

15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2018/2019 – Endrunde
Lösungen Klasse 10

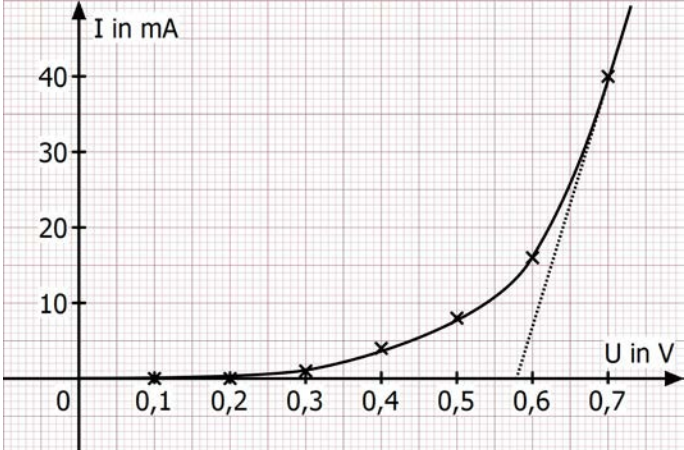
Hinweise für die Korrektoren:

- 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

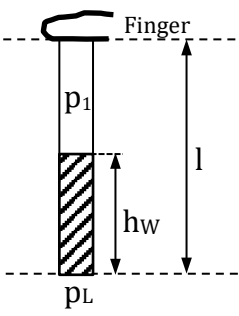
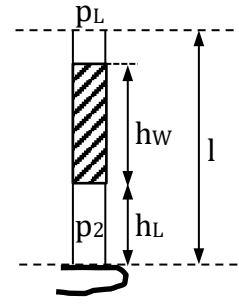
a) Das Wasser über dem Tauchsieder siedet. Das Eis schmilzt nicht.	2 P
b) Wasser ist ein schlechter Wärmeleiter. Hinweis: Die auftretenden Strömungseffekte werden bei der Erklärung durch die Schüler nicht verlangt.	1 P
Summe:	3 P

Aufgabe 2: Halbleiterdiode

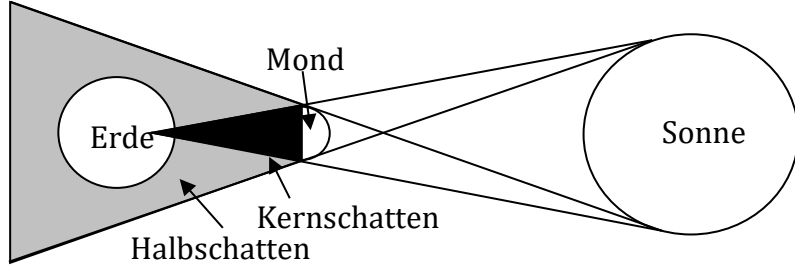
<p>a) Ausgleichskurve</p>  <p>mögliche Werte für die Schwellenspannung U_S (je nach unterrichtlicher Voraussetzung): $U_S = 0,3 \text{ V} \dots 0,6 \text{ V}$</p>	1 P
b) $I_1 = 40 \text{ mA}$, da die Halbleiterdiode in Durchlassrichtung geschaltet ist. $I_2 = 0 \text{ mA}$, da die Halbleiterdiode in Sperrrichtung geschaltet ist.	2 P
c) Aus der Kennlinie der Halbleiterdiode ergibt sich für eine Stromstärke von 40 mA eine Spannung von 0,7 V. Widerstand R_1 und Halbleiterdiode D_1 sind in Reihe geschaltet, es gilt: $U_{Bat} = U_1 + U_{D1} \Rightarrow U_1 = U_{Bat} - U_{D1} \Rightarrow U_1 = 4,5 \text{ V} - 0,7 \text{ V} \Rightarrow U_1 = \underline{\underline{3,8 \text{ V}}}$ Damit berechnet sich der Widerstand R_1 mit: $R_1 = \frac{U_1}{I} \Rightarrow R_1 = \frac{3,8 \text{ V}}{0,04 \text{ A}} \Rightarrow R_1 = \underline{\underline{95 \Omega}}$	1 P 1 P
d) Aus der in Teilaufgabe b) angegebenen Stromstärke ergibt sich aus der Kennlinie eine Spannung von 0,7 V. Für den Widerstand R_{D1} gilt: $R_{D1} = \frac{U_{D1}}{I} \Rightarrow R_{D1} = \frac{0,7 \text{ V}}{0,04 \text{ A}} \Rightarrow R_{D1} = \underline{\underline{17,5 \Omega}}$ Die Halbleiterdiode D_2 ist in Sperrrichtung geschaltet und kann als unendlich angenommen werden.	1 P 1 P
Summe:	9 P

15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2018/2019 – Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 3: Wasser im Glasröhrchen

<p>a) Für den Druck p_1 des eingeschlossenen Gases gilt nach dem Herausziehen des Glasröhrchens aus dem Wasser: $p_1 \cdot A \cdot (l - h_W) = p_L \cdot A \cdot \frac{1}{2}l$, wobei A die Querschnittsfläche des Glasröhrchens ist. Für die Drücke folgt: $p_1 + \rho \cdot g \cdot h_W = p_L$.</p> <p>Wird die letzte Gleichung nach p_1 umgeformt und in die erste eingesetzt folgt: $h_W^2 - \left(\frac{p_L}{\rho \cdot g} + l\right) h_W + \frac{p_L \cdot l}{2\rho \cdot g} = 0$</p> <p>bzw. $h_W = \frac{1}{2} \left(\frac{p_L}{\rho \cdot g} + l\right) \pm \sqrt{\left(\frac{1}{2} \left(\frac{p_L}{\rho \cdot g} + l\right)\right)^2 - \frac{p_L \cdot l}{2\rho \cdot g}}$</p> <p>Als sinnvolle physikalische Lösung ergibt sich: <u>$h_W = 47,55 \text{ cm}$</u></p>		<p>2 P</p> <p>2 P</p> <p>2 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) Nach Umdrehen des Rohres gilt: $p_2 \cdot A \cdot h_L = p_L \cdot A \cdot \frac{1}{2}l$ sowie $p_2 = p_L + \rho \cdot g \cdot h_W$ Umformungen ergeben: $h_L = \frac{p_L \cdot l}{2(p_L + \rho \cdot g \cdot h_W)}$</p> <p><u>$h_L = 47,77 \text{ cm}$</u></p> <p><i>Hinweis: Wird in b) mit $h_W = 50,0 \text{ cm}$ gerechnet, gibt es die volle Punktzahl.</i></p>		<p>2 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
Summe:		11 P

Aufgabe 4: Sonnenfinsternisse

<p>a)</p> 	<p>2 P</p>	
<p>Totaler Sonnenfinsternis: Beobachter im Kernschatten (scheinbar: Mond Durchmesser > Sonnendurchmesser)</p> <p>Ringförmige Finsternis: Beobachter hinterm Kernschatten (scheinbar: Mond Durchmesser < Sonnendurchmesser)</p> <p>Partielle Finsternis: Beobachter befindet sich im Halbschatten</p>	<p>3 P</p>	
<p>b) $\frac{\varphi}{360^\circ} = \frac{d}{2\pi \cdot r} \Rightarrow \varphi = \frac{d \cdot 360^\circ}{2\pi \cdot r}$</p> <p>$\varphi_{Mond} = \frac{2 \cdot 1738 \text{ km} \cdot 360^\circ}{2\pi \cdot 3,73 \cdot 10^5 \text{ km}} = 0,534^\circ$ $\varphi_{Sonne} = \frac{2 \cdot 6,96 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot 360^\circ}{2\pi \cdot 1,52 \cdot 10^8 \text{ km}} = 0,525^\circ$</p> <p>$\varphi_{Mond} > \varphi_{Sonne} \Rightarrow$ totale Sonnenfinsternis</p>	<p>1 P</p> <p>2 P</p> <p>2 P</p>	
Summe:		10 P

15. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2018/2019 – Endrunde
Lösungen Klasse 10

Aufgabe 5: Federschwinger

<p>a) Kraftansatz $F_G = F_D$ führt zu:</p> $m \cdot g = D \cdot s$ $D = \frac{m \cdot g}{s} = \frac{0,05 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,164 \text{ m}} = 2,99 \frac{\text{N}}{\text{m}}$	<p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>b) aus dem Diagramm ergibt sich: $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$; $y_{\max} = 1,7 \text{ cm}$, Die Schwingungsdauer kann ermittelt werden: aus dem Diagramm, z.B. $n = 5,25$ und $t_n = 4,25 \text{ s}$ $T = \frac{t_n}{n} = \frac{4,252 \text{ s}}{5,25} = 0,81 \text{ s}$ Daraus folgt für die Kreisfrequenz: $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{1}{T} = 2\pi \frac{1}{0,81 \text{ s}} = 7,757 \text{ Hz}$ und: $y = y_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) = 1,7 \text{ cm} \cdot \sin\left(7,757 \text{ Hz} \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$</p>	<p>2 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
<p>c) Die Elongation berechnet sich:</p> $y(8 \text{ s}) = 1,7 \text{ cm} \cdot \sin\left(7,757 \text{ Hz} \cdot 8 \text{ s} + \frac{\pi}{2}\right) = 1,21 \text{ cm}$	<p>1 P</p>
<p>d) Federschwinger ist ein harmonischer Oszillator und daher gilt die Energie:</p> $E = \frac{1}{2} D y_{\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,99 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,017 \text{ m})^2 = 4,32 \cdot 10^{-4} \text{ J}$ <p>Im Gleichgewichtspunkt ist die Geschwindigkeit maximal, es gilt:</p> $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$ $v = \sqrt{\frac{2E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,32 \cdot 10^{-4} \text{ J}}{0,05 \text{ kg}}} = 0,132 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ <p>Hinweis: Der harmonische Oszillator und die Energieumwandlung beim Federschwinger oder beim Fadenpendel sind grundlegende Wissensbestände nach dem neuen Fachlehrplan. Die Begründung für die Verwendung der Formel für die Energie muss genannt werden. Alternativ kann z.B. die Energie im oberen Umkehrpunkt mit der Energie im Gleichgewichtspunkt gleichgesetzt werden. Das Nullniveau für die Lageenergie kann z.B. im Gleichgewichtspunkt liegen. Es gilt:</p> $E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} - \Delta E_{\text{spann}}$ $\frac{1}{2} m v^2 = mgh - \frac{1}{2} D (\Delta s_2^2 - \Delta s_1^2) \Rightarrow v = \sqrt{2gh - \frac{D}{m} (\Delta s_2^2 - \Delta s_1^2)}$ <p>mit $h = y_{\max} = 0,017 \text{ m}$, $s_2 = 0,164 \text{ m}$, $s_1 = s_2 - y_{\max} = 0,147 \text{ m} \Rightarrow v = 0,132 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p>	<p>1 P</p> <p>1 P</p> <p>1 P</p>
Summe:	10 P