
Theoretische Physik II (Lehramt, Nebenfach, Geophysik) Blatt 9

Sommersemester 2024

Webpage: http://www.thp.uni-koeln.de/~rk/tpll_24.html/

Abgabe: bis **Mittwoch, 03.07.24, 23:59** in elektronischer Form per ILIAS unter
https://www.ilias.uni-koeln.de/ilias/goto_uk_crs_5693591.html

37. Zur Diskussion

0 Punkte

- a) Wie kann man anhand der Entropie $S(E, V)$ eines Gases die Temperatur und den Druck bestimmen?
- b) Wie lautet die kanonische Wahrscheinlichkeitsverteilung und was beschreibt sie?
- c) x_i und x_j seien zwei Mikrozustände eines Systems mit Energien E_i bzw. E_j . Im Gleichgewicht bei Temperatur T befinde sich das System mit Wahrscheinlichkeit P im Zustand x_i . Mit welcher Wahrscheinlichkeit Q findet man das System dann im Zustand x_j ?
- d) Geben Sie mittels c) eine einfache Begründung der barometrischen Höhenformel, gemäß derer die Teilchendichte n folgende Abhängigkeit von der Höhe h zeigt:

$$\frac{n(h)}{n(0)} = e^{-\frac{mgh}{kT}}.$$

Um welche Größen handelt es sich hier bei m und g ?

38. Zweizustandssystem

5 Punkte

Ein System kann die zwei Zustände s_0 und s_1 mit Energien $E_0 = 0$ und $E_1 = \varepsilon > 0$ annehmen. Es ist im thermodynamischen Gleichgewicht mit einem Wärmebad der Temperatur T . Mit welcher Wahrscheinlichkeit findet man das System im Zustand s_1 ? Bei welcher Temperatur befindet sich das System mit Wahrscheinlichkeit 1 im Grundzustand s_0 ? Ist bei sehr hohen Temperaturen das System wahrscheinlicher im höherenergetischen Zustand s_1 als im Grundzustand s_0 ? Bei welcher Temperatur liegen die beiden Zustände mit gleicher Wahrscheinlichkeit vor?

39. Harmonischer Oszillator: klassisch

10 Punkte

Ermitteln Sie die kanonische Zustandssumme eines *klassischen* harmonischen Oszillators der Frequenz ω , Masse m , und daraus die mittlere Energie des Oszillators bei Temperatur T .

40. Harmonischer Oszillator: quantenmechanisch

10 Punkte

Ermitteln Sie die kanonische Zustandssumme eines *quantenmechanischen* harmonischen Oszillators der Frequenz ω und daraus die mittlere Energie des Oszillators bei Temperatur T . Zeigen Sie, dass für hohe Temperaturen $KT \gg \hbar\omega$ diese Energie gegen die mittlere Energie des *klassischen* Oszillators konvergiert.

Hinweise: Verschieben Sie zur Vereinfachung der Rechnung den Energienullpunkt auf $\hbar\omega/2$. Dann ist die Energie des n -ten angeregten Zustands $E_n = \hbar\omega n$. Bei der Summation hilft die geometrische Reihe: für

$$|q| < 1 \text{ ist } \sum_{n=0}^{\infty} q^n = \frac{1}{1-q}.$$