

17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 - 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) Der Wasserstand sinkt.	1
b) Das Volumen der Eis-Wasser-Mischung nimmt ab. Das Eis hat eine geringere Dichte als Wasser und nimmt geschmolzen weniger Volumen ein.	1
	1
	3

Aufgabe 2: Pendelspiel

<p>a) Pendelkonstante k mithilfe des 1. Pendels berechnen:</p> $l_1 = g \left(\frac{T_{max}}{2 \pi (k + 1 + 1)} \right)^2$ $k = \frac{T_{max}}{2 \pi} \sqrt{\frac{g}{l_1}} - 2$ $k = \frac{24 \text{ s}}{2 \pi} \sqrt{\frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,23 \text{ m}}} - 2$ $k = 23$ <p>Anzahl der Pendel mithilfe des kürzesten Pendels:</p> $0,1 \text{ m} \leq l_n$ $0,1 \text{ m} \leq g \left(\frac{T_{max}}{2 \pi (k + n + 1)} \right)^2$ $n \leq \frac{T_{max}}{2 \pi} \sqrt{\frac{g}{0,1 \text{ m}}} - k - 1$ $n \leq 13,87$ $\underline{\underline{n = 13}}$	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>b) Die Pendellänge für das kürzeste Pendel:</p> $l_{13} = g \left(\frac{T_{max}}{2 \pi (k + n + 1)} \right)^2$ $l_{13} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \left(\frac{24 \text{ s}}{2 \pi (23 + 13 + 1)} \right)^2$ $l_{13} = 0,105 \text{ m}$ <p>Schwingungsdauer für das kürzeste Pendel:</p> $T_{13} = 2 \pi \sqrt{\frac{l_{13}}{g}} \rightarrow T_{13} = 2 \pi \sqrt{\frac{0,105 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \rightarrow T_{13} = 0,650 \text{ s}$ <p>Anzahl der Schwingungen für das kürzeste Pendel:</p> $T_{max} = N_{13} \cdot T_{13} \rightarrow N_{13} = \frac{T_{max}}{T_{13}} \rightarrow N_{13} = \frac{24 \text{ s}}{0,650 \text{ s}} \rightarrow \underline{\underline{N_{13} = 37}}$ <p>Analog für das längste Pendel:</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

$T_1 = 0,962$ und $N_1 = 25$	1
Alternativlösung:	
$N_n = \frac{T_{max}}{T_n}$ $T_n = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ einsetzen	1
$N_n = \frac{T_{max}}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_n}}$ $l_n = g \left(\frac{T_{max}}{2\pi(k+n+1)}\right)^2$ nach $\sqrt{\frac{g}{l_n}}$ umstellen und einsetzen	(1)
$N_n = \frac{T_{max}}{2\pi} \frac{2\pi(k+n+1)}{T_{max}}$	(1)
$N_n = k + n + 1$ Kürzeste Pendel: $n = 13 \Rightarrow N = 37$	(1)
$N_n = 24 + n$ Längste Pendel: $n = 1 \Rightarrow N = 25$	(1)
	(2)
Summe:	10 P

Aufgabe 3:

a) Form: Kreisfläche Begründung:	1	
<ul style="list-style-type: none"> • Bei kleinen Einfallswinkeln $\alpha < \alpha_G$ wird das Licht nach dem Brechungsgesetz gebrochen (I) und kann aus dem Wasser austreten • Bei dem Grenzwinkel α_G kommt es zur Totalreflexion (II) • Bei großen Einfallswinkeln $\alpha > \alpha_G$ wird das Licht reflektiert (III) • Die Kreisfläche ergibt sich aus der Rotationssymmetrie der Brechung 	3	
Skizze mit mindesten 3 wesentlichen Strahlen:	2	
b) Berechnung:		
	Für den Grenzwinkel der Totalreflexion gilt: $\sin(\alpha_G) = \frac{1}{n} \rightarrow \alpha_G = 48,75^\circ$ Aus dem Strahlenverlauf folgt: $\tan(\alpha_G) = \frac{r}{h} \rightarrow r = \tan(\alpha_G) h$ Für die Kreisfläche gilt: $A = \pi r^2$ $A = \pi (\tan(\alpha_G) h)^2$ $A = \underline{\underline{2,61 \text{ m}^2}}$	1
	1	
	1	
Summe:	9 P	

17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 4: Tasse Kaffee

<p>a) $c_W m_W (\vartheta_M - \vartheta_W) + c_T m_T (\vartheta_M - \vartheta_T) = 0$</p> $\vartheta_M = \frac{c_w \cdot m_w \cdot \vartheta_w + c_p \cdot m_p \cdot \vartheta_p}{c_w \cdot m_w + c_p \cdot m_p} \quad \text{mit } m_w = m_p \quad \text{und } c_p = 0,2 c_w \quad \text{folgt}$ $\vartheta_M = \frac{c_w (\vartheta_w + 0,2 \vartheta_p)}{1,2 c_w} \quad \rightarrow \quad \vartheta_M = \frac{96^\circ\text{C} + 0,2 \cdot 20^\circ\text{C}}{1,2} \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{\vartheta_M = 83,3^\circ\text{C}}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) Änderung des Flüssigkeitsspiegels: <u>$\Delta h = 7 \text{ mm}$</u></p>	<p>1 P</p>
<p>c) Ausdehnung des Porzellans ist vernachlässigbar, da $\gamma_{\text{Porzellan}} \ll \gamma_{\text{Wasser}}$ <u>Abkühlung als alleiniger Prozess</u> (d.h. von 96°C ausgehend):</p> $\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T \quad \text{mit} \quad V_0 = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot h_{\text{voll}}$ $\Delta V = \gamma \cdot \left(\frac{\pi}{4} d^2 \cdot h_{\text{voll}} \right) \cdot \Delta T \quad \rightarrow \quad \Delta h_A = \frac{\Delta V}{A} \quad \rightarrow \quad \Delta h_A = \frac{\gamma \cdot \left(\frac{\pi}{4} d^2 \cdot h_{\text{voll}} \right) \cdot \Delta T}{\frac{\pi}{4} d^2}$ $\Delta h_A = \gamma \cdot h_{\text{voll}} \cdot \Delta T \quad \rightarrow \quad \Delta h_A = 0,18 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}} \cdot 8,9 \text{ cm} \cdot 76 \text{ K} \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{\Delta h_A = 0,12 \text{ cm}}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>d) Die Verdampfungswärme entspricht somit der abgegebenen Wärme des Kaffees.</p> $Q_V = Q_W \quad \rightarrow \quad m_V \cdot q_V = m_W \cdot c_W \cdot \Delta T \quad \text{mit} \quad m_W = \rho \cdot A \cdot h_{\text{voll}} \quad \rightarrow \quad m_W = \rho \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot h_{\text{voll}}$ $m_V = \frac{\rho \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot h_{\text{voll}} \cdot c_W \cdot \Delta T}{q_V}$ $\Delta h_V = \frac{m_V}{\rho \cdot \frac{\pi}{4} d^2} \quad \rightarrow \quad \Delta h_V = \frac{\rho \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot h_{\text{voll}} \cdot c_W \cdot \Delta T}{\rho \cdot \frac{\pi}{4} d^2} \quad \rightarrow \quad \Delta h_V = \frac{h_{\text{voll}} \cdot c_W \cdot \Delta T}{q_V}$ $\Delta h_V = \frac{8,9 \text{ cm} \cdot 4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 76 \text{ K}}{2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{\Delta h_V = 1,26 \text{ cm}}}$	<p>1P</p> <p>1P</p> <p>1 P</p>
<p>e) Weitere Abkühlungsprozesse (Wärmeströmung, -leitung) führen dazu, dass nicht genügend Wärme für die Verdunstung zur Verfügung steht, wodurch der Flüssigkeitsspiegel deutlich geringer abnimmt.</p>	<p>1 P</p>
Summe:	11 P

17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 5: Kabelbruch

a)		$U_A = 21 \text{ V}$ $U_B = 38 \text{ V}$ $l = 8 \text{ km}$ $U = 230 \text{ V}$ $\rho_{Cu} = 0,0172 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ $d = 3 \text{ mm}$	1 P
	$R_{ges} = \rho \frac{l}{A} \rightarrow A = \frac{\pi}{4} d^2 \rightarrow R_{ges} = \rho \frac{4 \cdot l}{\pi \cdot d^2} \rightarrow R_{ges} = R_1 + R_2$		2 P
	$R_{ges} = 0,0172 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \frac{4 \cdot 8000 \text{ m}}{\pi \cdot 9 \text{ mm}^2} \rightarrow \underline{R_{ges} = 19,47 \Omega}$		2 P
	<p>Aus $I_1 = \frac{U}{2 R_1 + R_{\ddot{U}}}$ und $I_1 = \frac{U_B}{R_{\ddot{U}}}$ folgt: $\frac{2 R_1 + R_{\ddot{U}}}{U} = \frac{R_{\ddot{U}}}{U_B} \rightarrow R_{\ddot{U}} = R_1 \frac{2 \cdot U_B}{U - U_B}$</p> $R_{\ddot{U}} = R_1 \frac{2 \cdot 38 \text{ V}}{230 \text{ V} - 38 \text{ V}} \rightarrow \underline{R_{\ddot{U}} = 0,4 R_1}$		1 P
	<p>Aus $I_2 = \frac{U}{2 R_2 + R_{\ddot{U}}}$ und $I_2 = \frac{U_A}{R_{\ddot{U}}}$ folgt: $\frac{2 R_2 + R_{\ddot{U}}}{U} = \frac{R_{\ddot{U}}}{U_A} \rightarrow R_{\ddot{U}} = R_2 \frac{2 \cdot U_A}{U - U_A}$</p> $R_{\ddot{U}} = R_2 \frac{2 \cdot 21 \text{ V}}{230 \text{ V} - 21 \text{ V}} \rightarrow \underline{R_{\ddot{U}} = 0,2 R_2}$		1 P
	<p>Aus $0,2 R_2 = 0,4 R_1$ und $R_1 = R_{ges} - R_2$ folgt: $R_2 = \frac{2}{3} R_{ges}$</p> $\underline{R_2 = 13 \Omega} \quad \underline{R_1 = 6,5 \Omega} \quad \underline{R_{\ddot{U}} = 2,6 \Omega}$		1 P
b)	$\frac{R_1}{x} = \frac{R_{ges}}{l} \rightarrow x = \frac{R_1}{R_{ges}} l \rightarrow x = \frac{6,5 \Omega}{19,47 \Omega} 8000 \text{ m} \rightarrow \underline{x = 2670 \text{ m}}$ <p>In einer Entfernung von 2670 m von Anne muss das Kabel freigelegt werden.</p>		2 P
c)	$I_1 = \frac{U_B}{R_{\ddot{U}}} \rightarrow I_1 = \frac{38 \text{ V}}{2,6 \Omega} \rightarrow \underline{I_1 = 14,6 \text{ A}}$ $I_2 = \frac{U_A}{R_{\ddot{U}}} \rightarrow I_2 = \frac{21 \text{ V}}{2,6 \Omega} \rightarrow \underline{I_2 = 8,1 \text{ A}}$ <p>Der Strom, der fließt, wenn Anne die 230 V anlegt, hat eine Stärke von 14,6 A. Legt Bernd die 230 V an, fließen 8,1 A.</p>		1 P
Summe:			10 P