

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – 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) Der Wasserstand sinkt.
 b) Das Volumen der Eis-Wasser-Mischung nimmt ab.
 Das Eis hat eine geringere Dichte als Wasser und nimmt geschmolzen weniger Volumen ein.

Aufgabe 2: Schiffshebwerk

(10 Punkte)

geg: $a = 85 \text{ m}$	Lös:a) $W_H = mgh$	1 P
$b = 12,2 \text{ m}$	$m = m_T + m_W$	1 P
$c = 2,5 \text{ m}$	$m_W = \rho_W \cdot V = \rho_W \cdot abc$	
$h = 16 \text{ m}$	$m_W = 2592,5 \text{ t}$	1 P
$m_T = 2760 \text{ t}$	nachvollziehbarer Weg zu m_W	
$K = 5 \text{ €}$	$m = 5352,5 \text{ t}$	
$p = 0,28 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$	$W_H = 840,1 \text{ MJ}$	1 P

ges: W_H	b) $W = F \cdot s$	1 P
F	$W = E_{El}$	
	$K = E_{El} \cdot p$ (oder analoger Ansatz)	1 P
	$E_{El} = \frac{K}{p} = \frac{5 \text{ €}}{0,28 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}}$	
	$E_{El} = 17,86 \text{ kWh}$	
	$E_{el} = 64,29 \text{ MJ}$ (Umrechnung → J)	1 P
	$F = \frac{E_{El}}{s} = \frac{64,29 \text{ MJ}}{16 \text{ m}}$	
	$F = 4,02 \text{ MN}$	1 P

- c) Die Hubarbeit wird sich nicht ändern.
 Begründung: Nach dem archimedischen Prinzip verdrängt das Schiff genau so viel Wasser, wie es selbst wiegt. Die Gesamtmasse im Trog ändert sich also nicht. 2 P

Summe: 10 P

Aufgabe 3: Federung eines Lkw-Anhängers

(10 Punkte)

a) geg: $\Delta s_1 = 5 \text{ cm}$	ges.: F_1, F_2
$\Delta s_2 = 11 \text{ cm}$	$F(\Delta s)$ -Diagramm
$D_1 = 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$	
$D_2 = 1000 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$	

- Lös.: Soll die Federung um 5 cm zusammengedrückt werden, so muss nur die äußere Feder betrachtet werden.
 $F_1 = D_1 \cdot \Delta s_1$

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 8

$$F_1 = 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 5 \text{ cm}$$

$$F_1 = 2500 \text{ N} = 2,5 \text{ kN}$$

1 P

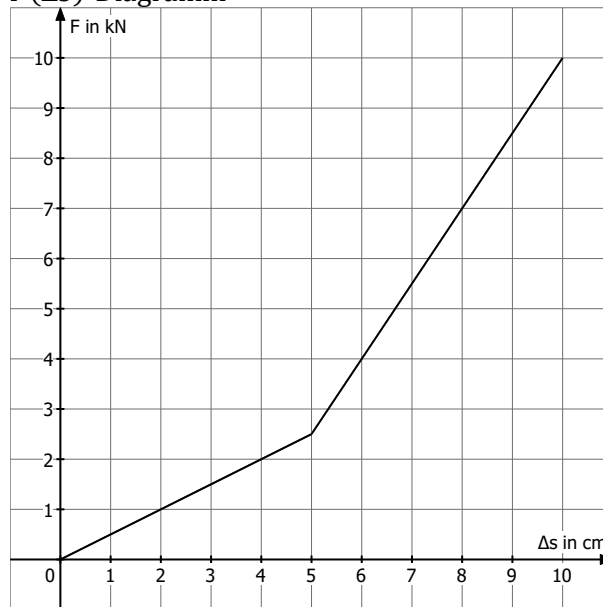
Für ein Zusammendrücken der Federung um 9 cm wird die äußere Feder um 9 cm und die innere um 4 cm zusammengedrückt.

$$F_2 = 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 9 \text{ cm} + 1000 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 4 \text{ cm}$$

$$F_2 = 8.500 \text{ N} = 8,5 \text{ kN}$$

2 P

$F(\Delta s)$ -Diagramm



2 P

b) geg.: $\Delta s = 1 \text{ cm}$ ges.: F

Lös.: Auf eine Feder wirkt die Kraft

$$F_F = 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 1 \text{ cm}$$

$$F_F = 500 \text{ N}$$

1 P

Die insgesamt wirkende Kraft teilt sich auf die vier Räder auf, also gilt für die gesuchte Kraft

$$F = 4 \cdot F_F$$

$$F = 2000 \text{ N} = 2 \text{ kN}$$

1 P

c) geg.: $m_L = 2,4 \text{ t} = 2400 \text{ kg}$ ges.: Δs

Lös.: Die Gewichtskraft der Ladung verteilt sich gleichmäßig auf die vier Räder. Des Weiteren wirkt auf jede Feder bereits eine Kraft von 500 N (siehe b)), sodass nun auf jede Federung eine Kraft von

$$F = \frac{1}{4} \cdot m_L \cdot g + F_F$$

geeigneter Ansatz: 1 P

$$F = \frac{1}{4} \cdot 2400 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} + 500 \text{ N}$$

$$F = 6386 \text{ N}$$

wirkt.

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 8

Die äußere Feder wird nun um Δs , die innere um $(\Delta s - 5 \text{ cm})$ zusammengedrückt. Es gilt also

$$F = D_1 \cdot \Delta s + D_2 \cdot (\Delta s - 5 \text{ cm})$$

$$F = \Delta s \cdot (D_1 + D_2) - D_2 \cdot 5 \text{ cm}$$

$$\Delta s = \frac{F + D_2 \cdot 5 \text{ cm}}{D_1 + D_2}$$

Herleitung: 1 P

$$\Delta s = \frac{6386 \text{ N} + 1000 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 5 \text{ cm}}{500 \frac{\text{N}}{\text{cm}} + 1000 \frac{\text{N}}{\text{cm}}}$$

$$\underline{\underline{\Delta s = 7,6 \text{ cm}}}$$

1 P

Summe: 10 P

Aufgabe 4: Killersatellit

(11 Punkte)

geg: $\rho_E = 0,918 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Lös: $Q_S = q_s \cdot m$

1 P

$$q_s = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Alternativ: Verhältnisgleichung

$$V = 1 \text{ m}^3$$

$$m = \rho_E \cdot V \quad 1 \text{ P}$$

$$Q_0 = 1,4 \text{ kJ}$$

$$Q_S = q_s \cdot \rho_E \cdot V = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,918 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1 \text{ m}^3$$

$$r = 6750 \text{ km}$$

$$\underline{Q_S = 306,6 \text{ MJ}} \quad 1 \text{ P}$$

$$r_E = 6371 \text{ km}$$

$$\frac{Q_0}{1 \text{ m}^2} = \frac{Q_S}{A} \quad 1 \text{ P}$$

$$A_0 = 0,714 \text{ ha} = 7140 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{Q_S}{Q_0} \cdot 1 \text{ m}^2 = \frac{306,6 \text{ MJ}}{1,4 \text{ kJ}} \cdot 1 \text{ m}^2$$

Einheiten nachvollziehbar 1 P

ges: Q_S

$$\underline{A = 219 \cdot 10^3 \text{ m}^2} \quad 1 \text{ P}$$

A, N (Anzahl Fußballfelder)

$$N = \frac{A}{A_0} = \frac{219 \cdot 10^3 \text{ m}^2}{7140 \text{ m}^2} \quad 1 \text{ P}$$

$$\underline{N = 30,67} \quad 1 \text{ P}$$

Man benötigt eine Fläche von etwas weniger als 31 Fußballfeldern.

$$v = \frac{s}{t} \quad 1 \text{ P}$$

$$s = r - r_E \quad 1 \text{ P}$$

$$t = \frac{6750 \text{ km} - 6371 \text{ km}}{299792 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$$

$$\underline{t = 1,26 \text{ ms}} \quad 1 \text{ P}$$

Summe: 11 P

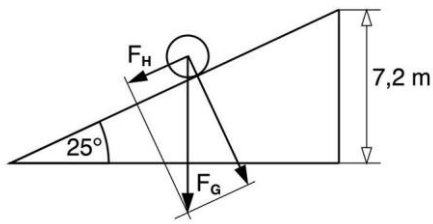
**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2020/2021 – Endrunde**

Lösungen der Klassenstufe 8

Aufgabe 5: Auf der Flucht

(12 Punkte)

a) Zeichnerische Lösung



Numerische Lösung

$$\sin \alpha = \frac{F_H}{F_G}$$

$$F_H = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\underline{\underline{F_H = 180,8 \text{ N}}}$$

Zeichnung korrekt und übersichtlich 1 P
 Zeichnerischer Wert: $\approx 180 \text{ N}$, 1 P
 Zeichengenauigkeit $\pm 1 \text{ mm}$

b) geg: $\rho_M = 2,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
 $\rho_G = 19,32 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
 $m_0 = 43,6 \text{ kg}$

Lös:

$$V = V_M + V_G$$

$$V_M = \frac{m_M}{\rho_M}$$

$$V_M = \frac{m_G}{\rho_G} \quad \text{Summe und Formel } V_x \quad 2 \text{ P}$$

$$m_G = 0,089 \cdot m_0 = 3,88 \text{ kg} \quad 1 \text{ P}$$

$$m_M = m_0 - m_G = 39,72 \text{ kg} \quad 1 \text{ P}$$

ges: V

$$V = \frac{m_M}{\rho_M} + \frac{m_G}{\rho_G} = \frac{39,72 \text{ kg}}{2,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} + \frac{3,88 \text{ kg}}{19,32 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}}$$

$$\underline{\underline{V = 14,14 \text{ dm}^3}} \quad 1 \text{ P}$$

c) geg: $l = 1,2 \text{ m}$
 $m_0 = 43,6 \text{ kg}$
 $\rho_W = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
 $V = 14,14 \text{ dm}^3$
 $F_B = 130 \text{ N}$

Lös:

Kraft am linken Ende

$$F = F_G - F_A$$

$$F = m_0 \cdot g - \rho_W \cdot V \cdot g \quad 2 \text{ P}$$

$$F = 43,6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - \frac{1 \text{ kg}}{\text{dm}^3} \cdot 14,14 \text{ dm}^3 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$\underline{\underline{F = 289 \text{ N}}} \quad 1 \text{ P}$$

ges: x

Hebelgesetz

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

$$x = \frac{F \cdot l}{F + F_B} = \frac{289 \text{ N} \cdot 1,2 \text{ m}}{289 \text{ N} + 130 \text{ N}}$$

$$x = 0,2877 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{x = 28,8 \text{ cm}}} \quad 1 \text{ P}$$

Summe: 12 P