

20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2023/2024 – 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: Thema**

**(3 Punkte)**

- a) 1 Punkt für die richtige Beobachtung (Wasserspiegel steigt zuerst und fällt dann wieder)
- b) 1 Punkt für Erklärung mit Verdrängung (Wasserspiegel steigt), 1 Punkt für Erklärung Wasserdruck drückt Ballon zusammen, daher kleinere Verdrängung, Wasserspiegel sinkt

**Aufgabe 2: Vergleich von Energiemengen**

**(5 Punkte)**

geg.:  $m_W = 96 \text{ kg}$  (Gesamtmasse Wasser)

ges.: Reichweite  $s$  des E-Autos

$$\eta = 0,84$$

$$\Delta T = 25 \text{ K}$$

14,3 kWh pro 100 km (Verbrauch E-Auto)

Lösung

Energie zum Erwärmen des Wassers

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

1 P

$$Q = 96 \text{ kg} \cdot 4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 25 \text{ K}$$

$$Q = 10,05 \text{ MJ}$$

Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades muss im Gaskessel eine Energie von

$$E = \frac{Q}{\eta} = \frac{10,05 \text{ MJ}}{0,84}$$

1 P

$$E = 11,96 \text{ MJ}$$

aufgewendet werden.

Es gilt  $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ , also

$$E = 11,96 \text{ MJ} = 3,32 \text{ kWh}$$

Umrechnung  $J \rightarrow kWh$  korrekt

1 P

Die Reichweite des E-Autos erhält man dann z.B. über eine Verhältnisgleichung.

$$\frac{14,3 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} = \frac{3,32 \text{ kWh}}{s}$$

1 P

$$s = \frac{100 \text{ km}}{14,3 \text{ kWh}} \cdot 3,32 \text{ kWh}$$

$$s = 23,2 \text{ km}$$

Folgefehler, wenn Umrechnung  $J \rightarrow kWh$  falsch

1 P

**Insgesamt 5 P**

**20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2023/2024 – Endrunde**

**Lösungen der Klassenstufe 8**

**Aufgabe 3: Südostlink plus**

**(17 Punkte)**

a) geg:  $l = 2 \text{ km}$   $\rho = \frac{m}{V}$  1 P  
 $m = 80 \text{ t}$   $\rho = \frac{m}{A \cdot l}$  1 P  
 $\rho = 8960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$   $A = \frac{m}{\rho \cdot l} = \frac{80 \text{ t}}{8960 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2 \text{ km}}$   
 $A = 4,464 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$   
 ges.:  $A$  im  $\text{mm}^2$   $A = 4464 \text{ mm}^2$  1 P

b) geg:  $l = 210 \text{ km}$   $U_A = U_0 - U_K$  1 P  
 $U_0 = 525 \text{ kV}$   $U_A = U_0 - R_K \cdot I$  1 P  
 $P_0 = 2 \text{ GW}$   $R_K = 2 \cdot \rho \cdot \frac{l}{A}$  1 P  
 $\rho = 0,0172 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$   $R_K = 2 \cdot \frac{0,0172(\Omega \cdot \text{mm}^2)}{\text{m}} \cdot \frac{210 \text{ km}}{4464 \text{ mm}^2}$   
 $R_K = 1,618 \Omega$  1 P  
 $A = 4464 \text{ mm}^2$   $P_0 = U_0 \cdot I$  1 P  
 ges.:  $U_A$   $I = \frac{P_0}{U_0} = \frac{2 \text{ GW}}{525 \text{ kV}} = 3810 \text{ A}$   
 $U_A = 525 \text{ kV} - 6810 \text{ A} \cdot 1,618 \Omega$   
 $U_A = 518,8 \text{ kV}$  1 P

c) geg:  $P_0 = 2 \text{ GW}$   $p = \frac{P_K}{P_0} = \frac{P_0 - P_A}{P_0}$  1 P  
 $U_0 = 525 \text{ kV}$   $p = 1 - \frac{U_A \cdot I}{P_0}$  1 P  
 $U_A = 518,8 \text{ kV}$   
 $I = 3810 \text{ A}$   $p = 1 - \frac{518,8 \text{ kV} \cdot 3810 \text{ A}}{2 \text{ GW}}$   
 $p = 1,17 \%$  (1,13% mit 519 kV) 1 P

ges.:  $p$  (in %)

d) geg:  $P_0 = 2 \text{ GW}$   $N = \frac{P_0}{P} \text{ (1 P)}$   $P = \frac{E}{t} \text{ (1 P)}$  2 P  
 $E = 3500 \text{ kWh}$   $N = \frac{P_0 \cdot t}{E} = \frac{2 \text{ GW} \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600}{3500 \text{ kW} \cdot 3600 \text{ s}}$   
 $t = 1 \text{ a}$   $N = 5,01 \cdot 10^6$  1 P

e) Grund: Die Kabelverluste würden steigen oder man bräuchte dickere und damit teurere Kabel.  
 Begründung: Wegen  $P = 2 \text{ GW} = U \cdot I$  würde bei einer kleineren Spannung ein höherer Strom fließen. Das führt bei gleichem Kabelwiderstand zu einem höheren Spannungsabfall und somit zu größeren Verlusten.  
 Hinweis: In Klasse 8 reicht eine qualitative Begründung,  $P_V = R_K \cdot I^2$  ist nicht erforderlich.  
 Ebenso reicht als Begründung, dass die Spannung am Ende kleiner ist. 2 P

**Insgesamt 17 P**

**20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2023/2024 – Endrunde**

**Lösungen der Klassenstufe 8**

**Aufgabe 4: Jonas macht Pause**

**(17 Punkte)**

a) geg:  $m_0 = 43,6 \text{ kg}$   
 $m_S = 12,00 \text{ kg}$   
 $l = 120 \text{ cm}$   
 $\rho_M = 2,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

ges: x

Lös:

Berechnung der Kraft links am Hebel

$$F = m_0 \cdot g - F_A \quad 1 \text{ P}$$

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

$$V_M = \frac{m_0}{\rho_M} \quad 1 \text{ P}$$

$$F = m_0 \cdot g - \rho_W \cdot g \cdot \frac{m_0}{\rho_M} = m_0 \cdot g \left(1 - \frac{\rho_W}{\rho_M}\right)$$

$$F = 43,6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \left(1 - \frac{1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}}{2,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}}\right)$$

$$\underline{F = 277,64 \text{ N}} \quad 1 \text{ P}$$

Hebelgesetz:

$$m_S \cdot g \cdot x = F \cdot (l - x) \quad 1 \text{ P}$$

$$x = \frac{F \cdot l}{m_S \cdot g + F} = \frac{277,64 \text{ N} \cdot 120 \text{ cm}}{12,00 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} + 277,64 \text{ N}}$$

$$\underline{x = 84,27 \text{ cm}} \quad 1 \text{ P}$$

(Zwischensumme a) 6 P)

b) geg: siehe a)

$$x_W = 81,00 \text{ cm}$$

ges:  $V_0$

Lös: Hebelgesetz

$$m_S \cdot g \cdot x_W = F_W \cdot (l - x_W)$$

$$F_W = \frac{m_S \cdot g \cdot x_W}{l - x_W} = \frac{12,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 81,0 \text{ cm}}{120 \text{ cm} - 81,0 \text{ cm}}$$

$$\underline{F_W = 244,5 \text{ N}} \quad \text{benutzte Größen nachvollziehbar: 1 P}$$

$$F_W = m_0 \cdot g - F_A = m_0 \cdot g - \rho_W \cdot V_0 \cdot g \quad \text{benutzte Größen nachvollziehbar: 1 P}$$

$$V_0 = \frac{m_0 \cdot g - F_W}{\rho_W \cdot g} = \frac{43,6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 244,5 \text{ N}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$$

$$\underline{V_0 = 18,68 \text{ dm}^3} \quad 1 \text{ P}$$

c) geg:  $V_0 = 18,68 \text{ dm}^3$

$$m_G = 0,34 \text{ kg}$$

ges:  $V_H, V_{H2}$

Ohne Amulett setzt sich das Volumen aus dem Hohlraum und 43,6 kg Marmor zusammen.

$$V_H = V_0 - V_M \quad 1 \text{ P}$$

$$V_M = \frac{m_0}{\rho_M} = \frac{43,6 \text{ kg}}{2,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} \quad 1 \text{ P}$$

$$V_M = 15,30 \text{ dm}^3$$

$$\underline{V_H = 3,38 \text{ dm}^3} \quad \text{(Mit Näherungswert: } 3,7 \text{ dm}^3) \quad 1 \text{ P}$$

**20. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt  
Schuljahr 2023/2024 – Endrunde**

**Lösungen der Klassenstufe 8**

Mit Amulett muss man die Masse des Amuletts berücksichtigen

$$V_{H2} = V_0 - V_{M2}$$

$$\text{Masse Marmor: } m_M = m_0 - m_G$$

1 P

$$V_{M2} = \frac{m_0 - m_G}{\rho_M} = \frac{43,6 \text{ kg} - 0,34 \text{ kg}}{2,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}}$$

$$V_{M2} = 15,18 \text{ dm}^3$$

$$\underline{\underline{V_{H2} = 3,50 \text{ dm}^3}}$$

(Mit Näherungswert:  $3,82 \text{ dm}^3$ )

1 P

d) geg:  $h = 2,5 \text{ m}$

ges:  $W$

Lös:

$$W = F \cdot s = F \cdot h$$

1 P

Erkenntnis, dass  $F = F_W$  aus Aufgabe b) ist

$$F = m_0 \cdot g - \rho_W \cdot V_0 \cdot g = 244,5 \text{ N}$$

Verwendung oder Neuberechnung:

1 P

$$W = 244,5 \text{ N} \cdot 2,5 \text{ m}$$

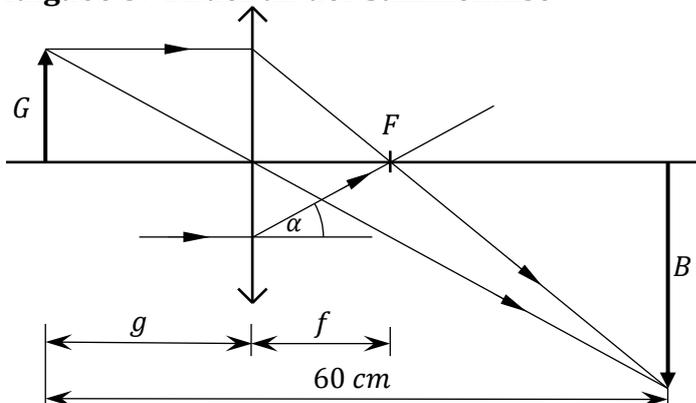
$$\underline{\underline{W = 611,25 \text{ J}}}$$

1 P

**Insgesamt: 17 P**

**Aufgabe 5: Bilder an der Sammellinse**

**(7 Punkte)**



Grafische Darstellung, beschriftet 2 P

Ablesen  $g = 20 \text{ cm}$

1 P

$f = 13,3 \text{ cm}$

1 P

$\alpha = 20,5^\circ \pm 1,5^\circ$

1 P

Zeichengenauigkeit 1 mm, bei größeren Abweichungen keinen Punkt. Keine Punkte, wenn der Maßstab nicht berücksichtigt ist z.B.  $g = 4 \text{ cm}$ .

Die zweite Position ist symmetrisch zur ersten (b und g sind vertauscht). Es entsteht ein verkleinertes Bild.

Das Bild ist jetzt  $3,75 \text{ cm}$  groß.

Angabe, ohne Begründung: 1 P

Begründung, z.B. über Symmetrie, Umkehrung des Lichtwegs oder Zeichnung

1 P

**Insgesamt 7 P**