

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2020/2021 – Runde 1**

**Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!**

Die Aufgabenblätter bitte einsammeln und wie die Lösungen erst nach dem 1. Dezember an die Schülerinnen und Schüler übergeben!

**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.**

**Aufgabe 1: Zwei Läufer und eine Radfahrerin**

<p>a)</p> <p>Im ersten Intervall gilt: <math>s_1 = v_1 \cdot t_1 \rightarrow s_1 = 3,5 \frac{m}{s} \cdot 180 s \rightarrow \underline{s_1 = 630 m}</math></p> <p>Da die Geschwindigkeit des Läufers an den Intervallgrenzen um jeweils <math>\frac{1}{7}</math> von <math>3,5 \frac{m}{s}</math> steigt, sind die weiteren Geschwindigkeiten des Läufers:  <math>v_2 = 4 \frac{m}{s}; \quad v_3 = 4,5 \frac{m}{s}; \quad v_4 = 5 \frac{m}{s}</math></p> <p>Der Überholvorgang kann nur im 3. oder 4. Intervall erfolgen. Die weiteren Betrachtungen beginnen am Ende des ersten Intervalls.</p> <p>Ansatz für das 3. Intervall: <math>v_F \cdot t_2 + v_F \cdot t = v_2 \cdot t_2 + v_2 \cdot t \rightarrow t = \frac{v_2 \cdot t_2 - v_F \cdot t_2}{v_F - v_2}</math></p> $t = \frac{\left(4 \frac{m}{s} - 4,2 \frac{m}{s}\right) \cdot 180 s}{\left(4,2 - 4,5\right) \frac{m}{s}} \rightarrow \underline{t = 120 s}$ <p>Der Überholvorgang erfolgt 120s nach Beginn des 3. Intervalls.</p> <p>Der Gesamtweg des Läufers setzt sich zusammen aus:</p> $s_L = s_1 + s_2 + s_2 \rightarrow s_L = s_1 + v_2 \cdot t_2 + v_2 \cdot t$ $s_L = 630 m + 4 \frac{m}{s} \cdot 180 s + 4,5 \frac{m}{s} \cdot 120 s \rightarrow \underline{\underline{s_L = 1890 m}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) <math>s_1 = 20 m; \quad s_2 = 80 m; \quad t_1 + t_2 = t_{ges} \quad (1)</math></p> <p>Für den 1. Abschnitt gilt: <math>s_1 = \frac{a}{2} t_1^2</math> und <math>v = a \cdot t_1 \rightarrow s_1 = \frac{v}{2} t_1 \quad (2)</math></p> <p>Für den 2. Abschnitt gilt: <math>s_2 = v \cdot t_2 \quad (3)</math></p> <p>(2) und (3) nach der Zeit umgestellt und in (1) eingesetzt: <math>\frac{2s_1}{v} + \frac{s_2}{v} = t_{ges}</math></p> $v = \frac{2s_1 + s_2}{t_{ges}} \rightarrow v = \frac{120 m}{12 s} \rightarrow \underline{\underline{v = 10 \frac{m}{s}}}$ $t_1 = \frac{2s_1}{v} \rightarrow t_1 = \frac{40 m}{10 \frac{m}{s}} \rightarrow t_1 = 4 s$ $a = \frac{v}{t_1} \rightarrow a = \frac{10 \frac{m}{s}}{4 s} \rightarrow \underline{\underline{a = 2,5 \frac{m}{s^2}}}$	<p>2 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<b>Summe:</b>	<b>14 P</b>

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2020/2021 – Runde 1**

**Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!**

**Aufgabe 2: Poolheizung**

<p>a) Berechnung des Volumens eines Zylinders mit dem Durchmesser 10cm (Innenradius 5cm) und der Höhe 240m.</p> $V_{Rohrwasser} = \pi r^2 h = \pi \cdot (0,05 \text{ m})^2 \cdot 240 \text{ m}$ $V_{Rohrwasser} = \underline{1,88 \text{ m}^3}$	1 P
<p>b) Berechnung der Mischtemperatur <math>\vartheta_M</math>.</p> <p>geg.:</p> $V_{Pool} = 100 \text{ m}^3 \qquad V_{Rohrwasser} = 1,88 \text{ m}^3$ $\vartheta_{Pool} = 10 \text{ }^\circ\text{C} \qquad \vartheta_{Rohrwasser} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ <p>Lsg.:</p> $\vartheta_M = \frac{c_{Wasser} \cdot m_{Pool} \cdot \vartheta_{Pool} + c_{Wasser} \cdot m_{Rohrwasser} \cdot \vartheta_{Rohrwasser}}{c_{Wasser} \cdot m_{Pool} + c_{Wasser} \cdot m_{Rohrwasser}}$ $\vartheta_M = \frac{100 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C} + 1,88 \text{ m}^3 \cdot 80 \text{ }^\circ\text{C}}{100 \text{ m}^3 + 1,88 \text{ m}^3}$ $\vartheta_M = \underline{11,29 \text{ }^\circ\text{C}}$	1 P  1 P  1 P
<p>c) Zeit bis Rohr und enthaltenes Wasser von 10°C bis auf 80°C erwärmt werden.</p> <p>geg.:</p> $E_S = 1025 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ $\Delta T = 70 \text{ K}$ <p>Lsg.:</p> <p>Die Leistung <math>P_S</math>, welche die Strahlung der Sonne liefert, soll der thermischen Leistung <math>P_{th}</math> entsprechen.</p> $P_S = P_{th}$ <p>mit der Formulierung der Leistung über Arbeit pro Zeit ergibt sich:</p> $P_S = \frac{W_{th}}{t}$ <p>Dabei entspricht die geleistete Arbeit der Änderung der Wärmemenge <math>Q</math>. Es muss sowohl dem Wasser als auch dem Aluminiumrohr thermische Energie in Form von Wärme zugeführt werden.</p> $P_S = \frac{Q_{Rohrwasser} + Q_{Rohr}}{t}$	1 P  1 P

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2020/2021 – Runde 1**

**Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!**

$P_S = \frac{c_{Wasser} \cdot m_{Rohrwasser} \cdot \Delta T + c_{Aluminium} \cdot m_{Rohr} \cdot \Delta T}{t}$ <p>umstellen nach t:</p> $t = \frac{c_{Wasser} \cdot m_{Rohrwasser} \cdot \Delta T + c_{Aluminium} \cdot m_{Rohr} \cdot \Delta T}{P_S} \quad (I)$ <p>Die Strahlungsleistung der Sonne <math>P_S</math> ergibt sich aus der Energiedichte der Sonne <math>E_S</math> und der bestrahlten Fläche des Daches <math>A</math>.</p> $P_S = E_S \cdot A$ <p>Die Masse des Wassers <math>m_{Rohrwasser}</math> beträgt:</p> $m_{Rohrwasser} = 1,88 \text{ m}^3 \cdot 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 1,88 \text{ t}$ <p>Die Masse des Aluminiumrohres <math>m_{Rohr}</math> entspricht:</p> $m_{Rohr} = \rho_{Aluminium} \cdot V_{Rohr}$ <p>Das Rohrvolumen entspricht dem Volumen eines Hohlzylinders:</p> $V_{Rohr} = \pi \cdot (r_a^2 - r_i^2) \cdot h = \pi \cdot ((0,051 \text{ m})^2 - (0,05 \text{ m})^2) \cdot 240 \text{ m}$ $V_{Rohr} = 0,076 \text{ m}^3$ <p>und somit ergibt sich für die Masse des Rohrs: <math>m_{Rohr} = 2,7 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \cdot 0,076 \text{ m}^3 = 0,205 \text{ t}</math></p> <p>Diese Werte eingesetzt in Formel (I) liefert für die Zeit t:</p> $t = \frac{4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1880 \text{ kg} \cdot 70 \text{ K} + 0,90 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 205 \text{ kg} \cdot 70 \text{ K}}{1025 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 24 \text{ m}^2}$ $t = 22,94 \frac{\text{kJ}}{\text{W}} = 22940 \frac{\text{J}}{\text{W}} = 22940 \text{ s} = \underline{6,37 \text{ h}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>d) Belastung des Daches</p> <p>Gesamte Last:</p> $m = m_{Rohr} + m_{Rohrwasser} = 1,88 \text{ t} + 0,205 \text{ t}$ $m = 2,085 \text{ t}$ <p>Verteilt auf die Fläche des Daches ergibt sich eine Traglast T von:</p> $T = \frac{m}{A} = \frac{2085 \text{ kg}}{24 \text{ m}^2} = \underline{86,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} < 120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ <p>Die Konstruktion auf dem Dach erfüllt die Belastungsgrenzwerte.</p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p align="right"><b>Summe:</b></p>	<p><b>12 P</b></p>

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2020/2021 – Runde 1**

**Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!**

**Aufgabe 3: Neopren**

a) Masse der Jacke in 5 m Tiefe: $m = \frac{F_{GJ}}{g} \rightarrow m = \frac{12 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \rightarrow \underline{m = 1,223 \text{ kg}}$ $V = \frac{m}{\rho} \rightarrow V = \frac{1223 \text{ g}}{0,31 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \rightarrow \underline{V = 3945 \text{ cm}^3}$	1 P 1 P
b) $F_{AJ} = \rho_W \cdot g \cdot V \quad F_{AJ} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,003945 \text{ m}^3 \quad \underline{F_{AJ} = 38,7 \text{ N}}$	2 P
c) Die Gewichtskraft des Bleikörpers muss die Auftriebskräfte von der Jacke und sich selbst ausgleichen: $F_{GPb} = F_{AJ} + F_{APb} \rightarrow m_{Pb} \cdot g = \rho_W \cdot g \cdot V + \rho_W \cdot g \cdot V_{Pb}$ $V_{Pb} = \frac{\rho_W \cdot V}{\rho_{Pb} - \rho_W} \rightarrow V_{Pb} = \frac{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 3945 \text{ cm}^3}{11,34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} - 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \rightarrow \underline{V_{Pb} = 381,5 \text{ cm}^3}$ $m_{Pb} = V_{Pb} \cdot \rho_{Pb} \quad m_{Pb} = 381,5 \text{ cm}^3 \cdot 11,34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad \underline{m_{Pb} = 4326 \text{ g}}$	2 P 1 P 1 P
d) Mit zunehmender Wassertiefe verringert sich das Volumen des Anzugs. Folglich verringert sich der Auftrieb und es wird ein kleineres Stück Blei gebraucht.	1 P
<b>Summe:</b>	<b>9 P</b>

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2020/2021 – Runde 1**

**Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!**

**Aufgabe 4: Elektroauto**

<p>a) <math>W_{el} = U \cdot I \cdot t \rightarrow t = \frac{W_{el}}{U \cdot I} \rightarrow t = \frac{100000 \text{ Wh}}{230 \text{ V} \cdot 10 \text{ A}} \rightarrow \underline{\underline{t = 43,48 \text{ h}}}</math></p>	2 P
<p>b) <math>W_{el} = P \cdot t \rightarrow t = \frac{W_{el}}{P}</math></p> <p>Zunächst Laden von 10% auf 40% mit 11 kWh. 30% laden entsprechen 30 kWh elektrischer Arbeit. Danach noch 60kWh (60% laden) mit 22 kWh.</p> <p style="text-align: center;"><math>t = \frac{30 \text{ kWh}}{11 \text{ kW}} + \frac{60 \text{ kWh}}{22 \text{ kW}} \rightarrow \underline{\underline{t = 5,45 \text{ h}}}</math></p>	1 P  1 P
<p>c) Definitionsgleichung Wirkungsgrad und einsetzen der Definition der Arbeit:</p> <p style="text-align: center;"><math>\eta = \frac{W_{mech}}{W_{el}} = \frac{F \cdot s}{W_{el}} \rightarrow S = \frac{\eta \cdot W_{el}}{F}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>S = \frac{0,9 \cdot 100 \text{ kWh}}{850 \text{ N}} \rightarrow S = \frac{0,9 \cdot 3600 \cdot 100000 \text{ Ws}}{850 \text{ N}} \rightarrow \underline{\underline{S = 381200 \text{ m}}}</math></p> <p>Die Reichweite beträgt 381 km.</p>	2 P  2 P
<b>Summe:</b>	<b>8 P</b>
<b>Gesamtsumme:</b>	<b>43 P</b>