

7. ÜBUNGSBLATT ZUR VORLESUNG THEORETISCHE PHYSIK IV
(STATISTISCHE PHYSIK UND THERMODYNAMIK)

Abgabe: Freitag, 08. Juni 2007 in den Übungen.

Aufgabe 7.1: *Photonengas und thermodynamische Potenziale*

In der Vorlesung wurde die kanonische Zustandssumme für ein Photonengas berechnet. Es ergab sich

$$\ln Z_{kan} = \frac{\pi^2 V}{45(\hbar c)^3} \frac{1}{\beta^3} = \frac{1}{3} \frac{\sigma}{k^4} V \frac{1}{\beta^3}$$

mit der *Stefan-Boltzmann-Konstanten*

$$\sigma = \frac{\pi^2 k^4}{15(\hbar c)^3}.$$

a) Berechnen Sie

- die Freie Energie $F(T, V) = -\frac{1}{\beta} \ln Z_{kan}(\beta, V)$,
- die mittlere Entropie $\bar{S}(T, V) = k(1 - \beta \frac{\partial}{\partial \beta}) \ln Z_{kan}(\beta, V)$
- sowie die mittlere Energie $\bar{E}(T, V) = -\frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z_{kan}(\beta, V)$.

(3 Punkte)

b) Bestimmen Sie das thermodynamische Potenzial $E(S, V)$.

(1 Punkt)

c) Berechnen Sie den Druck p des Photonengases als Funktion der Energiedichte

$$\epsilon = \frac{E}{V}.$$

(1 Punkt)

d) Was ergibt sich für die sogenannte freie Enthalpie $G = F + pV$ des Photonengases?

(1 Punkt)

b.w.

Aufgabe 7.2:

Gegeben sei eine Funktion $f(x, y)$ durch ihr differentielles Verhalten

$$df = a(x, y) dx + b(x, y) dy.$$

- a) Welche Bedingung muß erfüllt sein, damit df ein totales Differential ist?
(1 Punkt)

- b) Zeigen Sie daß diese Bedingung identisch mit der Forderung ist, daß das Integral

$$\int_{R_0}^{R_1} df$$

unabhängig von der speziellen Wahl des Weges von $R_0 = (x_0, y_0)$ nach $R_1 = (x_1, y_1)$ ist. (2 Punkte)

Hinweis: Betrachten Sie zwei verschiedene Wege \mathcal{C}_1 und \mathcal{C}_2 und berechnen Sie das Ringintegral $\oint df = \int_{\mathcal{C}_1} df - \int_{\mathcal{C}_2} df$ mit Hilfe des Stokeschen Satzes.

Aufgabe 7.3:

Ein Gas werde quasistatisch vom Zustand A ($p = 4 \text{ bar}$, $V = 0.5 \ell$) in den Zustand B ($p = 1 \text{ bar}$, $V = 4 \ell$) überführt. Berechnen Sie die von dem Gas geleistete Arbeit, wenn die Zustandsänderung über den Punkt C ($p = 6 \text{ bar}$, $V = 1 \ell$) bzw. C' ($p = 1 \text{ bar}$, $V = 2 \ell$) erfolgt. Die Änderungen zwischen den einzelnen Punkten erfolgen dabei im p - V -Diagramm jeweils entlang der Verbindungsgeraden (vgl. Skizze). (2 Punkte)

