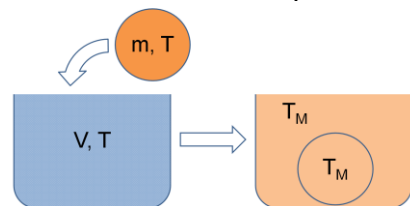


# Experimentalphysik für Bachelor-Studenten der Biochemie 2018/2019

## Blatt 14

- 116) (a) Schätzen Sie die Zahl der Luftmoleküle bei Raumtemperatur ( $20^{\circ}\text{C}$ , Normaldruck) in einem Raum ab, der 6 m lang, 4 m breit und 3 m hoch ist. ( $1.803 \times 10^{27}$ )  
(b) Wieviel Mol entspricht das? (2990 M)  
(c) Bestimmen Sie das Gewicht der Luft im Raum! (nehmen Sie ein Molgewicht von  $28.8 \text{ g/mol}$ ). (86.2 kg)  
(d) Welches Volumen würden diese Moleküle ausfüllen, wenn die Temperatur auf  $0^{\circ}\text{C}$  erniedrigt würde, aber der Druck konstant bliebe (isobare Prozessführung)? ( $67 \text{ m}^3$ ) Um wieviel Prozent ist das Volumen verringert? (7%)
- 117) Bestimmen Sie die Masse von Wasserdampf ( $130^{\circ}\text{C}$ ), die notwendig ist, um 200 g Wasser in einem 100 g schweren Becherglas von  $20^{\circ}\text{C}$  auf  $50^{\circ}\text{C}$  zu erhitzen! (Hinweis: spezifische Wärmekapazität Glas  $837 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ , spezifische Wärmekapazität flüssiges Wasser  $4190 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ , spezifische Wärmekapazität Wasserdampf  $6030 \text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ , latente Wärme des Phasenübergangs gas/flüssig von Wasser:  $2\,260\,000 \text{ J/kg}$ ). (10.9 g)  
(a) Wann gibt der Wasserdampf die meiste Energie ab? Beim Abkühlen, kondensieren oder beim Abkühlen des heißen Wassers?  
(b) Verbraucht das aufzuheizende Wasser mehr Energie oder der mitaufgeheizte Glasbehälter?
- 118) Ein Cowboy schießt mit einer Silberkugel (Masse  $2.0 \text{ g}$ ) in die Holzwand eines Saloons. Die Silberkugel verläßt die Pistole mit einer Geschwindigkeit von  $200 \text{ m/s}$ . Nehmen Sie an, daß beim Aufprall alle kinetische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird! Nehmen Sie weiterhin an, daß die Wärmeenergie bei der Kugel bleibt, und nicht auf das Holz übertragen wird. (Hinweis: spezifische Wärme Ag  $244 \text{ J/kg K}$ , Pb  $128 \text{ J/kg K}$ , Holz  $1700 \text{ J/kg K}$ ).  
(a) Um wieviel Grad erhöht sich die Temperatur der Silberkugel? ( $85.5^{\circ}\text{C}$ )  
(b) Nun gehen dem Cowboy die Silberkugeln aus, und er schießt mit einer Bleikugel. Bestimmen Sie die Temperaturerhöhung der Bleikugel! ( $157^{\circ}\text{C}$ )
- 119) Betrachten Sie zwei gleich große Körper ( $T_1 = 273 \text{ K}$ ,  $T_2 = 373 \text{ K}$ ), die in Kontakt gebracht werden. Nehmen Sie an, Körper 1 und 2 seien jeweils  $1 \text{ kg}$  flüssiges Wasser. Bestimmen Sie die Temperatur der Mischung im Gleichgewicht? ( $323 \text{ K}$ )?
- 120) Ein beliebtes experimentelles Verfahren zum Bestimmen der Wärmekapazität eines Stoffes, ist die Kalorimetrie. Hierbei wird ein Wasserbad bekannten Volumens verwendet und der Stoff, der vermessen werden soll, zunächst gewogen, dann auf eine festgelegte Temperatur erhitzt und anschließend in das Wasserbad geworfen, wo die Temperaturerhöhung des Wassers gemessen wird. Anschließend kann aus der Mischtemperatur, die sich einstellt, die Wärmekapazität (bezüglich Masse) des Stoffes bestimmt werden. Es soll die Wärmekapazität von Marmor bestimmt werden. Dazu wird ein Block Marmor ( $m = 2,5 \text{ kg}$ ) zunächst auf  $T_{\text{Marmor}} = 85,0^{\circ}\text{C}$  erhitzt und anschließend in ein Wasserbad von 10 Liter Wasser mit Temperatur  $T_{\text{H}_2\text{O}} = 20,0^{\circ}\text{C}$  geworfen. Es bildet sich nun ein thermisches Gleichgewicht mit Mischtemperatur  $T_{\text{M}} = 23,25^{\circ}\text{C}$ . Berechnen Sie die spezifische Wärmekapazität von Marmor. (Hinweis: spezifische Wärmekapazität von Wasser:  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,186 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ) (0.88  $\text{kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ).



- 121) 1 mol ideales Gas wird bei einer konstanten Temperatur von  $0.0^{\circ}\text{C}$  gehalten, während es von  $3.0\text{ L}$  auf  $10.0\text{ L}$  bei Normaldruck expandiert wird.
- (a) Welche Arbeit wird an dem Gas geleistet? ( $-2700\text{ J}$ )
  - (b) Bestimmen Sie die Wärmeenergie, die dem idealen Gas zugeführt wird! ( $2700\text{ J}$ )
  - (c) Nun soll das Gas bei denselben Anfangsbedingungen isobar expandieren. Wieviel Arbeit wird an dem Gas geleistet? ( $-5300\text{ J}$ ).
- 122) Julius Robert von Mayer formulierte als einer der ersten den 1. Hauptsatz der Thermodynamik. Wenn Bewegungsenergie sich in Wärmeenergie verwandelt, müsste Wasser durch Schütteln zu erwärmen sein. Mayer konnte nicht nur diesen Nachweis führen, sondern bestimmte auch den quantitativen Faktor der Umwandlung, das Mechanische Wärmeäquivalent. Die folgende Aussage stammt aus Mayers Aufsatz *Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur* (Justus von Liebig's *Annalen der Chemie und Pharmazie*, 1842, Maiheft): „Die Erwärmung einer gegebenen Menge Wasser von  $0^{\circ}\text{C}$  auf  $1^{\circ}\text{C}$  entspricht dem Sturz derselben Menge Wasser aus einer Höhe von  $365\text{ m}$ “. Überprüfen Sie diese Aussage mit dem heutigen Wissen! ( $14\%$  zu klein)
- 123) Flüssiges Helium hat eine sehr niedrige Siedetemperatur,  $4.2\text{ K}$ , und eine sehr niedrige Verdampfungswärme,  $2.09 \times 10^4\text{ J/kg}$ . Wärmeenergie wird dem flüssigen He mit einem Heizgerät (Leistung  $10\text{ W}$ ) zugeführt, bis  $1\text{ kg}$  He verdampft ist. Wie lange dauert das? ( $35\text{ min}$ )
- 124) Eine periodisch arbeitende Maschine nimmt während eines Zyklus  $2\text{ kJ}$  Wärmeenergie von einem heißen Reservoir auf, dem kalten Reservoir werden  $1.5\text{ kJ}$  abgegeben.
- (a) Bestimmen Sie die Effizienz der Maschine ( $25\%$ )
  - (b) Wieviel Arbeit leistet die Maschine in einem Zyklus ( $500\text{ J}$ )?
  - (c) Nehmen Sie an, die Maschine führt  $2000$  Umdrehungen pro Minute (rpm, revolutions per minute) durch. Welche Leistung hat die Maschine ( $17\text{ kW}$ )
- 125) Eine Dampfmaschine hat einen Kocher, der bei  $500\text{ K}$  operiert. Die Energie des verbrannten Treibstoffs verändert Wasser zu Dampf, und der Dampf treibt dann den Kolben. Das kalte Reservoir ist die Umgebung, mit einer Temperatur von ungefähr  $300\text{ K}$ . Was ist die maximal mögliche Effizienz der Maschine? ( $40\%$ ) Nehmen Sie an, Sie wollen die Effizienz der Maschine erhöhen. Dazu wird die Temperaturdifferenz zwischen heißem und kaltem Reservoir um  $\Delta T$  erhöht. Steigt die Effizienz mehr, wenn Sie  $T_{\text{kalt}}$  um  $\Delta T$  erniedrigen, oder wenn Sie  $T_{\text{heiß}}$  um  $\Delta T$  erhöhen?