

**14. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2017/2018 – 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 Gegenstand erscheint seitenverkehrt.  | 1 P        |
| b) Das Becherglas ist eine Linse. Der Gegenstand befindet sich außerhalb der einfachen Brennweite. (in der doppelten Brennweite) | 2 P        |
| <b>Summe:</b>  | <b>3 P</b> |

**Aufgabe 2: Längenänderung am Kupferzylinder**

|   |            |
|---|------------|
| $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$  | 1 P        |
| $\Delta l = l \cdot \alpha \cdot \Delta T \rightarrow l = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta T}$   | 1 P        |
| $m = \rho \cdot V \rightarrow m = \rho \cdot l \cdot \pi \cdot r^2$   | 2 P        |
| $Q = \rho \cdot \frac{\Delta l}{\alpha \cdot \Delta T} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow Q = \rho \cdot \frac{\Delta l}{\alpha} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot c$ | 1 P        |
| $Q = 8,9 \frac{g}{cm^3} \cdot \frac{0,02 \text{ cm}}{16,5 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}} \cdot \pi \cdot 0,4^2 cm^2 \cdot 0,385 \frac{J}{g \cdot K}$                                  | 1 P        |
| <u><math>Q = 2088 J</math></u>  | 1 P        |
| <b>Summe:</b>   | <b>6 P</b> |

**14. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2017/2018 – Endrunde**  
**Lösungen Klasse 10**

**Aufgabe 3: Widerspenstige LEDs**

|  |             |             |               |               |                    |     |
|--|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------------|-----|
| a) Vervollständige Tabelle:  |             |             |               |               |                    | 3 P |
| Fall   | S1          | S2          | LED1 leuchtet | LED2 leuchtet | Glühlampe leuchtet |     |
| 1  | offen       | offen       | schwach       | schwach       | nicht              |     |
| 2  | offen       | geschlossen | hell          | nicht         | nicht              |     |
| 3  | geschlossen | offen       | nicht         | hell          | nicht              |     |
| 4  | geschlossen | geschlossen | nicht         | nicht         | sehr hell          |     |
| b) Der Widerstand kann annäherungsweise als konstant angesehen werden mit:   |             |             |               |               |                    | 1 P |
| $R_{Lampe} = \frac{U_{Lampe}}{I_{Lampe}} = \frac{6\text{ V}}{0,1\text{ A}} = 60\ \Omega$   |             |             |               |               |                    |     |
| <b>Fall 1:</b>   |             |             |               |               |                    |     |
| Für den Gesamtwiderstand gilt:   |             |             |               |               |                    |     |
| $R_G = 2 R_{LED} + 2R + R_{Lampe}$   |             |             |               |               |                    |     |
| $R_G = 2 R_{LED} + 2 \cdot 270\ \Omega + 60\ \Omega$   |             |             |               |               |                    |     |
| $R_G > 600\ \Omega$  |             |             |               |               |                    |     |
| Die Glühlampe leuchtet nicht, da die abfallende Spannung zu klein ist. Es gilt:  |             |             |               |               |                    |     |
| $\frac{U_{Lampe}}{U_G} = \frac{R_{Lampe}}{R_G} \Rightarrow U_{Lampe} < \frac{R_{Lampe}}{R_G} \cdot U_G = \frac{60\ \Omega}{600\ \Omega} \cdot 9\text{ V} = \underline{\underline{0,9\text{ V}}}$   |             |             |               |               |                    | 1 P |
| Die LEDs leuchten nur schwach. Generell zeigen Leuchtdioden bereits wenige Milliampere eine Leuchterscheinung. Hier gilt:  |             |             |               |               |                    |     |
| $I_G = I_{LED} = \frac{U_G}{R_G} < \frac{9\text{ V}}{600\ \Omega} = \underline{\underline{15\text{ mA}}}$  |             |             |               |               |                    | 1 P |
| <b>Fall 2/3:</b>   |             |             |               |               |                    |     |
| Die LED und der Widerstand, die parallel zum geschlossenen Schalter liegen sind kurzgeschlossen. Diese LED leuchtet nicht, d.h. $\underline{\underline{I_{LED, kurz} = 0}}$ . Analog zu Fall 1 können folgende Abschätzungen gemacht werden: |             |             |               |               |                    | 1 P |
| $R_G = R_{LED} + R + R_{Lampe} = R_{LED} + 270\ \Omega + 60\ \Omega > 330\ \Omega$   |             |             |               |               |                    |     |
| $U_{Lampe} < \underline{\underline{1,64\text{ V}}}$  |             |             |               |               |                    |     |
| $I_G = I_{LED, andere} < \underline{\underline{27,3\text{ mA}}}$   |             |             |               |               |                    | 1 P |
| Durch die andere LED ist die Stromstärke höher als im Fall 1 und leuchtet daher heller. Der Spannungsabfall über die Glühlampe ist für ein Leuchten immer noch zu klein.   |             |             |               |               |                    |     |
| <b>Fall 4:</b>   |             |             |               |               |                    |     |
| Die LEDs und Widerstände sind kurzgeschlossen, d.h. $\underline{\underline{I_{LED} = 0}}$ und die gesamte Spannung der Batterie liegt an der Glühlampe an, also $\underline{\underline{U_G = U_{Lampe} = 9\text{ V}}}$ .                     |             |             |               |               |                    | 1 P |
| <b>Summe:</b>  |             |             |               |               |                    | 9 P |

**14. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2017/2018 – Endrunde**  
**Lösungen Klasse 10**

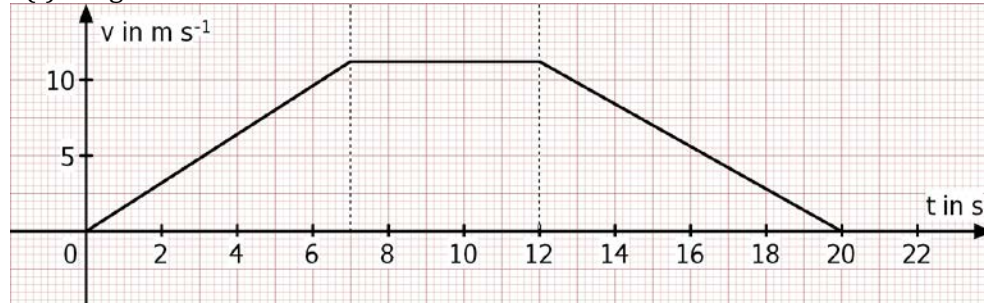
**Aufgabe 4: Stadtfahrt**

*Hinweis: Toleranzbereich für die Zeiten  $\pm 0,2$  s; für die Wege  $\pm 2$  m, für die Geschwindigkeiten  $\pm 0,2 \frac{m}{s}$ , für die Beschleunigungen  $\pm 0,1 \frac{m}{s^2}$*

a) Bestimmung der Geschwindigkeit über das Anstiegsdreieck mit z.B.:

$$v_{II} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow v_{II} = \frac{94 \text{ m} - 38 \text{ m}}{12 \text{ s} - 7 \text{ s}} \rightarrow \underline{\underline{v_{II} = 11,2 \frac{m}{s}}}$$

v(t)-Diagramm zeichnen



1 P

2 P

b) Berechnung der Beschleunigungen für den ersten und dritten Abschnitt mithilfe des Anstiegsdreiecks oder mithilfe des Geschwindigkeits-Zeit-Gesetzes der gleichmäßig beschleunigten Bewegung.

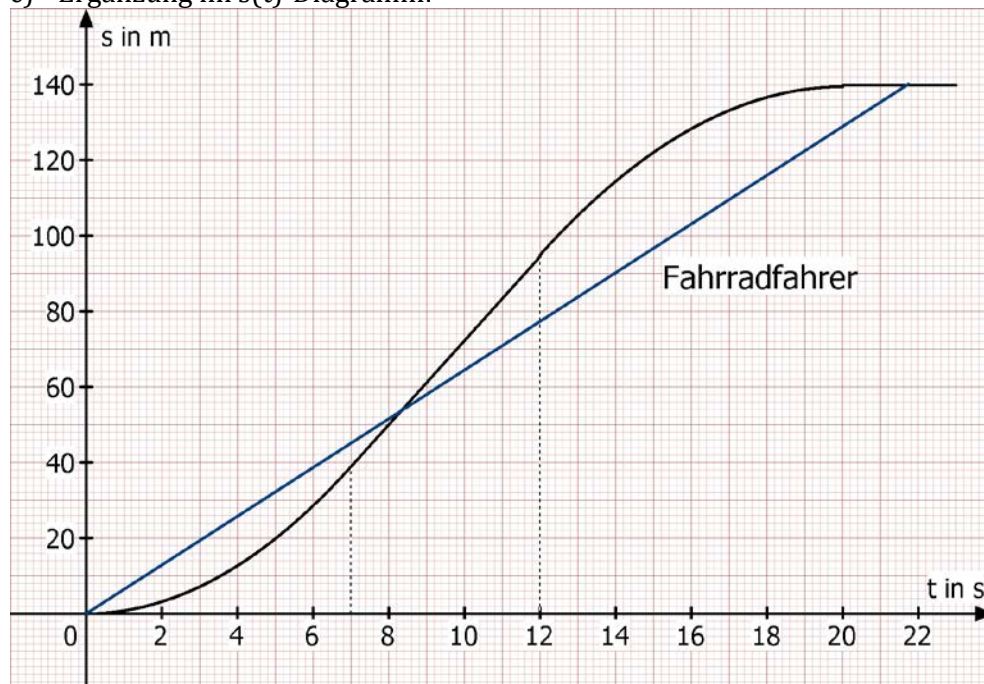
$$a_I = \frac{\Delta v_I}{\Delta t_I} \rightarrow a_I = \frac{11,2 \frac{m}{s}}{7 \text{ s}} \rightarrow \underline{\underline{a_I = 1,6 \frac{m}{s^2}}}$$

$$a_{III} = \frac{\Delta v_{III}}{\Delta t_{III}} \rightarrow a_{III} = \frac{-11,2 \frac{m}{s}}{8 \text{ s}} \rightarrow \underline{\underline{a_{III} = -1,4 \frac{m}{s^2}}}$$

1 P

1 P

c) Ergänzung im s(t)-Diagramm:



1 P

Bewegungsgleichung des Fahrradfahrers  $s_F = v_F \cdot t = \frac{115 \text{ m}}{18 \text{ s}} \cdot t$

1 P

Bewegungsgleichung des Autofahrers im zweiten Abschnitt:

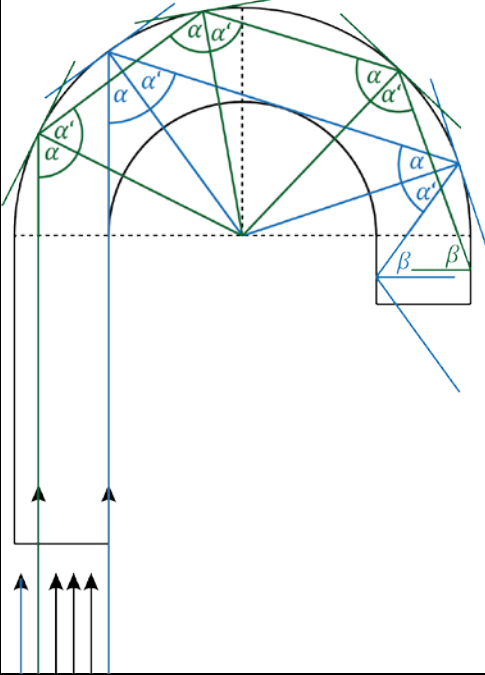
2 P

$s_A = v_{II} (t - t_1) + s_1 = 11,2 \frac{m}{s} (t - 7 \text{ s}) + 39 \text{ m}$  (39 m: Entnahme aus dem Diagramm)

**14. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt**  
**Schuljahr 2017/2018 – Endrunde**  
**Lösungen Klasse 10**

|  |             |
|--|-------------|
| Mit $s_F = s_A$ folgt: $t = \frac{v_{II} \cdot t_1 - s_1}{v_{II} - v_F} \rightarrow t = \frac{11,2 \frac{m}{s} \cdot 7 s - 39 m}{11,2 \frac{m}{s} - 6,4 \frac{m}{s}} \rightarrow \underline{\underline{t = 8,2 s}}$  | 1 P         |
| d) Grafisch: $\underline{s_{Vorsprung} = 12 m}$ $\underline{t_{Warten} = 1,9 s}$<br>Rechnerisch: $s_{Vorsprung} = s_{gesamt} - v_F \cdot t_{gesamt} = 140 m - 6,4 \frac{m}{s} \cdot 20 s = 12,0 m$<br>$t_{warten} = \frac{s_{gesamt}}{v_F} - t_A = \frac{140 m}{6,4 \frac{m}{s}} - 20 s = 1,9 s$ | 2 P         |
| <b>Summe:</b>  | <b>12 P</b> |

**Aufgabe 5: Lichtstrahlen im Glasrohr**

|  |   |                       |
|--|---|-----------------------|
|    | <p>Für die weiteren Betrachtungen sollte der rechte Lichtstrahl ausgewählt werden, da bei ihm der kleinste Einfallswinkel <math>\alpha</math> auftritt. Wenn dieser Strahl nicht durch Brechung aus dem Glas austritt, dann tun es alle anderen auch nicht.</p> | 2 P<br><br>1 P<br>1 P |
| <p>Damit einfallende Lichtstrahlen die andere Endfläche erreichen, müssen sie totalreflektiert werden.<br/> Die Einfallswinkel eines Strahles sind aus Symmetriegründen bei jeder Reflexion an der Außenfläche identisch, somit muss nur die erste Reflexion betrachtet werden.<br/> Für <math>\alpha</math> gilt: <math>\sin \alpha \geq \frac{1}{n_{Glas}}</math> und <math>\sin \alpha = \frac{R}{R+d}</math>.</p> <p>Damit die Lichtstrahlen auch in dem abschließenden geraden Teil des Glasstabes an den Seiten totalreflektiert werden, muss der Einfallswinkel <math>\beta</math> größer als der Grenzwinkel sein:<br/> <math>\sin \beta \geq \frac{1}{n_{Glas}}</math></p> <p>Wie in den Konstruktionen bereits erkennbar, ist der Winkel <math>\beta</math> größer oder gleich <math>\alpha</math>, so dass die Gültigkeit der Bedingung <math>\sin \alpha \geq \frac{1}{n_{Glas}}</math> gleich die Bedingung <math>\sin \beta \geq \frac{1}{n_{Glas}}</math> erfüllt.</p> $\frac{R}{R+d} \geq \frac{1}{n_{Glas}} \rightarrow \frac{R}{d} \geq \frac{1}{n_{Glas}-1} \rightarrow \underline{\underline{\frac{R}{d} \geq 1,1}}$ | 2 P<br><br>1 P<br>1 P<br>2 P  |                       |
| <b>Summe:</b>  | <b>10 P</b>   |                       |
| <b>Gesamtsumme:</b>  | <b>40 P</b>   |                       |