

Theoretische Physik IV Lehramt

10. Übungsblatt

Abgabetermin: Donnerstag, 28. Juni 2012, **vor** der Vorlesung

22. Ideales Gas in einer Dimension (4+1 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 μ oder z mittels $\langle N \rangle = z \partial z \ln Z_G$

23. Ideales Gas großkanonisch (4 Punkte)

Die Hamiltonfunktion eines idealen Gases in einem externen Feld sei gegeben durch:

$$H = \sum_{i=1}^N \left[\frac{\mathbf{p}_i^2}{2m} + u(\mathbf{r}_i) \right],$$

wobei das Gas im Volumen V eingeschlossen ist und $u(\mathbf{r}_i)$ die Wechselwirkung des i ten Teilchen mit dem äußeren Feld beschreibt.

- a) Zeigen Sie, dass die großkanonische Zustandssumme in die Form

$$Z_G(V, T, z) = e^{zq(V, T)}$$

gebracht werden kann, wobei

$$q(V, T) = \frac{(2\pi m k_B T)^{3/2}}{h^3} \int_V \exp[-u(\mathbf{r})/(k_B T)] d\mathbf{r}$$

ist. Bestimmen Sie die thermische Zustandsgleichung $p = p(T, V, \langle N \rangle)$.

- b) Zeigen Sie, dass die Varianz der Teilchenzahl (mittlere quadratische Abweichung vom Erwartungswert) in folgender Form ausgedrückt werden kann:

$$\sigma_N^2 \equiv \langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2 = z \frac{\partial}{\partial z} z \frac{\partial}{\partial z} \ln Z_G(V, T, z).$$

und berechnen Sie, wie die relative Fluktuationsbreite $\sigma_N/\langle N \rangle$ von $\langle N \rangle$ abhängt.

gesamt: 8+1 Punkte