13. Physik-Olympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 – Schulrunde

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

Die Aufgabenblätter bitte einsammeln und wie die Lösungen erst nach dem 4. 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.

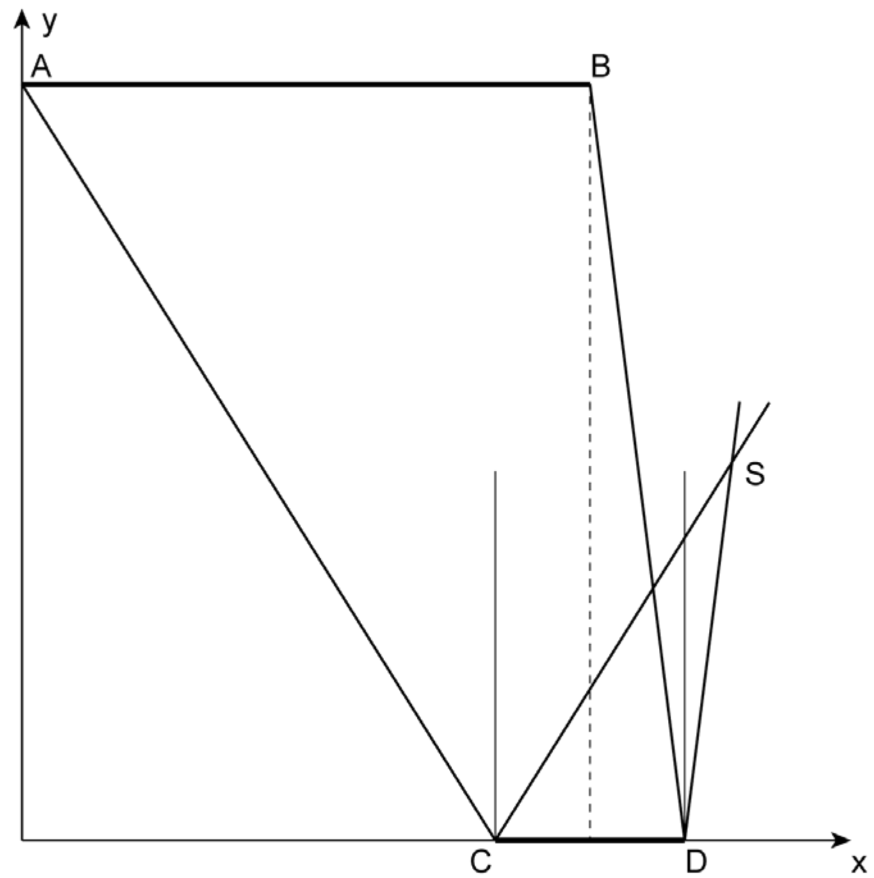
Aufgabe 1: Otto experimentiert

a) $F_{Fa} = F_G \;\rightarrow\; F_{Fa} = m \cdot g \;\rightarrow\; F_{Fa} = 7\,\text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \;\rightarrow\; \underline{\underline{F_{Fa} = 68{,}7\,\text{N}}}$ Während des ruckartigen Ziehens muss der Faden eine größere Kraft aushalten. Neben der Gewichtskraft kommt die Kraft zum Beschleunigen des Rucksackes hinzu.	1 P 1 P 1 P
b) $F_{Fa} = m \cdot g \;\rightarrow\; F_{Fa} = 0{,}150\,\text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \;\rightarrow\; \underline{\underline{F_{Fa} = 1{,}47\,\text{N}}}$ Das Seil wird nur mit der Gewichtskraft eines Fläschchens belastet. Die Gewichtskraft des 2. Fläschchens dient nur als Gegenkraft für den Gleichgewichtszustand. $a = \frac{F_{res}}{m_{ges}} \;\rightarrow\; a = \frac{F_{Fa} + F_D - F_{Fa}}{2 \cdot m + m_D} \;\rightarrow\; a = \frac{m_D \cdot g}{2 \cdot m + m_D}$ $a = \frac{20\,\text{g} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot 150\,\text{g} + 20\,\text{g}} \;\rightarrow\; \underline{\underline{a = 0{,}61\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$ Bei der Berechnung wurden z.B. die Masse des Fadens und die Trägheit der sich drehenden Rolle vernachlässigt.	1 P 1 P 1 P 1 P 1 P
c) Im obersten Punkt muss die Fliehkraft F_{Fo} mindestens so groß wie die Gewichtskraft F_G sein: $m\frac{v_o^2}{r} = m \cdot g \;\rightarrow\; v_o^2 = r \cdot g$ Betrachtet man die Energien im obersten und untersten Punkt der Bahn folgt: $E_{Kin_o} + E_{pot_o} = E_{kin_u} \;\rightarrow\; m\frac{v_o^2}{2} + m \cdot g \cdot 2 \cdot r = m\frac{v_u^2}{2} \;\rightarrow\; v_u^2 = v_o^2 + 4 \cdot r \cdot g$ $\underline{v_u^2 = 5 \cdot r \cdot g}$ Im untersten Punkt muss der Faden die Fliehkraft F_{Fu} und die Gewichtskraft F_G kompensieren. $F_{Fa} = F_{Fu} + F_G \;\rightarrow\; F_{Fa} = m\frac{v_u^2}{r} + m \cdot g \;\rightarrow\; F_{Fa} = 6 \cdot m \cdot g \;\rightarrow\; \underline{\underline{F_{Fa} = 6 \cdot F_G}}$	1 P 1 P 1 P 1 P
Summe:	**12 P**

13. Physik-Olympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 – Schulrunde

<u>Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!</u>

Aufgabe 2: Lichtkreis

<table>
<tr><td>a)


Maßstab 1:20
Randstrahlen
Lote
Reflektierte Strahlen
Lichtquelle
Genauigkeit

S ist Punkt-lichtquelle</td><td>1 P
1 P
1 P
1 P

1 P
1 P</td></tr>
<tr><td>b) Arbeitet man im Diagramm, so sind die Punkte $A(0|10)$, $B(7{,}5|10)$, $C(6{,}25|0)$ und $D(8{,}75|0)$ bekannt. Die Koordinaten des Bildes S' der Punktlichtquelle entsprechen dem Schnittpunkt der Geraden g durch die Punkte A und C und der Geraden h durch die Punkte B und D mit:
$$y = g(x) = -1{,}06\,x + 1$$
$$y = h(x) = -8\,x + 70$$
Berechnen der x-Koordinate durch Gleichsetzen $g(x)=h(x)$ liefert $x_{S'}=9{,}375$.
Berechnen der y-Koordinaten durch Einsetzen führt zu $y_{S'} = -1{,}06 \cdot 9{,}375 + 1 = -5$
Aus dem Bildpunkt $S'(9{,}375|-5)$ ergeben sich die Koordinaten der Punktlichtquelle $S(9{,}375|5)$ im Diagramm, also $S(187{,}5\ \text{cm}|100\ \text{cm})$
Alternativ kann man die Koordinaten der Punktlichtquelle als Schnittpunkt der Gerade durch die Punkte CS und DS direkt bestimmen.</td><td>2 P

1 P

1 P</td></tr>
<tr><td align="right">Summe:</td><td>10 P</td></tr>
</table>

13. Physik-Olympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 – Schulrunde

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

Aufgabe 3: Weihnachtsbaumbeleuchtung

a) Für die Gesamtleistung gilt: $P_{ges} = 15 \cdot 5\,W = 75\,W$. $$P_{ges} = U_{ges} \cdot I_{ges} \rightarrow I_{ges} = \frac{P_{ges}}{U_{ges}} = \frac{75\,W}{230\,V} = \underline{\underline{0{,}326\,A}}$$	1 P 1 P
b) Reihenschaltung: $U_{ges} = 15 \cdot U_L$, Parallelschaltung von Glühwendel und Heißleiter: $U_G = U_H$. Damit berechnen sich die Widerstände: $$R_G = \frac{U_G}{I_G} = \frac{15{,}3\,V}{0{,}301\,A} = \underline{\underline{51\,\Omega}}$$ $$R_H = \frac{U_H}{I_H} = \frac{15{,}3\,V}{0{,}025\,A} = \underline{\underline{613\,\Omega}}$$	1 P 1 P 1 P
c) Wegen Reihenschaltung genügt die Betrachtung einer Kerze: $$\frac{P_H}{P_H + P_G} = \frac{15{,}3\,V \cdot 0{,}025\,A}{15{,}3\,V \cdot (0{,}025\,A + 0{,}301\,A)} = 7{,}7\,\%$$	1 P
d) Erklärung: Glühwendel und Heißleiter sind in einer Kerze parallel geschaltet • Beim Durchbrennen der Glühwendel kann der Strom nur durch den bei Zimmertemperatur hochohmigen Heißleiter fließen → Gesamtwiderstand steigt →Stromstärke wird kleiner → kurzzeitiges Erlöschen aller Lampen → durch den Heißleiter fließt trotzdem mehr Strom als vor dem Durchbrennen der Glühwendel → Heißleiter erwärmt sich → sein Widerstand sinkt → Stromfluss durch die gesamte Schaltung steigt → verbleibenden Lampen leuchten fast mit der ursprünglichen Helligkeit • Heißleiter hat einen geringen Widerstand, Ersatz der defekten Lampe erlaubt Stromfluss parallel zum Heißleiter → Stromstärke durch den Heißleiter sinkt → Heißleiter kühlt sich ab und Widerstand steigt → Lampe leuchtet wieder mit normaler Helligkeit	1 P 1 P
e) Lampe: Parallelschaltung von Glühwendel und Heißleiter $R_L = \frac{R_H \cdot R_G}{R_H + R_G} = 47{,}1\,\Omega$ Gesamtwiderstand: Reihenschaltung: $R = 14 \cdot R_L + R_{H(heiß)} = \underline{709{,}4\,\Omega}$ Stromstärke nach dem Durchbrennen einer Glühwendel: $$I = \frac{U}{R} = \frac{230\,V}{1272\,\Omega} = \underline{\underline{324{,}2\,mA}}$$	1 P 1 P
Summe:	**10 P**

13. Physik-Olympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2016/2017 – Schulrunde

<u>Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!</u>

Aufgabe 4: Auto

a) $\Delta V_F = V_0 \cdot \gamma_F \cdot \Delta T = 10^4\ dm^3 \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-4}\ \frac{1}{K} \cdot 86\ K = \underline{\underline{353\ cm^3}}$	2 P
b) Der Kupferkühler dehnt sich mit aus und im Inneren nimmt das Volumen um $$\Delta V_{Cu} = V_0 \cdot \gamma_{Cu} \cdot \Delta T = 10^{-4}\ cm^3 \cdot 5{,}1 \cdot 10^{-4}\ \frac{1}{K} \cdot 86\ K = \underline{43{,}86\ cm^3}$$ zu. Entsprechend laufen nur $\Delta V = \Delta V_F - \Delta V_{Cu} = \underline{\underline{309{,}14\ cm^3}}$ ins Überlaufgefäß.	2 P
c) Mit 90 % der kinetische Energie des Autos $E = \frac{1}{2}\ m_A\ v^2$ und aufgenommene Wärme der Bremstrommel $Q = m_B\ c\ \Delta T$ folgt: $$0{,}9 \cdot \frac{1}{2} m_A v^2 = m_B\ c\ \Delta T \rightarrow\ \Delta T = \frac{0{,}9\ m_A\ v^2}{2\ m_B\ c} = \frac{0{,}9 \cdot 1000\ kg\ \left(20\ \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 8\ kg \cdot 439\ \frac{J}{kg \cdot K}} = \underline{\underline{51{,}25\ K}}$$	1 P 2 P
d) Wegen $\Delta T \sim v^2$ bei $\frac{m_A\ v^2}{2\ m_B\ c} = const.$ folgt für $v_2 = \frac{1}{2} v_1 \rightarrow T_2 = \frac{1}{4} T_1 \underline{\underline{= 12{,}8\ K}}$	1 P
Summe:	**8 P**