

# Theoretische Physik IV

## Quantenmechanik 2 / Thermodynamik und Statistik 2

---

### 1. Übungsblatt

#### Aufgabe 1: *Ideales Gas in einer Dimension*

(4 Punkte)

Betrachten Sie ein kräftefreies ideales Gas aus  $N$  Teilchen der Masse  $m$  in einer Dimension. Dieses befindet sich in einem Behälter der Länge  $L$ .

- a) Berechnen Sie die kanonische Zustandssumme und die mittlere Energie.
- b) Berechnen Sie die spezifische Wärme  $C_V$ .
- c) Berechnen Sie die großkanonische Zustandssumme.
- d\*) Leiten Sie aus der großkanonischen Zustandssumme die mechanische Zustandsgleichung ab. *Hinweis:* Eliminieren Sie  $\mu$  oder  $z$  mittels  $\langle N \rangle = z \partial z \ln Z_G$  (1 Zusatzpunkt)

#### Aufgabe 2: *Mischungsentropie und Gibbs-Paradoxon*

(3 Punkte)

Zwei ideale einatomige Gase seien in zwei Kammern (Volumina  $V_1$  und  $V_2$ , Teilchenzahlen  $N_1$  und  $N_2$ ) eines Behälters zunächst durch eine *wärmeundurchlässige* Wand voneinander getrennt. Die Temperaturen der Gase seien  $T_1$  und  $T_2$ , die Drücke  $p_1 = p_2 = p$  jedoch gleich. Nach Entfernen der Trennwand findet eine Durchmischung der Gase statt.

- a) Bestimmen Sie die Mischungstemperatur  $T_m$ .
- b) Berechnen Sie die Entropieänderung des Gesamtsystems als Funktion der Volumina und Temperaturen. *Hinweis:* Die Durchmischung ist ein irreversibler Prozess. Überlegen Sie sich daher einen geeigneten reversiblen Ersatzprozess.
- c\*) Spezialisieren Sie das Ergebnis aus b) nun auf den Fall, dass die anfänglichen Temperaturen der Teilsysteme gleich waren ( $T_1 = T_2$ ). Die verbleibende Entropieänderung heißt Mischentropie. Argumentieren Sie, dass das Ergebnis thermodynamisch inkonsistent ist, wenn beide Teilvolumina anfänglich mit dem gleichen Gas gefüllt waren, da es eine präparationsabhängige Entropie des Endzustandes impliziert. Bestimmen Sie die richtigen Werte für die Entropie des Endzustandes und die Mischentropie in diesem Fall. (2 Zusatzpunkte)

**gesamt: 7 + 3 Punkte**

Abgabe: **bis 14.04., 13 Uhr** Briefkasten, Linnéstraße 5  
Die mit \* gekennzeichneten Aufgaben sind Zusatzaufgaben und gehen nicht in die reguläre Wertung ein.