

8. Übungsblatt zur Theoretischen Physik IV

Planck, (Un)unterscheidbarkeit, Bose-Einstein-Kondensation

Abgabe: Montag 20. 06. 2011 bis 12.00 Uhr in den Briefkasten im Physik-Altbau.

Aufgabe 20 (8 Punkte): *Planck*

Nehmen Sie an, dass die innere Energie $U(\beta)$ der Strahlung mit Frequenz ν eines Hohlraumstrahlers durch

$$U(\beta) = \frac{h\nu}{e^{h\nu\beta} - 1} \quad (1)$$

beschrieben werden kann, wobei β die inverse Temperatur ist. Zeigen Sie, dass dann die Mikrozustände des Strahlers Energien $E_n = nh\nu, n = 0, 1, 2, \dots$ haben müssen.

Aufgabe 21 (6 Punkte): *(Un)unterscheidbarkeit*

Ein System bestehe aus drei nicht-entarteten Ein-Teilchen Energieniveaus, bei ϵ_1, ϵ_2 , und ϵ_3 . Betrachten Sie nun einen Zwei-Teilchen-System, das diese Niveaus besetzt, während sich das ganze System im thermischen Gleichgewicht mit dem Wärmebad der Temperatur T befinden möge. Berechnen Sie die Zustandssumme Z_2 und die mittlere Energie des Zwei-Teilchen- Systems für die beiden Fälle von (a) unterscheidbare Teilchen, und (b) ununterscheidbare Teilchen.

Für den ununterscheidbaren Fall ist es von Bedeutung, Z_2 durch das direkte Zählen der Mikrozustände zu ermitteln. Vergleichen Sie diese Resultate mit denen, die man aus der korrigierten klassischen Näherung $Z_N \approx Z_1^N / N!$, mit Z_1 die Ein-Teilchen-Zustandssumme, erhält.

Aufgabe 22 (6 Punkte): *Bose-Einstein-Kondensation*

Wir betrachten ein Bosonengas mit Einteilchenzustandsdichte $\nu_1(\epsilon \rightarrow 0) = \alpha\epsilon^\gamma, \alpha > 0, \gamma$ reell. Diskutieren Sie die Möglichkeit für das Auftreten von Bose-Einstein-Kondensation bei tiefen Temperaturen.

- **Internetseite der Veranstaltung:** <http://www.tu-berlin.de/?98664>
- **Vorlesung:** Mittwoch 12:00 bis 14:00 Uhr und Freitag 8:00 bis 10:00 Uhr in EW 203
- **Literatur:**
 - Arnold Sommerfeld, *Vorlesungen über Theoretische Physik - Thermodynamik und Statistik*
 - R. Becker, *Theorie der Wärme*
 - Wolfgang Nolting, *Grundkurs Theoretische Physik 4 - spezielle Relativitätstheorie und Thermodynamik*
 - Wolfgang Nolting, *Grundkurs Theoretische Physik 6 - statistische Physik*
 - Norbert Straumann, *Thermodynamik*
 - Herbert B. Callen, *Thermodynamics (1966), Thermodynamics and an introduction to thermostatics (1985)*
- **Tutorien:**
 - Dienstag, 12:00 bis 14:00 Uhr bei Mathias Hayn
 - Mittwoch, 8:00 bis 10:00 Uhr bei Arash Azhand
 - Donnerstag, 12:00 bis 14:00 Uhr bei Philipp Zedler
- **Scheinkriterien:** 50% der Punkte aus den Übungszetteln, aktive Teilnahme an den Tutorien und bestandene Klausur.
- **Sprechstunden:**
 - Prof. Dr. T. Brandes: Mo, 13:00 - 14:00 Uhr in EW 744
 - Philipp Zedler: Mi, 11:00 - 12:00 Uhr EW 711
 - Arash Azhand: Fr, 14:00 - 15:00 Uhr in EW 627
- **Klausur:**
 - *Datum:* Mi, 13. 07. 2011
 - *Zeit:* 12:00 - 14:00 Uhr
 - *Raum:* EW 201