

Statistische Physik

- Dozent: Prof. Holger Stark Zi EW709, Tel: 29623
email: Holger.Stark@tu-berlin.de
- Vorlesung: Di 10¹⁵ - 11⁴⁵ EW202
Do 14¹⁵ - 15⁴⁵ EW202
- Übungen: Übungsleiter Anne Zimp
Termin: ursprüngl. Mo 12¹⁵ - 13⁴⁵ EW731 (?)
Ausweid-
termin: Do 12¹⁵ - 13⁴⁵ Seminarraum?? ab
nächster Woche
- Anmeldung über Moses (bis Mi 18.10)
- Infos zur Vorlesung/Übungen:
→ www.itp.tu-berlin.de/stark → Lehre

Material: ...

- Verwendung: (i) Vertiefungsfach innerhalb Modul Theo. Phys. V/VI
(ii) Teil eines Wahlpflichtfachs
& weitere Veranstaltung (2 SWS)
Empfehlung: Seminar der AG Stark
Mi 14¹⁵ - 15⁴⁵
- Fortsetzung von Theo. Physik IV: Thermodynamik & Stat. Physik
→ „keine Wiederholung“, Vertiefung,
→ neue Themen, Thermodyn. GG

1. Einleitung

- Statistische Physik:

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

Bsp: Volumen V
 Temperatur T (\leftrightarrow kinische Bewegung)
 innere Energie U
 spezifische Wärme C (\rightarrow Festkörper, Gase)
 elektr. Polarisier. P , Magnetisierung M
 Suszeptibilität: χ , $P = \chi E$ \uparrow elektr. Feld
 Scler-Viskosität: η

• Warum ist statistische Natur nicht sichtbar?

Bsp: N von Luftballon

Grd. sehr viele Konstanten (Anzahl N)
 \rightarrow Gesetze der große Zahlen anwendbar
 \rightarrow relative Schwankung einer makroskopische Größe $\sim \frac{1}{\sqrt{N}} \rightarrow 0, N \rightarrow \infty!$

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

\rightarrow statistische Beschreibung der mikroskop. Physik vereinbar mit „makroskopische Determinismus“

Bsp: N Würfel mit Münze:

mittlere Anzahl von Kopf: $\langle N_K \rangle = \frac{N}{2}$

Wahrscheinlichkeit für $\frac{N}{2} \pm \epsilon$ mal Kopf:

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

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

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

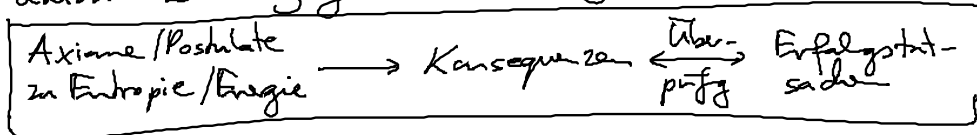
s. Kapitel 3!

- insbesondere:
 statische Begründung thermodynamischer Größe
 (Entropie S , U, V, P, T, \dots)
 „ der Thermodynamik
 = phänomenologische Theorie
 basierend auf wenigen Postulaten

- Literatur: \rightarrow s. Folie
- Inhalt: \rightarrow s. Folie

2. Thermodynamik und ihr axiomatischer Zugang

- Grd. Tatsache der TD seien bekannt
 hier: axiomatischer Zugang zur Wiederholung & neue Sichtweise



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

- TD: behandelt über mikroskop. Zeite und Längens
 gemittelte Größen

Bsp: (i) mikroskop. Bewegung: $10^{-15} \text{ s} - 10^{-12} \text{ s}$
 (Molekülschwingung, Phononen)
 makroskop. Messung: z.B. $> 10^{-7} \text{ s}$

(ii) mikroskopische Abmessung: 0.1 nm
 makroskopische Messung: $> 100 \text{ nm}$ (Licht)

\rightarrow räuml. und zeitl. Mittelung über ca. 10^8 Atom-Koordinaten

2.1 Postulat zur inneren Energie und 1. Hauptsatz

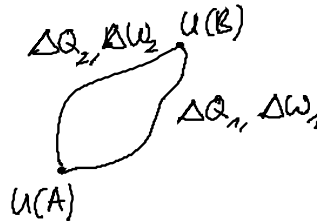
- Erfolgstradition: Leibniz, Coulob, Mayer, ...

Systeme besitzen innere Energie mit den Eigenschaften

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

- Postulat I: zur inneren Energie

- U ist Zustandsgröße:



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

1. Hauptsatz der Wärmelehre (EES):

$$\Delta U = \underbrace{\Delta Q}_{\substack{\text{Wärmeübertrag} \\ \text{auf System}}} + \underbrace{\Delta W}_{\substack{\text{an System} \\ \text{geleistete Arbeit}}}$$

differenziell: $dU = dQ + dW$

↑
totales
Differential

↑
↑
unvollständiges
Differential

- Bsp: für dW , quasistatische Prozessführung (Abfolge von GG-Zuständen)

$$dW = \sum_i F_i dx_i$$

↑
verallgemeinerte
Kraft
(intensiv)

↑
Wegvariable
extensiv

} zueinander konjugiert