

# Übungsaufgaben zur Vorlesung Physikalische Chemie I – Thermodynamik

PD Dr. Patrick Weis, Rebecca Kelting

Blatt 1

WS 2010/11

## Ideale und reale Gase:

Häufig wird zur Beschreibung von Gasen die ideale Gasgleichung ( $pV = nRT$  oder  $pV_m = RT$  mit dem molaren Volumen  $V_m$ ) als Näherung verwendet. Ein reales Gas wird jedoch besser durch die so genannte van-der-Waals-Gleichung

$$\left( p + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

beschrieben, wobei die Konstanten  $a$  und  $b$  stoffspezifisch sind.

Die Virialgleichung ist ein weiterer Ansatz, um das Verhalten realer Gase zu beschreiben, sie lautet

$$pV_m = RT \left( 1 + \frac{B(T)}{V_m} + \frac{C(T)}{V_m^2} + \dots \right)$$

mit den temperaturabhängigen Konstanten  $B$  und  $C$ .

## **Aufgabe 01 (Tutorium)**

Partielle Ableitungen stellen ein wichtiges Hilfsmittel der Thermodynamik dar. Berechnen Sie die

partiellen Ableitungen  $\left( \frac{\partial p}{\partial V_m} \right)_T$  sowie  $\left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_{V_m}$  für

- das ideale Gasgesetz,
- die van-der-Waals-Gleichung sowie
- die Virialgleichung.

## **Aufgabe 02 (Tutorium)**

Zeigen Sie am Beispiel des idealen Gasgesetzes, dass der Druck eine Zustandsfunktion ist.

## **Aufgabe 03 (Übung)**

Ein Heißluftballon (Volumen  $3500 \text{ m}^3$ , Masse  $300 \text{ kg}$  inklusive Zuladung) startet an einem Sommertag ( $27^\circ\text{C}$ ) zu seinem Rundflug in  $5 \text{ km}$  Höhe.

- Um wie viel Grad Celsius muss die Luft in dem Ballon erwärmt werden, damit er abhebt? Betrachten Sie hierzu die Gewichtskraft des Gesamtsystems sowie den Auftrieb der Luft.
- Wäre die notwendige Temperaturdifferenz im Winter ( $0^\circ\text{C}$ ) kleiner?

Behandeln Sie die Luft als ideales Gas.

Bitte Rückseite beachten!  $\longrightarrow$

#### Aufgabe 04 (Übung)

Betrachtet werden 0,15 kg Xenon ( $M = 131 \text{ g mol}^{-1}$ ) in einem Gefäß von  $1 \text{ dm}^3$  bei  $25^\circ\text{C}$ .

- Kann ein Druck von 25 bar erreicht werden, wenn ideales Verhalten vorausgesetzt wird?
- Welcher Druck ergäbe sich für Xenon als van-der-Waals Gas? Die Konstanten betragen für Xenon  $a = 4,250 \text{ dm}^6 \text{ bar mol}^{-2}$  und  $b = 5,105 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ .

#### Aufgabe 05 (Übung)

Rechnen Sie die van-der-Waals Gleichung in die Virialgleichung um und geben Sie B und C in Abhängigkeit der Parameter a und b der van-der-Waals Gleichung an.

Hinweis: Verwenden Sie die Potenzreihenentwicklung von  $1/(1-x)$  für  $|x| < 1$ :

$$\frac{1}{1-x} \cong 1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + \dots$$