

# Statistische Physik I

## Thermodynamik und Statistische Physik des Gleichgewichtes

Prof. Dr. Ulrich Behn · Institut für Theoretische Physik · Universität Leipzig

### I. Phänomenologische Thermodynamik des Gleichgewichtes

#### 1. Vorüberlegungen und Grundbegriffe

#### 2. Der Nullte Hauptsatz, Temperatur

#### 3. Der Erste Hauptsatz, innere Energie, Arbeit und Wärme

#### 4. Der Zweite Hauptsatz, Entropie

#### 5. Gibbssche Fundamentalgleichung und thermodynamische Potentiale

5.1. Gibbssche Fundamentalgleichung

5.2. Thermodynamische Potentiale

#### 6. Zustandsgleichungen

6.1. Beispiele für thermische Zustandsgleichungen

6.2. Kalorische Zustandsgleichung, Wärmekapazitäten

6.3. Adiabatische Zustandsgleichung

6.4. Thermische Koeffizienten

#### 7. Einfache Anwendungen

7.1. Arbeit-Wärme-Äquivalenz

7.2. Kreisprozesse: Carnot, Joule, Otto, Diesel

7.3. Joule-Thompson-Versuch

7.4. Irreversible Vorgänge

#### 8. Der Dritte Hauptsatz

#### 9. Gleichgewichts- und Stabilitätsbedingungen

9.1. Abgeschlossenes System: Entropie  $S(U,V)$

9.2. Andere Nebenbedingungen

#### 10. Mehrkomponenten- und Mehrphasensysteme

10.1. Veränderliche Molzahlen, chemisches Potential

10.2. Gleichgewichtsbedingungen, Gibbssche Phasenregel

## **11. Phasenübergänge**

- 11.1. Gleichgewichts- und Stabilitätsbedingungen
- 11.2. Phasenübergänge 1. Art
- 11.3. Kontinuierliche Phasenübergänge
  - 11.3.1. Ehrenfestsche Gleichungen
  - 11.3.2. Ordnungsparameter und kritische Exponenten
  - 11.3.3. Van der Waals-Gas nahe dem kritischen Punkt
  - 11.3.4. Landau-Theorie

## **II. Statistische Physik des Gleichgewichtes**

### **1. Vorüberlegungen und Grundbegriffe**

#### **2. Informationstheoretischer Zugang**

- 2.1. Information und Informationsentropie
- 2.2. Prinzip der maximalen Unbestimmtheit
- 2.3. Informationstheoretischer Zugang zur Statistischen Physik

#### **3. Konventioneller Zugang**

- 3.1. Plausibilitätsargumente
- 3.2. Verteilung für kleine Teilsysteme eines großen Systems mit fester Energie
  - 3.2.1. Zustandsdichte
  - 3.2.2. Ableitung der kanonischen Verteilung

#### **4. Allgemeiner Formalismus statistischer Gesamtheiten**

- 4.1. Formale Vorbereitung
- 4.2. Übergang zwischen Gesamtheiten, Äquivalenz im thermodynamischen Grenzfall

#### **5. Klassische Statistische Mechanik**

- 5.1. Klassischer Grenzfall der Quantenstatistik
- 5.2. Klassisches ideales Gas
  - 5.2.1. Statistische Gesamtheiten
  - 5.2.2. Gibbssches Paradoxon
- 5.3. Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung
- 5.4. Barometrische Höhenformel
- 5.5. Gleichverteilungssatz
- 5.6. Virialsatz
- 5.7. Verdünntes klassisches Gas, Virialentwicklung
- 5.8. Van der Waals-Gas

#### **6. Ideale Quantensysteme**

- 6.1. Beschreibung in großkanonischer Gesamtheit
- 6.2. Schwach entartete Quantengase: Kontinuumsliches und klassischer Grenzfall
- 6.3. Fermigas bei tiefen Temperaturen

- 6.4. Bosegas bei tiefen Temperaturen: Bosekondensation
- 6.5. Harmonischer Oszillator
- 6.6. Photonengas
- 6.7. Phononen

## **7. Ising-Modelle, Molekularfeld-Näherung, Ginzburg-Landau-Theorie**

- 7.1. Weiss'sche Theorie des Ferromagnetismus
- 7.2. Ising-Modelle
- 7.3. Curie-Weiss-Modell
- 7.4. Molekularfeld-Näherung
- 7.5. Ising-Modell mit kurzreichweitiger Wechselwirkung, Molekularfeld-Näherung
- 7.6. Ginzburg-Landau-Theorie
- 7.7. Ginzburg-Kriterium