Gerhard Kahl & Florian Libisch

STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)

4. Tutoriumstermin (29.4.2016)

T12. Im Rahmen des Einstein-Modells für einen (dreidimensionalen) Festkörper werden die Teilchen als harmonische Oszillatoren (mit Frequenz ω) auf den Stellen des Kristallgitters betrachtet:

Beantworten Sie folgende Fragen:

(a) Geben Sie die Hamilton-Funktion und den Phasenraum an;

(b) berechnen Sie die mikrokanonische Entropie;

(c) berechnen Sie die kalorische Zustandsgleichung.

Hinweis: führen Sie vor der Integration im Phasenraum geeignete Variablen $\mathbf{p}'$ und $\mathbf{q}'$, sodaß in diesen Koordinaten $\mathcal{H}(\mathbf{q}'^N, \mathbf{p}'^N) = \text{const.}$ einer Kugeloberfläche entspricht.

T13. Betrachten Sie ein Gas von N Atomen, die sich in einer Raumdimension bewegen können und auf eine Strecke L (die dem Volumen V entspricht) eingeschränkt sind; die Teilchen können auf dieser Strecke ihre Positionen tauschen. Die Hamilton-Funktion ist durch

$$\mathcal{H}(q^N, p^N) = \sum_{i=1}^{N} a|p_i|$$

gegeben. Berechnen Sie über das kanonische Ensemble

(a) die kanonische Zustandssumme,

(b) die thermische und

(c) die kalorische Zustandsgleichungen.

T14. Gegeben ist ein ideales Gas im Schwerefeld von N Teilchen der Masse m in einem dreidimensionalen, nach oben offenen Volumen V mit quadratischer Grundfläche (Kantenlänge L). Die Hamilton-Funktion ist gegeben durch

$$\mathcal{H}(\mathbf{q}^N, \mathbf{p}^N) = \sum_{i=1}^{N} \frac{\mathbf{p}_i^2}{2m} + mg \sum_{i=1}^{N} q_{i3}.$$

Das System ist nach unten an ein Wärmebad der Temperatur T gekoppelt.

Berechnen Sie im kanonischen Ensemble

(a) die kanonische Zustandssumme,

(b) den Mittelwert der kinetischen Energie,

(c) den Mittelwert der potentiellen Energie.

Hinweis: bei den Integrationen bezüglich der Impulse empfiehlt es sich Kugelkoordinaten zu verwenden, bei den Integrationen bezüglich der Ortskoordinaten sind kartesische Koordinaten vorteilhaft.

Zu kreuzen: 12a, 12b, 12c, 13a, 13b, 13c, 14a, 14b, 14c