

**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2024/2025 – Runde 1**

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

Die Aufgabenblätter bitte einsammeln und wie die Lösungen erst nach dem 1. 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: LIDAR und Acryl

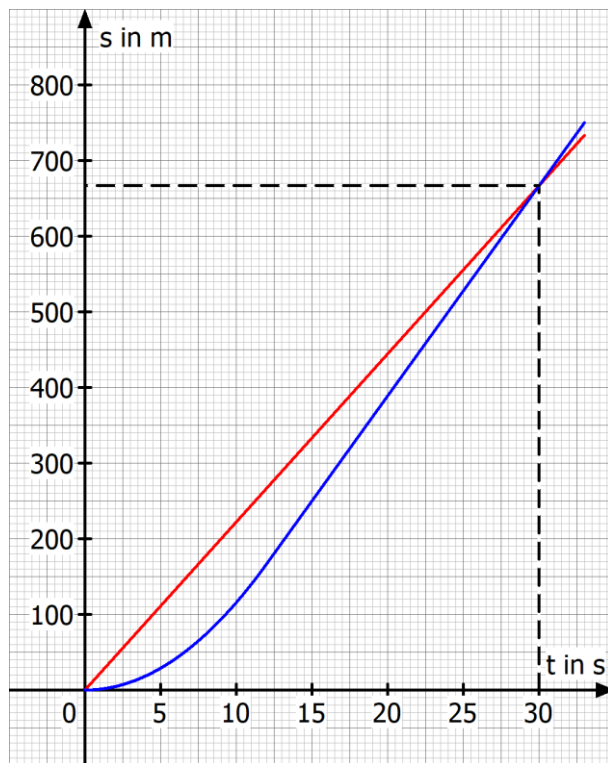
<p>a) Berechnung der Laufzeit des Lasers:</p> $s_{Luft} = c_0 \cdot t_{Luft} \Leftrightarrow t_{Luft} = \frac{s_{Luft}}{c_0} \Leftrightarrow t_{Luft} = \frac{0,35 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \Leftrightarrow \underline{\underline{t_{Luft} = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ s}}}$	2
<p>b) Genauigkeit des LIDARS:</p> $\Delta t = \frac{\Delta s}{c_0} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2,99 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{3,3 \cdot 10^{-12} \text{ s}}}$	1
<p>c) Mit Hilfe der Laufzeit von Acryl $t_{Acryl} = \frac{s_{Acryl}}{c}$ und der Lichtgeschwindigkeit in Acryl $c_{Acryl} = \frac{s_{Luft}}{t_{Acryl}}$ folgt für die Brechzahl:</p> $n = \frac{c_0}{c_{Acryl}} \Leftrightarrow n = \frac{c_0 \cdot t_{Acryl}}{s_{Luft}} \Leftrightarrow n = \frac{c_0 \cdot s_{Acryl}}{s_{Luft} \cdot c_0} \Leftrightarrow n = \frac{s_{Acryl}}{s_{Luft}} \Leftrightarrow n = \frac{0,52 \text{ m}}{0,35 \text{ m}} \Leftrightarrow \underline{\underline{n \approx 1,49}}$	2
<p>d) Berechnung des Winkels β des gebrochenen Strahls mit dem Brechungsgesetz:</p> <div style="text-align: center;"> </div> $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{n_{Acryl}}{n_{Luft}} \Leftrightarrow \beta = \arcsin\left(\frac{n_{Luft}}{n_{Acryl}} \sin(\alpha)\right) \Leftrightarrow \beta = \arcsin\left(\frac{1}{1,49} \sin(40^\circ)\right)$ $\Leftrightarrow \underline{\underline{\beta = 25,6^\circ}}$ <p>Für den Acrylblock gilt wie in der Skizze zu sehen:</p> $\tan(\alpha) = \frac{x_\alpha}{d} \Leftrightarrow x_\alpha = d \tan(\alpha) \quad \text{und} \quad \tan(\beta) = \frac{x_\beta}{d} \Leftrightarrow x_\beta = d \tan(\beta)$ <p>Für den Abstand a gilt:</p> $\cos(\alpha) = \frac{a}{x_\alpha - x_\beta} \Leftrightarrow a = \cos(\alpha)[x_\alpha - x_\beta] \Leftrightarrow a = d \cos(\alpha)[\tan(\alpha) - \tan(\beta)]$ $\Leftrightarrow a = 0,05 \text{ m} \cos(40^\circ) [\tan(40^\circ) - \tan(25,6^\circ)] \Leftrightarrow \underline{\underline{a \approx 0,0138 \text{ m}}}$	1 1 1 1
Summe:	10

**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2024/2025 – Runde 1**

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

Aufgabe 2: Pkw und Transporter

<p>a) da der Pkw gleichmäßig beschleunigt gilt:</p> $a = \frac{v_P}{t} \rightarrow a = \frac{(100:3,6) \frac{m}{s}}{12 s} \rightarrow a = 2,315 \frac{m}{s^2}$ <p>zum t_1 hat der Pkw die Geschwindigkeit vom Transporter:</p> $t_1 = \frac{v_T}{a} \rightarrow t_1 = \frac{(80:3,6) \frac{m}{s}}{2,315 \frac{m}{s^2}} \rightarrow \underline{\underline{t_1 = 9,6 s}}$	<p>1</p> <p>2</p>
<p>b) Pkw</p> $s_P = \frac{a}{2} t_1^2 \rightarrow s_P = \frac{2,315 \frac{m}{s^2}}{2} (9,6 s)^2 \rightarrow s_P = 106,7 m$ <p>Transporter</p> $s_T = v_B \cdot t_1 \rightarrow s_T = 80:3,6 \frac{m}{s} \cdot 9,6 s \rightarrow s_T = 213,3 m$ <p>Vorsprung des Transporters: <u>$s_T - s_P = 106,6 m$</u></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>c)</p> <p>Wertetabelle zumindest für die beschleunigte Bewegung (1 P)</p> <p>Diagramm (2 P)</p> <p>Gesuchte Werte aus dem Diagramm ablesen: $s_{ges} = 670 m$; $t_{ges} = 30 s$</p> <p>Variante 1: Lösung der folgenden Gleichung</p> $\frac{a}{2} t^2 + v_P \cdot (t_{ges} - t) = v_T \cdot t_{ges}$ <p>Variante 2: Ermittlung des Abstandes nach dem Ende der Beschleunigungsphase</p> $s_T = 80:3,6 \frac{m}{s} \cdot 12 s$ $s_T = 266,7 m$ $s_P = \frac{2,315 \frac{m}{s^2}}{2} (12 s)^2$ $s_P = 166,7 m$ $\Delta s = s_T - s_P = 100 m$ <p>Relativgeschwindigkeit v_r</p> $v_r = v_P - v_T = 20 \frac{km}{h}$ $t_{ges} - t = \frac{\Delta s}{v_r}$ $t_{ges} - t = \frac{100 m}{(20:3,6) \frac{m}{s}} \rightarrow \underline{\underline{t_{ges} = 30 s}}$ $s_{ges} = v_T \cdot t_{ges} \rightarrow s_{ges} = (80:3,6) \frac{m}{s} \cdot 30 s \rightarrow \underline{\underline{s_{ges} = 666,7 m}}$	<p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>3</p>
Summe:	13



21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2024/2025 – Runde 1

Lösungen Klasse 10 – zunächst nur für Lehrkräfte!

Aufgabe 3: Lohnt sich die PV-Anlage?

<p>a) Der Jahresverbrauch an Strom, der dem Stromanbieter gemeldet wird, beträgt:</p> $W_{\text{Netz}} = W_{\text{Hausverbrauch}} - W_{\text{Eigenverbrauch}}$ $W_{\text{Netz}} = W_{\text{Hausverbrauch}} - \eta_{\text{Eigenverbrauch}} \cdot W_{\text{PV}}$ $W_{\text{Netz}} = 6700 \text{ kWh} - 0,4 \cdot 10\,700 \text{ kWh}$ $W_{\text{Netz}} = 2420 \text{ kWh}$ <p>Daraus berechnet der Stromanbieter den monatlichen Abschlag:</p> $K = \frac{p_{\text{Netz}} \cdot W_{\text{Netz}}}{12} \Leftrightarrow K = \frac{0,3 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 2420 \text{ kWh}}{12} \Leftrightarrow \underline{\underline{K = 60,50 \text{ €}}}$	1
<p>b) Die Einsparungen und Einnahmen für ein Jahr:</p> $K_{1\text{Jahr}} = K_{\text{Eigenverbrauch}} + K_{\text{Einnahmen}}$ $K_{1\text{Jahr}} = p_{\text{Netz}} (W_{\text{Hausverbrauch}} - W_{\text{Netz}}) + p_{\text{Einspeisung}} (1 - \eta_{\text{Eigenverbrauch}}) W_{\text{PV}}$ $K_{1\text{Jahr}} = 0,3 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} (6700 \text{ kWh} - 2420 \text{ kWh}) + 0,086 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} (1 - 0,4) 10700 \text{ kWh}$ $K_{1\text{Jahr}} = 1284 \text{ €} + 552,12 \text{ €}$ $K_{1\text{Jahr}} = 1836,12 \text{ €}$ <p>Damit kann die Zeit abgeschätzt werden mit:</p> $t = \frac{K_{\text{PV}}}{K_{1\text{Jahr}}} \Leftrightarrow t = \frac{18\,000 \text{ €}}{1836,12 \text{ €}} \Leftrightarrow t = 9,8a$ <p>Nach ca. 10 Jahren hat die Familie Elbe die Anfangsinvestition durch die Einsparungen und Einnahmen wahrscheinlich wieder drin.</p>	1 2 1 1
Summe:	7

Aufgabe 4: Beleuchtungssystem

<p>1. Fall: Glühlampen sind parallel geschaltet</p> <p>Für die beiden Stromstärken durch die Glühlampen gilt mit der anliegenden Spannung U:</p> $I_R = \frac{U}{R} \quad \text{und} \quad I_{2R} = \frac{U}{2R}$ <p>Für die umgewandelte elektrische Leistung ergibt sich:</p> $P_R = \frac{U^2}{R} \quad \text{und} \quad P_{2R} = \frac{U^2}{2R}$ <p>Die umgewandelte elektrische Gesamtleistung ist:</p> $\underline{\underline{P_{\text{Ges 1}} = \frac{3U^2}{2R}}}$	1 1 1
<p>2. Fall: Glühlampen sind in Reihe geschaltet</p> $R_{\text{Ges}} = 3R$ $I_{\text{Ges}} = I_R = I_{2R} = \frac{U}{3R}$ <p>Für die umgewandelte elektrische Leistung ergibt sich:</p> $\text{mit } P = R \cdot I^2 \text{ zu } P_R = \frac{U^2}{9R} \quad \text{und} \quad P_{2R} = \frac{2U^2}{9R}$ <p>Die umgewandelte elektrische Gesamtleistung ist:</p> $\underline{\underline{P_{\text{Ges 2}} = \frac{U^2}{3R}}}$	1 1 1
<p>Die Parallelschaltung ermöglicht die Realisierung beider Optionen: $P_{\text{Ges 1}} > P_{\text{Ges 2}}$ sowie $P_R > P_{2R}$. Daher geraten die beiden Angestellten nicht in Streit.</p>	1 1
Summe:	9