

Aufgabe 1

1. Was ist Wärme? Wärme ist Energie. **Antwort:** Es ist die Bewegungsenergie von Atomen und Molekülen, welche sich frei bewegen oder in einem Festkörper zittern.
2. Was verändert sich bei einer Temperaturänderung? **Antwort:** Bei einer Temperaturänderung ändert sich die thermische Energie (Wärmeenergie) eines Systems bzw. die durchschnittliche Geschwindigkeit von Teilchen.
3. Wie verhalten sich die Temperatur T und das Volumen V in einem isobaren System zueinander? Stelle den Zusammenhang auch graphisch dar wie im Physik-Skript! **Antwort:** „Grundlagen der Physik“ Seiten 59/60 Isobare Zustandsänderungen / Gesetz von Gay-Lussac.
4. Wie verhalten sich der Druck p und die Temperatur T bei einem isochoren System zueinander? Stelle den Zusammenhang auch graphisch dar wie im Physik-Skript! **Antwort:** „Grundlagen der Physik“ Seite 60 Isochore Zustandsänderungen / Gesetz von Amontons.
5. Wie verhalten sich der Druck p und das Volumen V in einem isothermen System zueinander? Stelle den Zusammenhang auch graphisch dar wie im Physik-Skript! **Antwort:** „Grundlagen der Physik“ Seite 61 Isotherme Zustandsänderungen / Gesetz von Boyle-Mariotte.
6. Was ist der absolute Nullpunkt der Temperatur? **Antwort:** Am absoluten Nullpunkt der Temperatur, bei $0\text{ K} = -273,16^\circ\text{C}$, haben alle Teilchen keine Bewegungsenergie mehr. Sowohl die Wärme Energie Q als auch die Entropie S haben dann den Wert Null.
7. Was ist Entropie S ? **Antwort:** Die Entropie ist ein Maß für die thermodynamische Wahrscheinlichkeit eines Systems. D.h. diese Größe ist ein Maß dafür, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Zustand mit einer bestimmten Ordnung erreicht wird. Anschaulich ausgedrückt ist die Entropie ein Maß für die Ordnung oder Unordnung eines Systems. Eine größere Entropie bedeutet eine größere Unordnung und eine geringere Entropie eine höhere Ordnung.
8. Was sagt der erste Hauptsatz der Thermodynamik aus? **Antwort:** Grundlagen der Physik, Seite 64, Erster Hauptsatz der Thermodynamik (fettgedruckte Definitionen).
9. Was sagt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik aus? **Antwort:** Grundlagen der Physik, Seite 65, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik (fettgedruckte Definitionen).
10. Was sagt der dritte Hauptsatz der Thermodynamik aus? **Antwort:** Grundlagen der Physik, Seite 66, Dritter Hauptsatz der Thermodynamik (fettgedruckte Definitionen).

Aufgabe 2

Welche Wärmeenergie Q ist erforderlich, um $m = 3 \text{ kg}$ Wasser von $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$ auf $\vartheta_2 = 100^\circ\text{C}$ zu erhöhen. Die spezifische Wärmekapazität des Wassers beträgt $c = 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. Es gilt: $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ bzw. $\Delta Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$. Des Weiteren gilt: $T = \vartheta + 273$ und $\vartheta = T - 273$.

Lösung: $\Delta Q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1) = 3 \text{ kg} \cdot 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 80 \text{ K} = 1005,6 \text{ kJ}$

Aufgabe 3

Welche Masse m an Ethanol wurde erhitzt, wenn bei der Zufuhr der Wärmeenergie von $\Delta Q = 65 \text{ kJ}$ eine Erwärmung von $\Delta T = 15 \text{ K}$ festgestellt wurde. Die spezifische Wärmekapazität beträgt $c = 2,43 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. Formel aus Aufgabe 2!

Lösung: $m = \Delta Q / (c \cdot \Delta T) = 65 \text{ kJ} / (2,43 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 15 \text{ K}) = 1,78 \text{ kg}$

Aufgabe 4

Welche Mischungstemperatur ϑ_m stellt sich beim Mischen von $m_1 = 2 \text{ kg}$ Wasser mit einer Temperatur von 20°C und $m_2 = 3 \text{ kg}$ Wasser mit einer Temperatur von 50°C ein? $c_1 = c_2 = 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. Es gilt:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ab}} &= Q_{\text{auf}} \\ Q_{\text{ab}} &= c_2 \cdot m_2 \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_m) \quad \text{und} \quad Q_{\text{auf}} = c_1 \cdot m_1 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_1) \\ c_2 \cdot m_2 \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_m) &= c_1 \cdot m_1 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_1) \end{aligned}$$

Lösung:

$$\begin{aligned} \vartheta_m &= c_1 \cdot m_1 \cdot \vartheta_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot \vartheta_2 / c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2 = \\ 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 2 \text{ kg} \cdot 293 \text{ K} + 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 3 \text{ kg} \cdot 323 \text{ K} / (4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 2 \text{ kg} + 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 3 \text{ kg}) \\ &= 311 \text{ K} = 38^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Aufgabe 5

Wieviel kg Wasser mit einer Temperatur von $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$ muss zu $m_2 = 8 \text{ kg}$ Wasser mit einer Temperatur von $\vartheta_2 = 80^\circ\text{C}$ gegeben werden, um eine Mischungstemperatur von $\vartheta_m = 50^\circ\text{C}$ zu erhalten? Gesucht wird der Wert von m_1 . Formel bzw. Gleichung aus Ausgabe 5

Lösung:

$$m_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_m) / c_1 \cdot m_1 \cdot (\vartheta_m - \vartheta_1) = 4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 8 \text{ kg} \cdot 30 \text{ K} / (4,19 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} \cdot 30 \text{ K}) = 8 \text{ kg}$$

Aufgabe 6

Welches Volumen nimmt $5,5 \text{ mol}$ Sauerstoff bei einer Temperatur von $\vartheta = 20^\circ\text{C}$ und einem Druck von $p = 1000 \text{ hPa} = 10.000 \text{ N/m}^2$ ein. $R = 8,31 \text{ J/k}\cdot\text{mol}$. Es gilt: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Lösung: $V = n \cdot R \cdot T / p = 5,5 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/k}\cdot\text{mol} \cdot 293 \text{ K} / 10.000 \text{ N/m}^2 = 1,34 \text{ m}^3$

Aufgabe 7

Welchen Druck p erzeugt $n = 1$ mol Wasserstoff mit einem Volumen von $V = 2 \text{ m}^3$ bei einer Temperatur von $T = 293 \text{ K}$. Der Wert für R und die Gleichung aus Aufgabe 6!

Lösung: $p = nR \cdot T / V = 1 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/kmol} \cdot 293 \text{ K} / 2 \text{ m}^3 = 1217,42 \text{ N/m}^2$

Aufgabe 8

Welche Temperatur T hat $n = 10$ mol Kohlenstoffdioxid (CO_2) bei einem Druck von 100 N/m^2 und einem Volumen von 1 m^3 ? Der Wert für R und die Gleichung aus Aufgabe 6!

Lösung: $T = p \cdot V / nR = 100 \text{ N/m}^2 \cdot 1 \text{ m}^3 / (10 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J/kmol}) = 1,2 \text{ K}$

Aufgabe 9

Wieviel Mol Stickstoff sind vorhanden, wenn bei einem Druck von $p = 10.000 \text{ N/m}^2$ und einer Temperatur von 0°C ein Volumen von $0,0224 \text{ m}^3$ eingenommen werden? Gesucht wird der Wert von n . Der Wert für R und die Gleichung aus Aufgabe 6!

Lösung: $n = p \cdot V / R \cdot T = 10000 \text{ N/m}^2 \cdot 0,0224 \text{ m}^3 / (8,31 \text{ J/kmol} \cdot 273 \text{ K}) = 0,1 \text{ mol}$

Aufgabe 10

Nennen alle vier Aggregatzustände und bezeichne die Übergänge!

Antwort: Grundlagen der Physik, Seiten 66/67, 6.4 Phasenumwandlungen, Grafik in Bild 50.

Aufgabe 11

Was sagt die Anomalie des Wassers aus bzw. was ist das Besondere an Wasser?

Antwort: Wasser hat bei 4°C seine höchste Dichte. D.h. Wassereis hat eine geringere Dichte als flüssiges Wasser und schwimmt daher auf dem Wasser. In der Regel haben Stoffe im festen Zustand eine höhere Dichte als im flüssigen. Nur aufgrund dieser besonderen Eigenschaften des Wassers konnte sich das Leben auf der Erde entwickeln. Wasser ist für die Chemie des Lebens (Kohlenstoffchemie) besonders geeignet.

Aufgabe 12

Der berühmte bulgarische Ufo-Forscher Johannes von Buttlov behauptet eine Kältekammer zu besitzen, welche auf minus 4000°C abkühlen kann. Ist dies überhaupt möglich?

Antwort: Diese tatsächlich mal von jemand aufgestellte Behauptung ist natürlich falsch, da der absolute Nullpunkt bei $-273,16^\circ\text{C}$ liegt und dort alle Bewegungsenergie bzw. Bewegung zu Null wird. Eine weitere Abkühlung bzw. Temperatursenkung ist daher nicht möglich.

Aufgabe 13

Der berühmte bulgarische Mars-Forscher Johannes von Buttlov behauptet, er habe auf dem Mars einen See aus flüssigem Kohlenstoffdioxid entdeckt. Ein noch berühmterer Astrophysiker und Physiklehrer von der VHS, welcher namentlich ungenannt sein möchte, behauptet, dass sei nicht möglich! Wer von beiden hat Recht und warum hat derjenige Recht?

Antwort: Gefrorenes Kohlenstoffdioxid sublimiert direkt in den gasförmigen Zustand. Daher gibt es kein flüssiges CO_2 .

Aufgabe 14

Eine nicht näher benannte schöne Dame ist auf einer Bergtour im hohen Kaschmir-Gebirge und hätte gerne ein mittleres gekochtes Ei. Zu Hause benötigt der Physiklehrer hierfür drei Minuten. Nun fährt er mit dieser Dame im Rahmen einer Forschungsreise dieses Gebirge. Was wird der Physiklehrer im Gebirge beachten, damit das Ei dort genauso gekocht ist wie die Dame es gerne möchte?

Antwort: Der Physiklehrer ist natürlich Gentleman und Wissenschaftler. Da im hohen Gebirge der Luftdruck geringer ist, wird der Siedepunkt schon bei einer geringeren Temperatur erreicht. Grund der Siedepunkt ist erreicht, wenn der Dampfdruck des Wassers gleich dem äußeren Luftdruck wird. Bei einem geringeren Außendruck wird dies natürlich schon früher erreicht. Daher wird der Physiklehrer daher das Ei weniger als drei Minuten kochen und so die Damen angemessen bewirten. .

Aufgabe 15

Der Froschkönig ist sehr traurig! Die Temperatur liegt bei $v = -5^{\circ}\text{C}$ und das Wasser ist auch im Brunnen an der Oberfläche des Wasserspiegels bereits eingefroren. Eine nicht näher genannte junge Schülerin aus dem Realschulkurs spielt Ball und sieht das. Da bitte der Froschkönig, welcher ein verzauberter Physiklehrer ist, sie um Salz. Was kann der Froschkönig mit diesem Salz bewirken?

Antwort: Die Dame hat natürlich einen sehr guten Physiklehrer und weiß daher, dass gelöste Stoffe (z.B. Salze) in einem bisher reinen Stoff (z.B. Wasser) aufgrund der dann auftretenden zwischenmolekularen Kräfte den Gefrierpunkt bzw. Schmelzpunkt herabsetzen. D.h. Wasser friert bzw. schmilzt bereits bei einer Temperatur von unter 0°C . Mit dem Salz wird das bei -5°C eingefrorene Wasser wieder auftauen und der Froschkönig kann wieder in flüssigem Brunnenwasser wohnen. Aus Dankbarkeit gibt der Froschkönig der Dame einen Kuss, sie wird auch zu einer Froschkönigin und beide leben sehr glücklich bis zum Ende ihrer Tage in ihrem Königreich.