

Experimental Physics II

Luca Cordes

SS 2023/2024

Contents

1	Thermodynamik	1
1.1	I. Hauptsatz	1
1.2	II. Hauptsatz	1
1.3	III. Hauptsatz	1
1.4	Wärmetransport	2
1.4.1	Diffusion	2
1.4.2	Konduktion	2
1.4.3	Wärmestrahlung	2
1.5	Formeln	2

Contents

1 Thermodynamik

1.1 I. Hauptsatz

Die gesamt Energie ist in einem geschlossenen System zeitlich konstant.

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W$$

ΔU = die Änderung der (gesamten) ineren Enrgie eines geschlossenen Systemes

ΔQ = von außen zugeführte Wärmeenergie

ΔW = vo außen zugeführte mechanische Energie

1.2 II. Hauptsatz

Wärme fließt von selbst immer nur vom wärmeren zum kälteren Körper, nicht umgekehrt.

In einem abgeschlossenen System⁵ nimmt die Entropie nicht ab

1.3 III. Hauptsatz

Es ist prinzipiell nicht möglich, den absoluten Temperaturnullpunkt ($T = 0$ K) zu erreichen.

1.4 Wärmetransport

1.4.1 Diffusion

Netto-Teilchenstromdichte bei Diffusion:

$$\vec{j} = -D \cdot \vec{\nabla} n$$

1.4.2 Konduktion

Wärmestromdichte bei Konduktion:

$$\begin{aligned}\vec{j}_Q &= -\lambda \cdot \vec{\nabla} T \\ \frac{|dQ|}{S \cdot dt} &= \lambda \frac{|\Delta T|}{d}\end{aligned}$$

1.4.3 Wärmestrahlung

Gesamtstrahlungsleitung (nach Stefan-Boltzmann-Gesetz):

$$P = \varepsilon \sigma A T^4$$

1.5 Formeln

Zustandsgleichung des idealen Gases:

$$p \cdot V = N \cdot k \cdot T$$

Gesamte kinetische Energie, abhängig von Freiheitsgraden:

$$E_{kin}^{tot} = \frac{f}{2} k T$$

Expansionsarbeit:

$$|\Delta W| = p \Delta V$$

$$\langle E_{kin}^{atom} \rangle = \frac{3}{2} k \cdot T$$

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha \Delta T$$

$$\frac{\Delta V}{V} = 3\alpha \Delta T = \gamma \Delta T$$

Zeichen und ihre Bedeutung:

$p \iff$ Druck/Pressure

$V \iff$ Volumen

$T \iff$ Temperatur

$f \iff$ Zahl der Freiheitsgrade

$n \iff$ Stoffmenge (in mol)

$N \iff$ Stoffmenge

$U \iff$ innere Energie

$Q \iff$ Wärmeenergie

$\vec{j} \iff$ Netto-Teilchenstromdichte bei Diffusion $= -D \cdot \vec{\nabla} n$

$dR \iff$ Reduzierte Wärmemenge $= \frac{dQ}{T}$

$dS \iff$ Entropie $= \frac{dQ_{rev}}{T}$

\iff

\iff

\iff

\iff

$N_A \iff$ Avogadro-Konstante

$R \iff$ allgemeine Gaskonstante

$k \iff$ Boltzmann-Konstante

$c \iff$ spezifische Wärmekapazität $= \frac{\Delta Q}{M \Delta T}$

$D \iff$ Diffusionskonstante

$\sigma \iff$ Stefan-Boltzmann-Konstante $= 5.77 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$

$\varepsilon \iff$ Absorptionsgrad ≤ 1

\iff