

Statistische Physik - Theorie der Wärme
(PD Dr. M. Falcke)

Übungsblatt 11: Erdatmosphäre, Dampfdruck, Lösungen

Aufgabe 1

(5 Punkte)

Man berechne für die Erdatmosphäre, wie der Druck von der Höhe abhängt. Bei welcher Höhe endet die Erdatmosphäre?

Hinweis

Man betrachte die ruhenden Massenelemente der Luft als thermodynamische Systeme, für die die Gibbs'sche Fundamentalgleichung in der Form $Td\hat{s} = d\hat{u} + p d\hat{v}$ gilt. Hier bezeichnen \hat{s} , \hat{u} usw. spezifische, also auf die Masseneinheit bezogene Größen. Die Erdatmosphäre kann als ideales Gas betrachtet werden, wobei die Anzahl f der Freiheitsgrade der Luftmoleküle gleich 5 ist (d.h. $pV = NkT$ und $U = (f/2)NkT$). Bringen Sie die Zustandsgleichungen in eine spezifische Form und rechnen Sie adiabatisch ($d\hat{s} = 0$). Verwenden Sie die Eulergleichung für eine Flüssigkeit in einem homogenen Gravitationsfeld

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{\nabla} p = -\rho g \hat{z},$$

um $p(z)$ (unter Verwendung der thermischen Zustandsgleichung) zu berechnen.

Druck und Dichte am Erdboden sind: $p_0 = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ und $\rho_0 = 1.2928 \text{ kgm}^{-3}$.

Aufgabe 2

(2 Punkte)

Eine Flüssigkeit befinde sich im Gleichgewicht mit ihrem Dampf, wobei in der flüssigen wie in der gasförmigen Phase die gleiche Anzahl von Teilchen sein sollen. Berechnen Sie den Dampfdruck der Flüssigkeit als Funktion der Temperatur unter der Annahme, dass die Verdampfungswärme nicht von Temperatur und Druck abhängt und dass sich der Dampf wie ein ideales Gas verhalte.

Aufgabe 3

(3 Punkte)

Eine Lösung bestehe aus N_f wasserähnlichen und N_g darin gelösten Molekülen, wobei $N_f \gg N_g$ gelte. Der gelöste Stoff verschiebt das chemische Potential der Lösung gemäß

$$\mu_f(P, T, X_f) = \mu_f(P, T, 1) + k_B T \ln X_f,$$

wobei $\mu_f(P, T, 1)$ das chemische Potential des reinen Lösungsmittels und $X_f := N_f/(N_g + N_f)$ ist.

- Wie ändert sich der Dampfdruck der Lösung durch den darin gelösten Stoff?
- Wie ändern sich der Gefrier- und Siedepunkt? Leiten Sie eine Formel für das Verhalten des Siedepunktes ab.

Dampf und Lösung sollen beide im Gleichgewicht sein und als ideal betrachtet werden.

Abgabetermin: Mittwoch, 17.01.2007 vor Beginn der Vorlesung.