

**4. Übungsblatt – Theoretische Physik IVa: Thermodynamik und Statistik****Abgabe: Mi, 10.12.2008 in der Vorlesung**

*Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte!*

**Aufgabe 7 (6 Punkte): Nichtgleichgewichtsentropie**

Wir betrachten ein Gesamtsystem, bestehend aus System und Bad, und einen (hermiteschen) Operator  $\mathcal{F}$ , der nur auf das System wirkt. Das Gesamtsystem befinde sich in einem Zustand, der sich in Tensorprodukte der Systembasis  $\{|s\rangle\}$  und der Badbasis  $\{|b\rangle\}$  entwickeln lässt:  $|\chi\rangle = \sum_{s,b} c_{s,b}(t) |s\rangle |b\rangle$ . Der Erwartungswert des Operators  $\mathcal{F}$  lässt sich auf zwei verschiedene Weisen schreiben:

$$(1) \quad \langle \mathcal{F} \rangle = \sum_j p_j \langle \phi^j | \mathcal{F} | \phi^j \rangle = \sum_{s,s'} \left( \sum_b c_{s'b}^*(t) c_{sb}(t) \right) \langle s' | \mathcal{F} | s \rangle.$$

Wie sehen die Wahrscheinlichkeiten  $p_j$  als Funktion der Koeffizienten  $c_{sb}(t)$  aus (siehe Aufgabe 4)? Nutze diesen Zusammenhang, um den mikroskopischen Ursprung der Zeitabhängigkeit der Nichtgleichgewichtsentropie zu finden.

**Aufgabe 8 (6 Punkte): Vakuumherzeugung**

Wieviel Arbeit muss mindestens aufgewendet werden, um ein ideales Gas mit dem Volumen  $V$  bei der konstanten Temperatur  $T$ , ausgehend von einem Druck  $p_1$ , auf den Druck  $p_2$  zu evakuieren? Probiere Zahlenwerte aus, zum Beispiel  $V = 20\text{m}^3$ ,  $T = 20^\circ\text{C}$ ,  $p_1 = 1\text{bar}$  und  $p_2 = 0,01\text{bar}$ .

|                  |  |
|------------------|--|
| Vorlesung:       | • Mittwoch 10:00 Uhr – 12:00 Uhr im EW 229   |
| Übung:           | • Freitag 08:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 229 alle 2 Wochen  |
| Klausur:         | • Freitag, 6. Februar 2009, 08:00 Uhr – 10:00 Uhr im EW 229  |
| Scheinkriterien: | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktive Teilnahme am Tutorium,</li> <li>• Mindestens 50% der Übungspunkte,</li> <li>• Bestandene Klausur.</li> </ul>                                   |
| Sprechzeiten:    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Wolfgang Muschik: Mi, 12–13 Uhr im EW 144, Tel: 23765</li> <li>• Dipl.-Phys. Philipp Zedler: Do, 11–12 Uhr im EW 711, Tel: 27884</li> </ul> |