

# Stichworte zur Prüfung – Grundlagen der Physik Ib

(Vorlesung Prokofiev WS 2021/22)

Aktualisiert am 27.01.2022

## Kapitel 6.

- Reale feste Körper

Atomares Modell der Aggregatzustände (Dichte, mittlere Inter molekularabstände, Verhältnis der potentiellen und kinetischen Energien, Verschiebbarkeit der Moleküle, Fern- und Nahordnung). Atomares Wechselwirkungspotential (AWP). Konkrete Beispiele: starre Kugeln, Lennard-Jones. Charakterisierung der Aggregatzustände anhand vom AWP.

Deformierung von Festkörpern, elastische und plastische Deformationen, Reversibilität der elastischen und Irreversibilität der plastischen Deformationen (mikroskopische Erklärung). Hooke'sches Gesetz. Geltungsbereich (makroskopisch und mikroskopisch). Elastizitätsmodul, Spannung, relative Dehnung.

Spannungs-Dehnungsdiagramm.

Kompressionsmodul/Kompressibilität, Scher- und Torsionsmodul.

Biegung eines Balkens (nur allg. Betrachtungen mit Formel [ohne Herleitung], Def.

Flächenträgheitsmoment). Materialersparnis bei speziellen Balkenprofilen.

Elastische Hysterese. Deformationsarbeit. (Nicht)Erhaltung der gesamten mechanischen Energie.

- Hydrostatik

Freie Verschiebbarkeit von Molekülen in Flüssigkeiten, Schubmodul von Flüssigkeiten, Statischer Druck in einer Flüssigkeit (Isotropie). Was bestimmt die Form der Flüssigkeitsoberfläche?

Kräfte auf ein Flüssigkeitselement einer ruhenden Flüssigkeit.

Hydraulische Presse.

Schweredruck: Erklärung, Formel, hydrostatisches Paradoxon.

Auftriebskraft (Entstehungsmechanismus, Archimedisches Prinzip).

Oberflächenspannung: mikroskopische Erklärung, phänomenologische Folgen.

Äquivalenz der Oberflächenspannung und der spezifischen Oberflächenenergie (ohne Beweis).

Grenzflächen, Entstehen eines Meniskus beim Kontakt der Flüssigkeitsoberfläche mit Gefäßwand (Randwinkel) – qualitative Erklärungen.

Kapillarität (Qualitative Erklärung der Flüssigkeitssteigung/senkung)

- Reibung zwischen festen Körpern

Haft-, Gleit- und Rollreibung (Mechanismen),

## Kapitel 7.

- Gase und Kinetische Gastheorie

Makroskopische und mikroskopische Betrachtung, allgemeine Gasgleichung (thermische Zustandsgleichung): makroskopische und mikroskopische Form, Kompressibilität, Druck (Definition).

Luftdruck und barometrische Höhenformel (makroskopisch und mikroskopisch). Entmischung der Atmosphäre. Vergleich der funktionellen Abhängigkeiten von der Höhe für Gase und Flüssigkeiten.

Modell des idealen Gases (Hartkugelgas).

Grundgleichungen der kinetischen Gastheorie (Herleitungsansatz), mittlere kinetische Energie und absolute Temperatur.

Gleichverteilungssatz: Formulierung und Anwendung (spezifische Wärme eines Gases, eines Festkörpers).

- Maxwell-Boltzmannsche Geschwindigkeitsverteilung

Verteilungsfunktion allg.

Verteilungsfunktion für die Geschwindigkeitskomponente und den Geschwindigkeitsvektor (ohne Herleitung).

Verteilungsfunktion für den Geschwindigkeitsbetrag (Ableitung aus den vorigen Verteilungsfunktionen).

Temperaturabhängigkeit, Stoffabhängigkeit.

Wahrscheinlichste und mittlere Geschwindigkeit, Wurzel aus dem mittleren Geschwindigkeitsquadrat (Definitionen und Werte),

Stoßquerschnitt und mittlere freie Weglänge (Definitionen); Mittlere freie Weglänge: von welchen Größen abhängig.

Lichtmühle.

- Transportprozesse in Gasen

Diffusion (mikroskopischer Massentransport). Phänomenologische Beschreibung:

Teilchenstromdichte, 1. Ficksches Gesetz (ohne Herleitung). Diffusionskonstante (= Diffusionskoeffizient): Abhängigkeit von  $\Lambda$  und  $\nu$ -quer.

## Kapitel 8.

- Strömende Flüssigkeiten und Gase

Allg. Betrachtungen (Strömungsfeld, Stromlinie).

Strömungstypen.

Substantielle Beschleunigung (nur das Konzept, ohne Herleitung).

Euler-Gleichung für ideale Flüssigkeiten.

Kontinuitätsgleichung (für Röhren und allgemein). Erklärung des Begriffes der Divergenz.

Bernoulli-Gleichung: Herleitung (nur Ansatz). Beispiele wo der Bernoulli Effekt vorkommt.

- Laminare Strömungen

Innere Reibung: Reibungskraft.

Umströmung einer Kugel von einer idealen und nicht-idealen Flüssigkeit.

Def. dynamische Zähigkeit/Viskosität, Grenzschicht.

Laminare Strömung durch Rohre, Strömungsprofil (Rotationsparaboloid). Hagen-Poiseuille-Gesetz (nur Erklärungen ohne Herleitungen). Stokes'sches Gesetz, Prinzip des

Kugelfallviskosimeters.

- Turbulente Strömungen

Navier-Stokes-Gleichung (im Vergleich mit der Euler-Gleichung).

Wirbel und Zirkulation. Entstehung von Wirbeln, Strömungswiderstand.

- Aerodynamik

Dynamischer Auftrieb, Magnus-Effekt.

## Kapitel 10.

- Temperatur und Wärmemenge

Temperaturmessung, Thermometer und Temperaturskalen.

Thermische Ausdehnung fester und flüssiger Körper (Ursache anhand des atomaren Wechselwirkungspotentials).

Thermische Ausdehnung von Gasen, Gasthermometer, absolute Temperaturskala.

Wärmemenge und spezifische Wärme, spezifische Molwärme.  
Molvolumen, Avogadrozahl.  
Innere Energie (mikroskopisch),  
 $C_V$ ,  $C_p$ ,  $\kappa$ .  
Molekulare Deutung der spezifischen Wärme; spezifische Wärme fester Körper, Gesetz von Dulong-Petit.  
Ursache der Temperaturabhängigkeit von  $C_V$  idealer Gase. Quantelung der Rotations- und Schwingungsbewegungen.

- Wärmetransport

Wichtigste Wärmeaustauschmechanismen.  
Konvektion in Flüssigkeiten und Gasen (Mechanismus).  
Wärmeleitung in kondensierten Phasen (mikroskopischer Mechanismus - Gitterschwingungen).  
Wärmeleitung von Metallen (Mechanismus).  
Fourier- und Wärmeleitungsgleichung (ohne Herleitung).

- 1. Hauptsatz (HS) der Thermodynamik (TD)

Wärmekraftmaschine (WKM).  
Formulierungen des 1. HS (Thomson, Plank), mathematische Formulierung.  
Thermodynamische Def. innere Energie.  
Def. isotherme, isobare isochore und adiabatische Prozesse. Behandlung spezieller Prozesse als Beispiele für den 1. HS: isochore Prozesse, isobare Prozesse (Enthalpie), isotherme Prozesse (Boyle-Mariottesches Gesetz; Arbeitsleistung) und adiabatische Prozesse.  
Adiabatengleichungen; Gegenüberstellung Isothermen- und Adiabatencurven.

- 2. Hauptsatz der Thermodynamik

Äquivalente Formulierungen des 2. HS (Thomson, Clausius, Entropie),  
Carnotscher Kreisprozess (Teilschritte, Reversibilität, Carnotscher Wirkungsgrad, Carnotsche Proportionen).  
Darstellung auf p-V und T-S Ebenen, Arbeit und Wärme pro Zyklus graphisch.  
Carnotsche Wärmepumpe (WP) (Funktionsweise allgemein, ohne technische Details).  
Kopplung einer WKM mit einer WP. Carnotscher Satz.

- Entropie

Carnotsche Proportion, Approximation eines beliebigen Kreisprozesses durch Summe von infinitesimalen Carnotprozessen und die daraus folgende Def. Entropie als Zustandsgröße.  
 $\Delta S$  bei reversiblen Prozessen (aus der U-Fundamentalgleichung);  
Mikroskopische Deutung der Entropie. Boltzmannsche Formel, Zusammenhang Entropie und Wahrscheinlichkeit eines TD-Zustandes.  
Reversible und irreversible Prozesse.  
Entropieänderung bei den folgenden irreversiblen Prozessen: Temperatenausgleich, Gasexpansion ins Vakuum, Diffusion.

- Thermodynamische Potentiale; 3. Hauptsatz der Thermodynamik

Def. freie Energie, Enthalpie, freie Enthalpie (= Gibbssches Potential) ausgehend von der inneren Energie;  
Natürliche Variablen TD Potentiale. Totales Differential.  
Kriterien des freiwilligen Ablaufs von Prozessen und der Gleichgewichtszustände anhand von Potentialen und Entropie;  
Fundamentale Gleichungen der TD in verschiedenen Formen.

Der dritte HS der TD (2 Formulierungen: Entropie, Unerreichbarkeit 0K).

- Phasenumwandlungen

Def. Aggregatzustände/ Phasen, p-T-Phasendiagramm.

Gibbssche Phasenregel. Beispiele Einstoffsystem aus 1,2,3 Phasen.

Ableitung der Clausius-Clapeyron-Gleichung mithilfe der Fundamentalgleichung.

Anwendung der Gleichung auf zweiphasige Gleichgewichte: Flüssigkeit-Gas, Flüssigkeit-Festkörper.

Anomalie des Wassers (Vergleich Phasendiagramme  $\text{CO}_2$  und Wasser).