

10. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2013/2014 - Endrunde
Lösungen Klasse 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

a) Der einzelne Nagel dringt tiefer in den Apfel ein als die große Zahl Nägel in den anderen. 1 P

b) Der einzelne Nagel übt einen größeren Druck auf den Apfel aus als eine große Zahl Nägel. 2 P

Insgesamt: 3 P

Aufgabe 2: Öltank

geg: $a = 1,85 \text{ m}$
 $b = 1,35 \text{ m}$
 $V_T = 3,60 \text{ m}^3$

$d = 5 \text{ mm}$
 $V_{\text{Öl}} = 1500 \text{ l} = 1,5 \text{ m}^3$

$\rho_{\text{Öl}} = 830 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_W = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{\text{St}} = 7800 \text{ kg/m}^3$

ges: h_1 Wasserstand für Aufschwimmen des Tanks
 V_2 Ölmenge für Nicht-Aufschwimmen des Tanks

Lösung:

a) Berechnung der Tankhöhe

$$h = V_T / a \cdot b$$

$$h = 1,441 \text{ m}$$

1 P

Berechnung Masse des Tanks mit 1500 l Öl

$$m_1 = m_{\text{Öl}} + m_{\text{St}}$$

$$m_{\text{Öl}} = \rho_{\text{Öl}} \cdot V_{\text{Öl}}$$

$$m_{\text{Öl}} = 830 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,5 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{Öl}} = 1245 \text{ kg}$$

Formel: 1 P

$$m_T = \rho_{\text{St}} \cdot V_{\text{St}}$$

$$V_{\text{St}} = d \cdot 2 \cdot (a \cdot b + h_x \cdot (a+b))$$

1 P

h_x ist die Innenhöhe des Tanks, also 1,431 m. Wird das nicht beachtet soll trotzdem die volle Punktzahl gegeben werden.

$$V_{\text{St}} = 0,07078 \text{ m}^3$$

$$m_T = 7800 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,07078 \text{ m}^3$$

$$m_T = 552,1 \text{ kg}$$

$$m_1 = 1797,1 \text{ kg}$$

1 P

(Werte für $h = 1,441 \text{ m}$: $V_{\text{St}} = 0,0711 \text{ m}^3$; $m_T = 554,6 \text{ kg}$; $m = 1799,6 \text{ kg}$)

10. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2013/2014 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

Entsprechend dem Archimedischen Gesetz schwimmt der Tank auf, wenn das Gewicht der verdrängten Wassermenge seinem eigenen Gewicht entspricht.

$$m_1 \cdot g = \rho_W \cdot V_W \cdot g = \rho_W \cdot a \cdot b \cdot h_1 \cdot g \quad 2 \text{ P}$$

Hinweis: der Ansatz über die Massen, ohne g, soll auch akzeptiert werden.

$$h_1 = \frac{m_1}{\rho_W \cdot a \cdot b} = \frac{1797,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^3}{1000 \text{ kg} \cdot 1,85 \text{ m} \cdot 1,35 \text{ m}}$$

$$h_1 = \frac{1797,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^3}{1000 \text{ kg} \cdot 1,85 \text{ m} \cdot 1,35 \text{ m}}$$

$$\underline{\underline{h_1 = 0,7196 \text{ m}}} \quad (\text{bzw. } 0,7206 \text{ m}) \quad 1 \text{ P}$$

Der Tank schwimmt ab einem Wasserstand von 72 cm auf.

- b) Der Tank schwimmt nicht mehr auf, wenn die Masse des Öls im Tank (m_{neu}) so groß ist, dass sie zusammen mit der Eigenmasse vom Auftrieb des $3,6 \text{ m}^3$ großen Tanks nicht mehr getragen werden kann.

$$F_A = F_{G\text{Tank}} + F_{G\text{ÖlNeu}}$$

$$\rho_W \cdot V_T \cdot g = m_T \cdot g + m_{\text{neu}} \cdot g \quad 2 \text{ P}$$

Hinweis: der Ansatz über die Massen, ohne g, soll auch akzeptiert werden.

$$m_{\text{neu}} = \rho_W \cdot V_T - m_T$$

$$m_{\text{neu}} = 3047,9 \text{ kg} \quad (\text{bzw. } 3045,4 \text{ kg für } m_T = 554,6 \text{ kg})$$

$$V_2 = \frac{m_{\text{neu}}}{\rho_{\text{Öl}}}$$

$$V_2 = \frac{3047,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^3}{830 \text{ kg}}$$

$$\underline{\underline{V_2 = 3,672 \text{ m}^3}} \quad \text{num. Ergebnis (mit } h = 1,44 \text{ m: } 3,790 \text{ m}^3) \quad 1 \text{ P}$$

Das passt nicht in den Tank, er schwimmt immer auf. 1 P

Insgesamt: 11 P

Aufgabe 3: Fast-Food-Kletterer

- a) geg.: $E_{\text{Tag}} = 2000 \text{ kcal}$
 $E_0 = 231 \text{ kcal}$
 $m_0 = 100 \text{ g}$
 $p = 25,41 \%$

ges.: m_{BM}

Lösung:
 25,41 % von 2000 kcal entsprechen 508,2 kcal. 1 P

Ansatz über den Dreisatz:

$$\frac{100 \text{ g}}{231 \text{ kcal}} = \frac{m_{\text{BM}}}{508,2 \text{ kcal}} \quad 1 \text{ P}$$

10. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2013/2014 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

$$m_{\text{BM}} = \frac{508,2 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}}{231 \text{ kcal}}$$

$$\underline{\underline{m_{\text{BM}} = 220 \text{ g}}}$$

1 P

b) geg.: $E_{\text{BM}} = 508,2 \text{ kcal}$
 $m = 120 \text{ kg}$

ges.: h

Lösung:

Umrechnung der Energie eines Big Macs in kJ:

$$508,2 \text{ kcal} \cdot 4,186 = 2127,3 \text{ kJ} = 2.127.300 \text{ J}$$

1 P

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{BM}} = m \cdot g \cdot h$$

1 P

$$h = \frac{E_{\text{pot}}}{m \cdot g}$$

$$h = \frac{2127300 \text{ J}}{120 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$$

$$\underline{\underline{h = 1807 \text{ m}}}$$

1 P

c) geg.: $t = 1,5 \text{ h} = 5400 \text{ s}$
 $P_{\text{GU}} = 75 \text{ J/s}$
 $P_{\text{ZU}} = 290 \text{ J/s}$
 $E_{\text{BM}} = 508,2 \text{ kcal} = 2127,3 \text{ kJ}$

ges.: h'

Lösung:

Für den Grundumsatz benötigte Energie

$$E_{\text{GU}} = P_{\text{GU}} \cdot t$$

1 P

$$E_{\text{GU}} = 75 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 5400 \text{ s}$$

$$E_{\text{GU}} = 405000 \text{ J} = 405 \text{ kJ}$$

1 P

Für den zusätzlichen Umsatz benötigte Energie

$$E_{\text{ZU}} = P_{\text{ZU}} \cdot t$$

$$E_{\text{ZU}} = 290 \frac{\text{J}}{\text{s}} \cdot 5400 \text{ s}$$

$$E_{\text{ZU}} = 1566000 \text{ J} = 1566 \text{ kJ}$$

1 P

Es verbleibt damit eine Energie von $E_{\text{LU}} = E_{\text{BM}} - E_{\text{GU}} - E_{\text{ZU}} = 156,3 \text{ kJ}$
(Leistungsumsatz) zum Klettern, also

1 P

$$h' = \frac{E_{\text{LU}}}{m \cdot g}$$

10. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2013/2014 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

$$h' = \frac{156300 \text{ J}}{120 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$$

$$\underline{\underline{h' = 132,8 \text{ m}}}$$

1 P

d) geg.: $t = 22,5 \text{ h} = 81000 \text{ s}$
 $P_{\text{GU}} = 75 \text{ J/s}$
 $E_{\text{BM}} = 2127,3 \text{ kJ}$

ges.: n (Anzahl Big Macs)

Lösung:

Zunächst wird errechnet, wie lange ein Big Mac den Grundumsatz aufrechterhalten kann.

$$t_{\text{BM}} = \frac{E_{\text{BM}}}{P_{\text{GU}}}$$

1 P

$$t_{\text{BM}} = \frac{2127300 \text{ J}}{75 \frac{\text{J}}{\text{s}}}$$

$$\underline{\underline{t_{\text{BM}} = 28364 \text{ s}}}$$

1 P

Die Anzahl der Big Macs für die 22,5 h ist dann

$$n = 81000 \text{ s} : 28364 \text{ s}$$

$$\underline{\underline{n = 2,86 \approx 3}}$$

1 P

Um in 1,5 h den Berg zu erklimmen und anschließend 22,5 h auf der faulen Haut zu liegen, müsste der Bergsteiger also 4 Big Macs essen.

1 P

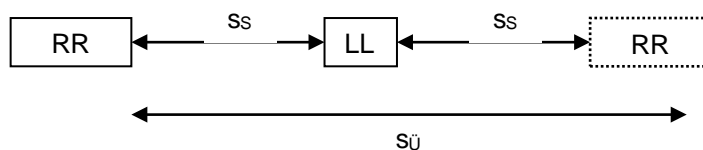
Insgesamt: 15 P

Aufgabe 4: Überholvorgang

geg.: $v_R = 110 \text{ km/h} = 30,56 \text{ m/s}$
 $l_R = 5,0 \text{ m}$
 $v_L = 60 \text{ km/h} = 16,67 \text{ m/s}$
 $l_L = 3,90 \text{ m}$
 $v_G = 70 \text{ km/h} = 19,44 \text{ m/s}$
 $s_S = 15 \text{ m}$ (Sicherheitsabstand)
 $s_W = 100 \text{ m}$ (Sichtweite)

ges.: a) $t_{\text{Ü}}$ (Überholzeit)
 b) Probe, ob $s_R + s_G < s_W$

Skizze:



10. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2013/2014 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

Lösung:

- a) Für den Überholvorgang kann angenommen werden, dass das Auto von Luise Langsam (LL) steht und sie von Rudi Raser (RR) mit der Geschwindigkeitsdifferenz der beiden PKW überholt wird.

$$\Delta v = v_R - v_L = 50 \text{ km/h} = 13,89 \text{ m/s} \quad 1 \text{ P}$$

Der Weg, den RR relativ gegenüber LL zurücklegen muss, ist dann

$$s_{\ddot{U}} = 2 \cdot s_S + l_R + l_L \text{ (Überholweg)} \quad 1 \text{ P}$$

$$s_{\ddot{U}} = 2 \cdot 15 \text{ m} + 5,0 \text{ m} + 3,9 \text{ m}$$

$$s_{\ddot{U}} = 38,9 \text{ m} \quad 1 \text{ P}$$

Die Überholzeit $t_{\ddot{U}}$ ergibt sich dann aus

$$t_{\ddot{U}} = \frac{s_{\ddot{U}}}{\Delta v} \quad 1 \text{ P}$$

$$t_{\ddot{U}} = \frac{38,9 \text{ m}}{13,89 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$\underline{\underline{t_{\ddot{U}} = 2,8 \text{ s}}} \quad 1 \text{ P}$$

- b) Während RR überholt, legt er in der Zeit $t_{\ddot{U}}$ den Weg s_R zurück. In derselben Zeit legt das entgegenkommende Fahrzeug den Weg s_G zurück. Damit RR überholen darf, muss die Summe dieser beiden Wege kleiner sein als die Sichtweite s_W .

$$s = s_R + s_G$$

$$s = v_R \cdot t_{\ddot{U}} + v_G \cdot t_{\ddot{U}} \quad 2 \text{ P}$$

$$s = 30,56 \text{ m/s} \cdot 2,8 \text{ s} + 19,44 \text{ m/s} \cdot 2,8 \text{ s}$$

$$\underline{\underline{s = 140 \text{ m}}} \quad 1 \text{ P}$$

Rudi Raser darf **nicht** überholen, da die Sichtweite um gut 40 m überschritten wird.

1 P

Insgesamt: 9 P

Aufgabe 5: Bademeister Bernd

geg: $t = 10 \text{ h} = 36.000 \text{ s}$

$h_S = 2,5 \text{ m}$

$h_P = 0,4 \text{ m}$

$E_0 = 18 \text{ MJ/m}^2$

$c = 4,186 \text{ kJ/kgK}$

$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$S = 950 \text{ W/m}^2$

ges: $\Delta\vartheta_s, \Delta\vartheta_p, p$ (abgestrahlter Prozentsatz)

Lös: $Q = E_0 \cdot A = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta \quad 2 \text{ P}$

Alternativ kann $Q = 18 \text{ MJ}$ verwendet werden, wenn klargestellt wird, dass man sich auf $A = 1 \text{ m}^2$ bezieht. Ohne explizite Klarstellung nur 1 Punkt.

$$m = \rho \cdot V$$

$$V = A \cdot h$$

2 P

$$E_0 \cdot A = \rho \cdot A \cdot h \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

10. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2013/2014 - Endrunde
Lösungen Klasse 8

$$\Delta\vartheta = \frac{E_0}{\rho \cdot c \cdot h}$$

Schwimmbecken: $\Delta\vartheta_s = \frac{18 \text{ MJ} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 4,186 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot 2,5 \text{ m}}$

$\Delta\vartheta_s = 1,72 \text{ K}$ 1 P

Planschbecken: $\Delta\vartheta_p = \frac{18 \text{ MJ} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}}{1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 4,186 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot 0,4 \text{ m}}$

$\Delta\vartheta_p = 10,75 \text{ K}$ 1 P

b) $E_{\text{Nutz}} = E_0 \cdot A$
 $E_{\text{Zu}} = S \cdot A \cdot t$ 2 P

Analog auch hier 1 von 2 P, wenn mit A bzw. den Einheiten „geschummelt“ wird.

$\eta = \frac{E_0 \cdot A}{S \cdot A \cdot t}$ Ansatz für η 1 P

$p = 1 - \eta$ für $p = 1 - \eta$ 1 P

$p = 1 - \frac{18 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}}{950 \text{ J} \cdot \text{m}^2 \cdot 36000 \text{ s}}$

$p = 47,37\%$ 1 P

Insgesamt: 11 P