

11. Physik-Olympiade des Landes Sachsen-Anhalt Schuljahr 2014/2015 – Schulrunde

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

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: Einfamilienhaus

<p>a) Die Masse des Öl berechnen: $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V \rightarrow m = 0,9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 4550 \text{ dm}^3 \rightarrow m = 4095 \text{ kg}$ Die bei dem Verbrennen von Öl frei werdende thermische Energie: $E_{\text{therm}} = H \cdot m$ $E_{\text{therm}} = 43 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 4095 \text{ kg}$ $\underline{E_{\text{therm}} = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ J}}$</p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>																
<p>b) $E_{\text{therm}} = Q_{\text{ab}}$, es gilt: $\eta = \frac{Q_{\text{nutz}}}{Q_{\text{ab}}}$ $Q_{\text{nutz}} = \eta \cdot Q_{\text{ab}} \rightarrow Q_{\text{nutz}} = 0,75 \cdot 1,76 \cdot 10^{11} \text{ J} \rightarrow Q_{\text{nutz}} = 1,32 \cdot 10^{11} \text{ J}$ Der Anteil der Heizung ergibt sich mit $\frac{3850 \text{ l}}{4550 \text{ l}} = 0,846$. Für die Wärmeleistung gilt: $P = \frac{0,846 \cdot Q_{\text{nutz}}}{t}$ $P = \frac{0,846 \cdot 1,32 \cdot 10^{11} \text{ J}}{200 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}$ $\underline{P = 6462,5 \text{ W}}$</p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>																
<p>c)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="width: 15%;">V in l</th> <th style="width: 20%;">Kosten in €</th> <th style="width: 45%;">Mtl. Kosten in €</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>100</td> <td>82,24 €</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Warmwasser</td> <td>700</td> <td>575,68 €</td> <td>47,97 €</td> </tr> <tr> <td>Heizung</td> <td>3850</td> <td>3166,24 €</td> <td>263,85 €</td> </tr> </tbody> </table>		V in l	Kosten in €	Mtl. Kosten in €		100	82,24 €		Warmwasser	700	575,68 €	47,97 €	Heizung	3850	3166,24 €	263,85 €	<p>2 P</p>
	V in l	Kosten in €	Mtl. Kosten in €														
	100	82,24 €															
Warmwasser	700	575,68 €	47,97 €														
Heizung	3850	3166,24 €	263,85 €														
<p>d) Es gilt: $Q_1 + Q_2 = 0$ $m_1 \cdot c \cdot (\vartheta_m - \vartheta_1) + m_2 \cdot c \cdot (\vartheta_m - \vartheta_2) = 0$ $m_2 = - \frac{m_1 (\vartheta_m - \vartheta_1)}{(\vartheta_m - \vartheta_2)}$ $m_2 = - \frac{10 \text{ kg} (45^\circ \text{C} - 70^\circ \text{C})}{45^\circ \text{C} - 30^\circ \text{C}}$ $\underline{m_2 = 16,7 \text{ kg}}$</p>	<p>2 P</p> <p>1 P</p>																
<p>e) Das Verhältnis aus Vorlaufwasser m_1 und zurücklaufendem Wasser m_2 beträgt:</p> $\frac{m_1}{m_2} = 0,6$	<p>1 P</p>																
Summe:	12 P																

11. Physik-Olympiade des Landes Sachsen-Anhalt Schuljahr 2014/2015 – Schulrunde

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

Aufgabe 2: Motorrad

<p>a) Der zurückgelegte Weg kann bei einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit $v = a \cdot t$ und $s = \frac{a}{2} t^2$ berechnet werden:</p> $s = \frac{a}{2} t^2 \quad \rightarrow \quad s = \frac{v \cdot t^2}{2t} \quad \rightarrow \quad s = \frac{v \cdot t}{2} \quad \rightarrow \quad s = \frac{100:3,6 \frac{m}{s} \cdot 4 s}{2}$ <p style="text-align: center;"><u>$s = 55,56 \text{ m}$</u></p> <p>Die Masse des Motorrads kann mithilfe des Newtonschen Grundgesetzes berechnet werden:</p> $F = (m_M + m_P) \cdot a \quad \rightarrow \quad F = (m_M + m_P) \cdot \frac{v}{t}$ $m_M = \frac{F \cdot t}{v} - m_P \quad \rightarrow \quad m_M = \frac{2120 \text{ N} \cdot 4 \text{ s}}{100:3,6 \frac{m}{s}} - 85 \text{ kg}$ <p style="text-align: center;"><u>$m_M = 220,3 \text{ kg}$</u></p>	<p>2 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) Die Haftreibungskraft F_R bei einem ebenen Grund ist $F_R = \mu \cdot F_N = \mu \cdot m \cdot g$ und die Radialkraft F_r ist $F_r = m \frac{v^2}{r}$. Bei der maximalen Geschwindigkeit v_{max} sind beide Kräfte gleich groß:</p> $F_r = F_R$ $m \frac{v_{max}^2}{r} = \mu \cdot m \cdot g$ $v_{max}^2 = \mu \cdot r \cdot g$ $v_{max} = \sqrt{\mu \cdot r \cdot g}$ $v_{max} = \sqrt{0,8 \cdot 90 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}}$ <p style="text-align: center;"><u>$v_{max} = 26,6 \frac{m}{s}$</u></p>	<p>2 P</p> <p>1 P</p>
<p>c) Bei einer Vollbremsung entspricht die Reibungskraft $F_R = \mu \cdot F_G$ (Horizontalen: $F_N = F_G$) der maximalen Bremskraft $F_B = m \cdot a$. Das Verhältnis aus der mittleren Reibungskraft und der Gewichtskraft ergibt:</p> $\frac{F_B}{F_G} = \frac{m \cdot a}{m \cdot g} = \frac{a}{g}$ <p>Da nach der mittleren Reibungskraft/Bremskraft gefragt ist, kann der Bewegungsvorgang als gleichmäßig verzögerte Bewegung angesehen werden. Die mittlere Verzögerung a ergibt sich aus $s = \frac{a}{2} t^2$ und $t = \frac{v}{a}$ zu:</p> $s = \frac{a}{2} \left(\frac{v}{a}\right)^2 \quad \rightarrow \quad s = \frac{v^2}{2a} \quad \rightarrow \quad a = \frac{v^2}{2s}$ <p>Die Beschleunigung in die obere Gleichung eingesetzt:</p> $\frac{F_B}{F_G} = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot s} = \frac{(80:3,6 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 60 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}} = 0,419$ <p>Damit beträgt die mittlere Reibungskraft 42% von der Gewichtskraft.</p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
Summe:	11 P

**11. Physik-Olympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2014/2015 – Schulrunde**

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

Aufgabe 3: Pendelbewegungen

<p>Die Frequenz der Schaukelbewegung des Mädchens wird größer. Durch das Aufstehen verschiebt sich der Schwerpunkt des Mädchens nach oben, was einer kürzeren Pendellänge der Schaukel entspricht. Entsprechend der Gleichung</p> $\frac{1}{f} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ <p>folgt für eine kleinere Länge λ eine größere Frequenz.</p>	<p>1 P 1 P 1 P</p>	
<p>An beiden Orten ist die Länge des Pendels gleich. Für den ersten Ort ist die Schwingungsdauer bekannt. Für den zweiten Ort aber auch. Das Pendel braucht am ersten Ort für eine Schwingung 2,00 Sekunden. Dann schafft es in einer Minute 30 Schwingungen, in einer Stunde 1800 Schwingungen und an einem Tag 43200 Schwingungen. Am zweiten Ort machte es pro Tag laut Aufgabenstellung 100 Schwingungen mehr, also 43300. Das sind dann in einer Stunde 1804,2 Schwingungen und in einer Minute 30,07 Schwingungen. Damit beträgt die Dauer für eine Schwingung 1,995 s. Jetzt stellt man die Schwingungsgleichung nach der Länge um und setzt für beide Orte gleich:</p> $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \rightarrow \quad T^2 = 4 \cdot \pi^2 \cdot \frac{\ell}{g} \quad \rightarrow \quad \ell = \frac{T^2 \cdot g}{4 \cdot \pi^2}$ <p>Gleichsetzen: $\ell_1 = \ell_2$</p> $\frac{T_1^2 \cdot g_1}{4 \cdot \pi^2} = \frac{T_2^2 \cdot g_2}{4 \cdot \pi^2} \quad \rightarrow \quad T_1^2 \cdot g_1 = T_2^2 \cdot g_2 \quad \rightarrow \quad g_2 = \frac{T_1^2 \cdot g_1}{T_2^2}$ $g_2 = \frac{(2,00\text{s})^2 \cdot 9,810 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{(1,995\text{s})^2} \quad \rightarrow \quad \underline{\underline{g_2 = 9,86 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$	<p>1 P 1 P 1 P 1 P</p>	
Summe:		8 P

