Prof Dr. R. Kree — Sommersemester 2002
Dr. A. Hartmann — Blatt 7

Übungen zur Thermodynamik und Statistik

Abgabe am Montag, den 10. Juni 2002, 11:00 Uhr (Übungskästen)

Aufgabe 17: Stefan-Boltzmann Gesetz (14 Punkte)
Betrachten Sie den schwarzen Strahler mit kalorischer Gleichung $U(T,V) = V\epsilon(T)$ und $p = \frac{1}{3}\epsilon(T)$.

a. Zeigen Sie zunächst, dass für $U = U(T,V)$ in einem abgeschlossenem System bei reversiblen Prozessen gilt: — 4 Punkte

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p.$$

TIP: starten Sie mit $TdS(=\delta Q) = dU - pdV$ (hier $S = S(T,V)$), berechnen Sie dS, setzten Sie die Definition für dU ein, und verwenden Sie, dass 1. dS und 2. dU totale Differentiale sind.

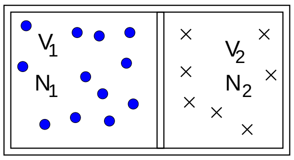
b. Zeigen Sie mit dem Ergebnis von a), dass $\epsilon(T) = \sigma T^4$. — 2 Punkte

c. Zeigen Sie unter Verwendung von b) aus $T\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$ und $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$ durch Integration und Verwendung des 3. Hauptsatzes zunächst $S(T,V) = \frac{4}{3}\sigma T^3 V$ und berechnen Sie damit das TD Potential $U(S,V)$ — 4 Punkte

d. Berechnen Sie die freie Energie $F(T,V)$. — 2 Punkte

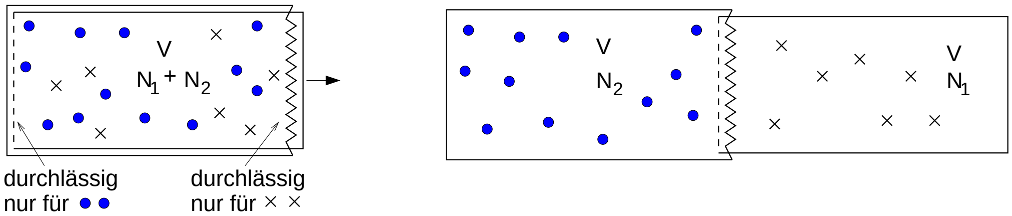
e. Berechnen Sie die Enthalpie $G(T,p)$. — 2 Punkte

Aufgabe 18: Mischungsentropie (12 Punkte)
Betrachten Sie zwei verschiedene *ideale* Gase, die aber gleiche spez. Wärme c_V haben. Die Gase werden beschrieben durch die Zustandsgleichungen $p_iV_i = N_ik_BT_i$ und die kalorischen Gleichungen $U_i(T) = N_ic_VT$. Die Gase befinden sich in einem isolierten Behälter mit Volumen $V = V_1 + V_2$ durch eine Wand voneinander getrennt bei gleichem Druck p und gleicher Temperatur T.



a. Nun werde die Wand herausgezogen. Welche Arbeit ΔW wird geleistet, wie ist der Wärmeaustausch ΔQ? Wie ändern sich U, T, p? Was wissen Sie über die Entropieänderung ΔS? Ist der Prozess reversibel? — 3 Punkte

Um die Entropieänderung ΔS zu berechnen werden nun reversible Ersatzprozesse betrachtet (in umgekehrter Richtung). Dazu sei der Behälter in zwei ineinander geschobene Behälter aufgeteilt, die durch zwei jeweils nur für eine Teilchensorte durchlässige Wand miteinander verbunden sind.



b. Die Behälter werden nun quasistatisch adiabatisch auseinander gezogen (siehe Bild). Was ergibt sich für $\Delta W, \Delta Q, U, T, p, \Delta S$? 3 Punkte

c. Nun werden beide Teilbehälter jeweils quasistatisch *isotherm* komprimiert, um in den oben dargestellten Ausgangszustand zu gelangen. Was ergibt sich für $\Delta W, \Delta Q, U, T, p, \Delta S$? 3 Punkte

d. Was ist also die Entropieänderung für Teil a)? Was ergibt sich, wenn Sie annehmen, dass beide Teilchensorten gleich sind? Wie erklären Sie sich das Ergebnis? 3 Punkte

Hinweis: Bitte achten Sie darauf, dass Ihre Lösungen stets mit Ihrem **Namen** und mit **Name des Leiters und Nummer Ihrer Übungsgruppe** beschriftet und zusammengeheftet sind. Werfen Sie die Lösungen am Montag jeweils bis spätestens 11:00 Uhr in die dafür bestimmten Kästen ein! Die Kästen werden um diese Zeit geleert, und die Lösungen unmittelbar an die Leiter der einzelnen Übungsgruppen weitergegeben. Senden Sie bis zum gleichen Zeitpunkt Ihre erstellten Programme per E-Mail an Ihren Betreuer.