

**4. Übungsblatt – Theoretische Physik IV: Thermodynamik und Statistik 2009**

**Abgabe: Di. 19.05.2009 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude oder online über ISIS**

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Bitte das Tutorium und den Namen des Tutors auf dem Aufgabenzettel angeben! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

**Aufgabe 9 (11 Punkte): Legendre-Transformation**

Für konkave (oder auch konvexe) Funktionen  $f(x)$  kann man die Legendre-Transformierte

$$f^*(u) = f(x(u)) - x(u) \cdot u \quad \text{mit} \quad x(u) \quad \text{aus} \quad df = u \cdot dx$$

definieren. (Siehe Vorlesung)

(a) Zeige Sie, dass  $df^* = -x \cdot du$  und  $f^{**} = f$  gilt.

(b) Berechnen Sie explizit die Legendre-Transformierte  $f^*(u)$  und deren Rücktransformierte  $f^{**}(x)$  (falls sie existiert) der folgenden Funktionen:

- $f_1(x) = \alpha x$
- $f_2(x) = \frac{1}{2} m x^2$
- $f_3(x) = \exp(\alpha x)$
- $f_4(x) = \beta (x - \gamma)^2$
- $f_5(x) = x^\alpha / \alpha$

**Aufgabe 10 (9 Punkte): Großkanonisches ideales Gas**

Gegeben sei ein monoatomares ideales Gas in einem Volumen  $V$ , bei dem die Wechselwirkungen der Atome untereinander vernachlässigt werden können. Die Anzahl  $N$  der Teilchen variiert durch Austausch mit der Umgebung.

(a) Berechnen Sie die großkanonische Zustandssumme

$$\Xi = \sum_{N=0}^{\infty} \frac{1}{h^{3N} N!} \int_{R^{6N}} e^{-\beta(H_N(\xi_N) - \mu N)} d\xi_N \quad \text{wobei} \quad H_N(\xi_N) = \sum_{i=1}^{3N} \frac{p_i^2}{2m}$$

(b) Geben Sie die Wahrscheinlichkeitsdichte  $\varrho_N(\xi_N)$  im Phasenraum an.

(c) Berechnen Sie die innere Energie  $U$  (mittlere Energie der Teilchen) und die mittlere Teilchenzahl  $\bar{N} = \langle N \rangle$ . Wie kann Aufgabe 9 bei der Berechnung der Mittelwerte helfen?

- Vorlesung:**
- Donnerstags 10:15 Uhr – 11:45 Uhr im EW 203.
  - Freitags 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 203.
- Tutorien:**
- Di. 12–14 Uhr im ER 164 (Martin Kliesch).
  - Di. 14–16 Uhr im EW 226 (Martin Kliesch).
  - Mi. 8–10 Uhr im EW 731 (wechselnd).
  - Mi. 12–14 Uhr im EW 229 (wechselnd).
  - Do. 12–14 Uhr im EW 731 (wechselnd).
- Klausur:**
- Freitag, den 03.07.2009, von 08:00 – 10:00 Uhr im ER 270.
- Scheinkriterien:**
- Mindestens 50% der Übungspunkte.
  - Bestandene Klausur.
  - Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.

### Literatur zur Lehrveranstaltung:

Siehe auch Semesterapparat in der Physikbibliothek.

- Friedrich Schlögl: Probability and Heat (Vieweg 1989)
- Franz Schwabl: Statistische Mechanik (Springer 2000)
- Frederick Reif, Wolfgang Muschik: Statistische Physik und Theorie der Wärme
- Wolfgang Nolting: Grundkurs Theoretische Physik Bd. 4 und 6 (Springer)
- Harald Stumpf, Alfred Rieckers: Thermodynamik Bd. I (Vieweg 1976)
- Peter Theodore Landsberg: Thermodynamics and Statistical Mechanics (Paperback 1990)
- Peter Theodore Landsberg (ed.): Problems in Thermodynamics and Statistical Physics
- Jürgen Schnakenberg: Thermodynamik und Statistische Physik (VCH 2000)
- Lew D. Landau, Jewgeni M. Lifschitz: Bd V, Statistische Physik
- Charles Kittel: Physik der Wärme
- Herbert B. Callen: Thermodynamics
- Richard Becker: Theorie der Wärme
- Wolfgang Weidlich: Thermodynamik u. Statistische Mechanik
- Kerson Huang: Statistische Physik

<b>Sprechzeiten:</b>	<b>Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Zeit</b>	<b>Raum</b>	<b>Tel.</b>
	Prof. Dr. E. Schöll, PhD	Mi.	14:30–15:30 Uhr	EW 735	23500
	Stefan Fruhner	Fr.	13:30–14:30 Uhr	EW 627	27681
	Philipp Hövel	Fr.	10:00–11:00 Uhr	EW 633	27658
	Peter A. Kolski	Do.	15:00–16:00 Uhr	EW 627	79863
	Martin Kliesch	Mo.	14:30–15:30 Uhr	EW 217	26232