Gerhard Kahl & Florian Libisch

STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)

4. Tutoriumstermin (12.4.2019)

T14. Im Rahmen des Einstein-Modells für einen (drei-dimensionalen) Festkörper werden die Teilchen (mit Masse m) als harmonische Oszillatoren (mit Frequenz ω) an den N Gitterplätzen des Kristalls betrachtet. Die Hamilton-Funktion, $\mathcal{H}(\mathbf{p}^N, \mathbf{q}^N)$, ist somit durch

$$\mathcal{H}(\mathbf{p}^N, \mathbf{q}^N) = \sum_{i=1}^{N} \frac{\mathbf{p}_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^{N} \frac{m\omega^2}{2} \mathbf{q}_i^2$$

gegeben.

Beantworten Sie folgende Fragen:

(a) wie sieht der Phasenraum Γ des Systems aus;

(b) begründen Sie, ob die Teilchen unterscheidbar oder ununterscheidbar sind;

(c) berechnen Sie die mikrokanonische Entropie des Systems;

(d) berechnen Sie die thermische und die kalorische Zustandsgleichung des Systems;

(e) berechnen Sie die Wärmekapazität bei konstantem Volumen, C_V; es handelt sich um das Gesetz von Dulong-Petit.

T15. Gegeben ist ein Tonks-Gas von N Teilchen auf einer Länge L (vgl. Beispiel **T12** aus der 3. Tutoriumseinheit).

(a) Berechnen Sie im kanonischen Ensemble die Verteilungsfunktion der Lage x_l des l-ten Teilchens, also $\langle \delta(x_l - x') \rangle_k$. Zeigen Sie, daß es sich um eine Beta-Verteilung handelt. Begründen Sie, warum es keinen Unterschied macht, ob es sich um ein homogenes oder um ein inhomogenes Tonks-Gas handelt;

(b) berechnen Sie die mittlere Lage des l-ten Teilchens, also $\langle x_l \rangle_k$ und interpretieren Sie das Ergebnis.

Hinweis: Überlegen Sie in einem ersten Schritt, welche der Integrationen Sie bei den Mittelwertbildungen tatsächlich ausführen müssen.

T16. Gegeben sei ein ideales Gas (N Teilchen der Masse m), das sich in einem dreidimensionalen, nach unten abgeschlossenen Volumen mit quadratischer Grundfläche (Kantenlänge L) befinde. Nach oben hin (d.h. in Richtung der positiven z-Achse) sei das Volumen durch einen schweren Kolben (Index K) der Masse M abgeschlossen. Das Gesamtsystem ist an ein Temperaturbad (mit Temperatur T) angeschlossen.

(a) Geben Sie die Hamiltonfunktion und den Phasenraum Γ dieses Systemes an und berechnen Sie die kanonische Zustandssumme;

(b) berechnen Sie ausgehend vom Ergebnis (i) die thermische und die kalorische Zustandsgleichung;

(c) berechnen Sie die Einteilchenverteilungsfunktion des Kolbens, also $\langle x_K \rangle_k$.

Hinweis: Überlegen Sie in einem ersten Schritt, welche der Integrationen Sie bei der Mittelwertbildung tatsächlich ausführen müssen.

Zu kreuzen: 14ab, 14c, 14de; 15a, 15b; 16a, 16b, 16c