

16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2019/2020 - 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) Das Becherglas 1 beschlägt oberhalb des Wassers (innen). Das Becherglas 2 beschlägt dort, wo sich Wasser im Becherglas befindet (außen).	1 P
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). In Becherglas 2 kondensiert Wasserdampf aus der Luft an dem sehr kalten Becherglas mit dem kalten Wasser (außen).	1 P 1 P
Summe:	3 P

Aufgabe 2: Windkraftanlage

a) Die elektrische Arbeit wird aus der Differenz der kinetischen Energie der durch das Windrad strömenden Luft entnommen. $W_{el} = \Delta E_{kin} \rightarrow P \cdot t = \frac{m}{2} (v_{vor}^2 - v_{nach}^2)$ $m = \rho \cdot V \rightarrow V = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot s \rightarrow s = v_{vor} \cdot t$ $v_{nach}^2 = v_{vor}^2 - \left(\frac{2 \cdot P \cdot t}{\rho \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot v_{vor} \cdot t} \right)$ $v_{nach} = \sqrt{\left(13 \frac{m}{s} \right)^2 - \left(\frac{2 \cdot 800000 W}{1,29 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{\pi}{4} (48 m)^2 \cdot 13 \frac{m}{s}} \right)}$ $\underline{\underline{v_{nach} = 10,8 \frac{m}{s}}}$ <p>Die Geschwindigkeit der Luft nimmt durch die Windkraftanlage nur etwas ab. Die Befürchtungen, dass der Wind es nicht schafft, die Schweinedämpfe zu vertreiben, können entkräftet werden. Abgesehen davon sind nur schmale Strömungsschläuche betroffen. <i>Hinweis:</i> Wird die Rechnung schrittweise unter Annahme einer festen Zeit z.B. 1s durchgeführt, ist die volle Punktzahl zu erteilen.</p>	2 P 3 P 1 P
b) - durch $v_{nach} < v_{vor}$ kommt es zu einer Aufweitung des Zylinders nach dem Windrad, sonst würde bei den herrschenden gleichen Druckverhältnissen mehr Luft zu- als abgeführt werden - Verwirbelungen treten durch die Flügel auf - o. ä.	1 P
Summe:	9 P

16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2019/2020 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 3: Flüssigkeitsspendel II

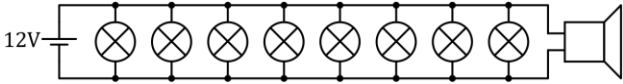
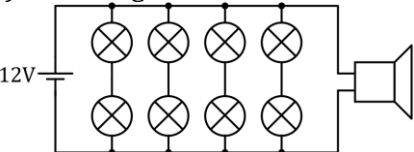
<p>a) Mit den Formeln für die Schwingungsdauer einer Flüssigkeitssäule und Federschwinger folgt aus:</p> $1 = \frac{T_{W,Erde}}{T_{D,Erde}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{2g_{Erde}}}}{2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}} \Rightarrow \frac{m}{D} = \frac{l}{2g_{Erde}}$ <p>Einsetzen in das Verhältnis für den Mond:</p> $\frac{T_{W,Mond}}{T_{D,Mond}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{2g_{Mond}}}}{2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}} = \frac{\sqrt{\frac{l}{2g_{Mond}}}}{\sqrt{\frac{m}{D}}} = \sqrt{\frac{l}{2g_{Mond}} \cdot \frac{2g_{Erde}}{l}} = \sqrt{\frac{g_{Erde}}{g_{Mond}}} = \sqrt{\frac{9,81 \frac{m}{s^2}}{1,62 \frac{m}{s^2}}} = 2,46$ <p>Die Änderung des Verhältnisses beträgt <u>1,46</u></p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) Die Druckdifferenz zwischen zwei Messpunkten wird durch Verschieben der Flüssigkeitssäule angezeigt. Hier gilt für die Druckdifferenz zwischen linker und rechter Seite:</p> $\Delta p = \frac{F}{A} = \frac{m g}{A} = \frac{\rho V g}{A} = \frac{\rho A h g}{A} = \rho h g = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,01 m = \underline{\underline{98 Pa}}$	<p>2 P</p>
<p>c) Die Länge der Wassersäule kann über die Schwingungsdauer berechnet werden:</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{2g}} \Rightarrow l = \frac{T^2 g}{2\pi^2} = \frac{(0,75 s)^2 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}}{2\pi^2} = 0,28 m$ <p>Im Gleichgewichtszustand lässt sich die Länge der Wassersäule zerlegen in:</p> $l = l_K + 2 l_g \Rightarrow l_g = \frac{l - l_K}{2} = \frac{l - \pi(r - 1cm)}{2} = \frac{28 cm - \pi(6 cm - 1cm)}{2} = 6,15 cm$ <p>Damit lässt sich die maximale Höhe der Wassersäule berechnen mit:</p> $h_{max} = 2(s - r - l_g) = 2(18cm - 6cm - 6,15 cm) = 11,7 cm$ <p>Für die maximale Druckdifferenz folgt:</p> $\Delta p_{max} = \rho g h_{max} = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,117 m = \underline{\underline{1148 Pa}}$	<p>2 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
Summe:	10 P

Aufgabe 4: Glas, Wasser und Eis

Eis verdrängt 75 cm ³ Wasser: $V_{ges} = 225 \text{ cm}^3$	1 P
Innenfüllhöhe des Glases: $h = \frac{V_{ges}}{\pi \cdot r_i^2} \rightarrow h = \frac{225 \text{ cm}^3}{\pi \cdot (2,89 \text{ cm})^2} \rightarrow \underline{h = 8,58 \text{ cm}}$	1 P
Volumen des Glases: $V_G = \pi \cdot r_a^2 \cdot d + \pi (r_a^2 - r_i^2) \cdot h$	2 P
$V_G = \pi (3 \text{ cm})^2 \cdot 0,11 \text{ cm} + \pi ((3 \text{ cm})^2 - (2,89 \text{ cm})^2) \cdot 8,58 \text{ cm} \rightarrow \underline{V_G = 20,57 \text{ cm}^3}$	1 P
Masse des Glases: $m_G = \rho_G \cdot V_G \rightarrow m_G = 2,5 \frac{g}{\text{cm}^3} \cdot 20,35 \text{ cm}^3 \rightarrow \underline{m_G = 51,4 \text{ g}}$	1 P
$m_E \cdot q_S + (m_W \cdot c_W + m_G \cdot c_G) \Delta T = 0$	3 P
$m_E = - \frac{(150 \text{ g} \cdot 4,186 \frac{J}{g \cdot K} + 50,9 \text{ g} \cdot 0,8 \frac{J}{g \cdot K}) \cdot (-21 \text{ K})}{334 \frac{J}{g}} \rightarrow \underline{m_E = 42,1 \text{ g}}$	1 P
Von den 75 g Eis sind 42,1 g geschmolzen, d.h. 32,9 g sind nicht geschmolzen.	1 P
Summe:	10 P

16. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2019/2020 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 5: Baggerseeparty

<p>a) Parallelschaltung:</p> 	1 P
<p>b) Leistung einer Glühlampe:</p> $P_G = U \cdot I \text{ und } I = \frac{U}{R_G} \text{ führt zu: } \Leftrightarrow P_G = \frac{U^2}{R_G} \Leftrightarrow P_G = \frac{(12V)^2}{9,6\Omega} \Leftrightarrow \underline{\underline{P_G = 15W}}$ <p>Gesamtleistung: $P = 40W + 8 \cdot 15W = 160W$</p> <p>Gesamtstrom: $P = U \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{P}{U} \Leftrightarrow I = \frac{160W}{12V} = 13,3A < 40A$ Die Sicherung hält.</p>	2 P 1 P
<p>c) Schaltung:</p>  <p>Begründung: Die Musikanlage erhält weiterhin die volle Spannung der Batterie. Die Spannung an jeder Glühlampe ist nun halb so groß wie vorher, da die Lampenwiderstände gleich groß sind und jede Zweierreihe parallel an 12 V anliegt.</p> <p>Damit erhält man: $P_{neu} = \frac{U_{neu}^2}{R} \rightarrow P_{neu} = \frac{(\frac{1}{2}U_{ges})^2}{R}$</p> $P_{neu} = \frac{U_{neu}^2}{R} = \frac{(\frac{1}{2}U_{ges})^2}{R} = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_{ges}^2}{R} = \frac{1}{4} P_{vorher}$	1 P 1 P
<p>d) bereits genutzte Energie: $E = P \cdot t = 160W \cdot 2h = 320Wh$</p> <p>Noch vorhandene Restenergie: $E_{Rest} = \frac{1}{2} E = 160Wh$</p> <p>Widerstand der Kette aus 2 Glühlampen: $R_{Kette} = 2 \cdot 9,6\Omega = 19,2\Omega$</p> <p>Leistung einer Glühlampenkette: $P_{Ges} = U \cdot I \Leftrightarrow P_{Ges} = U \cdot \frac{U}{R_{Ges}} \Leftrightarrow P_{Ges} = \frac{(12V)^2}{19,2\Omega} = 7,5W$</p> <p>Neue Gesamtleistung: $P_{neu} = 4 \cdot 7,5W + 40W \rightarrow \underline{\underline{P_{neu} = 70W}}$</p> <p>Restdauer: $P_{neu} = \frac{E_{Rest}}{t} \rightarrow t = \frac{E_{Rest}}{P_{neu}} \rightarrow t = \frac{160Wh}{70W} \rightarrow \underline{\underline{t = 2,29h}}$ (137 min)</p>	1 P 1 P 1 P 1 P
Summe:	10 P
Gesamtsumme:	42 P