

Theoretische Physik IVa "Statistische Physik und Thermodynamik"

(WS 2007/2008, 2+1, gemeinsam mit Jan Schlesner)

Gliederung der Vorlesung als Anhaltspunkt für die Prüfungsvorbereitung

1. Wahrscheinlichkeit und Entropie

1.1 Wahrscheinlichkeiten

1.2 Addition und Multiplikation von Wahrscheinlichkeiten

1.3 Bedingte Wahrscheinlichkeiten. Statistisch korrelierte Ereignisse/Merkmale. Kontinuierliche Verteilungen

1.4 Mittelwert und Streuung

1.5 Entropie einer Wahrscheinlichkeitsverteilung
(positiv definit, permutationsinvariant, additiv für unabhängige Verteilungen, maximal für Gleichverteilung, Informationsmangel, monoton wachsend auf "Weg zum Gleichgewicht" [am Beispiel des Münzwurfs]).

2. Kanonisches Ensemble/kanonische Präparierung

2.1 Wärmebad, Gleichgewicht, Rückblick auf Quantentheorie, Temperatur,

2.2 Kanonische Verteilung
Zustandssumme Z , Entartungsgrad; Entropie, innere Energie und Druck über $\ln Z$; freie Energie; Energiefluktuationen.

Beispiele: Harmonischer Oszillator
Kanon. Verteilung aus Maximum der Informationsentropie unter
Nebenbedingungen $\sum w_n = 1, \sum w_n E_n = \bar{E}$.

2.3 Übergang zur klassischen Statistik, Zustandsintegral

3. Einfache Anwendungen der kanonischen Verteilung

3.1 Allgemeine Überlegungen

3.2 Gleichverteilungssatz

3.3 Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung

3.4 Boltzmann Verteilung, ideales Gas im äußeren Feld

3.5 Das klassische ideale Gas. "Thermodynamische Funktionen" (Z ; F , S , U , p)

3.6 Anschluss an die Thermodynamik (TD): "Ableitung" der Gibbs'schen Fundamentalgleichung im Rahmen der Statistischen Physik.

4. Thermodynamik (Wärmelehre)

4.1 Grundbegriffe (TDS, Arten des Kontakts, Zustands-/Prozessgrößen, Freiheitsgrade)

4.2 Hauptsätze (HS) der Thermodynamik

0. HS - Temperatur

1. HS - Innere Energie

2. HS - Entropie, "Über die Erwärmung von stromdurchflossenen Leitern", Dissipative Strukturen, Clausius'scher Wärmesummensatz

4.3 Die Gibbs'sche Fundamentalgleichung

4.4 Thermische und kalorische Zustandsgleichung; universeller Zusammenhang

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$$

4.5 Wärmekapazitäten

4.6 3. HS – Nernst'sches Wärmetheorem

4.7 Thermodynamische Potenziale

(Analogie zur Mechanik, Wiederholung Funktionaldeterminante)

5 Reale Gase

5.1 Zustandsintegral, Virialentwicklung (freie und innere Energie, Zustandsgleichung)

5.2 Van der Waals Gas

5.3 Joule-Thomson-Effekt: adiabatisch isoenthalpische Entspannung realer Gase

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = \frac{N}{2c_p} \int d^3r \left[e^{-\frac{U(r)}{T}} \left(1 - \frac{U(r)}{T}\right) - 1 \right],$$

Inversionstemperatur