

13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

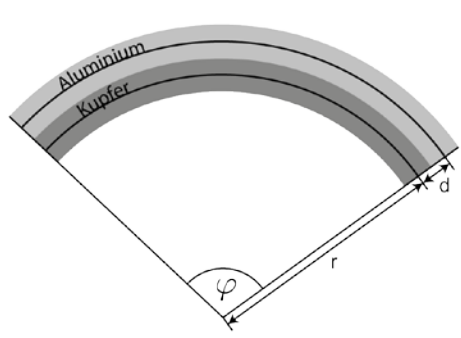
Hinweise für die Korrektoren:

- 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

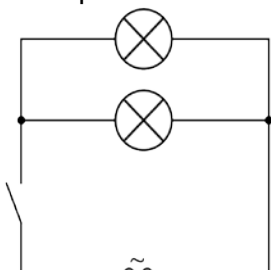
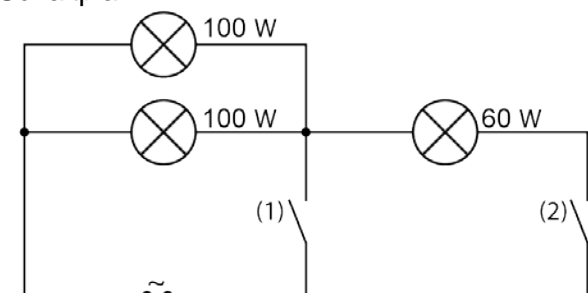
a) Die Glaskugeln, die oben schwammen, gehen nacheinander unter.	1
b) Durch die Erwärmung sinkt die Dichte der Flüssigkeit im Thermometer. Die Kugeln behalten ihr Volumen und ihre Dichte (fast) bei. Die Dichte der Kugeln ist unterschiedlich. Wenn die Dichte der Flüssigkeit unter die Dichte der nächsten Kugel sinkt, geht diese unter.	1 1
Summe:	3 P

Aufgabe 2: Bimetallstreifen und Metallstäbe

<p>a) $\frac{\varphi}{2\pi} = \frac{l_{Cu}}{2\pi \cdot r}$ bzw. $\frac{\varphi}{2\pi} = \frac{l_{Al}}{2\pi \cdot (r+d)}$ →</p> $\frac{l_{Cu}}{r} = \frac{l_{Al}}{r+d} \rightarrow$ $\frac{l_0 \cdot (1 + \alpha_{Cu} \cdot \Delta T)}{r} = \frac{l_0 \cdot (1 + \alpha_{Al} \cdot \Delta T)}{r+d}$ $1 + \alpha_{Cu} \cdot \Delta T = \frac{r}{r+d} + \frac{r}{r+d} \cdot \alpha_{Al} \cdot \Delta T$ $\Delta T = \frac{\frac{r}{r+d} - 1}{\alpha_{Cu} - \frac{r}{r+d} \cdot \alpha_{Al}}$ $\Delta T = \frac{\frac{600}{601,5} - 1}{1,7 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K} - \frac{600}{601,5} \cdot 2,3 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}} \rightarrow \Delta T = 420 \text{ K} \rightarrow \underline{\underline{\vartheta = 420 \text{ °C}}}$ <p>Bei einer Temperatur von 420 °C hat der Bimetallstreifen den gesuchten Krümmungsradius.</p>		2 P 1 P 1 P 1 P
<p>b) Der Aluminiumstab muss kürzer sein, da der lineare Ausdehnungskoeffizient von Aluminium größer ist.</p> $x = 15 \text{ cm} \rightarrow l_{0Cu} = l_{0Al} + x \rightarrow \Delta l_{Al} = \Delta l_{Cu}$ $l_{0Al} \cdot \alpha_{Al} \cdot \Delta T = (l_{0Al} + x) \cdot \alpha_{Cu} \cdot \Delta T \rightarrow l_{0Al} = \frac{x \cdot \alpha_{Cu}}{\alpha_{Al} - \alpha_{Cu}} \rightarrow l_{0Al} = \frac{15 \text{ cm} \cdot 1,7}{2,3 - 1,7}$ $\underline{\underline{l_{0Al} = 42,5 \text{ cm}}} \text{ und } \underline{\underline{l_{0Cu} = 57,5 \text{ cm}}}$ <p>Bei 0 °C ist der Aluminiumstab 42,5 cm und der Kupferstab ist 57,5 cm lang.</p>		1 P 1 P 2 P 1 P 1 P
Summe:		11 P

13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 3: Drei Lampen

<p>a) Leistungsangabe der 60 W und 100 W Glühlampen beziehen sich auf den stationären Betrieb (volle Helligkeit):</p> $P = U \cdot I \quad \text{ el. Widerstand: } R = \frac{U}{I} \rightarrow I = \frac{U}{R} \text{ einsetzen}$ $P = \frac{U^2}{R}$ $R = \frac{U^2}{P}$ $R_{100 \text{ W}} = \frac{(230 \text{ V})^2}{100 \text{ W}} \qquad R_{60 \text{ W}} = \frac{(230 \text{ V})^2}{60 \text{ W}}$ $\underline{\underline{R_{100 \text{ W}} = 529 \Omega}} \qquad \underline{\underline{R_{60 \text{ W}} = 882 \Omega}}$	2
<p>b) Schaltplan:</p> 	1
<p>Beim Durchbrennen leuchtet die andere Lampe weiterhin, da beide Lampen parallel geschaltet sind.</p>	1
<p>c) Bei voller Helligkeit (stationärer Betrieb) ergibt sich für eine 100 W Lampe:</p> $R = \frac{U}{I}$ $I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{529 \Omega} = \underline{\underline{0,435 \text{ A}}}$ <p>Die Anzahl der parallel geschalteten Lampen berechnet sich:</p> $n = \frac{I_{max}}{I} = \frac{16 \text{ A}}{0,435 \text{ A}} = \underline{\underline{36,8}}$ <p>Der Kronleuchter könnte theoretisch aus 36 Lampen bestehen.</p>	1
<p>d) Einfaches Leitungsmodell für Metalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freie Elektronen sind für die elektrische Leitfähigkeit verantwortlich • Atomkerne sind ortsfest (Gitter angeordnet) • Höhere Temperatur führt zu einer stärkeren Schwingung der Atomkerne und zur Behinderung der frei beweglichen Elektronen → elektrische Widerstand nimmt zu <p>Beim Einschalten haben die Lampen noch Zimmertemperatur, diese ist deutlich geringer als die Betriebstemperatur. Entsprechend ist der elektrische Widerstand der Lampe kurz nach dem Einschalten geringer als im stationären Betrieb. Da jedoch die Netzspannung konstant ist, ist die Stromstärke zu Beginn wesentlich größer als im Betriebszustand.</p>	1 1 1
<p>e) Schaltplan:</p> 	2
Summe:	13 P

13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 4: Bungee Jumping

<p>a) Ungedehnt hat das Seil eine Länge l_s und eine Federkonstante D. Der Mann besitzt eine Masse m, die Höhe h_0 und der Schwerpunkt des Mannes befindet sich ungefähr in der Mitte seines Körpers. maximale Länge des gedehnten Seils: $l_{\max} = 42 \text{ m} - 2 \text{ m} = \underline{40 \text{ m}}$ Vernachlässigung der Reibung im Zeitraum vom Absprung bis zum Touchieren der Wasseroberfläche liefert mit dem Energieerhaltungssatz für $h = 42 \text{ m}$:</p> $m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} D (l_{\max} - l_s)^2$ <p>Im Gleichgewicht ist die Länge des Seils $l_{\text{gleich}} = 42 \text{ m} - 10 \text{ m} - 2 \text{ m} = \underline{30 \text{ m}}$. Betrachtung der wirkenden Kräfte mit angehängtem Mann im Gleichgewicht: $F_G = F_D \rightarrow m \cdot g = D (l_{\text{gleich}} - l_s)$ Einsetzen in die Energieerhaltungsgleichung:</p> $D (l_{\text{gleich}} - l_s) h = \frac{1}{2} D (l_{\max} - l_s)^2$ $2 l_{\text{gleich}} h - 2 l_s h = l_{\max}^2 - 2 l_{\max} l_s + l_s^2$ $0 = l_s^2 + (2h - 2l_{\max}) l_s + l_{\max}^2 - 2l_{\text{gleich}} h$ $0 = l_s^2 + 4 \text{ m} \cdot l_s - 920 \text{ m}^2$ <p>einzig physikalisch sinnvolle Lösung: $l_s = \underline{28,4 \text{ m}}$</p> <p>Das nichtgedehnte Bungee-Seil hat eine Länge von 28,4 m.</p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) Mit dem Kraftansatz in der Gleichgewichtslage ergibt sich:</p> $m g = D (l_{\text{gleich}} - l_s) \rightarrow D = \frac{m g}{l_{\text{gleich}} - l_s} = \underline{\underline{520 \frac{\text{N}}{\text{m}}}}$ <p>Die Federkonstante des Bungee-Seils beträgt $520 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.</p>	<p>1 P</p>
<p>c) Der Mann besitzt die maximale Geschwindigkeit, wenn seine Beschleunigung Null ist (bei l_{gleich}). Energieerhaltungssatz:</p> $m g h = m g (l_{\max} - l_{\text{gleich}}) + \frac{1}{2} D (l_{\text{gleich}} - l_s)^2 + \frac{1}{2} m v^2$ $\frac{1}{2} m v^2 = m g \underbrace{(h - l_{\max} + l_{\text{gleich}})}_{=l_{\text{gleich}}+h_0} - \frac{1}{2} D (l_{\text{gleich}} - l_s)^2$ $v = \sqrt{2g(h - l_{\max} + l_{\text{gleich}}) - \frac{D}{m} (l_{\text{gleich}} - l_s)^2} = \underline{\underline{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$ <p>Die maximale Geschwindigkeit des Mannes beträgt $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.</p>	<p>1 P</p> <p>2 P</p>
Summe:	10 P

13. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 - Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 5: Schwimmender Zylinder mit Boden

<p>Der Schweredruck sorgt dafür, dass der Boden nicht abfällt. Schwimmen: $F_G = F_A$</p> $(M+m)g = \rho \cdot g \left(\pi \frac{d^2}{4} s + \pi \frac{d^2}{4} h \right) \rightarrow (M+m)g = \rho \cdot g \cdot \pi \frac{d^2}{4} (s+h) \quad (I)$ <p>Die Kraft mit der der Boden gegen den Zylinder gedrückt wird, ist:</p> $F = \rho \cdot g \cdot \pi \frac{d^2}{4} (s+h) - M \cdot g$ <p style="text-align: center;">Mit (I) folgt:</p> $F = (M+m) \cdot g - M \cdot g \rightarrow F = m \cdot g > 0$ <p>Der Boden wird aufgrund der positiven Kraft F nicht abfallen. Wenn man Wasser in das Gefäß gießt, ändert sich an der Argumentation nichts. Das Wasser hat dieselbe Wirkung, wie eine Vergrößerung der Masse m des Zylinders. Dieser wird tiefer eintauchen, aber der Boden nicht abfallen, solange er schwimmt.</p>	3 P
	1 P
	2 P
	Summe: 6 P
	Gesamtsumme: 43 P