
Gerhard Kahl & Bianca M. Mladek
STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)

4. Tutoriumstermin (27.4.2012)

Überlegen Sie bei den Beispielen T13 und T14, ob Sie bei den gefragten Mittelwertbildungen alle Integrationen tatsächlich ausführen müssen

T12. Gegeben ist ein ideales Gas, das sich in einem dreidimensionalen, kubischen Volumen befindet. Dieses Volumen kann sich – je nach dem Wert des Druckes P des umgebenden Druckbades – verändern. Das System ist weiters an ein Temperaturbad (Temperatur T) gekoppelt. Beantworten Sie folgende Fragen:

- (i) Geben Sie den Phasenraum des Systems an.
- (ii) Berechnen Sie die kanonisch-harmonische Zustandssumme des Systems.
- (iii) Berechnen Sie davon ausgehend $\langle V \rangle_{kh}$ und $\langle E \rangle_{kh}$.

Hinweis:

$$\int_0^\infty du e^{-u} u^N = \Gamma(N + 1)$$

T13. Gegeben ist ein ideales Gas von N Teilchen der Masse m , die der Gravitation ausgesetzt sind. Es befindet sich in einem dreidimensionalen, nach oben (d.h. in der z -Richtung) offenen Volumen V mit quadratischer Grundfläche (Kantenlänge L). Die Hamilton-Funktion des Systems ist gegeben durch

$$\mathcal{H} = \sum_{i=1}^N \frac{\mathbf{p}_i^2}{2m} + mg \sum_{i=1}^N q_{iz}.$$

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

Beantworten Sie folgende Fragen:

- (i) Geben Sie den Phasenraum Γ an.
- (ii) Berechnen Sie die Mittelwerte der kinetischen und der potentiellen Energie im kanonischen Ensemble.

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

T14. Gegeben ist ein ideales Gas von N Teilchen der Masse m , das der Gravitation ausgesetzt ist. Es befindet sich in einem dreidimensionalen, nach oben (d.h. in der z -Richtung) offenen Volumen V mit quadratischer Grundfläche (Kantenlänge L). Das System ist nach unten an ein Wärmebad der Temperatur T gekoppelt.

Berechnen Sie folgende Funktionen:

- (i) die sogenannte Einteilchenverteilungsfunktionen für die Impulskoordinaten des ersten Teilchens,

$$w'(\tilde{p}_x, \tilde{p}_y, \tilde{p}_z) = \langle \delta(\tilde{p}_x - p_{1x}) \delta(\tilde{p}_y - p_{1y}) \delta(\tilde{p}_z - p_{1z}) \rangle_k ;$$

- (ii) die sogenannte Einteilchenverteilungsfunktion für die z -Koordinate des ersten Teilchens

$$w''(\tilde{q}_z) = \langle \delta(\tilde{q}_z - q_{1z}) \rangle_k ,$$

wobei $\tilde{p}_x, \tilde{p}_y, \tilde{p}_z$ und \tilde{q}_z vorgegebene Werte für die Impuls- und Ortskoordinaten darstellen.

Welche Informationen beinhalten diese Verteilungsfunktionen?

Hinweise:

- (i) die Einteilchenverteilungsfunktion für den Impuls ist als **Maxwell Impulsverteilung** in der Literatur bekannt;
- (ii) die Einteilchenverteilungsfunktion für den Ort wird als **barometrische Höhenformel** bezeichnet.