

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 09

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 |
| | Σ 3 |

Aufgabe 2: Rudern auf zwei verschiedenen Strecken

| | | | |
|--|---|---|------------------------|
| Die einfache Strecke sei s . | | | |
| Fahrzeit auf dem See: | $t_1 = \frac{2s}{v_S}$ | $S \dots \text{See}$ | $F \dots \text{Fluss}$ |
| Fahrzeit flussabwärts: | $t_r = \frac{s}{v_S + v_F}$ | $r \dots \text{runter}$ | |
| Fahrzeit flussaufwärts: | $t_h = \frac{s}{v_S - v_F}$ | $h \dots \text{hinauf}$ | |
| Fahrzeit auf dem Fluss: | $t_2 = t_r + t_h$ | $t_2 = \frac{s}{v_S + v_F} + \frac{s}{v_S - v_F}$ | |
| | $t_2 = s \cdot \frac{v_S - v_F + v_S + v_F}{(v_S + v_F)(v_S - v_F)}$, | $t_2 = 2s \cdot \frac{v_S}{v_S^2 - v_F^2}$ | 2 |
| Verhältnis der Laufzeiten: | $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\frac{2s}{v_S}}{2s \cdot \frac{v_S}{v_S^2 - v_F^2}}$, | $\frac{t_1}{t_2} = \frac{v_S^2 - v_F^2}{v_S^2}$ | 1 |
| mit $v_S = 2 \cdot v_F$ | $\frac{t_1}{t_2} = \frac{4 \cdot v_F^2 - v_F^2}{4 \cdot v_F^2}$, | $\frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{4}$ | 1 |
| Vergleich: | $t_1 < t_2$. | | |
| Auf dem See braucht Ben weniger Zeit für den Hin- und Rückweg. Das Verhältnis der Fahrzeit auf dem See zu der Fahrzeit auf dem Fluss beträgt $t_1 : t_2 = 3 : 4$. | | | |
| | | | Σ 7 |

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 09

Aufgabe 3: Konkurrierende Spiralfedern

| | |
|--|---|
| <p>a) Im ruhenden System herrscht Kräftegleichgewicht im Verbindungspunkt. $F_1 = F_2$ $D_1 \cdot \Delta s_1 = D_2 \cdot \Delta s_2 \quad \dots (1)$ weiterhin gilt: $\Delta s_1 + \Delta s_2 = 10 \text{ cm} \quad \dots (2)$ (2) in (1) eingesetzt ergibt: $D_1 \cdot \Delta s_1 = D_2 \cdot (10 \text{ cm} - \Delta s_1)$ $\Delta s_1 \cdot (D_1 + D_2) = D_2 \cdot 10 \text{ cm}$ $\Delta s_1 = \frac{D_2 \cdot 10 \text{ cm}}{D_1 + D_2} \qquad \Delta s_1 = \frac{10 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0,1 \text{ m}}{40 \frac{\text{N}}{\text{m}} + 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$ $\underline{\underline{\Delta s_1 = 0,02 \text{ m}}}$ Der Verbindungspunkt liegt 12 cm von der linken Wand entfernt.</p> | <p align="center">1</p> <p align="center">1</p> <p align="center">3</p> <p align="center">1</p> |
| <p>b)</p> | <p align="center">3</p> |
| <p>c) Die Gleichung kann als Funktionsgleichung der linearen Funktion aus dem Diagramm abgelesen oder auch aus einem Kräfteansatz hergeleitet werden.</p> $F_r = -(D_1 + D_2) \cdot s + 0,2 \text{ m} \cdot D_2 + 0,1 \text{ m} \cdot D_1$ $F_r = -50 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot s + 6 \text{ N}$ $\underline{\underline{F_r = -0,5 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot s + 6 \text{ N}}}$ | <p align="center">2</p> |
| <p align="right">$\Sigma 11$</p> | |

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 09

Aufgabe 4: Das heiße Eisen

| | | | |
|---|---|--|-------------|
| Volumen kaltes Wasser: | $V = \pi r^2 h_1$ $V = \pi \cdot (6 \text{ cm})^2 \cdot 40 \text{ cm}$ | $V_1 = 4523,9 \text{ cm}^3$ | 1 |
| Masse des Wassers: | $m = \rho \cdot V$ $m = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 4523,9 \text{ cm}^3$ | $m_{\text{H}_2\text{O}} = 4,524 \text{ kg}$ | 1 |
| Masse des Eisens: | $m_{\text{Fe}} = \rho_{\text{Fe}} \cdot (V_2 - V_1)$ $m_{\text{Fe}} = 7,86 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \pi \cdot (6 \text{ cm})^2 \cdot (40,8 \text{ cm} - 40,0 \text{ cm})$ $m_{\text{Fe}} = 711,2 \text{ g}$ | | 1 |
| Anteil des verdampften Wassers: | | $\frac{0,2 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} = \frac{1}{200}$ | 1 |
| Wärmemenge für das Erhitzen und Verdampfen dieser 0,5 % der Wassermenge: | $Q_1 = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T + m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot q_V$ $Q_1 = \frac{1}{200} \cdot 4,524 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (100 - 20)\text{K} + \frac{1}{200} \cdot 4,524 \text{ kg} \cdot 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ $Q_1 = 7,6 \text{ kJ} + 51,1 \text{ kJ}$ $Q_1 = 58,7 \text{ kJ}$ | | 2 |
| Wärmemenge für das Erwärmen der anderen $\frac{199}{200}$ Teile des Wassers: | $Q_2 = m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T$ $Q_2 = \frac{199}{200} \cdot 4,524 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (32,4 - 20)\text{K}$ $Q_2 = 233,9 \text{ kJ}$ | | 2 |
| gesamte vom glühenden Eisen abgegebene Wärmemenge: | $Q_{\text{ges}} = Q_1 + Q_2$ $Q_{\text{ges}} = 58,7 \text{ kJ} + 233,9 \text{ kJ}$ $Q_{\text{ges}} = 292,6 \text{ kJ}$ | | 1 |
| Berechnung der Ausgangstemperatur des heißen Eisens | $Q_{\text{ges}} = m_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} \cdot \Delta T$ $292,6 \text{ kJ} = 0,711 \text{ kg} \cdot 0,452 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot (\vartheta_0 - 32,4)\text{K}$ $\Delta T = \frac{292,6 \text{ kJ}}{0,711 \text{ kg} \cdot 0,452 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}}$ $\vartheta_0 = (910,5 + 32,4)^\circ\text{C}$ | $\Delta T = 910,5 \text{ K}$ $\vartheta_0 = 943 \text{ }^\circ\text{C}$ | 1 |
| Die Ausgangstemperatur des Eisens betrug $\vartheta_0 = 943 \text{ }^\circ\text{C}$. | | | |
| | | | $\Sigma 10$ |

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 09

Aufgabe 5:

| | | | |
|--|--|---|-------------------------------|
| Gesamtlänge beider Minenteile | $\ell = \ell_1 + \ell_2$ | ...(1) | |
| R und ℓ eines Minenteils | $R = \varrho_{el} \cdot \frac{\ell}{A}$ | $\ell = \frac{A \cdot R}{\varrho_{el}}$ | ...(2) |
| (2) in (1) | $\ell = \frac{A \cdot R_1}{\varrho_{el}} + \frac{A \cdot R_2}{\varrho_{el}}$ | | 1 |
| $A = \pi \cdot r^2$ | $\ell = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot (R_1 + R_2)}{\varrho_{el}}$ | | 1 |
| | $\ell = \frac{\pi \cdot (0,25 \text{ mm})^2 \cdot 20,9 \Omega}{41 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}$ | | 2 |
| | $\ell = 100 \text{ mm}$ | | |
| Die Bleistiftmine ist genau 10 cm lang. | | | |
| Minen in Parallelschaltung: | $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ | $R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ | ...(3) |
| Minen in Reihenschaltung: | $R_r = R_1 + R_2$ | | ...(4) |
| (4) in (3) liefert | $R_p = \frac{R_1 \cdot (R_r - R_1)}{R_r}$ | | 1 |
| bzw. | $R_1 \cdot R_r - R_1^2 - R_p \cdot R_r = 0$ | | |
| umgeformt | $R_1^2 - R_1 \cdot R_{rei} + R_{par} \cdot R_{rei} = 0$ | | 1 |
| | $R_{1,2} = \frac{R_{rei}}{2} \pm \sqrt{\frac{R_{rei}^2}{4} - R_{par} \cdot R_{rei}}$ | | |
| | $R_{1,2} = \frac{20,9 \Omega}{2} \pm \sqrt{109,2 \Omega - 73,2 \Omega}$ | | |
| | $R_{1,2} = 10,45 \Omega \pm 6 \Omega$ | | |
| | $R_1 = 4,45 \Omega, \quad R_2 = 16,45 \Omega$ | | 1 |
| R_1, R_2 in (2) | $\ell_1 = \frac{A \cdot R_1}{\varrho_{el}} \quad \ell_2 = \frac{A \cdot R_2}{\varrho_{el}}$ | | |
| Verhältnis bilden | $\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{4,45}{16,45} \quad \frac{\ell_1}{\ell_2} = 1:3,7$ | | 2 |
| Das eine Minenstück ist rund 3,7-mal so lang, wie das andere. (zur Kontrolle: Länge der Minenstücke: $\ell_1 = 21,28 \text{ mm}, \ell_2 = 78,72 \text{ mm}$) | | | |
| | | | $\Sigma 10$ |