassenstufe 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**

**(3 Punkte)**

- a) Im ersten Teilversuch (vorsichtiges Blasen) steigen nur im gering gefüllten Messbecher Blasen auf.  
Im zweiten Teilversuch (kräftiges Blasen) steigen in beiden Messbechern Blasen auf. 1 P
- b) Luftblasen steigen erst auf, wenn der Druck im Blasrohr größer ist als der Schweredruck des Wassers über der Rohröffnung. Wenn man vorsichtig bläst, steigt nur Wasser im gering gefüllten Gefäß auf, weil hier der Schweredruck kleiner ist. 2 P

**Summe: 3 P**

**Aufgabe 2: Moderne Pkw-Antriebe**

**(10 Punkte)**

- a) geg.:  $E = 80 \text{ kWh}$  ges.: Verbrauch für 100 km  
 $s = 450 \text{ km}$

Lösg.:  $\frac{80 \text{ kWh}}{450 \text{ km}} = 0,178 \frac{\text{kWh}}{\text{km}}$  1 P

Für eine Strecke von 100 km wird demzufolge eine Energie von 17,8 kWh benötigt. 1 P

- b) geg.: Laden von 10 % auf 90 % ges.: Stromkosten  $K$   
 $\eta_L = 0,92$   
 $p = 0,42 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$  (Preis pro kWh)

Lösg.: 10 %  $\hat{=}$  8 kWh; 90 %  $\hat{=}$  72 kWh  
 $E_{\text{Akku}} = 64 \text{ kWh}$  müssen demzufolge in den Akku gespeist werden 1 P

Aufgrund des Ladewirkungsgrads muss die Ladesäule eine Energie von

$$E_{\text{Laden}} = \frac{E_{\text{Akku}}}{\eta_L} = \frac{64 \text{ kWh}}{0,92} = 69,6 \text{ kWh} \quad \text{2 P}$$

abgeben.

Die Kosten betragen dann

$$K = E_{\text{Laden}} \cdot p = 69,6 \text{ kWh} \cdot 0,42 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = \underline{\underline{29,23 \text{ €}}} \quad \text{1 P}$$

- c) geg.:  $m_W = 5,6 \text{ kg}$  ges.: Verbrauch für 100 km  
 $s = 590 \text{ km}$   
 $E_{el} = 45 \text{ kWh}$  (für 1 kg)

**18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2021/2022 – Endrunde**

**Lösungen der Klassenstufe 8**

Lösg.:  $1 \text{ kg} \cong 45 \text{ kWh}$ , also  $5,6 \text{ kg} \cong 252 \text{ kWh}$  1 P

$$\frac{252 \text{ kWh}}{590 \text{ km}} = 0,427 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \quad 1 \text{ P}$$

Für eine Strecke von 100 km wird demzufolge eine Energie von 42,7 kWh benötigt, was deutlich mehr ist als der Verbrauch des rein elektrischen Fahrzeugs. 2 P

**Summe: 10 P**

**Aufgabe 3: Expresszüge**

**(9 Punkte)**

a)

geg:  $s_0 = 4 \text{ km}$   $s = s_0 - s_A = 3,4 \text{ km}$  1 P

$s_A = 600 \text{ m}$   $s = s_B + s_S$  Wegsumme 1 P

$v_B = 11,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $s = v_B \cdot t_T + v_S \cdot t_T$  Punkt für  $v = s \cdot t$  1 P

$v_S = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $t_T = \frac{s}{v_B + v_S} = \frac{3,4 \text{ km}}{11,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$

$t_T = 158,1 \text{ s}$  1 P

ges:  $s_B$

alternativer Ansatz

$s = v_{rel} \cdot t_T = (v_B + v_S) \cdot t_T \rightarrow 2/2 \text{ P}$

$s_B = v_B \cdot t_T = 11,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 158,1 \text{ s}$

$s_B = 1818 \text{ m}$  1 P

Der Express Black Mary fährt 1,82 km, bevor er zu bremsen beginnt.

b)

geg:  $c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  alternativ: genauer Wert aus TW,  $c = 299,79 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

ges:  $s_L$

Die Schüler sollen erkennen, dass sie hier nur die Zeit  $t_T$  von oben einsetzen müssen.

$s_L = c \cdot t_T = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \cdot 158,1 \text{ s}$  1 P

$s_L = 47\,430\,000 \text{ km}$  1 P

Alternativ:  $4,741 \cdot 10^{10} \text{ m}$  mit dem genauen Wert für c.

Das Licht legt 47,43 Millionen Kilometer zurück.

c)

geg:  $s_A = 600 \text{ m}$   $s_A = s_B + s_S$

$v_B = 11,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $s_A = \frac{1}{2} v_B \cdot t_B + \frac{1}{2} v_S \cdot t_B$  gegeben. Formel korrekt verwendet 1 P

$v_S = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $t_B = \frac{2 s_A}{v_B + v_S} = \frac{1200 \text{ m}}{11,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$

ges:  $t_B$   $t_B = 55,81 \text{ s}$  1 P

Die Lockführer haben 55,8 Sekunden Zeit zum Bremsen.

**Summe: 9 P**

**18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2021/2022 – Endrunde**

**Lösungen der Klassenstufe 8**

**Aufgabe 4: Kon-Tiki**

**(12 Punkte)**

a) geg.:  $1 \text{ sm} = 1,852 \text{ km}$                       ges.:  $\bar{v}$   
 $t = 101 \text{ d} = 2424 \text{ h}$   
 $s = 4300 \text{ sm}$

Lös.:  $\bar{v} = \frac{s}{t}$   
 $\bar{v} = \frac{1,852 \cdot 4300 \text{ km}}{2424 \text{ h}}$  1 P  
 $\bar{v} = 3,29 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  1 P

b) geg.:  $a = 13,0 \text{ m}$                       ges.:  $V$   
 $b = 5,5 \text{ m}$                        $m$   
 $c = 0,6 \text{ m}$   
 $\rho_H = 0,15 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Lös.:  $V = a \cdot b \cdot c$   
 $V = 13 \text{ m} \cdot 5,5 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m}$   
 $V = 42,9 \text{ m}^3$  1 P

$m_F = \rho \cdot V$   
 $m_F = 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 42,9 \text{ m}^3$  1 P  
 $m_F = 6435 \text{ kg}$  1 P

c) geg.:  $m_F = 6435 \text{ kg}$                       ges.:  $h$  (Eintauchtiefe)  
 $m_L = 2400 \text{ kg}$   
 $\rho_W = 1,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Lös.: Das Floß schwimmt, also gilt  
 $F_A = F_G$   
 $\rho_W \cdot V \cdot g = (m_F + m_L) \cdot g$                       mit  $V = a \cdot b \cdot h$  2 P  
 $\rho_W \cdot a \cdot b \cdot h = m_F + m_L$

$h = \frac{m_F + m_L}{\rho_W \cdot a \cdot b}$  1 P

$h = \frac{6435 \text{ kg} + 2400 \text{ kg}}{1020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 13 \text{ m} \cdot 5,5 \text{ m}}$

$h = 0,121 \text{ m} = 12,1 \text{ cm}$  1 P

d) geg.:  $m_V = 2 \text{ kg}$                       ges.:  $N$  (Anzahl Reisetage)  
 $\Delta h = 1 \text{ cm}$   
 $a = 13 \text{ m}$   
 $b = 5,5 \text{ m}$   
 $\rho_W = 1020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Lös.: Der Auftrieb verringert sich entsprechend der verlorenen Masse  $\Delta m$   
 $\Delta F_A = \Delta m \cdot g$

**18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2021/2022 – Endrunde**

**Lösungen der Klassenstufe 8**

$$\rho_W \cdot a \cdot b \cdot \Delta h \cdot g = \Delta m \cdot g \quad 1 \text{ P}$$

$$\Delta m = 6 \cdot N \cdot m_V \quad 1 \text{ P}$$

$$N = \frac{\rho_W \cdot a \cdot b \cdot \Delta h}{6 \cdot m_V}$$

$$N = \frac{1020 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 13 \text{ m} \cdot 5,5 \text{ m} \cdot 1 \text{ cm}}{6 \cdot 2 \text{ kg}}$$

$$\underline{N = 60,78} \quad 1 \text{ P}$$

Das Floß war bereits ca. 61 Tage unterwegs.

Hinweis: Andere Lösungswege können zu Rundungsfehlern führen. Es sollen Abweichungen von bis zu einem Tag (59,8 d bis 61,8 d) akzeptiert werden.

**Summe: 12 P**

**Aufgabe 5: Stoßfuge**

**(13 Punkte)**

a)

geg:  $l_0 = 25 \text{ m}$                        $\Delta l = 0,3 \text{ x}$                       Längenänderung bei  $\Delta\vartheta = 18 \text{ K}$                       1 P

$\vartheta_0 = 5^\circ\text{C}$                                $\frac{\Delta\vartheta}{\Delta l} = \frac{\Delta\vartheta_2}{x}$                               1 P

$\Delta\vartheta = 18 \text{ K}$                               alternativ mit  $\Delta l = \alpha l_0 \Delta\vartheta$  usw.

$\alpha = 1,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$                                $\Delta\vartheta_2 = \frac{\Delta\vartheta}{0,3} = \frac{18 \text{ K}}{0,3}$

$\Delta\vartheta_2 = 60 \text{ K}$                               1 P

ges:  $\vartheta_2$                                        $\vartheta_2 = \vartheta_0 + \Delta\vartheta_2 = 5^\circ\text{C} + 60 \text{ K}$

$x$                                                $\underline{\vartheta_2 = 65^\circ\text{C}}$                               1 P

$x = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\vartheta_2 = 25 \text{ m} \cdot 1,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} \cdot 60 \text{ K}$                       1 P

$\underline{x = 2,1 \text{ cm}}$                               1 P

Die Stoßfuge ist anfangs 2,1 cm breit und schließt sich bei 65 °C.

b)  $m = l_0 \cdot 49,05 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$                                $\underline{m = 1,226 \text{ t}}$                               Angabe reicht                              1 P

c)

geg:  $l_0 = 25 \text{ m}$                               Erforderliche Energie                              1 P  
 $b = 67 \text{ mm}$                                $Q = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$

$E_0 = 812 \text{ J}$                                        $x = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\vartheta$  (vorn bepunktet)  
 $x = 0,4 \text{ cm}$                                       alternativ über Verhältnisgleichung

$c = 0,47 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$                                        $\frac{x}{\Delta\vartheta} = \frac{0,000014 \cdot l_0}{1 \text{ K}}$

ges:  $t$                                                $Q = \frac{m \cdot c \cdot x}{l_0 \cdot \alpha} = \frac{1,226 \text{ t} \cdot 0,47 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 0,004 \text{ m}}{25 \text{ m} \cdot 1,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}}$                       1 P  
 $Q = 6,585 \text{ MJ}$

Energie auf die Schienenfläche  
 $\frac{E_0}{1 \text{ m}^2} = \frac{E}{A} = \frac{E}{l_0 \cdot b}$                               Punkt für Berechnung A                      1 P

$E = \frac{E_0 \cdot l_0 \cdot b}{1 \text{ m}^2} = \frac{812 \text{ J} \cdot 25 \text{ m} \cdot 67 \text{ mm}}{1 \text{ m}^2}$

$E = 1360 \text{ J}$                                       1 P

**18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2021/2022 – Endrunde**

**Lösungen der Klassenstufe 8**

Berechnung der Zeit

$$\frac{E}{1s} = \frac{Q}{t}$$

Punkt nur, wenn Einheiten OK

1 P

$$t = \frac{Q}{E} \cdot 1s = \frac{6,585 MJ}{1360 J} \cdot 1s$$

$$t = 4842 s$$

$$\underline{t = 80,7 min}$$

1 P

Unter den gegebenen Bedingungen würde sich die Fuge nach ca. 1,35 Stunden um 4 mm verringern.

**Summe: 13 P**