

**13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2016/2017 - 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 Glaskugeln, die oben schwammen, gehen nacheinander unter. 1 P
- b) Durch die Erwärmung sinkt die Dichte der Flüssigkeit im Thermometer. Die Kugeln behalten ihr Volumen und ihre Dichte (fast) bei. 1 P  
 Die Dichte der Kugeln ist unterschiedlich. Wenn die Dichte der Flüssigkeit unter die Dichte der nächsten Kugel sinkt, geht diese unter. 1 P

**Insgesamt: 3 P**

**Aufgabe 2: LED-Lampe**

geg.:  $P_H = 10 \text{ W}$

$$P_{LED} = 1,5 \text{ W}$$

$$\eta_{LED} = 0,85$$

$$K_{0,LED} = 4,50 \text{ €} \quad (\text{Preis einer LED})$$

$$K_{0,H} = 0,50 \text{ €} \quad (\text{Preis einer Halogenleuchte})$$

$$p = 0,24 \text{ ct/kWh} \quad (\text{Strompreis})$$

$$t_0 = 1000 \text{ h}$$

- ges.: a)  $\eta_H$   
 b)  $K_{LED}$  bzw.  $K_H$  nach 1000 h (Kosten der jeweiligen Lampen)  
 c)  $t$  (Zeit, nach der die LED sich gegenüber der Halogenleuchte rechnet)

Lösg.:

a)

$$P_H \cdot \eta_H = P_{LED} \cdot \eta_{LED}$$

$$\eta_H = \frac{P_{LED} \cdot \eta_{LED}}{P_H} = \frac{1,5 \text{ W} \cdot 0,85}{10 \text{ W}} \quad 2 \text{ P}$$

$$\underline{\underline{\eta_H = 12,75\%}} \quad 1 \text{ P}$$

b) LED

Arbeit nach 1000 h Laufzeit:

$$W_{LED} = P_{LED} \cdot t$$

$$W_{LED} = 0,0015 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ h}$$

$$W_{LED} = 1,5 \text{ kWh} \quad 2 \text{ P}$$

Kosten nach 1000 h Laufzeit:

$$K_{LED} = 0,24 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 1,5 \text{ kWh}$$

$$\underline{\underline{K_{LED} = 0,36 \text{ €}}} \quad 2 \text{ P}$$

**13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2016/2017 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

Halogenlampe

Arbeit nach 1000 h Laufzeit

$$W_H = P_H \cdot t$$

$$W_H = 0,01 \text{ kW} \cdot 1000 \text{ h}$$

$$W_H = 10 \text{ kWh}$$

1 P

Kosten nach 1000 h Laufzeit

$$K_H = 0,24 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 10 \text{ kWh}$$

$$\underline{\underline{K_H = 2,40 \text{ €}}}$$

1 P

- c) Grafische Darstellung der Kosten beider Lampen in Abhängigkeit von der Zeit  
 Berechnung eines Punktes für den LED-Graphen, z.B.

$$K_{LED2} = K_{LED} + 4,50\text{€} = 4,86\text{€} \quad (1\text{P})$$

Berechnung eines Punktes für den Halogen-Graphen, z.B.

$$K_{H2} = K_H + 0,50\text{€} = 2,90\text{€} \quad (1\text{P})$$

Beachten, dass der Graph für die Halogenlampe nach 1000 h einen Sprung von 0,50 € aufweist. (1P)

Korrekte Darstellung im Diagramm (1P)

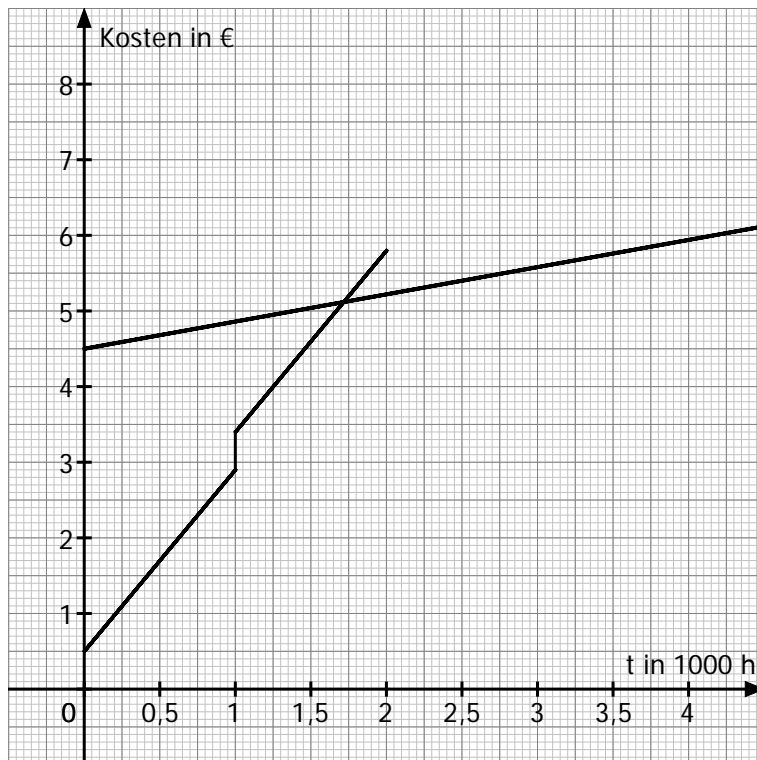


Diagramm  $\Sigma$  4 P

AbleSEN des Schnittpunktes: Ab einer Laufzeit von etwa 1720 Stunden (numerischer Wert: 1716) rechnet sich die LED gegenüber der Halogenlampe. (1P)

**Insgesamt 13 P**

**13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2016/2017 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

**Aufgabe 3: Schwimmender Jonas**

geg: $v_J = 1,4 \frac{m}{s}$	ges:	t <sub>0</sub>	Zeit
bis zum Zusammentreffen			
$v_S = 1,2 \frac{m}{s}$	x		Entfernung Sumbo zum Ziel
$s_0 = 500 \text{ m}$	$v_1$		Neue Geschwindigkeit für
Sumbo			
$b = 10 \text{ m}$			

a) Berechnung der Zeit bis zum Treffen

$$s_0 = (v_J + v_S) \cdot t_0 \quad 1 \text{ P}$$

$$t_0 = \frac{s_0}{v_J + v_S} = \frac{500 \text{ m}}{1,4 \frac{m}{s} + 1,2 \frac{m}{s}}$$

$$\underline{\underline{t_0 = 192,3 \text{ s}}} \quad 1 \text{ P}$$

b) Jonas braucht genau die gleiche Zeit zurück. Sumbo hat also insgesamt 2t<sub>0</sub> zur Verfügung.

$$x = s_0 - 2 \cdot v_S \cdot t_0 \quad 2 \text{ P}$$

→ Erkenntnis, dass die Zeiten gleich sind

→ x ist Differenz der Strecken

$$x = 500 \text{ m} - 2 \cdot 1,2 \frac{m}{s} \cdot 192,3 \text{ s}$$

$$\underline{\underline{x = 38,48 \text{ m}}}$$

c) Auch hier braucht Jonas die gleiche Zeit t für den Hin- und den Rückweg. Allerdings ist die Zeit nicht berechenbar, da Sumbos Geschwindigkeit unbekannt ist. Die Formeln sind jedoch prinzipiell die Gleichen.

$$s_0 = (v_J + v_1) \cdot t \quad \text{(I)} \quad v_1 \text{ statt } v_S \quad 1 \text{ P}$$

$$b = s_0 - 2 \cdot v_1 \cdot t \quad \text{(II)} \quad b \text{ statt } x \quad 1 \text{ P}$$

Auflösen von (I) nach t und Einsetzen in (II) ergibt

$$b = s_0 - 2 \cdot v_1 \cdot \frac{s_0}{v_J + v_1} \quad \text{Gleichungen zusammengeführt} \quad 1 \text{ P}$$

$$b \cdot (v_J + v_1) = s_0 \cdot (v_J + v_1) - 2 \cdot s_0 \cdot v_1$$

$$v_1 = \frac{s_0 - b}{s_0 + b} \cdot v_J = \frac{500 \text{ m} - 10 \text{ m}}{500 \text{ m} + 10 \text{ m}} \cdot 1,4 \frac{m}{s}$$

$$\underline{\underline{v_1 = 1,345 \frac{m}{s}}} \quad 1 \text{ P}$$

**Insgesamt 8 P**

**13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2016/2017 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

**Aufgabe 4: Temperaturänderung von Metallen**

geg:  $l_0 = 250 \text{ mm}$        $\alpha_{St} = 0,000013 \frac{1}{K}$       ges:  $\vartheta_1$   
 $\Delta l = 2,5 \text{ mm}$        $\alpha_{Zn} = 0,000036 \frac{1}{K}$        $\vartheta_2$   
 $l_{0St} = 252,5 \text{ mm}$        $\vartheta_0 = 20^\circ C$        $\vartheta_3$

Lösung:

a)  $\Delta l = \alpha_{Zn} \cdot l_0 \cdot \Delta\vartheta_1$  1 P  
 $\Delta\vartheta_1 = \frac{\Delta l}{\alpha_{Zn} \cdot l_0} = \frac{2,5 \text{ mm}}{3,6 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} \cdot 250 \text{ mm}}$   
 $\Delta\vartheta_1 = 277,8 \text{ K}$  1 P  
 $\vartheta_1 = \vartheta_0 + \Delta\vartheta_1$   
 $\vartheta_1 = 297,8^\circ C$  1 P

b)  $\Delta l_{Zn} = \Delta l_{St} + \Delta l$  1 P  
 $l_0 \cdot \alpha_{Zn} \cdot \Delta\vartheta_2 = l_{0St} \cdot \alpha_{St} \cdot \Delta\vartheta_2 + \Delta l$  1 P  
 $\Delta\vartheta_2 = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \alpha_{Zn} - l_{0St} \cdot \alpha_{St}} = \frac{2,5 \text{ mm}}{250 \text{ mm} \cdot 3,6 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} - 252,5 \text{ mm} \cdot 1,3 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}}$   
 $\Delta\vartheta_2 = 437,2 \text{ K}$  1 P  
 $\vartheta_2 = \vartheta_0 + \Delta\vartheta_2$   
 $\vartheta_2 = 457,3^\circ C$  1 P

Dieser Wert liegt über der Schmelztemperatur von Zink ( $419^\circ C$ ), so dass der Versuch nicht gelingen kann. 1 P

c) Die im Teil b benutzte Formel ist auch hier anwendbar, nur dass man für  $\Delta l$  den Wert  $-2,0 \text{ mm}$  einsetzen muss. 1 P  
 $\Delta\vartheta_3 = \frac{\Delta l_{Neu}}{l_0 \cdot \alpha_{Zn} - l_{0St} \cdot \alpha_{St}} = \frac{-2,0 \text{ mm}}{250 \text{ mm} \cdot 3,6 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} - 252,5 \text{ mm} \cdot 1,3 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}}$  1 P  
 $\Delta\vartheta_3 = -349,8 \text{ K}$  1 P  
 Damit liegt der Wert für  $\vartheta_3$  sicher unter dem absoluten Nullpunkt. Der Versuch kann nicht gelingen. 1 P

**Insgesamt: 11 P**

**13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2016/2017 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

**Aufgabe 5: Würfel am Flaschenzug**

geg:  $a = 40 \text{ cm}$        $h = 1,1 \text{ m}$       ges:  $F_1$   
 $\rho_{Al} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$        $\rho_W = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$        $W$   
 $F_R = 110 \text{ N}$       (Reibungskraft)  
 $N = 4$       (Anzahl tragende Seile)

Berechnung benötigter Größen (3 P)

$F_G = m_{Al} \cdot g$  1 P

$m_{Al} = \rho_{Al} \cdot V = \rho_{Al} \cdot a^3$  1 P

$F_G = \rho_{Al} \cdot a^3 \cdot g$

$F_G = 1,695 \text{ kN}$

Gewichtskraft

$F_A = \rho_W \cdot V \cdot g = \rho_W \cdot a^3 \cdot g$

$F_A = 627,8 \text{ N}$

Auftriebskraft

1 P

a) Berechnung der Haltekraft  $F_1$  (4 P)

Resultierende Kraft am Flaschenzug:

$F_{Res} = F_G - F_A = 1,695 \text{ kN} - 627,8 \text{ N}$  1 P

$F_{Res} = 1067 \text{ N}$

$F_1 = \frac{1}{4} F_{Res} - F_R$

Die Reibung hilft hier 2 P

$F_1 = \frac{1}{4} \cdot 1067 \text{ N} - 110 \text{ N}$

$F_1 = 156,8 \text{ N}$

1 P

Wird die Reibung vergessen oder falsch verwendet (z.B. addiert) sollen für diesen Teil 2 Punkte abgezogen werden. (→ i.A. 2/4 P)

b) Berechnung der mechanischen Arbeit (4 P)

$W = F_Z \cdot s$

$F_Z$ : benötigte Zugkraft am Seil

$F_Z = \frac{1}{4} F_{Res} + F_R$  Hier stört die Reibung 1 P

$F_Z = \frac{1}{4} \cdot 1067 \text{ N} + 110 \text{ N}$

$F_Z = 376,8 \text{ N}$

$s$ : Strecke, die man am Seil ziehen muss

$s = 4 \cdot s_0$  1 P

$s_0 = h - a$  1 P

$s = 4 \cdot (1,1 \text{ m} - 0,4 \text{ m})$

$s = 2,8 \text{ m}$

$W = 376,8 \text{ N} \cdot 2,8 \text{ m}$

$W = 1055 \text{ J}$

1 P

c) Grafische Darstellung (5 P)

Berechnung der Kraft  $F_E$  am Ende

$F_E = \frac{1}{4} F_G + F_R$

$F_G$  statt  $F_{Res}$  1 P

$F_E = \frac{1}{4} \cdot 1,695 \text{ kN} + 110 \text{ N}$

$F_E = 533,8 \text{ N}$

Berechnung des zugehörigen Weges

$s_E = 4 \cdot h$

1 P

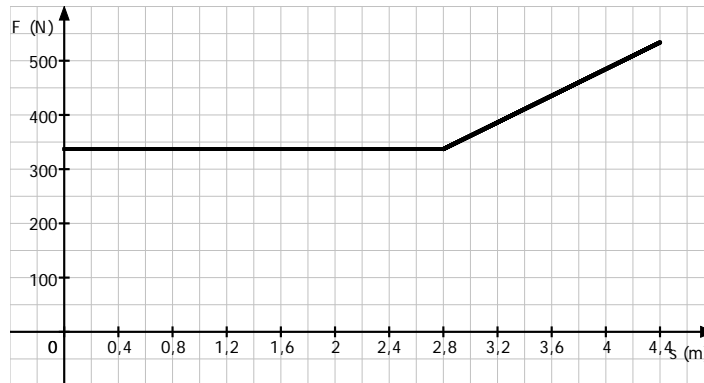
$s_E = 4,4 \text{ m}$

**13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2016/2017 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 8**

Diagramm

3 P

Davon 1 P darauf, dass der Graph zwischen 2,8 m und 4,4 m eine Gerade ist.



**Insgesamt: 16 P**