

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

Lösungen der Klassenstufe 8

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

(3 Punkte)

- a) Die Ladung bewegt sich weiter.
- b) Begründung: Massenträgheit.

1 P

2 P

Summe: 3 P

Aufgabe 2: Jonas will zurück

(13 Punkte)

- a) geg.: $v = 88 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ges.: Δs
 $z = 0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1}{\text{cm}}$ (Geschwindigkeitszuwachs pro cm)

Lösg.: $\frac{v}{\Delta s} = \frac{0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ cm}}$

$$\Delta s = 1 \text{ cm} \cdot \frac{88 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$\Delta s = 56,85 \text{ cm}$

2 P

- b) geg.: $t_{\text{max}} = 8 \text{ s}$ (max. verfügbare Zeit) ges.: Zeit, bevor er Raum verlässt
 $l = 5 \text{ m}$ (Länge des Raumes)
 $h = 1,9 \text{ m}$ (Größe Jonas)
 $s_1 = 2,2 \text{ m}$
 $v_1 = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $v_2 = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Lösg.: Die Strecke, die Jonas insgesamt kriechen muss, damit er den Raum vollständig verlässt, beträgt Raumlänge plus Körpergröße: $s = 5 \text{ m} + 1,9 \text{ m} = 6,9 \text{ m}$.

Erster Abschnitt:

$$s_1 = v_1 \cdot t_1$$

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{2,2 \text{ m}}{0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$t_1 = 3,667 \text{ s}$

2 P

Zweiter Abschnitt

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{6,9 \text{ m} - 2,2 \text{ m}}{1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$t_2 = 3,917 \text{ s}$

2 P

$t_{\text{Ges}} = t_1 + t_2 = 7,584 \text{ s}$

1 P

Er verlässt den Raum $8 \text{ s} - 7,584 \text{ s} = \underline{\underline{0,416 \text{ s}}}$ bevor der Steinquader aufschlägt. 1 P

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

Lösungen der Klassenstufe 8

Hinweise für die Korrektoren: Sollte die Zeit t_{Ges} falsch berechnet worden sein, soll es Folgefehlerpunkte für die Differenz geben. Das gilt sinngemäß, wenn er es dadurch nicht schaffen sollte. Es wird nicht erwartet, dass die Schüler die Fallzeit für die letzten $0,5\text{ m}$ ($0,319\text{ s}$) berücksichtigen.

c) geg.: $m_Q = 6\text{ t}$ ges.: Masse Wasser pro Minute
 $h_Q = 2,5\text{ m}$
 $h_W = 1,7\text{ m}$
 $\eta = 0,05$

Lösg.: Hubarbeit für den Quader: $W_{HQ} = m_Q \cdot g \cdot h_Q (= 147,2\text{ kJ})$ Formel: 1 P
 Verrichtete Arbeit des fallenden Wassers: $W_W = m_{Ges} \cdot g \cdot h_W$ 1 P

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{W_{HQ}}{W_W} = \frac{m_Q \cdot g \cdot h_Q}{m_{Ges} \cdot g \cdot h_W} \quad \text{Wirkungsgrad: 1 P}$$

$$m_{Ges} = \frac{m_Q \cdot h_Q}{\eta \cdot h_W}$$

$$m_{Ges} = 176,47\text{ t} \quad 1\text{ P}$$

Eine Woche hat $7 \cdot 24 \cdot 60\text{ min} = 10080\text{ min}$.

Also $m_0 = \frac{m_{Ges}}{10080}$

$$\underline{\underline{m_0 = 17,5\text{ kg}}} \quad 1\text{ P}$$

Es müssen pro Minute $17,5\text{ kg}$ Wasser über das Wasserrad laufen.

Summe: 13 P

Aufgabe 3: Erwärmen von Wasser

(10 Punkte)

a) geg.: $V = 1,5\text{ l}$, also $m = 1,5\text{ kg}$ ges.: Strompreis p_S in $\frac{\text{ct}}{\text{kWh}}$
 $\vartheta_1 = 17\text{ °C}$
 $\vartheta_2 = 100\text{ °C}$
 $\eta = 0,89$
 $K_W = 5,1\text{ ct}$

Lösg.: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ 1 P

$$Q = 1,5\text{ kg} \cdot 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (100 - 17)\text{K}$$

$$\underline{\underline{Q = 521,7\text{ kJ}}} \quad 1\text{ P}$$

Aufgrund des Wirkungsgrads von 89% wird eine Energie von

$$E = \frac{Q}{\eta} = \frac{521,7\text{ kJ}}{0,89}$$

$$\underline{\underline{E = 586,2\text{ kJ} = 0,163\text{ kWh}}} \quad 2\text{ P}$$

benötigt.

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

Lösungen der Klassenstufe 8

Die Stromkosten für den Wasserkocher erhält man aus dem Strompreis und der umgesetzten Energie:

$$K_W = p_S \cdot E \quad \text{also } p_S = \frac{K_W}{E} = \frac{5,1 \text{ ct}}{0,163} \text{ kWh}$$

$$\underline{\underline{p_S = 31,3 \frac{\text{ct}}{\text{kWh}}}} \quad 1 \text{ P}$$

Hinweis: Die Lösung kann auch über eine Verhältnisgleichung erfolgen.

b) geg.: $p_G = 9 \frac{\text{ct}}{\text{kWh}}$ ges.: η_G
 $K_G = 3 \text{ ct}$

Lösg.: Da die Gaskosten dafür 3 ct betragen, ergibt sich für die umgesetzte Energie
 $K_G = p_G \cdot E_G$ (bzw. geeignete Verhältnisgleichung)
 $E_G = 0,333 \text{ kWh}$ 1 P

Das Wasser muss die gleiche Wärmemenge wie in Aufgabe a) aufnehmen.
Der Wirkungsgrad ist dann

$$\eta_G = \frac{Q}{E_G} = \frac{521,7 \text{ kJ}}{0,333 \cdot 3600 \text{ kJ}}$$
$$\underline{\underline{\eta_G = 0,435}} \quad 2 \text{ P}$$

- c) Unabhängig von der Leistung des Kochfeldes wird zum Erwärmen (z.B. der Suppe) um eine bestimmte Temperaturdifferenz die gleiche Wärmemenge benötigt.
Bei geringerer Leistung dauert der Prozess aber länger. 1 P
Aufgrund dessen kann auch über einen längeren Zeitraum Wärmeaustausch mit der Umgebung stattfinden, weswegen das Erwärmen bei höherer Leistung günstiger ist.

1 P

Summe: 10 P

Aufgabe 4: Laden eines Elektroautos

(11 Punkte)

a) geg.: $E_0 = 64 \text{ kWh}$ ges.: t
Laden von 20 % auf 80 %
 $P = 4,5 \text{ kW}$
 $p = 10 \%$ (Ladeverluste)

Lösg.: Um von 20 % auf 80 % zu laden, müssen 60 % der Akkukapazität geladen werden,
also $0,6 \cdot 64 \text{ kWh} = \underline{38,4 \text{ kWh}}$ 1 P

Wegen der Ladeverluste von 10 % entspricht diese Energie nur 90 % der tatsächlich zugeführten Energie. Insgesamt müssen also

$$E = \frac{38,4 \text{ kWh} \cdot 100 \%}{90 \%}$$
$$\underline{\underline{E = 42,67 \text{ kWh}}} \quad 1 \text{ P}$$

geladen werden.

Die Dauer des Ladevorgangs beträgt wegen $E = P \cdot t$

$$t = \frac{E}{P} = \frac{42,67 \text{ kWh}}{4,5 \text{ kW}} \quad 1 \text{ P}$$
$$\underline{\underline{t = 9,48 \text{ h} = 9 \text{ h } 29 \text{ min}}} \quad 1 \text{ P}$$

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

Lösungen der Klassenstufe 8

Die Ladeleistung ist vermutlich nicht über den gesamten Ladevorgang konstant, weil zwischenzeitlich evtl. Wolken die Solaranlage abdunkeln oder sich über den betrachteten Zeitraum der Sonnenstand ändert. 2 P

b) geg.: $P = 10,5 \text{ kW}$ ges.: K (Stromkosten)
 $P_{\text{Sonne}} = 1,6 \text{ kW}$
 $p = 5,5 \%$ (Ladeverluste)
 $0,42 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ (Kosten pro kWh)

Lösg.: Es müssen 83 %, also $0,83 \cdot 64 \text{ kWh} = 53,12 \text{ kWh}$ vom Akku aufgenommen werden. 1 P

Unter Einbezug der Ladeverluste muss insgesamt eine Energie von
 $E = \frac{53,12 \text{ kWh} \cdot 100 \%}{94,5 \%} = 56,21 \text{ kWh}$
 zugeführt werden. 1 P

Der Anteil des Sonnenstroms beträgt nur $\frac{1,6 \text{ kW}}{10,5 \text{ kW}} = 0,152 = 15,2 \%$. 1 P

Von der insgesamt benötigten Energie werden also 84,8 % aus dem Stromnetz entnommen. Die Ladung kostet dann

$$K = 0,848 \cdot 0,42 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 56,21 \text{ kWh} \quad 1 \text{ P}$$

$$\underline{\underline{K = 20,02 \text{ €}}} \quad 1 \text{ P}$$

Summe: 11 P

Aufgabe 5: Bretter versenken

(8 Punkte)

a) geg.: $m_H = 700 \text{ g}$ ges.: m_{St}
 $\rho_H = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
 $\rho_{St} = 2,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
 $\rho_W = 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Lösg.: $F_A = F_G$ Erkenntnis: 1 P

$$F_A = \rho_W \cdot g \cdot V_H \quad 1 \text{ P}$$

$$F_G = m_H \cdot g + m_{St} \cdot g \quad 2 \text{ P}$$

$$\rho_W \cdot g \cdot V_H = m_H \cdot g + m_{St} \cdot g$$

$$V_H = \frac{m_H}{\rho_H} \quad 1 \text{ P}$$

$$\rho_W \cdot g \cdot \frac{m_H}{\rho_H} = m_H \cdot g + m_{St} \cdot g$$

$$m_{St} = m_H \left(\frac{\rho_W}{\rho_H} - 1 \right) = 700 \text{ g} \cdot \left(\frac{1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} - 1 \right)$$

$$\underline{\underline{m_{St} = 175 \text{ g}}} \quad 1 \text{ P}$$

b) Nein, die Anordnung wird nicht auf den Grund sinken.

Sobald die Steine ins Wasser tauchen erfahren sie einen Auftrieb und die nach unten wirkende resultierende Kraft sinkt. 2 P

Summe: 8 P