

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

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.	1 P
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.	2 P
Summe:	3 P

Aufgabe 2: Straßenbahnen und Fußgänger

	3 P
a) Schnittpunkte der Graphen bedeutet, dass sich zu diesem Zeitpunkt der Fußgänger und Bahn aneinander vorbeifahren („Treffpunkt“)	1 P
b) <u>$t_1 \approx 12 \text{ min}$</u>	1 P
c) Fußgänger $s_F = v_F \cdot t_1$ und 2. Straßenbahn fährt $\Delta t = 10 \text{ min}$ später los, es gilt $s_B = v_B \cdot t_1 - v_B \cdot \Delta t$ Fußgänger und Bahn begegnen sich bei: $s_F = s_B$	1 P 1 P 1 P
$v_F \cdot t_1 = v_B \cdot t_1 - v_B \cdot \Delta t \rightarrow t_1 = -\frac{v_B \cdot \Delta t}{v_F - v_B} \rightarrow t_1 = -\frac{36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{6} \text{h}}{6 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \rightarrow \underline{\underline{t_1 = 12 \text{ min}}}$	1 P
d) Aus Diagramm ablesen ergibt: <u>$t_2 \approx 8,5 \text{ min}$</u> Alternativ durch Rechnung: Beide treffen sich zum Zeitpunkt t_2 . Für den Fußgänger gilt $s_F = v_F \cdot t_2$. Zu Beginn ist die Bahn noch $s_0 = v_B \cdot \Delta t$ ($= 6 \text{ km}$) entfernt. Damit gilt für die entgegenkommende Bahn $s_R = -v_B \cdot t_2 + v_B \cdot \Delta t$. Mit $s_F = s_R$:	1 P
$v_F \cdot t_2 = -v_B \cdot t_2 + v_B \cdot \Delta t \rightarrow t_2 = \frac{v_B \cdot \Delta t}{v_F + v_B} \rightarrow t_2 = \frac{36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{6} \text{h}}{36 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 6 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \rightarrow \underline{\underline{t_2 = 8,57 \text{ min}}}$	(1 P)
Summe:	10 P

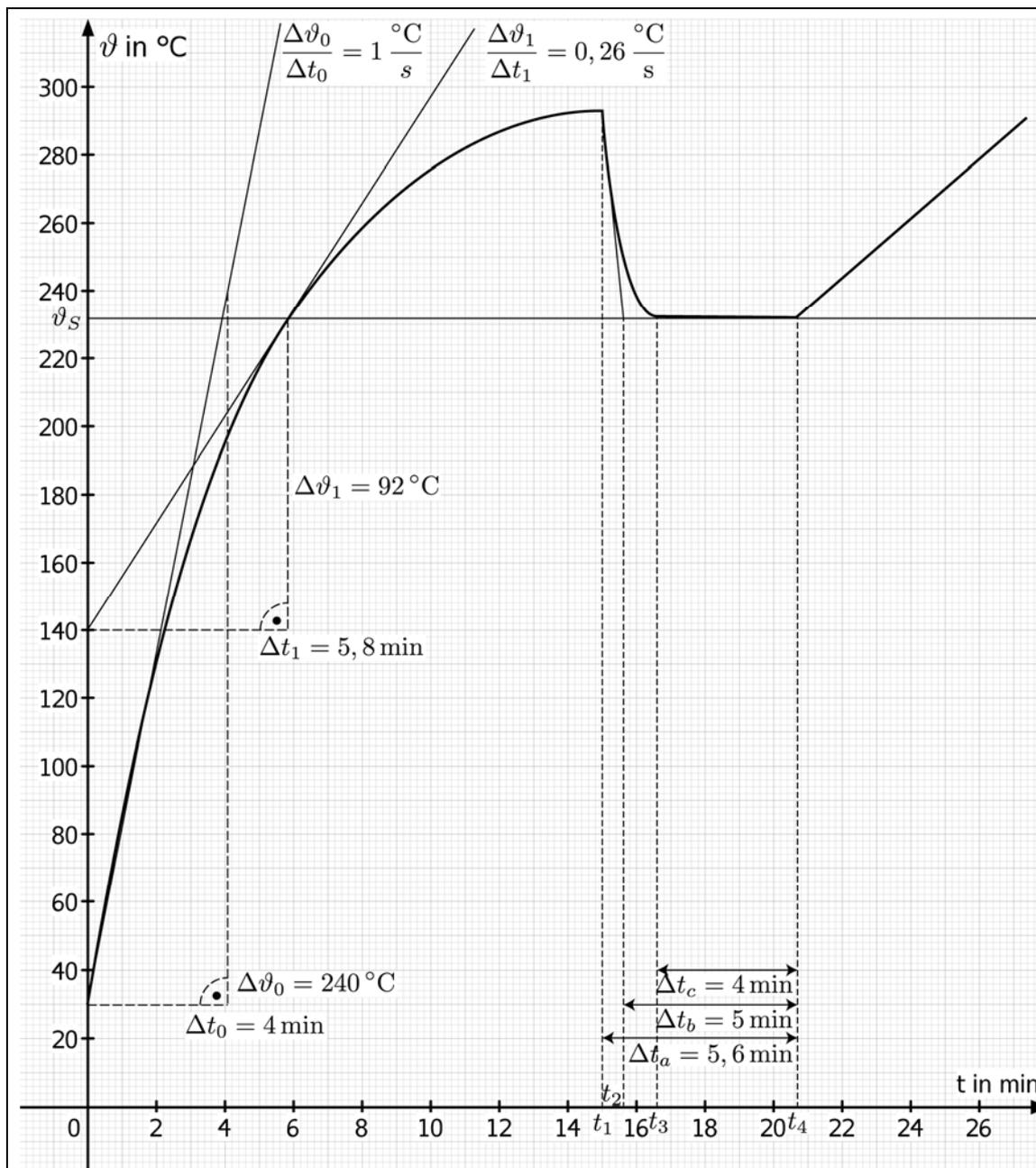
12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 3: Künstlicher Wasserfall

<p>a) Freier Fall: $h = \frac{g}{2}t^2$ und $v = g \cdot t \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot h \cdot g}$</p> $v = \sqrt{2 \cdot 2 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \rightarrow v = \underline{\underline{6,26 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$ $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \rightarrow t = \underline{\underline{0,64 \text{ s}}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) $\eta \cdot P = \frac{W}{t}$ und $W = m \cdot g \cdot h \rightarrow \eta \cdot P = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} \rightarrow m = \frac{\eta \cdot P \cdot t}{g \cdot h}$</p> $m = \frac{\frac{2}{3} \cdot 1,5 \cdot 0,74 \text{ kW} \cdot 1 \text{ s}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ m}} \rightarrow m = \underline{\underline{37,7 \text{ kg}}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>c) Stromstärke in den Leitungen: $P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} \rightarrow I = \frac{1,5 \cdot 0,74 \text{ kW}}{1400 \text{ V}} \rightarrow \underline{\underline{I = 0,79 \text{ A}}}$</p> <p>Widerstand der Leitungen: $R = \frac{U}{I}$ und $U = \frac{P}{I} \rightarrow R = \frac{P_V}{I^2}$</p> $R = \frac{\frac{1}{3} \cdot 1,5 \cdot 0,74 \text{ kW}}{(0,79 \text{ A})^2} \rightarrow \underline{\underline{R = 593 \Omega}}$ $R = \rho \cdot \frac{l}{A} \rightarrow A = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{114000 \text{ m}}{593 \Omega} \rightarrow \underline{\underline{A = 3,27 \text{ mm}^2}}$ $A = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \rightarrow \underline{\underline{d = 2 \text{ mm}}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>2 P</p>
<p>d) Zur Übertragung wird eine deutlich höhere Spannung genutzt. Dadurch sinkt bei konstanter Leistung die Stromstärke. Die Verlustleistung in den Leitungen wird dadurch bei konstantem Widerstand erheblich kleiner, da $P_V \sim I^2$.</p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>Summe:</p>	<p>12 P</p>

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 4: Schmelzofen



a) Schmelztemperatur nach Diagramm: $\underline{\underline{\vartheta_{Sn} = 232\text{ }^{\circ}\text{C}}}$

Schmelzvorgang beginnt erst, wenn das in den Ofen geworfene Zinn auf Schmelztemperatur erwärmt wurde. Eine genaue Bestimmung dieses Zeitpunktes ist auf dem Graphen nicht ohne weiteres möglich. Folgende Intervallgrenzen scheinen für den Beginn des Schmelzvorganges sinnvoll:

- Untere Grenze: mit dem Einwerfen des Zinns t_1
- „beste“ Grenze: Erreichen „Mischungstemperatur“ als Schnittpunkt der Schmelztemperatur $\vartheta_{Sn} = 232\text{ }^{\circ}\text{C}$ und der extrapolierten linearen Abkühlung t_2
- Obere Grenze: Erreichen der Schmelztemperatur t_3
 mögliche Zeitdauer: $\underline{\underline{\Delta t = (4\text{ min}; \dots; 5,6\text{ min})}}$

b) Anfangs kann der Wärmeverlust an die Umgebung vernachlässigt werden. Die gesamte Leistung $P_0 = 20\text{ W}$ steht zur Erwärmung des Ofens zur Verfügung. Die

1 P

1 P

1 P

12. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2015/2016 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

<p>Erwärmungsgeschwindigkeit ermittelt man grafisch aus dem Anstieg der Tangente an der Erwärmungskurve:</p> $\frac{\Delta\vartheta_0}{\Delta t_0} = \frac{240\text{ }^\circ\text{C}}{4 \cdot 60\text{ s}} = 1 \frac{^\circ\text{C}}{\text{s}}$ <p>Bei der Schmelztemperatur $\vartheta_{Sn} = 230\text{ }^\circ\text{C}$ kann man die Verluste an die Umgebung nicht mehr vernachlässigen. Grafisch bestimmt man die Erwärmungsgeschwindigkeit:</p> $\frac{\Delta\vartheta_1}{\Delta t_1} = \frac{92\text{ }^\circ\text{C}}{5,8 \cdot 60\text{ s}} = 0,26 \frac{^\circ\text{C}}{\text{s}}$ <p>Zum Erwärmen des Zinns steht folgende Heizleistung zur Verfügung:</p> $\frac{P_{Sn}}{P_0} = \frac{\frac{\Delta\vartheta_1}{\Delta t_1}}{\frac{\Delta\vartheta_0}{\Delta t_0}} \rightarrow P_{Sn} = P_0 \frac{\frac{\Delta\vartheta_1}{\Delta t_1}}{\frac{\Delta\vartheta_0}{\Delta t_0}} = 5,29\text{ W}$ <p>Bei t_4 ist das Zinn vollständig geschmolzen. Damit dauert je nach gewähltem Startzeitpunkt der gesamte Schmelzprozess $\Delta t = \Delta t_a(\Delta t_b, \Delta t_c)$. Es folgt:</p> $P_1 = \frac{m_{Sn} \cdot q_s}{\Delta t} \rightarrow q_s = \frac{P_1 \cdot \Delta t}{m_{Sn}}$ <p style="text-align: center;">$q_{S\Delta t_a} = 71,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad q_{S\Delta t_b} = 63,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad q_{S\Delta t_c} = 50,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, \quad q_{S\text{theoretisch}} = 59 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$</p>	<p>1 P</p> <p>2 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
Summe:	9 P

Aufgabe 5: Planparallele Platte

<p>a) Herleitung der allgemeinen Gleichung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sei l die Länge des Lichtbündels in der Glasplatte • Folgende zwei trigonometrischen Beziehungen ergeben sich: $\cos(\beta) = \frac{d}{l} \rightarrow l = \frac{d}{\cos(\beta)} \quad (1)$ $\sin(\alpha - \beta) = \frac{a}{l} \rightarrow l = \frac{a}{\sin(\alpha - \beta)} \quad (2)$ <ul style="list-style-type: none"> • Gleichsetzen von (1) und (2) liefert: $\frac{d}{\cos(\beta)} = \frac{a}{\sin(\alpha - \beta)} \quad (3)$ $a = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos(\beta)} \cdot d$		<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>b) Brechungswinkel mithilfe des Brechungsgesetzes berechnen:</p> $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_{Glas}}{n_{Luft}} \rightarrow \sin(\beta) = \frac{n_{Luft}}{n_{Glas}} \cdot \sin(\alpha) = \frac{1}{1,5} \sin(40^\circ) \rightarrow \beta = 25,37^\circ$ <p>Gleichung (3) nach d umstellen und Werte einsetzen führt zu:</p> $d = \frac{\cos(\beta)}{\sin(\alpha - \beta)} \cdot a = \frac{\cos(25,37^\circ)}{\sin(40^\circ - 25,37^\circ)} \cdot 1,2\text{ cm} = 4,29\text{ cm}$	<p>2</p> <p>1</p>	
Summe:	7 P	
Gesamtsumme:	41 P	