

Wintersemester

Mathematische Vorbemerkungen
Mechanik

Sommersemester

Thermodynamik
Elektrostatik
Magnetostatik

Wintersemester

Elektrodynamik
Optik
Spezielle Relativitätstheorie

Kapitel 1

MATHEMATISCHE VORBEMERKUNGEN

1.1 Kartesisches Koordinatensystem

1.2 Skalare Grössen

1.3 Vektoren

1.3.1 Definition

1.3.2 Addition, Subtraktion von Vektoren

1.3.3 Komponenten-Darstellung der Vektoren

1.3.4 Addition von Vektoren

1.3.5 Multiplikation mit c-Zahl

1.3.6 Skalarprodukt

1.3.7 Einheitsvektor

1.3.8 Orthogonale Vektoren

1.3.9 Vektorprodukt

1.4 Vektorwertige Funktionen

1.4.1 Bahnkurve, Trajektorie des Massenpunktes

1.4.2 Momentane Geschwindigkeit des Massenpunktes

1.4.3 Momentane Beschleunigung des Massenpunktes

1.4.4 Bahnkurve, begleitendes Dreibein

Kapitel 2

Mechanik

2.1 Die Newtonschen Axiome

2.1.1 Das erste Axiom: Das Trägheitsgesetz

2.1.2 Das zweite Axiom: Das Bewegungsgesetz

2.1.3 Das dritte Axiom: *Actio = Reactio*

2.2 Mathematische Zwischenbemerkung: Differentialgleichungen

2.2.1 Eindimensionale Differentialgleichungen

2.2.2 Komplexe Zahlen

2.2.3 Lineare Differentialgleichungssysteme in zwei Dimensionen

2.3 Eindimensionale Bewegungen

2.3.1 Zeitunabhängige, Kräfte, Energiesatz

Beispiel: Freier Fall

Beispiel: Harmonischer Oszillator

2.3.2 Allgemeine Integration der eindimensionalen Bewegung im konservativen Kraftfeld

Der harmonische Oszillator

2.3.3 Der Phasenraum für die eindimensionale Bewegung

2.3.4 Reibungskräfte

2.3.5 Zeitabhängige äussere Kräfte

Freies Teilchen unter dem Einfluss einer zeitabhängigen Kraft

Harmonischer Oszillator unter dem Einfluss einer periodischen Kraft

Die Leistung der erregenden Kraft

Der Antwort (Response)-Formalismus

2.4 Dreidimensionale Dynamik eines Massenpunktes

2.4.1 Der schiefe Wurf

2.4.2 Arbeit, kinetische Energie, Energiesatz

2.4.3 Arbeit, kinetische Energie

2.4.4 Mathematischer Exkurs: Kurvenintegrale

Gradient, Rotation

Stokesscher Satz

2.4.5 Der Energiesatz für konservative Kraftfelder

2.5 Die Bewegung im Zentralfeld

2.5.1 Energieerhaltung

2.5.2 Drehimpulserhaltung

2.6 Das Kepler-Problem: Bewegung im Gravitationsfeld

2.7 Bezugssysteme

2.7.1 Koordinatentransformationen

2.7.2 Inertialsysteme

2.7.3 Galilei-Invarianz

2.7.4 Rotierende Bezugssysteme

2.7.5 Zentrifugalkräfte

2.7.6 Corioliskräfte

2.8 Das Zweikörperproblem

2.8.1 Schwerpunktssystem, reduzierte Masse

2.9 Das N-Körperproblem

2.9.1 Freie Systeme

2.9.2 Unfreie, gebundene Systeme

2.10 Der Impulssatz (Schwerpunktsatz)

2.10.1 Schwerpunktskoordinaten

2.11 Der Drehimpulssatz

Der Drehimpulssatz bei Zentralkräften

2.11.1 Wahl des Bezugspunktes

2.11.2 Der Drehimpuls bezüglich des Schwerpunktsystems

2.12 Der Energiesatz

Die zehn Integrale der Bewegung für abgeschlossene Systeme

2.13 Der starre Körper

2.13.1 Der Übergang zum Kontinuum

2.13.2 Rotation eines starren Körpers um eine Achse

2.13.3 Trägheitsmomente

2.13.4 Kreiseltheorie

2.13.5 Die Eulerschen Kreiselgleichungen

Rotation um freie Achsen

Der kräftefreie symmetrische Kreisel

2.14 Mechanik deformierbarer Körper

2.14.1 Kontinuumstheorie

Verschiebungsfeld

Spannungen

Das Hookesche Gesetz

Die Lamé'schen Konstanten

2.14.2 Dynamik von idealen Flüssigkeiten und Gasen

Die Eulersche Gleichung

Die Kontinuitätsgleichung

Bernoullisches Gesetz

Wirbelsätze

Die Navier-Stokes'sche Gleichung

Kapitel 3

THERMODYNAMIK

3.1 Einführende Bemerkungen

3.2 Temperatur und thermisches Gleichgewicht

3.3 Zustandsgrößen, Zustandsvariablen, Zustandsgleichung

3.3.1 Die Van-der-Waalssche Zustandsgleichung

3.4 Thermodynamische Prozesse

3.4.1 Arbeit

3.4.2 Wärme

3.5 Der erste Hauptsatz der Thermodynamik

3.5.1 Wärmekapazitäten

3.5.2 Adiabatische Zustandsänderung

3.5.3 Beispiel: Ideales Gas

3.5.4 Der Versuch von Gay-Lussac: Innere Energie des idealen Gases

3.6 Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik

3.6.1 Der Carnotsche Kreisprozess

Die Carnotsche Beobachtung

Der Kreisprozess

Wirkungsgrad

Formulierung des zweiten Hauptsatzes

Universalität des Wirkungsgrades des Carnot-Prozesses

3.6.2 Entropie

3.7 Thermodynamische Potentiale

3.7.1 Die Helmholtzsche freie Energie

3.7.2 Die Enthalpie

3.7.3 Das Gibbsche Potential G

3.7.4 Die Maxwell-Relationen

3.7.5 Gleichgewichtsbedingung

3.8 Phasenübergänge

3.8.1 Latente Wärme

3.8.2 Die Clausius-Clapeyronsche Gleichung

3.8.3 Phasenübergänge erster und zweiter Art

Kapitel 4

Statistische Physik

4.1 Kinetische Gastheorie

Kapitel 5

ELEKTROSTATIK

5.1 Die elektrische Ladung

5.2 Das elektrische Feld

5.2.1 Das elektrische Feld kontinuierlicher Ladungsverteilungen

5.2.2 Die δ -Funktion

5.3 Das elektrostatische Potential

5.4 Die Maxwell'schen Gleichungen der Elektrostatik

5.4.1 Orientierte Flächenelemente

5.4.2 Der elektrische Fluss einer Punktladung konzentrische Kugeloberfläche

5.4.3 Der elektrische Fluss mehrerer Punktladungen

Anwendung: das elektrische Feld einer Kugelsymmetrischen Ladungsverteilung

Das Gauss'sche Gesetz in differentieller Form

Der Gauss'sche Satz

Das Gauss'sche Gesetz in differentieller Form

Die Poissonsche Gleichung

5.4.4 Die Wirbelfreiheit des elektrischen Feldes

5.4.5 Zusammenfassung: Die Maxwell'schen Gleichungen der Elektrostatik

5.5 Das Randwertproblem der Elektrostatik im Vakuum: Die Greensche Funktion

5.6 Die elektrostatische Energie einer Ladungsverteilung

5.7 Die Multipolentwicklung des elektromagnetischen Feldes

5.7.1 Allgemeine Entwicklung

5.7.2 Wechselwirkungsenergie

5.7.3 Multipolentwicklung der Kraft

5.7.4 Multipolentwicklung des Drehmoments

5.8 Das Leitermodell der Elektrostatik

5.8.1 Der Begriff der Oberflächenladungsdichte

5.8.2 Spiegelladung

Ladung ausserhalb der Kugel

5.8.3 Plattenkondensator

5.8.4 Der Kugelkondensator

5.9 Das Isolatormodell der Elektrostatik

5.9.1 Polarisation und dielektrische Verschiebung

5.9.2 Dielektrika

5.9.3 Kondensator mit Dielektrikum

5.9.4 Randwertprobleme

Kapitel 6

Magnetostatik

6.1 Elektrischer Strom

6.1.1 Kontinuitätsgleichung

6.1.2 Kirchhoffsche Knotenregel

6.1.3 Widerstand

6.1.4 Ohmsches Gesetz

Ein einfaches Modell zum Ohmschen Widerstand

Halbleiter

6.1.5 Elektrische Leistung

6.2 Magnetische Dipole, magnetische Induktion

6.2.1 Bewegung eines geladenen Teilchens im konstanten Feld

Magnetische Flasche, van-Allen Strahlungsgürtel

Zyklotron, Synchrotron

6.3 Oerstedt, Ampère, Biot-Savart

6.3.1 Stromfaden

6.3.2 Biot-Savartsches Gesetz

6.3.3 magnetische Induktion eines unendlich ausgedehnten Leiters

6.3.4 magnetische Induktion eines Stroms im Kreisbogen

6.3.5 Das Magnetfeld einer Stromschleife

6.3.6 Ampèresches Gesetz: Kraftwirkung zwischen Leiter-schleifen

Kraftwirkung zwischen zwei parrallelen Leitern

6.3.7 Das Ampèresche Gesetz

6.3.8 Umformung des Biot-Savartschen Gesetzes

Der Stokessche Satz

Das Ampèresche Gesetz

Maxwellsche Gleichungen der Magnetostatik

Vektorpotential und Eichtransformationen

6.4 Magnetische Momente, Multipolentwicklungen

6.4.1 magnetisches Dipolfeld

6.5 Magnetostatik in Materie

6.5.1 Magnetische Materialien

Diamagnetismus

Supraleiter

Paramagnetismus

Ferromagnetismus

Ferrimagnetismus

Antiferromagnetismus

6.5.2 Feldverhalten an Grenzflächen

6.5.3 Magnetfeld bei vorgegebener Magnetisierung

Kapitel 7

Elektrodynamik

7.1 Das Faradaysche Induktionsgesetz

7.1.1 Die Lenzsche Regel

7.1.2 Neuformulierung des faradayschen Gesetzes

7.1.3 Wirbelströme

7.1.4 Induzierte elektrische Felder

7.1.5 Selbstinduktion

7.2 Die Maxwellschen Gleichungen

7.2.1 Die Maxwellschen Gleichungen

7.2.2 Die Maxwellschen Gleichungen für Materie

7.2.3 Energiebilanz: Der Poynting-Vektor

7.2.4 Der Impulssatz der Elektrodynamik

7.2.5 Der Maxwellsche Spannungstensor

7.2.6 Elektromagnetische Potentiale

7.3 Wellen

7.3.1 Die Wellengleichung

7.3.2 Lineare Superposition

7.3.3 Ebene Wellen

Eindimensional

Mehrdimensional

7.3.4 Ebene Wellen des Elektromagnetischen Feldes

7.3.5 Polarisation ebener Wellen

Zirkular polarisiert

Elliptisch polarisiert

7.3.6 Wellenpakete

7.4 Elektromagnetische Wellen

7.4.1 Energie-Dichte des freien elektromagnetischen Feldes

7.4.2 Wellenausbreitung in elektrischen Leitern: Die Telegraphengleichung

7.4.3 Solitonen

7.4.4 Kugelwellen

7.5 Erzeugung elektromagnetischer Wellen

7.5.1 Die Greensche Funktion der Wellengleichung

7.5.2 Zeitlich oszillierende Quellen, Hertzscher Dipol

Nahzone:

Fernfeld:

Elektrische Dipolstrahlung

7.5.3 Magnetische Dipolstrahlung

7.5.4 Weiterer Anteil: Elektrische Quadrupolstrahlung

7.6 Lienard-Wichert-Potentiale

7.6.1 Gleichförmig geradlinige Bewegung

7.6.2 Beschleunigte Bewegung

Kapitel 8

Spezielle Relativitätstheorie

8.1 Galilei-Invarianz

8.1.1 Inertialsystem

8.2 Die Lorentz-Invarianz der Maxwell'schen Gleichungen

8.3 Michelson-Morley-Experiment

8.4 Lorentz-Transformation

8.4.1 Zeit-Dilatation

8.4.2 Vierervektor

8.4.3 Eigenzeit

8.4.4 Relativistischer Energiesatz

8.5 Relativistische Dynamik