

**19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2022/2023 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 10**

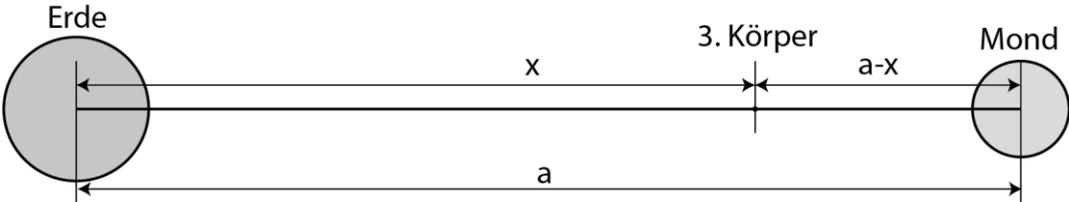
**Hinweise für die Korrektoren:**

- 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) Der Speer trifft den Fisch nicht. (eventuell: der Speer sieht abgelenkt aus)	1
b) Das Licht (die Blickrichtung) wird beim Übergang von Luft in Wasser gebrochen. Der Speer bleibt gerade.	2
<b>Summe:</b>	<b>3</b>

**Aufgabe 2: Gravitation**

<p>a) Skizze des Sachverhalts:</p> 	1
<p>b) Kraftansatz:</p> $F_{GE} = F_{GM}$ $G \frac{m_E m_A}{x^2} = G \frac{m_M m_A}{(a-x)^2}$ $\frac{m_E}{x^2} = \frac{m_M}{(a-x)^2}$ $m_E (a-x)^2 = m_M x^2$ $(m_E - m_M) x^2 - 2 a m_E x + m_E a^2 = 0$ $x^2 - \frac{2 a m_E}{m_E - m_M} x + \frac{a^2 m_E}{m_E - m_M} = 0$ <p>Lösung der quadratischen Gleichung mithilfe der pq-Formel:</p> $x_{1/2} = \frac{a m_E}{m_E - m_M} \pm \sqrt{\left(\frac{a m_E}{m_E - m_M}\right)^2 - \frac{a^2 m_E}{m_E - m_M}}$ $x_{1/2} = \frac{3,844 \cdot 10^8 m \cdot 5,97 \cdot 10^{24} kg}{5,97 \cdot 10^{24} kg - 7,35 \cdot 10^{22} kg} \pm \sqrt{\left(\frac{3,844 \cdot 10^8 m \cdot 5,97 \cdot 10^{24} kg}{5,97 \cdot 10^{24} kg - 7,35 \cdot 10^{22} kg}\right)^2 - \frac{(3,844 \cdot 10^8 m)^2 \cdot 5,97 \cdot 10^{24} kg}{5,97 \cdot 10^{24} kg - 7,35 \cdot 10^{22} kg}}$ $x_1 = 4,32 \cdot 10^8 m$ $x_2 = 3,46 \cdot 10^8 m$ <p>Lösung <math>x_1</math> entfällt, da nach der Skizze <math>x_1 &gt; a</math> und sich die Gravitationskräfte von Erde und Mond auf den 3. Körper aufgrund der gleichen Richtung zum Erdmittelpunkt nicht aufheben.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p>
<b>Summe:</b>	<b>10</b>

**19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2022/2023 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 10**

**Aufgabe 3: Eisenkugel auf Eisenschiene**

a) für die elektrischen Widerstände gilt:

$$R_1 = \frac{U}{I_1} \rightarrow R_1 = \frac{0,5 \text{ V}}{10,0 \text{ A}} \rightarrow \underline{R_1 = 0,05 \Omega}$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2} \rightarrow R_2 = \frac{0,5 \text{ V}}{25 \text{ A}} \rightarrow \underline{R_2 = 0,02 \Omega}$$

Die Differenz der Widerstände liefert mit dem Widerstandsgesetz und  $s$  als Länge der geeigneten Schienen:

$$R_1 - R_2 = \rho \cdot \frac{2 \cdot s}{\frac{\pi}{4} d^2} \rightarrow s = \frac{R_1 - R_2}{2 \cdot \rho} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$s = \frac{0,05 \Omega - 0,02 \Omega}{2 \cdot 0,1 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 16 \text{ mm}^2 \rightarrow \underline{s = 1,885 \text{ m}}$$

Mit  $s = \frac{a}{2} t^2$  und  $v = a \cdot t$  folgt für die Endgeschwindigkeit, die auch im waagerechten Streckenabschnitt vorliegt:

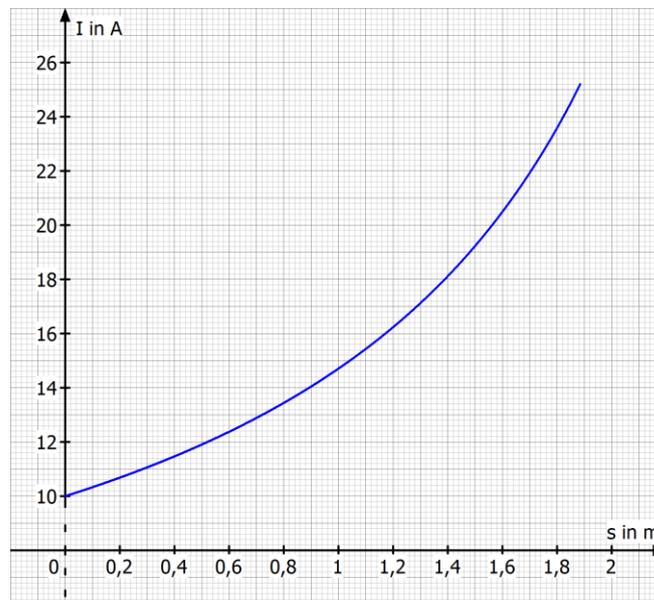
$$v = \frac{2 \cdot s}{t} \rightarrow v = \frac{2 \cdot 1,885 \text{ m}}{3,50 \text{ s}} \rightarrow \underline{\underline{v = 1,08 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

b)

$$I(s) = \frac{U}{R(s)} \rightarrow I(s) = \frac{U}{R_1 - \rho \cdot \frac{2 \cdot s}{\frac{\pi}{4} d^2}} \rightarrow I(s) = \frac{0,5 \text{ V}}{0,05 \Omega - 0,016 \frac{\Omega}{\text{m}} \cdot s}$$

Wertetabelle: für  $s = 0$  ist  $I = 10,0 \text{ A}$  gegeben; für  $I = 25 \text{ A}$  wurde  $s = 1,885 \text{ m}$  ermittelt

s in m	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
I in A	11,1	12,4	14,0	16,6	19,2	23,6



**Summe: 10**

**19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2022/2023 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 10**

**Aufgabe 4: PV-Module**

<p>a) Aus dem Diagramm ablesen: <math>U_{OC} = 36,7 V</math> und <math>I_{SC} = 8,6 A</math></p>	2																																	
<p>b) Z.B.</p> $U_1 = 15 V, I_1 = 8,4 A \Rightarrow P_1 = U_1 \cdot I_1$ $P_1 = 15 V \cdot 8,4 A$ $P_1 = 126 W$	1																																	
<div style="text-align: center;"> <p>Kennline Solarmodul bei <math>1000 W/m^2</math></p> </div>	2																																	
<p>Abgelesene und berechnete Werte in der Nähe von <math>P_{mpp}</math> (zulässiges Intervall)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>U in V</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>26</td> <td>28</td> <td style="background-color: yellow;">29</td> <td>30</td> <td>31</td> <td>32</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>I in A</td> <td>8,4</td> <td>8,4</td> <td>8,3</td> <td>8,3</td> <td>8,2</td> <td style="background-color: yellow;">8,1</td> <td>7,8</td> <td>7,2</td> <td>6,4</td> <td>3,2</td> </tr> <tr> <td>P in W</td> <td>126</td> <td>168</td> <td>208</td> <td>216</td> <td>230</td> <td style="background-color: yellow;">235</td> <td>234</td> <td>233</td> <td>205</td> <td>112</td> </tr> </table>	U in V	15	20	25	26	28	29	30	31	32	35	I in A	8,4	8,4	8,3	8,3	8,2	8,1	7,8	7,2	6,4	3,2	P in W	126	168	208	216	230	235	234	233	205	112	2
U in V	15	20	25	26	28	29	30	31	32	35																								
I in A	8,4	8,4	8,3	8,3	8,2	8,1	7,8	7,2	6,4	3,2																								
P in W	126	168	208	216	230	235	234	233	205	112																								
<p>c) Bei gegebener Modulgröße ergibt sich aufgrund von <math>3 \cdot 1,64 m &lt; 5m</math> insgesamt maximal <math>6 \cdot 3 = 18</math> Solarmodule auf dem gesamten Dach.          Da <math>U_{mpp} &lt; U_{OC}</math> ergibt sich für die maximale Anzahl der in Reihe geschalteten Solarmodule:</p>	1																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">                 bei MPP:  <math display="block">\frac{U_{min}}{U_{mpp}} = \frac{230 V}{29 V}</math> <math display="block">\frac{U_{gesamt}}{U_{mpp}} = 7,93</math> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">                 bei Leerlaufspannung:  <math display="block">\frac{U_{max}}{U_{OC}} = \frac{310 V}{36,7 V}</math> <math display="block">\frac{U_{max}}{U_{OC}} = 8,45</math> </td> </tr> </table>	bei MPP: $\frac{U_{min}}{U_{mpp}} = \frac{230 V}{29 V}$ $\frac{U_{gesamt}}{U_{mpp}} = 7,93$	bei Leerlaufspannung: $\frac{U_{max}}{U_{OC}} = \frac{310 V}{36,7 V}$ $\frac{U_{max}}{U_{OC}} = 8,45$	1																															
bei MPP: $\frac{U_{min}}{U_{mpp}} = \frac{230 V}{29 V}$ $\frac{U_{gesamt}}{U_{mpp}} = 7,93$	bei Leerlaufspannung: $\frac{U_{max}}{U_{OC}} = \frac{310 V}{36,7 V}$ $\frac{U_{max}}{U_{OC}} = 8,45$																																	
<p>Es können also maximal 8 Solarmodule in Reihe geschaltet werden. Auf dem Dach ist genug Platz, um 8 weitere in Reihe geschaltete Solarmodule anzubringen. Beide Modulreihen sind dann parallel zueinander geschaltet. Es können 16 Solarmodule elektrisch sinnvoll angeordnet werden.</p>	1																																	
<b>Summe:</b>	<b>10</b>																																	

**19. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2022/2023 - Endrunde**  
**Lösungen Klasse 10**

**Aufgabe 5: Fahrradrückstrahler**

	<p>a)</p> $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_G}{n_L} \text{ mit } n_L = 1; \alpha = 40^\circ$ $\sin \beta = \frac{1}{1,585} \cdot \sin 40^\circ$ $\beta = 23,9^\circ$ $\gamma = \beta + 45^\circ \rightarrow \underline{\gamma = 68,9^\circ}$ $\delta = 90^\circ - \gamma \rightarrow \underline{\delta = 21,1^\circ}$	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	
<p>Trifft der Lichtstrahl zuerst auf die andere Kathete, ist der Lichtweg analog dem eingezeichneten mit entgegengesetzter Laufrichtung.</p>			
<p>b) Von den 100 % einfallender Lichtenergie verbleiben nach der ersten Teilreflexion (- 20 %) noch 80 % übrig.          Von den 80 % werden nochmals nur 60 % durch das Prisma herausgefiltert. Es bleiben also insgesamt noch <math>0,6 \cdot 80 \% = 48 \%</math> der einfallenden Lichtenergie übrig, die zurück zur Lichtquelle gelangt.</p>			<p>1</p> <p>1</p>
<p>c) 1. Grund: Der Reflexionsanteil, der nicht ins Prisma gelangt, wird bei senkrechtem Einfall in Richtung der Lichtquelle zurückgeworfen. (<math>20\% + 48\% = 68\%</math> zurückgeworfene Lichtenergie)</p> <p>2. Grund: Das Prisma wird nur bei senkrechtem Lichteinfall (=Blickeinfall) in voller Breite gesehen. Bei schrägem Lichteinfall erscheint die Reflexionsfläche kleiner. (<math>A_{\text{gesehen } 50^\circ} = A_0 \cdot \cos(50^\circ) &lt; A_0</math>)</p>			<p>1</p> <p>1</p>
<p>d) Würden die Prismenelemente nicht noch zusätzlich verdreht angeordnet (z. B.: <math>90^\circ</math>), müssten sich die Lichtquellen, zu denen das meiste Licht zurückgeworfen werden soll, möglichst in der gleichen Höhe wie der Reflektor befinden. (bis auf den Streulichtanteil)          Dies wäre nicht sinnvoll.</p>			<p>1</p>
<b>Summe</b>		<b>10</b>	
<b>Gesamtsumme:</b>		<b>43</b>	