

# Inhalt

## Empfehlungen zur Verwendung dieses Buches — VII

## Abkürzungsverzeichnis — XIII

### 1 Einige Vorbereitungen — 1

- 1.1 Mathematische Grundlagen — 1
  - 1.1.1 Geometrie — 1
  - 1.1.2 Differential- und Integralrechnung — 3
  - 1.1.3 Komplexe Zahlen — 13
  - 1.1.4 Lösen von LGS — 16
- 1.2 Messungen in der Physik — 22

### 2 Mechanik — 27

- 2.1 Kinematik — 27
  - 2.1.1 Bahnkurven — 28
  - 2.1.2 Geschwindigkeit und Beschleunigung — 29
  - 2.1.3 Einige spezielle Bewegungsformen — 33
- 2.2 Die Bewegungsgesetze — 40
  - 2.2.1 Die Kraft — 40
  - 2.2.2 Der Impuls — 41
  - 2.2.3 Die Newton'schen Axiome — 41
- 2.3 Erste Anwendungen der Bewegungsgesetze — 44
  - 2.3.1 Kräfteaddition und Kräftezerlegung — 45
  - 2.3.2 Ein Potpourri von Kräften — 46
  - 2.3.3 Die schiefe Ebene — 49
  - 2.3.4 Wurfparabeln — 51
- 2.4 Erhaltungsgrößen — 55
  - 2.4.1 Der Energiesatz — 56
  - 2.4.2 Der Potentialbegriff — 66
  - 2.4.3 Der Impulssatz — 68
  - 2.4.4 Der Drehimpulssatz — 73
- 2.5 Kreisbewegungen — 79
  - 2.5.1 Kenngrößen einer Kreisbewegung — 79
  - 2.5.2 Die Zentripetalkraft — 80
  - 2.5.3 Ein Blick aus dem rotierenden Bezugssystem — 83
- 2.6 Harmonische Schwingungen — 85
  - 2.6.1 Grundlegende Begriffe — 85
  - 2.6.2 Der ungedämpfte, ungetriebene harmonische Oszillator — 86
  - 2.6.3 Der gedämpfte harmonische Oszillator — 92

- 2.6.4      Getriebene Schwingungen — **97**
- 2.7        Beschreibung mechanischer Wellen — **102**
- 2.7.1      Die lineare Atomkette — **103**
- 2.7.2      Übergang zum Kontinuum — **104**
- 2.7.3      Lösungen der Wellengleichung — **107**

### **3      Thermodynamik — 125**

- 3.1        Phänomenologische Thermodynamik — **126**
- 3.1.1      Thermodynamik im Alltag — **126**
- 3.1.2      Thermodynamische Messgrößen und Begriffe — **127**
- 3.1.3      Zustandsgleichung idealer Gase — **136**
- 3.2        Kinetische Gastheorie — **139**
- 3.2.1      Grundgleichung der kinetischen Gastheorie — **140**
- 3.2.2      Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung — **145**
- 3.2.3      Innere Energie und Freiheitsgrade — **152**
- 3.3        Reale Gase — **158**
- 3.3.1      Herleitung der Zustandsgleichung realer Gase — **159**
- 3.3.2      Phasenübergänge — **161**
- 3.4        Wärmeenergie und der 1. Hauptsatz — **167**
- 3.4.1      Innere Energie und Wärmeenergie — **167**
- 3.4.2      Der 1. Hauptsatz — **169**
- 3.4.3      Mechanische Arbeit an einem Gas — **170**
- 3.5        Die Wärmekapazität — **172**
- 3.5.1      Spezifische und molare Wärmekapazität — **172**
- 3.5.2      Wärmekapazität idealer Gase — **175**
- 3.5.3      Wärmekapazität mehratomiger Gase — **177**
- 3.5.4      Wärmekapazität von kristallinen Festkörpern — **179**
- 3.5.5      Mischungstemperaturen — **179**
- 3.5.6      Schmelz- und Verdampfungswärmen — **182**
- 3.6        Zustandsänderungen — **185**
- 3.6.1      Das betrachtete System — **185**
- 3.6.2      Isochore Zustandsänderung — **186**
- 3.6.3      Isobare Zustandsänderung — **187**
- 3.6.4      Isotherme Zustandsänderung — **188**
- 3.6.5      Adiabatische Zustandsänderung — **190**
- 3.6.6      Zusammenfassung der Zustandsänderungen — **194**
- 3.7        Der 2. Hauptsatz — **195**
- 3.7.1      Kreisprozesse — **196**
- 3.7.2      Der Carnot-Prozess — **197**
- 3.7.3      Der 2. Hauptsatz — **201**
- 3.7.4      Reversible und irreversible Prozesse — **201**
- 3.7.5      Die Entropie — **202**

3.8	Thermodynamische Maschinen —	205
3.8.1	Der Kühlschrank —	205
3.8.2	Die Wärmepumpe —	207
3.8.3	Der Stirling-Motor —	208
3.8.4	Gasverflüssigung und der Joule-Thomson-Effekt —	210
3.9	Der 3. Hauptsatz —	212
3.10	Wärmetransport —	213
3.10.1	Wärmeleitung —	214
3.10.2	Wärmestrahlung —	223
<b>4</b>	<b>Elektrizitätslehre und Magnetismus —</b>	<b>231</b>
4.1	Das elektrische Feld mit Anhang —	231
4.1.1	Elektrische Ladung —	231
4.1.2	Der elektrische Strom —	233
4.1.3	Das elektrische Feld – Eine Form, Kräfte auf Ladungen wirken zu lassen —	234
4.1.4	Das Coulomb'sche Gesetz – Kräfte zwischen Punktladungen —	236
4.1.5	Arbeit, Potential und Spannung im $E$ -Feld —	238
4.2	Rechnen in Gleichstromkreisen —	243
4.2.1	Das Ohm'sche Gesetz —	243
4.2.2	Die Kirchhoff'schen Regeln —	249
4.3	Der Kondensator —	254
4.3.1	Wichtige Größen —	255
4.3.2	Exkurs: Lösen einer linearen DGL 1. Ordnung —	259
4.3.3	Auf- und Entladevorgänge —	264
4.3.4	Kondensatoren kombiniert —	267
4.3.5	Bewegte Ladungen im Kondensator —	270
4.4	Das magnetische Feld —	277
4.5	Messung der Flussdichte mit der Hall-Sonde —	281
4.6	Die Spule —	284
4.6.1	Wichtige Größen —	284
4.6.2	An- und Ausschaltvorgänge —	288
4.6.3	Über die Energie des magnetischen Feldes —	292
4.6.4	Spulen kombiniert —	294
4.7	Kombination von elektrischem und magnetischem Feld —	296
4.8	Dreierlei elektrische Schwingkreise —	298
4.8.1	Der $LC$ -Kreis —	299
4.8.2	Der $LCR$ -Kreis —	302
4.8.3	Der $LCR$ -Kreis und eine zusätzliche Spannungsquelle —	303
4.8.4	Impedanzen —	304
4.8.5	Nochmal der getriebene $LCR$ -Kreis —	308
4.9	Der Transformator —	309

**5 Optik — 315**

- 5.1 Strahlenoptik — **315**
  - 5.1.1 Die Lochkamera — **316**
  - 5.1.2 Reflexion — **317**
  - 5.1.3 Lichtbrechung — **324**
  - 5.1.4 Optische Instrumente — **333**
- 5.2 Wellenoptik — **339**
  - 5.2.1 Ebene Wellen — **340**
  - 5.2.2 Kugelwellen — **343**
  - 5.2.3 Das Huygens'sche Prinzip — **344**
  - 5.2.4 Brechung und Reflexion mit Lichtwellen — **345**
  - 5.2.5 Interferenz — **347**
  - 5.2.6 Beugung — **349**
  - 5.2.7 Der Doppelspalt — **350**
  - 5.2.8 Der Einzelspalt — **352**
  - 5.2.9 Das Gitter — **353**
- 5.3 Der Laser — **355**
  - 5.3.1 Funktionsprinzip — **356**
  - 5.3.2 Anwendungen des Lasers — **358**

**6 Einführung in die Quantenmechanik — 361**

- 6.1 Einige Schlüsselexperimente — **362**
  - 6.1.1 Der Stern-Gerlach-Versuch — **362**
  - 6.1.2 Optische Spektroskopie von Wasserstoff — **364**
  - 6.1.3 Der Photoeffekt — **366**
  - 6.1.4 Experimente mit dem Doppelspalt, Interferenz — **369**
- 6.2 Mathematische Aspekte, physikalische Interpretation — **372**
  - 6.2.1 Der Zustandsvektor — **373**
  - 6.2.2 Die Schrödinger-Gleichung — **377**
  - 6.2.3 Operatoren und Messungen — **380**
  - 6.2.4 Mittelwerte, Schwankungen und die Unschärferelation — **384**
- 6.3 Modellsysteme — **391**
  - 6.3.1 Der unendliche tiefe Potentialtopf — **391**
  - 6.3.2 Der Potentialtopf endlicher Tiefe — **394**
  - 6.3.3 Der harmonische Oszillator — **399**
  - 6.3.4 Das Wasserstoffatom — **406**
  - 6.3.5 Periodische Potentiale und das Bändermodell — **408**

**Lösungen der Übungsaufgaben — 417**

**Stichwortverzeichnis — 423**