Abgabe der schriftlichen Aufgaben: 07.06.11 vor der Vorlesung
Besprechung der Übungsaufgaben: 09.06.11 / 10.06.11

Aufgabe 33: Oberflächendeformation (mündlich, 10 Punkte)

Die Arbeit, die notwendig ist, um die Oberfläche A einer Flüssigkeit bei konstantem Volumen um $\mathrm{d}A$ zu vergrößern, sei gegeben durch $\sigma \mathrm{d}A$ mit

$$\sigma = \sigma(T) = \alpha \left(1 - \frac{T}{T_c}\right), \quad (T < T_c; \alpha > 0).$$

Es sei $C_{V,A}$ die Wärmekapazität für gleichzeitig konstantes Volumen und konstante Oberfläche.

1. Wie lautet das Differential dU der inneren Energie $U = U(S, V, A)$?
2. Beweisen Sie die Relation
$$\left(\frac{\partial T}{\partial A}\right)_{S,V} = \frac{T}{C_{V,A}} \frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}T}.$$
3. Berechnen Sie für einen adiabatisch-isochoren, reversiblen Prozess die Temperatur als Funktion der Oberfläche, wenn die Anfangswerte $T = T_0$, $A = A_0$ vorgegeben sind und $C_{V,A}$ konstant ist.
4. Wie lautet das Differential dF der freien Energie $F = F(T, V, A)$?
5. Zeigen Sie, dass F in einen *Volumenanteil* $F_V(T, V)$ und einen *Oberflächenanteil* $F_A(T, A)$ zerfällt.
6. Wie groß ist bei einem isotherm-isochoren Prozess die Änderung $\mathrm{d}S$ der Entropie bei einer Änderung $\mathrm{d}A$ der Oberfläche?
7. Wie ändert sich U bei einem isotherm-isochoren Prozess mit der Oberfläche?
8. Wie lautet der Oberflächenanteil $S_A(T, A)$ der Entropie? Welche Wärmemenge ist nötig, um die Oberfläche in einem reversiblen isotherm-isochoren Prozess von A_1 auf A_2 zu ändern?
9. Wie lautet das Differential der freien Enthalpie?
10. Berechnen Sie den Oberflächenanteil der freien Enthalpie. Wie erhält man aus G_V das Volumen des Systems?

Aufgabe 34: Gummifaden (schriftlich, 10 Punkte)

Bei einem Gummifaden wird folgender Zusammenhang zwischen der Länge L, der Zugkraft Z und der Temperatur T festgestellt:

$$L = L_0 + \frac{\alpha Z}{T}, \quad (L_0, \alpha : \text{Konstante}).$$

Die Zugkraft $Z = mg$ werde durch ein angehängtes Gewicht der Masse m realisiert. Zum Erwärmen des Fadens um die Temperaturdifferenz $1K$ bei fester Länge $L = L_0$ benötigt man, unabhängig von der Ausgangstemperatur, die konstante Wärmemenge $C > 0$.

1. Zeigen Sie, dass die Wärmekapazität des Fadens bei konstanter Länge L weder von der Temperatur T noch von L abhängt.
2. Berechnen Sie die innere Energie $U(T, L)$ und die Entropie $S(T, L)$. Wie lauten die Adiabatengleichungen $T = T(L)$ und $Z = Z(L)$?

3. Skizzieren Sie die Isothermen und Adiabaten in einem Z-L-Diagramm.

4. Berechnen Sie die Wärmekapazität C_Z bei konstanter Belastung Z.

5. Bei konstanter Belastung Z verkürzt sich der Faden bei Erwärmung von T_1 auf $T_2 > T_1$. Welcher Bruchteil β der zugeführten Wärme wird dabei durch Heben des Gewichtes in mechanische Arbeit umgewandelt?

6. Der Faden wird wärmeisoliert von L_1 auf $L_2 > L_1$ gedehnt. Steigt oder sinkt dabei seine Temperatur?

7. Der zunächst mit Z belastete Faden werde schlagartig entlastet ($Z = 0$). Die anschließende Kontraktion des Fadens erfolge so schnell, dass dabei kein Wärmeaustausch mit der Umgebung möglich ist. Berechnen Sie die Entropiezunahme ΔS bei diesem irreversiblen Prozess als Funktion von Z und T. Wie kann man den gleichen Endzustand durch einen reversiblen Prozess erreichen und ΔS durch Integration von $\delta Q/T$ berechnen?