Gerhard Kahl & Florian Libisch

STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)

5. Tutoriumstermin (6.5.2016)

T15. Gegeben sei ein ideales Gas im Schwerefeld von N Teilchen der Masse m in einem dreidimensionalen, nach oben offenen Volumen V mit quadratischer Grundfläche (Kantenlänge L). Dieses System stehe mit einem Wärmebad der Temperatur T in Kontakt.

Berechnen Sie folgende Verteilungsfunktionen:

(a) die sogenannte Einteilchenverteilungsfunktionen für die Impulskoordinaten des ersten Teilchens,

$$w'(\tilde{p}_1, \tilde{p}_2, \tilde{p}_3) = \langle \delta(\tilde{p}_1 - p_{11})\delta(\tilde{p}_2 - p_{12})\delta(\tilde{p}_3 - p_{13})\rangle_k,$$

(b) die Einteilchenverteilungsfunktion für die z-Koordinate des ersten Teilchens

$$w''(\tilde{q}_3) = \langle \delta(\tilde{q}_3 - q_{13})\rangle_k.$$

Welche Informationen beinhalten diese Verteilungsfunktionen?

Hinweis: Die Einteilchenverteilungsfunktion für den Impuls ist als **Maxwellsche Impulsverteilung** in der Literatur bekannt, die Einteilchenverteilungsfunktion wird als **barometrische Höhenformel** bezeichnet.

T16. Gegeben ist ein System von F Freiheitsgraden, das in Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T steht. Die Hamilton-Funktion sei gegeben durch

$$\mathcal{H}(z_1, \ldots, z_F) = \sum_{i=1}^{M} c_i z_i^2 \qquad (1 \leq M \leq F)$$

wobei die z_i die ersten M der F Variablen sind. Jede dieser Variablen kann die Bedeutung eines Impulses oder die einer Lage haben. Die c_i ($i = 1, \ldots, M$) seien positive Konstanten und der Phasenraum Π sei gegeben durch

$$\Pi = \mathbb{R}^F.$$

Zeigen Sie, daß

$$\langle c_j z_j^2\rangle_k = \frac{1}{2} k_{\mathrm{B}} T \quad j = 1, \cdots, M.$$

Hinweis: Dieses Ergebnis ist in der Literatur als **Gleichverteilungssatz** bekannt.

T17. Gegeben sei ein ideales Gas (N Teilchen der Masse m), das sich in einem dreidimensionalen Volumen mit quadratischer Grundfläche (Kantenlänge L) befinde. Nach oben hin (d.h. in Richtung der positiven z-Achse) sei das Volumen durch einen schweren, in z-Richtung beweglichen Kolben der Masse M abgeschlossen.

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

(b) berechnen Sie ausgehend vom Ergebnis (a) die kalorische Zustandsgleichung.

Hinweis: Die potentielle Energie der Gasteilchen ist vernachlässigbar.

Zu kreuzen: 15a, 15b, 16, 17a, 17b