

Übungen zur Vorlesung "Physikalische Chemie 1" Zustandsgrößen/Ideale und Reale Gase

6. Zustandsgrößen

- Die Dichte einer gasförmigen Verbindung bei 330 K und 20 kPa beträgt 1,23 g/l. Wie groß ist die Molmasse der Verbindung?
- Gegeben sei die Dichte von Luft bei 0,987 bar und 27 °C mit 1,146 g/l. Berechnen Sie den Molenbruch und den Partialdruck von Stickstoff bzw. Sauerstoff unter der Annahme, dass Luft nur aus diesen beiden Gasen besteht.

7. Thermische Zustandsgleichung

Ein Ballon sei bei Zimmertemperatur (25 °C) mit drei Mol eines (idealen) Gases gefüllt. Der Ballon werde zur Vereinfachung als Kugel mit einem Radius von 20 cm betrachtet. ($R = 8,314472 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$)

- Wie groß ist der Druck im Ballon? Welches Gesetz?
- Welches Volumen stellt sich nach einer isobaren Kompression durch eine Abkühlung um 20 K ein? Welches Gesetz?
- Nun werde der Ballon isotherm komprimiert (bspw. durch Tauchen in ein 5 °C kaltes tiefes Gewässer), woraufhin sich der Radius des Ballons auf 15 cm reduziert. Um welchen Faktor ist der Druck im Ballon nun höher als der Normalluftdruck ($p_{\text{norm}} = 1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$)? Welches Gesetz?

8. Van-der-Waals-Gleichung

Die Näherungen des Idealen Gasgesetzes sind für reale Gase meistens nicht mehr gültig. Für reale Gase muss das Eigenvolumen berücksichtigt werden, sowie die attraktive, intermolekulare Wechselwirkung zwischen den Gasteilchen. Eine Möglichkeit um reale Gase zu beschreiben ist die Van-der-Waals-Gleichung:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

mit den Parametern a und b. Der Term a wird als Kohäsionsdruck oder Binnendruck bezeichnet und ist Maß für die intermolekulare Wechselwirkung zwischen den Gasteilchen, während b als Kovolumen bezeichnet wird und das molare Volumen V_m um das Eigenvolumen der Gasteilchen korrigiert. Die Werte für a und b werden in der Regel experimentell bestimmt und sind je nach betrachtetem Gas unterschiedlich.

- Kritisches Molares Volumen: Bestimmen Sie die erste und zweite Ableitung der Van-der-Waals-Gleichung nach V_m . Setzen Sie beide Ableitungen gleich Null und lösen Sie jeweils nach T auf. Beide Ausdrücke für T können Sie nun gleichsetzen und nach V_m auflösen.
- Die kritischen Größen von Ethan sind $p_{\text{krit}} = 48,2 \text{ atm}$, $V_{\text{krit}} = 148 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$ und $T_{\text{krit}} = 305,4 \text{ K}$. Zu bestimmen sind die van-der-Waals-Koeffizienten des Gases und der Radius seiner Moleküle.

9. Ideales und reales Gas

Welcher Druck wird von 1 mol C_2H_6 bei 273,16 K in einem Volumen von 22,414 dm³ bzw. bei 1000 K in einem Volumen von 100 cm³ ausgeübt, wenn das Gas (a) ideales, (b) van-der-Waals'sches Verhalten zeigt? Die van-der-Waals-Koeffizienten betragen dabei $a = 5,07 \text{ dm}^6 \text{ atm mol}^{-2}$ und $b = 6,51 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.