

11. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2014/2015 - Endrunde
Lösungen Klasse 9

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 geht die Knete unter, im zweiten schwimmt sie.	1
b) Im ersten Teilversuch geht die Knete unter, weil ihre Dichte größer ist, als die von Wasser oder weil ihre Gewichtskraft größer als ihre Auftriebskraft ist. Im zweiten Teilversuch verdrängt sie durch ihre Form mehr Wasser, dadurch sind Auftriebskraft und Gewichtskraft gleich groß. oder: die Durchschnittsdichte von Knete und Luft ist kleiner als die von Wasser	1
	1
Σ 3	

Aufgabe 2: Beschleunigter Klotz

<p>a) $a = \frac{2s}{t^2}$ $a = 0,125 \frac{m}{s^2}$</p> <p>$v = a \cdot t$ $v = 0,25 \frac{m}{s}$ $E_{kin} = \frac{M}{2} v^2$ $E_{kin} = 19 \text{ mJ}$</p> <div style="text-align: center;"> </div>	1
	2
	1
<p>b) Das System wird durch eine Kraft beschleunigt, die der Differenz aus Zugkraft (am Wägestück) und der Reibungskraft (am Klotz) entspricht.</p> <p>Kraftansatz: $F = F_Z - F_R$ $(M + m) \cdot a = m \cdot g - \mu \cdot M \cdot g$</p> <p style="margin-left: 100px;">$\mu = \frac{m \cdot g - (M + m) \cdot a}{M \cdot g}$ $\mu = 0,32$</p> <p>oder</p> <p>Energieansatz: $E_{kin, System} + W_{R, Klotz} = E_{pot, Wägestück}$ $\frac{m + M}{2} v^2 + \mu M g s = m g h$</p> <p style="margin-left: 100px;">$\mu = \frac{2mgh - (m + M) \cdot v^2}{2Mgs}$ mit $h = s$ $\mu = \frac{m}{M} - \frac{(m + M) \cdot v^2}{2Mgs}$</p>	2
	2
Σ 8	

11. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2014/2015 - Endrunde
Lösungen Klasse 9

Aufgabe 3: Hohlkugel im Wasser

<p>a) Die Gewichtskraft des verdrängten Wassers ist bei der schwimmenden Kugel gleich der Gewichtskraft des Körpers aus Aluminium. Das bedeutet $m_{Al} \cdot g = m_W \cdot g$ bzw. $m_{Al} = m_W$. ($m_W = 261,8\text{g}$) Die Massen ersetzt mit $m = \rho \cdot V$, ergibt $\rho_{Al} \cdot V_{Al} = \rho_W \cdot V_W \dots (1)$.</p> <p>Volumen der hohlen Aluminiumkugel: $V_{Al} = V_a - V_i$, $V_{Al} = \frac{4}{3} \pi \cdot (r_a^3 - r_i^3)$.</p> <p>In (1) eingesetzt, entsteht für das als halbkugelförmig angenommene Volumen der verdrängten Flüssigkeit $\rho_{Al} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (r_a^3 - r_i^3) = \rho_W \cdot \frac{2}{3} \pi \cdot r_a^3$, $2 \cdot \rho_{Al} \cdot (r_a^3 - r_i^3) = \rho_W \cdot r_a^3$.</p> <p>Die Gleichung umgeformt nach r_i, wird zu $r_i = r_a \cdot \sqrt[3]{1 - \frac{\rho_W}{2 \cdot \rho_{Al}}}$.</p> <p>Damit beträgt der Innenradius der Kugel $r_i = 4,67\text{cm}$.</p> <p>Die Wandstärke d der Stahlkugel beträgt $d = r_a - r_i$, <u><u>$d = 3,3\text{mm}$</u></u>.</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>b) Die Masse der Aluminiumkugel mit dem unbekanntem Stoff m_x muss größer sein als die Masse des von der Kugel verdrängten Wassers $m_{Al} + m_x > m_W$.</p> <p>Es ist $\rho_{Al} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot (r_a^3 - r_i^3) + \rho_x \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r_i^3 > \rho_W \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot r_a^3$,</p> <p>$\rho_{Al} \cdot r_a^3 - \rho_{Al} \cdot r_i^3 + \rho_x \cdot r_i^3 > \rho_W \cdot r_a^3$, $\rho_x > \rho_{Al} - \frac{r_a^3}{r_i^3} \cdot (\rho_W - \rho_{Al})$</p> <p><u><u>$\rho_x = 0,614 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$</u></u>.</p> <p>Der unbekannte Stoff hat mindestens eine Dichte von $\rho_x = 0,614 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.</p> <p>oder $\rho_x = \frac{m_W}{V_i}$, $\rho_x = \frac{261,8\text{g}}{\frac{4}{3} \pi \cdot r_i^3}$</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>1</p>
$\Sigma 10$	

Aufgabe 4: Milchkafee

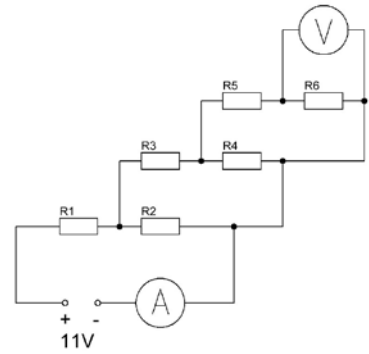
<p>Fall I: Da die Anteile von Kaffee und Milch gleich sind, beträgt die Mischungstemperatur zum Zeitpunkt $t = 0$ nach der Richmann'schen Mischungsregel:</p> <p>$\vartheta_{I_M} = \frac{90^\circ\text{C} + 6^\circ\text{C}}{2}$, <u><u>$\vartheta_{I_M} = 48^\circ\text{C}$</u></u>.</p> <p>Temperatur des Milchkafees nach 10 min: $\vartheta_{I_{10}} = 22^\circ\text{C} + 26^\circ\text{C} \cdot 0,85^{10}$,</p> <p><u><u>$\vartheta_{I_{10}} = 27,1^\circ\text{C}$</u></u></p>	<p>1</p> <p>2</p>
<p>Fall II: Die Temperatur des Kaffees nach 5 min: $\vartheta_{II_5} = 22^\circ\text{C} + 68^\circ\text{C} \cdot 0,85^5$,</p> <p><u><u>$\vartheta_{II_5} = 52,2^\circ\text{C}$</u></u></p> <p>Zugabe der Milch und Mischungstemperatur nach 5 min:</p> <p>$\vartheta_{II_M} = \frac{52,2^\circ\text{C} + 6^\circ\text{C}}{2}$, <u><u>$\vartheta_{II_M} = 29,1^\circ\text{C}$</u></u></p> <p>Temperatur des Milchkafees nach 10 min: $\vartheta_{II_{10}} = 22^\circ\text{C} + 7,1^\circ\text{C} \cdot 0,85^5$,</p>	<p>1</p> <p>1</p>

11. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt
Schuljahr 2014/2015 - Endrunde
Lösungen Klasse 9

<u>$\vartheta_{\text{II}_0} = 25,2^\circ\text{C}$</u>	1
Temperaturunterschied: <u>$\Delta T = 1,9\text{K}$</u>	1
Wenn man den Kaffee 5 Minuten stehen lässt und danach die Milch zugibt, kühlt der Milchkaffee mehr ab, als wenn man ihn sofort mit der Milch mischt. Der Temperaturunterschied beträgt $\Delta T = 1,9\text{K}$.	1
	$\Sigma 8$

Aufgabe 5: Widerstandsschaltung

Das nebenstehende Schaltbild entspricht dem Schaltbild in der Aufgabenstellung.	1
Die Widerstände R_4, R_5, R_6 können durch einen Ersatzwiderstand R_7 vertreten werden.	1
$R_7 = \frac{R_4 \cdot (R_5 + R_6)}{R_4 + (R_5 + R_6)}, \quad R_7 = \frac{100\Omega \cdot 150\Omega}{100\Omega + 150\Omega},$	2
$R_7 = \frac{15000\Omega^2}{250\Omega}, \quad \underline{\underline{R_7 = 60\Omega}}$	2
Die Widerstände R_2, R_3, R_7 können durch einen Ersatzwiderstand R_8 vertreten werden.	1
$R_8 = \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_7)}{R_2 + (R_3 + R_7)}, \quad R_8 = \frac{110\Omega \cdot 110\Omega}{110\Omega + 110\Omega}, \quad R_8 = \frac{110^2\Omega^2}{2 \cdot 110\Omega},$	2
<u>$R_8 = 55\Omega$</u>	2
a) Gesamtwiderstand: $R_{\text{ges}} = R_1 + R_8, \quad R_{\text{ges}} = 110\Omega$	1
Stromstärke: $I = \frac{U_{\text{ges}}}{R_{\text{ges}}}, \quad I = \frac{11\text{V}}{110\Omega}, \quad \underline{\underline{I = 100\text{mA}}}$	1
b) Bei einer Gesamtspannung von 11 V fallen an R_1 und R_2 dann jeweils 5,5 V ab. Diese Spannung an R_2 teilt sich entsprechend der Widerstände R_3 und R_7 auf, so dass an R_3 eine Spannung von $U_3 = 5,5\text{V} \cdot \frac{50}{110}, \quad \underline{\underline{U_3 = 2,5\text{V}}}$	1
und an R_7 eine Spannung von $U_7 = 5,5\text{V} \cdot \frac{60}{110}, \quad \underline{\underline{U_7 = 3\text{V}}}$	1
anliegt.	1
Die Spannung an $U_7 = U_4$ teilt sich nun wiederum an R_5 und R_6 im Verhältnis 1:2 auf. Somit liegt an R_5 eine Spannung von 1 V an und das Voltmeter zeigt an R_6 eine Spannung von <u>$U_6 = 2\text{V}$</u> an.	1
	$\Sigma 11$



Punktverteilung

Aufgabe	Punkte	Summe
1	3	
2	4+4=8	
3	6+4=10	
4	3+5=8	
5	5+2+4=11	40