

Statistische Physik

- Dozent: Holger Stark Zi EW709, Tel: 29623
email: Holger.Stark@tu-berlin.de
- Vorlesung: Di 10¹⁵ - 11⁴⁵ EW202
Do 14¹⁵ - 15⁴⁵ "
- Übungen: Übungsleiter Johannes Blaschke
Termin: Mo 10¹⁵ - 11⁴⁵, EW731, ab 24.10.16
Anmeldung auf Moses (bis Mi 13.10)
- Infos zur Vorlesung/Übung:
→ www.itp.tu-berlin.de/stark → Lehre
Material:
- Verwendung: (i) Vertiefungsfach innerhalb Theo. Phys. V/VI
(ii) Teil eines Wahlpflichtfaches
& weitere Veranstaltung (2 SWS)
Empfehlung: Seminar AG Stark
Mi 14¹⁵ - 15⁴⁵, EW731
- Fortsetzung von Theo. Physik IV: Thermodynamik & Stat. Physik
→ Wiederholung & Vertiefung
→ neue Themen, Thermodynam. GG

1. Einleitung

- Statistische Physik:

Verwende Methoden der Wahrscheinlichkeitstheorie,
um aus dem Verhalten sehr vieler mikroskopischer
Konstituenten makroskopische Größen als Mittel-
werte zu berechnen.

Bsp: Volumen V (Luftballon: V ist statistische Größe)
Temperatur T (\leftrightarrow thermische Bewegung)
Druck p (\leftrightarrow Impulsübertrag der Moleküle)
"

innere Energie U
 spezifische Wärme C (\rightarrow Festkörper $C \sim T^3$, Gase
 Leitungsleiter $C \sim T$)

elektr. Polarisation P , Magnetisierung M

Suszeptibilitäten: $\underline{\chi}$, $P = \underline{\chi} E$ \leftarrow elektr. Feld

Scherviskosität: η

- Warum ist statistische Natur nicht sichtbar

Bsp: U von Luftballon

Grund:

sehr viele Konstituenten (Anzahl N)
 \rightarrow Gesetze der großen Zahlen anwendbar
 \rightarrow relative Schwankung
 einer makroskop. Größe $\sim \frac{1}{\sqrt{N}} \rightarrow 0, N \rightarrow \infty!$
 (z.B. $\frac{\Delta U}{U}$)

Bsp: $\frac{\Delta U}{U} \sim \frac{1}{\sqrt{N}}!$ $N = 6 \cdot 10^{23} \rightarrow \frac{\Delta U}{U} \sim 10^{-12}!$

\rightarrow statistische Beschreibung der mikroskop. Physik
 vereinbar mit dem makroskopischen Determinismus

Bsp: N Würfe mit Münze:

mittlere Anzahl von Köpfen: $\langle N_k \rangle = \frac{N}{2}$

Wahrscheinlichkeit für $\frac{N}{2} \pm \varepsilon$ mal Köpf

$$P\left(\frac{N}{2} \pm \varepsilon\right) = \left(\frac{1}{2}\right)^N \binom{N}{\frac{N}{2} \pm \varepsilon}$$

Wahrscheinlichkeit für bestimmte Kopf-Zahl Abfolge \uparrow
 wie oft kann man $\frac{N}{2} \pm \varepsilon$ Köpfe auf N Plätze verteilen!

zentraler Grenzwertsatz \rightarrow Gaußverteilung um $\frac{N}{2}$ mit relativer
 Breite $\frac{\Delta N = \sqrt{\langle \varepsilon^2 \rangle}}{N} \sim \frac{1}{\sqrt{N}}!$

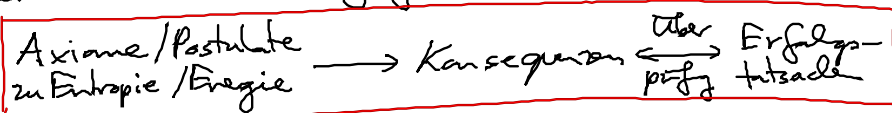
NB: s. Kapitel 3!

- insbesondere:
 statistische Begründung thermodynam. Größen
 (Entropie: S, U, V, P, T, \dots)
 der Thermodynamik
 = phänomenologische Theorie
 basierend auf wenigen Postulaten

- Literatur: → Folie
- Inhalt:

2. Thermodynamik und ihr axiomatischer Zugang

- Grundtatsache der TD seien bekannt
 hier: axiomatischer Zugang zur Wiederholung & neue Sichtweisen



- Phänomenolog. Thermodynamik ist eigenständiges
 Gedankengebäude unabh. von Stat. Physik
 Einstein: „TD ist universell gültige Theorie“

- TD: behält über mikroskop. Zeit- und Längenskalen
 gemittelte Größe

Bsp: (i) mikroskop. Bewegung: $10^{-15} \text{ s} - 10^{-12} \text{ s}$

(Molekülschwingung, Phononen)

mikroskop. Messung: z.B. $> 10^{-7} \text{ s}$

(ii) mikroskop. Abmessung: 0.1 nm

makroskop. Messung: $> 100 \text{ nm}$ (Licht)

→ räuml. und zeitl. Mittelung über ca. $10^3 = (10^3)^3$ Atom-Koordinaten

2.1 Postulat zur inneren Energie und 1. Hauptsatz

- Erfolgstatsache: Leibniz, Coulomb, Mayer, ...

Systeme besitzen ^{eine} innere Energie mit den Eigenschaften

- (i) Zustandsgröße
- (ii) Erhaltungsgröße (EES)
- (iii) extensiv

- Postulat I: zur inneren Energie \rightarrow Folie

- U ist Zustandsgröße: $\Delta W_2, \Delta Q_2 \rightarrow U(B)$
 $\Delta W_1, \Delta Q_1 \rightarrow U(A)$

mit $\Delta U = U(B) - U(A)$

1. Hauptsatz der Wärmelehre (EES):

$$\Delta U = \underbrace{\Delta Q}_{\substack{\text{Wärme-} \\ \text{übertrag} \\ \text{auf System}}} + \underbrace{\Delta W}_{\substack{\text{am System} \\ \text{geleistete} \\ \text{Arbeit}}}$$

differenziell: $du = dQ + dW$

\uparrow totales Differential
 \uparrow unvollständiges Differential
 [keine Zustandsgr.]