16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2019/2020 - Endrunde
Lösungen Klasse 9

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
b) Der Beschlag ist Wasser, das durch Kondensation von Wasserdampf entstanden ist. Im Becherglas 1 kondensiert Wasserdampf aus dem heißen Wasser an dem kälteren Becherglas (innen). Im Becherglas 2 kondensiert Wasserdampf aus der Luft an dem sehr kalten Becherglas mit dem kalten Wasser(außen).	1 1
Summe:	**3 P**

Aufgabe 2: Bahnsteigkantenlauf

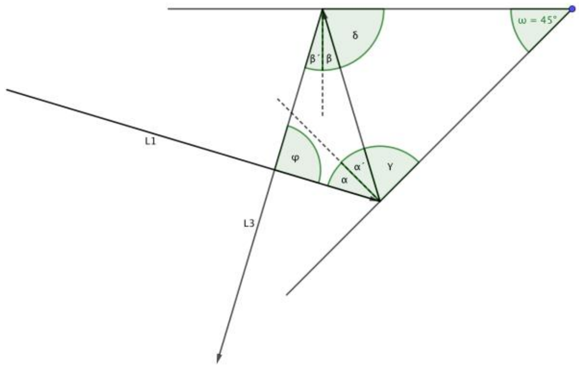
a) ℓ…Länge des Zuges Geschwindigkeit des Zuges gegenüber Lennard: $v_z = \frac{\ell - s_1}{t_1}$, $v_z = \frac{\ell - s_1}{\frac{s_1}{v}}$, …(1) Geschwindigkeit des Zuges gegenüber Marvin: $v_z = \frac{\ell + s_2}{t_2}$, $v_z = \frac{\ell + s_2}{\frac{s_2}{v}}$, …(2) (1)=(2): $\frac{\ell - s_1}{\frac{s_1}{v}} = \frac{\ell + s_2}{\frac{s_2}{v}}$, $s_2 \cdot (\ell - s_1) = s_1 \cdot (\ell + s_2)$, $\ell \cdot (s_2 - s_1) = 2 \cdot s_1 \cdot s_2$, $\ell = 2 \cdot \frac{s_1 \cdot s_2}{s_2 - s_1}$, $\ell = 2 \cdot \frac{50\,m \cdot 25\,m}{50\,m - 25\,m}$, $\ell = 2 \cdot \frac{50\,m \cdot 25\,m}{25\,m}$, $\underline{\underline{\ell = 100\,m}}$. oder Die Zeit von Lennard bis zum Treffpunkt mit dem Zugende beträgt $t_z = t_1$. Es ist $\frac{s_z}{v_z} = \frac{s_1}{v}$, $\frac{v}{v_z} = \frac{s_1}{\ell - s_1}$, …(1). Die Zeit von Marvin bis zum Treffpunkt mit dem Zugende beträgt $t_z = t_2$. Es ist $\frac{s_z}{v_z} = \frac{s_2}{v}$, $\frac{v}{v_z} = \frac{s_2}{\ell + s_2}$, …(2). (1)=(2): $\frac{s_1}{\ell - s_1} = \frac{s_2}{\ell + s_2}$, $s_1 \cdot (\ell + s_2) = s_2 \cdot (\ell - s_1)$, $s_1 \cdot \ell + s_1 \cdot s_2 = s_2 \cdot \ell - s_1 \cdot s_2$, $\ell \cdot (s_1 - s_2) = -2 \cdot s_1 \cdot s_2$, $\ell = 2 \cdot \frac{s_1 \cdot s_2}{s_2 - s_1}$, $\underline{\underline{\ell = 100\,m}}$.	1 1 2 1 1
b) Zeit, die Marvin bei seinem Lauf benötigt: t_2. Zeit, die der Zug für Marvins Strecke benötigt: t_Z. $t_Z = t_2$ $\frac{\ell + s_2}{v_Z} = \frac{s_2}{v}$, $\frac{v_Z}{v} = \frac{\ell + s_2}{s_2}$, $\frac{v_Z}{v} = \frac{100\,m + 50\,m}{50\,m}$ $\underline{\underline{\frac{v_Z}{v} = 3:1}}$. Der Zug ist dreimal so schnell, wie Marvin.	1 1 1
	9 P

Aufgabe 3: Kugel im Eis

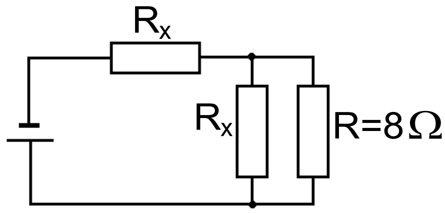
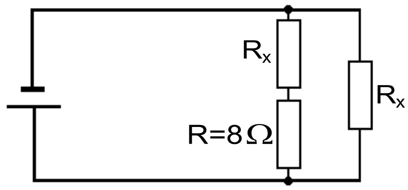
a) Aussage 2 ist richtig. Begründung: Der Wassertropfen hat eine höhere Temperatur, als der Eiswürfel. Daher gibt der Tropfen Energie in Form von Wärme an den Eiswürfel ab. Da der Würfel und die Stahlkugel beide eine Temperatur von 0 °C haben, wird jedwede Wärmezufuhr zu einem Schmelzvorgang eines kleinen Teiles des Eises führen. Zwar wird sich eine Mischtemperatur von 0 °C einstellen, aber zum Erstarren reicht die Wärmeabgabe nicht. Hinweis: Für Aussage 1 mit oder ohne Begründung gibt es keine Punkte	2
b) Volumen des Eises: $V_{Eis} = a^3 - \frac{4}{3}\pi r^3$, $V_{Eis} = (10\ cm)^3 - \frac{4}{3}\pi \cdot (1\ cm)^3$, $V_{Eis} = 995{,}8\ cm^3$ Masse des Eises: $m_{Eis} = \rho_{Eis} \cdot V_{Eis}$, $m_{Eis} = 0{,}92 \frac{g}{cm^3} \cdot 995{,}8\ cm^3$, $m_{Eis} = 916{,}1\ g$ Volumen der Stahlkugel: $V_{Kugel} = \frac{4}{3}\pi r^3$, $V_{Kugel} = \frac{4}{3}\pi \cdot (1\ cm)^3$, $V_{Kugel} = 4{,}2\ cm^3$ Masse der Stahlkugel: $m_{Kugel} = \rho_{Kugel} \cdot V_{Kugel}$, $m_{Kugel} = 7{,}8\ \frac{g}{cm^3} \cdot 4{,}2\ cm^3$, $m_{Kugel} = 32{,}7\ g$ Schmelzwärme Eis: $Q_{S,Eis} = m \cdot q_{Eis}$, $Q_{S,Eis} = 916{,}1\ g \cdot 334\ \frac{J}{g \cdot K}$, $Q_{S,Eis} = 306\ kJ$	4 für Zwisch.-Lsg.
Energiebilanz: $\lvert Q_{W,ab}\rvert = \lvert Q_{Eiswasser,auf} + Q_{Kugel,auf} + Q_{S;Eis}\rvert$ $m_W \cdot c_W \cdot \lvert\Delta T_W\rvert = m_{Eis} \cdot c_W (!) \cdot \Delta T_{Eis} + m_{Kugel} \cdot c_{Stahl} \cdot \Delta T_{Kugel} + Q_{S,Eis}$	2
$m_W = \frac{m_{Eis} \cdot c_W \cdot \Delta T_{Eis} + m_{Kugel} \cdot c_{Stahl} \cdot \Delta T_{Kugel} + Q_{S,Eis}}{c_W \cdot \lvert\Delta T_W\rvert}$ $m_W = \frac{916{,}1\ g \cdot 4{,}19 \frac{J}{g \cdot K} \cdot 5K + 32{,}7\ g \cdot 0{,}47 \frac{J}{g \cdot K} \cdot 5K + 306\ kJ}{4{,}19 \frac{J}{g \cdot K} \cdot 15K}$	1
$m_W = 5175\ g$ $\underline{\underline{V_W = 5{,}175\ l}}$ Man muss rund 5,2 l Wasser von 20°C in das Gefäß geben.	1
Summe:	**10 P**

16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2019/2020 - Endrunde
Lösungen Klasse 9

Aufgabe 4: Winkelspiegel

a)  saubere Zeichnung, qualitativ richtig, unter Beachtung des Reflexionsgesetzes Beschriftung der Winkel	2
b) $\alpha < 45°$; Der Einfallswinkel darf 45° nicht erreichen. Da der Lichtstrahl an jedem Spiegel genau einmal nur reflektiert werden darf, muss $\delta < 90°$ gelten und der einfallende Strahl L_1 muss am äußersten Rand von Spiegelfläche 1 auftreffen, damit L_3 den Winkelspiegel tatsächlich auch verlässt, ohne nochmals reflektiert zu werden. Damit $\delta < 90°$ gilt, muss $\gamma > 180° - 45° - 90° \quad \rightarrow \quad \gamma > 45° \quad \rightarrow \quad \alpha < 90° - 45° \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{\alpha < 45°}}$	3
c) Der Zeichnung ist zu entnehmen, dass der Schnittwinkel $\varphi = 90°$ ist. Allgemein lässt sich zeigen: $\alpha = \alpha'\ und\ \beta = \beta'\ laut\ Reflexionsgesetz$ $\gamma = 90° - \alpha$ (1) $\delta = 180° - 45° - \gamma$ (2) $\beta = 90° - \delta$ (3) $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \beta$ (4) $1\ in\ 2;\ 2\ in\ 3\ und\ 3\ in\ 4\ eingesetzt\ ergibt:$ $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \left(90° - \left(180° - 45° - (90° - \alpha)\right)\right)$ $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \left(90° - (45° + \alpha)\right)$ $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 90° + 2 \cdot \alpha$ $\underline{\underline{\varphi = 90°}}\ \ (unabhängig\ von\ \alpha;\ für\ alle\ \alpha < 45°)$	3
d) Allgemeine Herleitung wie in Lösung c), nur dass 45° ersetzt wird durch ω: $\alpha = \alpha'\ und\ \beta = \beta'\ laut\ Reflexionsgesetz$ $\gamma = 90° - \alpha$ (1) $\delta = 180° - \omega - \gamma$ (2) $\beta = 90° - \delta$ (3) $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \beta$ (4) $1\ in\ 2;\ 2\ in\ 3\ und\ 3\ in\ 4\ eingesetzt\ ergibt:$ $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \left(90° - \left(180° - \omega - (90° - \alpha)\right)\right)$ $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \left(90° - (90° - \omega + \alpha)\right)$ $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot (\omega - \alpha)$ $\varphi = 180° - 2 \cdot \alpha - 2 \cdot \omega + 2 \cdot \alpha$ $\underline{\underline{\varphi = 180° - 2 \cdot \omega}}\ \ (unabhängig\ von\ \alpha)$	2
Summe:	**10 P**

Aufgabe 5: Widerstände hinzufügen

1. Möglichkeit: $R = R_x + \frac{R \cdot R_x}{R+R_x}$, $(\mathrm{R} - R_x) \cdot (R + R_x) = R \cdot R_x$, $R_x^2 + R \cdot R_x - R^2 = 0$, $R_{x_{1,2}} = -\frac{R}{2} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4} + R^2}$, $R_{x_{1,2}} = -\frac{R}{2} \pm \frac{R}{2} \cdot \sqrt{5}$, $R_x = 4\,\Omega \cdot (\sqrt{5} - 1)$, $\underline{\underline{R_x = 4{,}9\,\Omega.}}$  	4
2. Möglichkeit: $R = \frac{(R_x+R) \cdot R_x}{R+2 \cdot R_x}$, $R^2 + 2 \cdot R_x \cdot R = R_x^2 + R_x \cdot R$, $0 = R_x^2 - R_x \cdot R - R^2$, $R_{x_{1,2}} = \frac{R}{2} \pm \sqrt{\frac{R^2}{4} + R^2}$, $R_{x_{1,2}} = \frac{R}{2} \pm \frac{R}{2} \cdot \sqrt{5}$, $R_x = 4\,\Omega \cdot (\sqrt{5} + 1)$, $\underline{\underline{R_x = 12{,}9\,\Omega.}}$  Es gibt nur zwei Möglichkeiten, R_x anzuordnen. Die Widerstände betragen entweder $R_x = 4{,}9\,\Omega$ oder $R_x = 12{,}9\,\Omega$.	4
Summe:	**8 P**

Punktverteilung

Aufgabe	Punkte
1	3
2	9
3	10
4	10
5	8
Summe	40