Arnold-Sommerfeld-Zentrum
Departement für Physik
Ludwig-Maximilian-Universität München 16. 11. 2005

TL IV: Thermodynamik für Lehramt im WS 2005/2006

Prof. Dr. Th. Franosch

Übungsblatt 5

Übung 1

Leiten Sie die Entropieänderung ΔS eines idealen einatomigen Gases bei Übergang von einem Zustand A in Zustand B als Funktion von U_A, U_B, V_A, V_B und N her. Zeigen Sie, daß die von Ihnen gefundene Beziehung mit der Sackur-Tetrode Gleichung

$$S = Nk\left(\ln\left[\frac{V}{N}\left(\frac{4\pi mU}{3Nh^2}\right)^{3/2}\right] + \frac{5}{2}\right) \tag{1}$$

verträglich ist.

Übung 2

In einem Zimmer fällt ein Buch vom Tisch. Schätzen Sie mit einer kurzen Begründung die Entropieerhöhung ab.

Übung 3

Finden Sie die fünf Entropie- bzw. Energiefunktionen aus den untenstehenden heraus, die nicht mit den vier Grundpostulaten (siehe beiliegendes Blatt) verträglich sind. Benennen Sie jeweils dasjenige Postulat, welches verletzt wird. v_0, θ, R sind Konstanten.
Leiten Sie für die physikalisch erlaubten Fälle die innere Energie U als Funktion von S, V und N her.

a) $S = \left(\frac{R^2}{v_0\theta}\right)^{1/3}(NVU)^{1/3}$

b) $S = \left(\frac{R}{\theta^2}\right)^{1/3}\left(\frac{NU}{V}\right)^{2/3}$

c) $S = \left(\frac{R}{\theta}\right)^{1/2}\left(NU - \frac{R\theta V^2}{v_0^2}\right)^{1/2}$

d) $S = \left(\frac{R^2\theta}{v_0^3}\right)\frac{V^3}{NU}$

e) $S = \left(\frac{R^3}{v_0\theta^2}\right)^{1/5}(N^2VU^2)^{1/5}$

f) $S = NR\ln\left(\frac{UV}{N^2R\theta v_0}\right)$

g) $S = \left(\frac{R}{\theta}\right)^{1/2}(NU)^{1/2}\exp\left(-\frac{V^2}{2N^2v_0^2}\right)$

h) $S = \left(\frac{R}{\theta}\right)^{1/2}(NU)^{1/2}\exp\left(-\frac{UV}{NR\theta v_0}\right)$

i) $S = \left(\frac{v_0\theta}{R}\right)\frac{S^2}{V}\exp\left(\frac{S}{NR}\right)$

j) $S = \left(\frac{R\theta}{v_0}\right)NV\left(1+\frac{S}{NR}\right)\exp\left(-\frac{S}{NR}\right)$

Übung 4

Eine Substanz (Fluidum) durchläuft quasistatisch einen Kreisprozeß, der im T-S-Diagramm bzw. p-V-Diagramm durch eine geschlossene Kurve dargestellt werden kann (siehe Skizze) (N=const.).

a) Welche physikalische Bedeutung haben die von diesen Kurven eingeschlossenen Flächen? Verwenden Sie den ersten Hauptsatz, um zu zeigen, daß die Funktionaldeterminante $\frac{\partial(TS)}{\partial(pV)}$ den Wert 1 hat.

b) Zeigen Sie, daß aus der Beziehung $\frac{\partial(TS)}{\partial(pV)} = 1$ die Maxwell-Relationen

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_S = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_p, \quad \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T, \quad \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = -\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T, \quad \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_S = -\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_V$$

folgen.