
Gerhard Kahl
STATISTISCHE PHYSIK 1 (VU – 136.020)
5. Tutoriumstermin (29.5.2009)

T15. Gegeben sei ein ideales Gas (N Teilchen der Masse m), das sich in einem dreidimensionalen Volumen mit quadratischer Grundfläche (Kantenlänge L) befindet. Nach oben hin (d.h. in Richtung der positiven z -Achse) sei das Volumen durch einen schweren Kolben der Masse M abgeschlossen.

- (i) Geben Sie die Hamiltonfunktion und den Phasenraum dieses Systemes an und berechnen Sie die kanonische Zustandssumme;
- (ii) berechnen Sie ausgehend vom Ergebnis (i) die thermische Zustandsgleichung.

Hinweis: Die potentielle Energie der Gasteilchen ist vernachlässigbar.

T16. Gegeben ist ein Festkörper, der an ein Wärmebad der Temperatur T gekoppelt ist. Der Festkörper wird durch N Oszillatoren mit einer Frequenz ω beschrieben (Einstein-Modell). Zeigen Sie, daß der Mittelwert $\langle |q_{i1}| \rangle_k$ proportional ist zu $(k_B T/m)^{1/2} 1/\omega$.

Hinweis:

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx |x| f(x^2) = 2 \int_0^{\infty} dx x f(x^2) = \int_0^{\infty} du f(u)$$

T17. Gegeben ist ein System von F Freiheitsgraden, das in Kontakt mit einem Wärmebad der Temperatur T steht. Die Hamilton-Funktion sei gegeben durch

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

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 ($i = 1, \dots, M$) seien positive Konstanten und der Phasenraum Π sei gegeben durch

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

Zeigen Sie, daß

$$\langle c_j z_j^2 \rangle_k = \frac{1}{2} k_B T \quad j = 1, \dots, M.$$

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