18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2021/2022 – Endrunde

Lösungen der Klassenstufe 09

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) Im ersten Teilversuch (vorsichtiges Blasen) steigen nur im gering gefüllten Messbecher Blasen auf. Im zweiten Teilversuch (kräftiges Blasen) steigen in beiden Messbechern Blasen auf.	1
b) Luftblasen steigen erst auf, wenn der Druck im Blasrohr größer ist als der Schweredruck des Wassers über der Rohröffnung. Wenn man vorsichtig bläst, steigt nur Wasser im gering gefüllten Gefäß auf, weil hier der Schweredruck kleiner ist.	2
	Σ 3

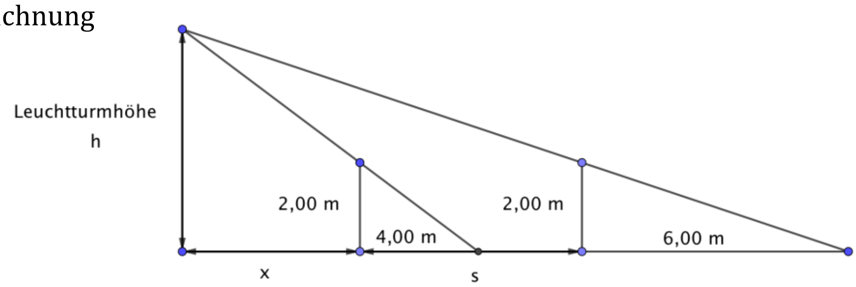
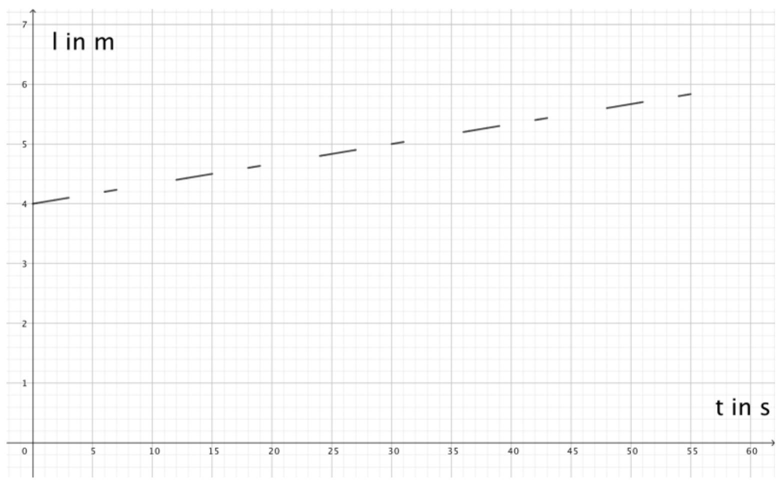
Aufgabe 2: Kühlschrank

Für den Druck im Innern nach dem Abkühlen gilt nach der Gasgleichung: $p_{\text{Kühl}} = p \cdot \frac{T_{\text{Kühl}}}{T} = 101300 \text{ Pa} \cdot \frac{279 \text{ K}}{293 \text{ K}} = 96459{,}7 \text{ Pa}$	2
Damit ergibt sich eine Kraft, die im Schwerpunkt der Tür angreift von $F_{\text{Schwerpunkt}} = \Delta p \cdot A_{\text{Tür}} = 4840{,}27 \text{ Pa} \cdot 0{,}5 \text{ m}^2 = 2420 \text{ N}$ Der Türgriff bildet zusammen mit den Scharnieren einen einseitigen Hebel, sodass das Hebelgesetz gilt: $F_{\text{Schwerpunkt}} \cdot l_{\text{Schwerpunkt}} = F_{\text{Griff}} \cdot l_{\text{Griff}}$	3
Damit ergibt sich für die Kraft am Griff: $F_{\text{Griff}} = F_{\text{Schwerpunkt}} \cdot \frac{l_{\text{Schwerpunkt}}}{l_{\text{Griff}}} = 2420 \text{ N} \cdot \frac{0{,}25 \text{ m}}{0{,}5 \text{ m}} = 1210 \text{ N}$	2
Wertung: Kraft wäre so groß, dass man den Kühlschrank nicht öffnen könnte.	1
	Σ 8

18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2021/2022 – Endrunde

<u>Lösungen der Klassenstufe 09</u>

Aufgabe 3: Leuchtfeuer

a) Die Entfernung der Beobachter spielt keine Rolle $t = \frac{\alpha}{360°} \cdot 12\ s$ Licht bzw. kein Licht; d. h. $30° \mathrel{\widehat{=}} 1\ s$	1
Lichtcode: Licht → L; kein Licht → D $1\ s\ L - 5\ s\ D - 3\ s\ L - 3\ s\ D - 1\ s\ L - 5\ s\ D - 2\ s\ L$	2
b) Zeichnung  	1
Strahlensatz: $\frac{4\ m}{2\ m} = \frac{4\ m + x}{h}$ und $\frac{6\ m}{2\ m} = \frac{6\ m + v \cdot t + x}{h}$; $mit:\ v \cdot t = 1\ \frac{m}{s} \cdot 60\ s = 60\ m$	2
Umstellen nach x und gleichsetzen ergibt: $2\ h - 4\ m = 3\ h - 66\ m$ Umstellen nach h: $\underline{\underline{h = 62\ m}}$	2
c) Ansatz über Strahlensatz: $\frac{l}{2{,}00\ m} = \frac{l + x}{h}$ $mit\ \ x = v \cdot t\ \ und\ \ h = 62\ m$ $\frac{62\ m \cdot l}{2\ m} = l + v \cdot t \ \rightarrow\ 31 \cdot l - l = v \cdot t$ $\rightarrow\ \underline{\underline{l(t) = \frac{v}{30} \cdot t\ \ oder\ l(t) = \frac{1}{30}\frac{m}{s} \cdot t}}$	3
d) Punkte auf - abschnittsweise lineare Funktion - richtige Achseneinteilung (auch von 120 s bis 180 s ist richtig)  	2
	Σ 13

Lösungen der Klassenstufe 09

Aufgabe 4: Elektrische Heizung

a) Für die niedrigste Heizstufe muss der Heizstrom am geringsten sein, sodass bei gleicher Spannung der Widerstand am größten sein muss. Das erreicht man mit der Reihenschaltung, wo gilt $R_{\text{ges}} = R_A + R_B$. Für die zweite Stufe muss man dann den größeren der beiden Widerstände nutzen. Wenn beide Widerstände gleich wären, wären auch die mittleren Heizstufen gleich, sodass man effektiv nur drei Stufen hätte und damit die Aufgabe verfehlt. Die Parallelschaltung ergibt den kleinsten Widerstand und damit den größten Heizstrom, sodass die vierte Stufe am meisten heizt.	2
b) Die Gleichung $k = 1 + \frac{1}{k}$ führt zu der quadratischen Gleichung $0 = k^2 - k - 1$, welche die Lösungen $k_{1/2} = \frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{5}}{2}$ hat.	2
Die negative Lösung entfällt, da k>0 sein muss laut Aufgabe.	1
Es ergibt sich für $P_3 = \frac{P_4}{k} = 1360$ W, $P_2 = \frac{P_4}{k^2} = 840$ W, $P_1 = \frac{P_4}{k^3} = 519$ W.	2
Aus $P_2 = \frac{U^2}{R_B}$ folgt $R_B = 63{,}0\ \Omega$ und aus $P_3 = \frac{U^2}{R_A}$ folgt $R_A = 38{,}9\ \Omega$	2
c) Es sei o.B.d.A. $R_A < R_B$.	
Aus $P_3 = k \cdot P_2$ folgt $\frac{U^2}{R_3} = k \cdot \frac{U^2}{R_2}$ zu $\frac{1}{R_A} = k \cdot \frac{1}{R_B}$ und damit $k = \frac{R_B}{R_A}$.	1
Außerdem gilt $P_2 = k \cdot P_1$, sodass aus $\frac{U^2}{R_2} = k \cdot \frac{U^2}{R_1}$ folgt,	1
dass $\frac{1}{R_B} = k \cdot \frac{1}{R_A+R_B}$ ist. Damit ist $k = \frac{R_A+R_B}{R_B} = \frac{R_A}{R_B} + 1 = 1 + \frac{1}{k}$.	1
	Σ 12

Aufgabe 5: Gespickter Eiswürfel

a) Er schwimmt, wenn seine Gesamtdichte kleiner ist, als die von Wasser:

$$\rho_{ges} = \frac{m_{ges}}{V_{ges}} \qquad m_{ges} = m_{Eis} + m_{Fe} = \rho_{Eis} \cdot V_{Eis} + \rho_{Fe} \cdot V_{Fe}$$

1

$$\rho_{ges} = \frac{\rho_{Eis} \cdot \left(a^3 - 4 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot r^3\right) + \rho_{Fe} \cdot 4 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot r^3}{a^3}$$

1

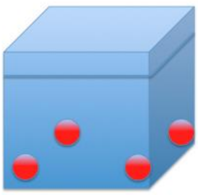
$$\rho_{ges} = \frac{0{,}92\ \frac{g}{cm^3} \cdot \left((10\ cm)^3 - 4 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot (0{,}5\ cm)^3\right) + 7{,}86\ \frac{g}{cm^3} \cdot 4 \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot (0{,}5\ cm)^3}{(10\ cm)^3}$$

1

$$\rho_{ges} = 0{,}9345\ \frac{g}{cm^3} \ < \ \rho_{H_2O} \ \rightarrow \ er\ schwimmt!$$

1

b)



Der Würfel schwimmt mit der Seite nach unten, an deren Ecken sich die Eisenkugeln befinden, da der Schwerpunkt des Körpers unterhalb der Körpermitte liegt. Die obere Fläche ist parallel zur Wasseroberfläche.

2

c) Kräfteansatz: $m_{Wasser} = Masse\ des\ vom\ Würfel\ verdrängten\ Wassers$

$$F_A = F_G \ \rightarrow \ m_{Würfel} \cdot g = m_{Wasser} \cdot g \rightarrow \ \rho_{ges} \cdot V_{Würfel} = \rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O}$$

1

$$V_{Würfel} = k^3 \ \ und \quad V_{H_2O} = k^2 \cdot h_{Eintauch} \rightarrow \ h_{Eintauch} = \frac{\rho_{ges} \cdot k^3}{\rho_{H_2O} \cdot k^2}$$

1

$$h_{Eintauch} = \frac{0{,}9345\ \frac{g}{cm^3}}{1\ \frac{g}{cm^3}} \cdot 10\ cm = 9{,}345\ cm$$

1

Die obere Würfelfläche befindet sich $10\ cm - 9{,}345\ cm = \underline{\underline{0{,}655\ cm}}$ über der Wasserfläche.

1

d) Beim Ablösen der Eisenkugeln vom schwimmenden Würfel sinkt der Wasserspiegel. Begründung: Solange die Eisenkugeln im Eiswürfel eingefroren sind, verdrängen sie so viel Wasser, wie sie selbst wiegen, also $V = \frac{m_{Fe}}{\rho_W} = \frac{\rho_{Fe} \cdot V_{Fe}}{\rho_W}$. Beim Ablösen und zu Boden sinken verdrängen die Eisenkugeln nur noch so viel Wasser, wie groß ihr Volumen ist. Dies ist weniger als die Wassermenge, die man benötigt um ihr Gewicht aufzuwiegen -> daher sinkt der Wasserstand.
Alternative: Wenn die Kugeln herausfallen, bewegt sich der Würfel nach oben und verdrängt nicht mehr so viel Wasser. Der Wasserstand sinkt.

2

Σ 12