Übungsblatt 4 für den 29.05.2009
Einführung in die Physikalische Chemie (PC 0)

Prof. Dr. Guido Germano

1. Ein ideales Gas hat bei $T_1 = 300\,\mathrm{K}$ und $P_1 = 10{,}6\,\mathrm{kPa}$ das Volumen $V_1 = 1\,\mathrm{m}^3$ und expandiert auf ein Volumen $V_2 = 50\,\mathrm{m}^3$.

   (a) Berechnen Sie die Stoffmenge n.

   (b) Berechnen Sie den Enddruck P_2 und die geleistete Arbeit $-W_{12}^{\mathrm{rev}}$, wenn die Expansion reversibel und isotherm verläuft.

   (c) Berechnen Sie den Enddruck P_2' und die geleistete Arbeit $-W_{12'}^{\mathrm{rev}}$, wenn der Prozess reversibel und adiabatisch verläuft.

   (d) Warum ist $P_2' < P_2$ und $-W_{12'}^{\mathrm{rev}} < -W_{12}^{\mathrm{rev}}$?

   (e) Berechnen Sie die geleisteten Arbeiten W_{12}^{irr} und $W_{12'}^{\mathrm{irr}}$, wenn die Prozesse irreversibel verlaufen, indem der Druck ruckartig von P_1 auf P_2 bzw. P_2' verringert wird.

   (f) Zeichnen Sie die zwei reversiblen und die zwei irreversiblen Verläufe in einem PV-Diagramm und benennen Sie die Kurvenabschnitte.

2. (a) (Atkins 2.32) Berechnen Sie den Ausdehnungskoeffizienten α, den Spannungskoeffizienten β und den isothermen Kompressibilitätskoeffizienten κ_T für ein van-der-Waals-Gas.

   Die Definitionen dieser Größen finden Sie in Aufgabe 2.2. Da es schwierig ist, die Zustandsgleichung als Funktion $V(T)$ oder $V(P)$ aufzulösen, benutzen Sie für α und κ_T die Beziehungen

$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P^{-1}, \qquad \kappa_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T^{-1}.$$

   (b) Zeigen Sie, dass man für $a = 0,\ b = 0$ die in Aufgabe 2.2 berechneten Werte für ein ideales Gas erhält.

   (c) (Atkins 2.35) Benutzen Sie die Gleichung

$$C_{P,m} - C_{V,m} = \frac{\alpha^2 T V_m}{\kappa_T}$$

   um den Unterschied der molaren Wärmekapazitäten bei konstanten Druck und bei konstantem Volumen für ein van-der-Waals-Gas zu bestimmen.

   (d) Zeigen Sie, dass man für $a = 0,\ b = 0$ die Mayersche Relation

$$C_{P,m} - C_{V,m} = R$$

   für ein ideales Gas erhält.