

ÜBUNGSAUFGABEN (XII)

(Besprechung Donnerstag, 26.01.17)

Aufgabe 1: (5 Punkte)

Die molare Masse des Gases Kohlenstoffdioxid ist deutlich größer als die von Luft. Warum sinkt es dann nicht im Gravitationsfeld zu Boden? Betrachten Sie dazu zwei ideale Gase A und B mit molarer Massendifferenz $\Delta M = M_A - M_B > 0$ und gleicher Molzahl n , die in einem Quader der Höhe $h = 1$ km eingeschlossen sind. Die Gase können in den Extremfällen entweder vollständig vermischt (Zustand 1) oder bzgl. der Höhe vollständig getrennt sein (Zustand 2). Berechnen Sie die Energiedifferenz ΔU und die Entropiedifferenz ΔS dieser beiden Zustände im Gravitationsfeld der Erde bei konstanter Temperatur $T = 300$ K (Wärmebad). Bestimmen Sie dann mit Hilfe der freien Energie F den Minimalwert von ΔM , für den das schwerere Gas A im thermodynamischen Gleichgewicht zu Boden sinkt, die Gase also separiert werden.

Hinweise: Nehmen Sie einfachheitshalber an, dass der Druck P im Behälter konstant und somit unabhängig von der Höhe im Gravitationsfeld ist. Zur Bestimmung der potentiellen Energie der Gase reicht es, ihre Schwerpunkte zu betrachten.

Aufgabe 2: (5 Punkte)

Die innere Energie $U(T, V)$ eines realen Gases ist im Gegensatz zu der eines idealen Gases auch abhängig vom Volumen V .

- Benutzen Sie $U(T, V)$ sowie die Van-der-Waalsche Zustandsgleichung, um die Entropie $S(T, V)$ eines realen Gases aus $dU = T dS - P dV$ abzuleiten.
- Das reale Gas werde expandiert, indem unter thermischer Isolation sein ursprüngliches Volumen V_1 durch Entfernen einer Scheidewand zu einem leeren Gefäß auf $V_2 = V_1 + \Delta V$ vergrößert wird (vgl. Vorlesung: irreversible adiabatische Expansion idealer Gase). Zeigen Sie, dass diese Expansion bei realen Gasen immer zu einer Temperatursenkung führt ($\Delta T < 0$). Berechnen Sie ΔT für ein Mol N_2 ($a = 0.14 \text{ Pa m}^6/\text{mol}^2$) und $\Delta V/V_1 = 1$ bei den Ausgangsbedingungen $T_1 = 293$ K und $V_1 = 24 \text{ dm}^3$.

Aufgabe 3: (4 Punkte)

CO_2 hat eine Inversionstemperatur von $T_i = 1798$ K. Bestimmen Sie für CO_2 die Koeffizienten a und b in der Van-der-Waals-Gleichung aus folgenden Messdaten: $n = 1$ mol, $V = 1 \text{ m}^3$, $T = 100$ K, $P = 831.12$ Pa.