

1) a) Wie verändern sich die Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeits-Verteilungskurven mit Erhöhung der Temperatur einerseits und der molaren Masse M andererseits? Unter welcher Bedingung bleiben die jeweiligen Flächen unter den Kurven gleich groß?

b) Wie verändert sich die Geschwindigkeit der Gasteilchen im Allgemeinen auf der Basis der kinetischen Gastheorie mit (1) Erhöhung von T und (2) Erhöhung von M ?

c) Welche Temperatur (1) und kinetische Energie (2) hat ein Wasserstoffgas, dessen Moleküle sich mit der mittleren Geschwindigkeit $\bar{v} = 1692 \text{ m/s}$ bewegen? Hinweis: \bar{v} erst in $\sqrt{v^2}$ umrechnen, dann quadrieren. (270,4 K; 3,37 kJ/mol)

2) Zeigen Sie mathematisch, dass der reale Druck $p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$ nach van der Waals eine Zustandsfunktion darstellt, also die Änderung des Drucks von der Reihenfolge der Änderungen der beiden Variablen T und V_m unabhängig ist. (Ergebnis jeweils: $-R/(V_m - b)^2$)

3) Es werden 80 g Helium bei 296 K auf ein Volumen von 20 L komprimiert. Wie groß ist der Druck **p a)** unter idealen und **b)** unter realen Bedingungen? $M(\text{He}) = 4 \text{ g/mol}$; $a = 3,44 \text{ kPa L}^2 \text{ mol}^{-2}$; $b = 0,0237 \text{ L/mol}$. (24,16 und 25,17 bar)

c) Wie erklären Sie sich die Ergebnisse im Hinblick auf die Boyle-Temperatur von Helium und wie sieht im Prinzip das pV_m - p -Diagramm des Heliums bei 296 K aus? (17,46 K)

4) Der kritische Druck von Chlorwasserstoff beträgt 8410 kPa und die kritische Temperatur 324 K. Berechnen Sie damit **a)** die van-der-Waals Konstanten, **b)** das kritische Molvolumen $V_{m,k}$ und **c)** die kritische Dichte $\rho_k = M/V_{m,k}$. $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$ ($a = 364 \text{ kPa L}^2 \text{ mol}^{-2}$; $b = 0,040 \text{ L mol}^{-1}$; $V_{m,k} = 0,12 \text{ L mol}^{-1}$; $\rho_k = 0,304 \text{ g/mL}$)

5) Berechnen Sie für eine Masse von 1500 kg Ammoniakgas, die sich in einem Behälter mit dem Volumen von 25 m³ befindet und eine Temperatur von 450 °C aufweist, den Behälterdruck $p(\text{NH}_3)$ mit den Konstanten $a = 4,42 \text{ L}^2 \text{ bar mol}^{-2}$ und $b = 0,0373 \text{ L mol}^{-1}$ sowie $M(\text{NH}_3) = 17,04 \text{ g mol}^{-1}$. (188,91 bar)

6) Die zwischenmolekularen Anziehungskräfte sind eine Druckgröße und werden auch als Binnendruck $p_B = \frac{a}{V_m^2}$ bezeichnet. Auch von Flüssigkeiten ist die Berechnung von p_B möglich. Wie groß ist der Binnendruck von Wasser bei 4 °C mit der Dichte ρ von 1,0 g/mL mit $a(\text{H}_2\text{O}) = 551,2 \text{ kPa L}^2 \text{ mol}^{-2}$? Hinweis: Zeigen Sie, dass V_m (Flüssigkeit) = M/ρ in L/mol ist. (1,7 GPa)