

Claus WilhelmTurtur

Prüfungstrainer Physik

Klausur- und Übungsaufgaben mit
vollständigen Musterlösungen

3., aktualisierte Auflage

STUDIUM



VIEWEG+
TEUBNER

Inhalt

Vorwort	3
0 Zum richtigen Gebrauch dieses Buches	15
0.1 Achtung: Konsistenz-Prüfung !! Wichtig !!.....	17
0.2 Fehlersuche.....	19
0.3 Vorlesungsbegleitendes Üben der Rechentechniken.....	20
0.4 Klausurvorbereitung: Zusammenstellen eigener Übungs- und Trainingsklausuren ...	20
0.5 Selbstkontrolle durch Bewertung der eigenen Lösungen.....	21
0.6 Rundungsfehler und ein Sonderzeichen dieses Buches.....	21
0.7 Hinweis zum Kürzen und Vereinfachen von Ausdrücken.....	22
0.8 Hinweise zum Gebrauch von Formelsammlungen.....	22
0.9 Noch eine Bitte an alle Leserinnen und Leser.....	23
0.10 Hinweis: Nicht alle Leser verstehen alle Aufgaben.....	23
0.11 Naturkonstanten und Zahlenwerte.....	23
1 Mechanik	25
Aufgabe 1.1 Einführendes Beispiel: Geschwindigkeiten.....	25
Aufgabe 1.2 Beschleunigte Translationsbewegung.....	26
Aufgabe 1.3 Freier Fall.....	27
Aufgabe 1.4 Beschleunigte Translationsbewegung.....	29
Aufgabe 1.5 Wurfparabel (zweidimensional).....	30
Aufgabe 1.6 Bahnkurve in Parameterform.....	32
Aufgabe 1.7 Geschwindigkeit, Reibung, Leistung.....	33
Aufgabe 1.8 Beschleunigung und Energieerhaltung.....	33
Aufgabe 1.9 Beschleunigte Rotationsbewegung.....	34
Aufgabe 1.10 Drehimpuls und Rotationsenergie.....	35
Aufgabe 1.11 Zentrifugalkraft.....	37
Aufgabe 1.12 Drehmomente beim Abrollen eines Fadens.....	38
Aufgabe 1.13 Schwerpunkt eines Zweikörpersystems.....	39
Aufgabe 1.14 Schwerpunkt eines Vielkörpersystems.....	41
Aufgabe 1.15 Ballistisches Pendel.....	43
Aufgabe 1.16 Elastischer Stoß (eindimensional).....	45
Aufgabe 1.17 Rotationsenergie und Präzession.....	47

Aufgabe 1.18 Hooke'sches Gesetz, Federn als Energiespeicher.....	49
Aufgabe 1.19 Mechanische Leistung.....	50
Aufgabe 1.20 Leistung und Luftreibung.....	50
Aufgabe 1.21 Rollreibung.....	51
Aufgabe 1.22 Haft- und Gleitreibung.....	53
Aufgabe 1.23 Rollreibung.....	54
Aufgabe 1.24 Fallbewegung mit Luftwiderstand.....	55
Aufgabe 1.25 Zentralkräfte in vektorieller Betrachtung.....	56
Aufgabe 1.26 Drehmoment, Schwerpunkt eines ausgedehnten Körpers.....	57
Aufgabe 1.27 Corioliskraft.....	59
Aufgabe 1.28 Gravitation, Schwerelosigkeit.....	61
Aufgabe 1.29 Satellitenbahn.....	62
Aufgabe 1.30 Erdrotation und Raketenstart.....	63
Aufgabe 1.31 Actio = Reactio (3. Newton'sches Axiom).....	65
Aufgabe 1.32 Potentielle Energie im Gravitationsfeld.....	65
Aufgabe 1.33 Trägheitstensor und Hauptträgheitsachsen.....	67
Aufgabe 1.34 Hydrostatischer Druck.....	73
Aufgabe 1.35 Luftdruck und daraus resultierende Kraft.....	74
Aufgabe 1.36 Spezifische Dichte, Schwimmbedingung.....	74
Aufgabe 1.37 Dichtebestimmung nach Archimedes.....	75
Aufgabe 1.38 Eintauchtiefe eines Eisbergs.....	76
Aufgabe 1.39 Verdrängung von Wasser beim Eintauchen.....	77
Aufgabe 1.40 Dichteänderung beim Auftauen von Eis.....	78
Aufgabe 1.41 Wärmedehnung und Kompression.....	79
Aufgabe 1.42 Oberflächenspannung eines Wassertropfens.....	80
Aufgabe 1.43 Kapillarkräfte.....	81
Aufgabe 1.44 Hydraulische Hebebühne.....	82
Aufgabe 1.45 Laminare Strömung, Gesetz von Hagen-Poiseuille.....	83
Aufgabe 1.46 Newton'sche Reibung.....	86
Aufgabe 1.47 Luftwiderstandsbeiwert, Newton-Reibung.....	87
Aufgabe 1.48 Zugversuch, Spannungs-Dehnungs-Diagramm.....	88
Aufgabe 1.49 Tragbalken unter Last.....	90
2 Schwingungen, Wellen, Akustik.....	93
Aufgabe^ 1 Schwingungen, einführendes Beispiel.....	93
Aufgabe 2.2 Feder-Masse-Pendel, harmonische Schwingung.....	95
Aufgabe 2.3 Feder-Masse-Pendel mit Gravitation.....	96

Aufgabe 2.4 Fadenpendel, harmonische Schwingung.....	98
Aufgabe 2.5 Harmonische Flüssigkeitsschwingung im U-Rohr.....	100
Aufgabe 2.6 Torsionspendel, harmonische Schwingung.....	101
Aufgabe 2.7 Elektrischer Schwingkreis (harmonisch).....	102
Aufgabe 2.8 Harmonisch schwingender Schwimmkörper.....	103
Aufgabe 2.9: Harmonische Gasschwingung.....	105
Aufgabe 2.10 Gedämpfte Schwingung.....	108
Aufgabe 2.11 Schwingung mit Dämpfung und Anregung.....	114
Aufgabe 2.12 Angeregte Schwingung in der Nähe der Resonanz.....	116
Aufgabe 2.13 Addition zweier gleichfrequenter Schwingungen.....	117
Aufgabe 2.14 Schwingung, Veränderung der Frequenz.....	119
Aufgabe 2.15 Schubmodul bei der Torsionsschwingung.....	120
Aufgabe 2.16 Pendel zur Messung der Erdbeschleunigung.....	122
Aufgabe 2.17 Schwingungen mit unterschiedlichen Frequenzanteilen.....	123
Aufgabe 2.18 Schwebung.....	124
Aufgabe 2.19 Lissajous-Figuren.....	125
Aufgabe 2.20 Eindimensionale Welle, Wellenfunktion.....	128
Aufgabe 2.21 Longitudinalwellen und Transversalwellen.....	130
Aufgabe 2.22 Polarisation elektromagnetischer Wellen.....	130
Aufgabe 2.23 Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle.....	131
Aufgabe 2.24 Stehende Wellen.....	132
Aufgabe 2.25 Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten.....	134
Aufgabe 2.26 Intensität elektromagnetischer Wellen.....	135
Aufgabe 2.27 Intensitätspegel von Schall.....	136
Aufgabe 2.28 Interferenz am Doppelspalt.....	137
Aufgabe 2.29 Doppler-Effekt, bewegte Quelle.....	139
Aufgabe 2.30 Doppler-Effekt, Quelle und Empfänger bewegt.....	140
Aufgabe 2.31 Mach'scher Kegel, Überschallknall.....	141
Aufgabe 2.32 Schallpegel, Schalldruck, Schallschnelle.....	142
Aufgabe 2.33 Schallpegelrechnung, Faustregeln.....	144
Aufgabe 2.34 Schallpegelrechnung, explizite Rechenwege.....	146
Aufgabe 2.35 Rauschsignale (weißes und rosa Rauschen).....	147
Aufgabe 2.36 Filtersystematik von Fourieranalysatoren.....	149
Aufgabe 2.37 Tonfrequenzen der Musik.....	151
Aufgabe 2.38 Temperaturabhängigkeit der Schallgeschwindigkeit.....	152
Aufgabe 2.39 Raumakustik, Hallradius, offene Fensterfläche.....	153
Aufgabe 2.40 Raumakustik, Sabine'sche Nachhallformel.....	154

Aufgabe 2.41 Raumakustik, Direktschall und Diffusschall.....	155
Aufgabe 2.42 Kundt'sches Rohr, eindimensionale Modalanalyse.....	156
Aufgabe 2.43 Dreidimensionale Modalanalyse.....	157
Aufgabe 2.44 Schneiden- und Hiebtöne (bei Kühlventilatoren).....	159
Aufgabe 2.45 Akustische Interferenzen.....	160
3 Elektrizität und Magnetismus.....	163
Aufgabe 3.1 Coulombfeld einer geladenen Kugel.....	163
Aufgabe 3.2 Geladene Teilchen im elektrischen Feld der Erde.....	164
Aufgabe 3.3 Elektrisches Feld der Erde (als Kugelkondensator).....	165
Aufgabe 3.4 Millikan-Versuch.....	166
Aufgabe 3.5 Elektrisches Feld eines geladenen Drahtes.....	167
Aufgabe 3.6 Elektrisches Feld zweier Punktladungen.....	170
Aufgabe 3.7 Elektrisches Feld eines speziellen Kondensators.....	172
Aufgabe 3.8 Coulombkräfte zwischen mehreren Ladungen.....	175
Aufgabe 3.9 Elektrisches Feld im Plattenkondensator.....	177
Aufgabe 3.10 Elektrometer als statisches Ladungsmessgerät.....	178
Aufgabe 3.11 Energie und Energiedichte des elektrischen Feldes.....	180
Aufgabe 3.12 Elektronenstrahl im elektrischen Feld.....	181
Aufgabe 3.13 Elektrisches Dipolmoment.....	183
Aufgabe 3.14 Potential und Gradient.....	184
Aufgabe 3.15 Vektorfeld, Rotation, Divergenz.....	185
Aufgabe 3.16 Vektorfeld, skalares Potential, Linienintegral.....	187
Aufgabe 3.17 Elektrischer Fluss.....	190
Aufgabe 3.18 Zahlenbeispiel zu Rotation und Divergenz.....	191
Aufgabe 3.19 Kondensator mit Dielektrikum.....	193
Aufgabe 3.20 Driftgeschwindigkeit von Elektronen im Draht.....	195
Aufgabe 3.21 Ladekurve eines Kondensators.....	196
Aufgabe 3.22 Messbereiche bei Strom- und Spannungsmessung.....	199
Aufgabe 3.23 Reale Spannungsquelle mit Innenwiderstand.....	200
Aufgabe 3.24 Widerstandnetzwerk.....	202
Aufgabe 3.25 Netzwerk aus Kondensatoren.....	204
Aufgabe 3.26 Wechselstrom-Impedanznetzwerk.....	205
Aufgabe 3.27 Elektrischer Schwingkreis, harmonische Schwingung.....	208
Aufgabe 3.28 Resonanz im elektrischen Schwingkreis.....	209
Aufgabe 3.29 Scheinwiderstand, Wirkwiderstand, Blindwiderstand.....	213
Aufgabe 3.30 Stromdichte in Hochspannungsleitungen.....	214

Inhaltsverzeichnis

Aufgabe 3.31 RC-Phasenschieber.....	215
Aufgabe 3.32 Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes.....	218
Aufgabe 3.33 Energiespeicherung in Batterie.....	219
Aufgabe 3.34 Lorentz-Kraft: Elektronenstrahl im Magnetfeld.....	222
Aufgabe 3.35 Magnetischer Fluss.....	224
Aufgabe 3.36 Induktion einer Wechselspannung.....	225
Aufgabe 3.37 Magnetfeld einer zylindrischen Spule.....	226
Aufgabe 3.38 Kraft zwischen stromdurchflossenen Leitern.....	227
Aufgabe 3.39 Magnetfeld einer Leiterschleife.....	228
Aufgabe 3.40 Magnetfeldlinien verschiedener Leiteranordnungen.....	230
Aufgabe 3.41 Magnetisches Dipolmoment einer Spule.....	232
Aufgabe 3.42 Biot-Savart: Magnetfeld eines geraden Leiters.....	234
Aufgabe 3.43 Homogene Magnetfelder, Helmholtz-Spulen.....	237
Aufgabe 3.44 Induktivität einer Spule.....	239
Aufgabe 3.45 Hall-Effekt.....	240
Aufgabe 3.46 Poynting-Vektor elektromagnetischer Wellen.....	241
4 Gase und Wärmelehre.....	243
Aufgabe 4.1 Umrechnen zwischen Temperaturskalen.....	243
Aufgabe 4.2 Spezifische Wärmekapazität.....	244
Aufgabe 4.3 Mischungskalorimetrie.....	245
Aufgabe 4.4 Latente Wärme bei Phasenübergängen.....	246
Aufgabe 4.5 Energieeinheiten Kalorie und Joule.....	247
Aufgabe 4.6 Gesetz von Gay-Lussac.....	248
Aufgabe 4.7 Gesetz von Gay-Lussac.....	249
Aufgabe 4.8 Temperaturabhängigkeit der Dichte eines Gases.....	250
Aufgabe 4.9 Teilchendichte im Vakuum.....	251
Aufgabe 4.10 Zustandsdiagramm von Wasser, Gibbs'sche Phasenregel.....	252
Aufgabe 4.11 Maxwell-Verteilung.....	254
Aufgabe 4.12 Maxwell-Geschwindigkeitsverteilung (mikroskopisch).....	258
Aufgabe 4.13 Barometrische Höhenformel.....	260
Aufgabe 4.14 Aufsteigen eines Helium-Ballons.....	261
Aufgabe 4.15 Gleichverteilungssatz, thermodynamische Freiheitsgrade.....	264
Aufgabe 4.16 Adiabatische Kompression eines idealen Gases.....	266
Aufgabe 4.17 Isobare Zustandsänderung eines idealen Gases.....	269
Aufgabe 4.18 Isotherme Expansion eines idealen Gases.....	272
Aufgabe 4.19 Adiabatische Kompression eines idealen Gases.....	274

Aufgabe 4.20 Thermodynamischer Kreisprozess.....	277
Aufgabe 4.21 Carnot-Wirkungsgrad.....	280
Aufgabe 4.22 Carnot-Wirkungsgrad.....	281
Aufgabe 4.23 Wärmepumpe.....	282
Aufgabe 4.24 Dritter Hauptsatz der Thermodynamik.....	283
Aufgabe 4.25 Thermodynamischer Kreisprozess des Ottomotors.....	283
Aufgabe 4.26 Entropie und Mischungskalorimetrie.....	286
Aufgabe 4.27 Entropie beim Vermischen zweier Gase.....	288
Aufgabe 4.28 Zustandsgleichung realer Gase (van der Waals).....	290
Aufgabe 4.29 Wärmedehnung (bei Festkörpern).....	295
Aufgabe 4.30 Presssitz aufgrund Wärmedehnung.....	296
Aufgabe 4.31 Wärmeleitung.....	298
Aufgabe 4.32 Wärmetransport mit Konvektion.....	299
Aufgabe 4.33 Wärmestrahlung (Gleichgewicht).....	301
Aufgabe 4.34 Stefan-Boltzmann-Gesetz.....	302
Aufgabe 4.35 Stefan-Boltzmann-Gesetz, Wien'sches Verschiebungsgesetz.....	303
Aufgabe 4.36 Vakuummantelgefäß (Dewar).....	305
Aufgabe 4.37 Photometrische Größen bei Wärmestrahlung.....	306
5 Optik.....	309
Aufgabe 5.1 Grenzwinkel der Totalreflexion.....	309
Aufgabe 5.2 Lichtbrechung, Gesetz von Snellius.....	309
Aufgabe 5.3 Lichtbrechung, Brechungsindex.....	311
Aufgabe 5.4 Strahlengänge an Sammellinsen.....	313
Aufgabe 5.5 Strahlengänge an Streulinsen.....	315
Aufgabe 5.6 Strahlengang am Konvexspiegel.....	317
Aufgabe 5.7 Strahlengang am Konkavspiegel.....	319
Aufgabe 5.8 Abbildungsgleichung sphärischer Spiegel.....	320
Aufgabe 5.9 Brechkraft und Vergrößerung von Linsen.....	320
Aufgabe 5.10 Kombination zweier Linsen.....	321
Aufgabe 5.11 Linsenmachergleichung.....	324
Aufgabe 5.12 Astronomisches Fernrohr.....	326
Aufgabe 5.13 Dispersion, Prisma.....	326
Aufgabe 5.14 Fotoapparat: Objektivbrennweite, Tiefenschärfe.....	328
Aufgabe 5.15 Polarisation von Licht, Brewster-Winkel.....	330
Aufgabe 5.16 Polarisation: Filter und Analysator.....	331
Aufgabe 5.17 Photoeffekt.....	333

Aufgabe 5.18 Teilchen-Welle-Dualismus.....	334
Aufgabe 5.19 Lichtdruck, Impuls von Photonen.....	336
Aufgabe 5.20 Beugung, Huygens'sche Elementarwellen.....	337
Aufgabe 5.21 Beugung und Interferenz am Einfachspalt.....	338
Aufgabe 5.22 Beugung und Interferenz am Gitter.....	342
Aufgabe 5.23 Kohärentes Licht.....	344
Aufgabe 5.24 Mehrstrahlinterferenz an dünnen Schichten.....	344
Aufgabe 5.25 Photometrische Größen.....	346
6 Festkörperphysik.....	347
Aufgabe 6.1 Röntgenbeugung, Bestimmung der Gitterabstände.....	347
Aufgabe 6.2 Miller'sche Indizes.....	348
Aufgabe 6.3 Reziprokes Gitter.....	350
Aufgabe 6.4 Wigner-Seitz-Zelle.....	351
Aufgabe 6.5 Brillouin-Zone.....	353
Aufgabe 6.6 Gitterfehler, einige Beispiele.....	354
Aufgabe 6.7 Frank-Read-Quelle.....	355
Aufgabe 6.8 Zugversuch, Spannungs-Dehnungs-Diagramm.....	356
Aufgabe 6.9 Bindungsmechanismus: Ionenbindung.....	358
Aufgabe 6.10 Bindungsmechanismus: Metallische Bindung.....	359
Aufgabe 6.11 Drude-Modell, Driftgeschwindigkeit der Elektronen.....	360
Aufgabe 6.12 Fermi-Niveau, Fermi-Energie, Fermi-Temperatur.....	361
Aufgabe 6.13 Bändermodell - Grundlagen der Entstehung.....	363
Aufgabe 6.14 Leitfähigkeit im Bändermodell.....	364
Aufgabe 6.15 Temperaturabhängigkeit des elektr. Widerstandes.....	365
Aufgabe 6.16 Dotierung von Halbleitern.....	366
Aufgabe 6.17 pn-Übergang (Diode).....	367
Aufgabe 6.18 Diamagnetismus.....	369
Aufgabe 6.19 Paramagnetismus.....	370
Aufgabe 6.20 Ferromagnetismus, Curie-Temperatur.....	371
Aufgabe 6.21 Weiß'sche Bezirke.....	372
Aufgabe 6.22 Ferromagnetische Hystereseschleife.....	373
Aufgabe 6.23 Ferrimagnetika, Antiferromagnetika.....	375
Aufgabe 6.24 Dielektrische Polarisationsmechanismen.....	375
Aufgabe 6.25 Dielektrizitätszahl, Elektrolyt.....	377
Aufgabe 6.26 Piezoeffekt.....	380
Aufgabe 6.27 Beispiel für praktische Messung der Dielektrizitätszahl.....	380

Aufgabe 6.28 Seebeck-Effekt, Peltier-Effekt.....	381
Aufgabe 6.29 Supraleitung.....	382
Aufgabe 6.30 Tunneleffekt.....	383
7 Spezielle Relativitätstheorie.....	387
Aufgabe 7.1 Strahlungsdruck elektromagnetischer Wellen.....	387
Aufgabe 7.2 Kastenexperiment nach Einstein.....	390
Aufgabe 7.3 Galilei- und Lorentz-Transformation.....	391
Aufgabe 7.4 Energie elektromagnetischer Wellen.....	393
Aufgabe 7.5 Masse-Energie-Äquivalenz.....	393
Aufgabe 7.6 Betazerfall des Neutrons.....	395
Aufgabe 7.7 Michelson-Morley-Experiment.....	396
Aufgabe 7.8 Zeitdilatation und Längenkontraktion.....	398
Aufgabe 7.9 Zeitdilatation in Maßstäben des Alltagslebens.....	400
Aufgabe 7.10 Lebensdauer relativistisch bewegter Teilchen.....	402
Aufgabe 7.11 Relativistische Massenzunahme, Impuls.....	403
Aufgabe 7.12 Addition von Geschwindigkeiten (relativistisch).....	406
Aufgabe 7.13 Lichtausbreitung im bewegten Bezugssystem.....	407
Aufgabe 7.14 Relativistisch bewegte Masse und Impuls.....	409
Aufgabe 7.15 Relativistische Geschwindigkeitsberechnung.....	411
Aufgabe 7.16 Relativistischer Dopplereffekt.....	412
8 Atomphysik, Kernphysik, Elementarteilchen.....	415
Aufgabe 8.1 Bohr'sches Atommodell.....	415
Aufgabe 8.2 Stehwellenbedingung für Elektronenwellen.....	418
Aufgabe 8.3 D'Alembert'sche Wellengleichung & Schrödingergleichung.....	419
Aufgabe 8.4 Eindimensionaler Potentialtopf.....	420
Aufgabe 8.5 Elektron im Potential eines Atomkerns.....	424
Aufgabe 8.6 Quantenzahlen der Elektronen in der Atomhülle.....	426
Aufgabe 8.7 Experimentelle Überprüfung der Quantenzahlen.....	428
Aufgabe 8.8 Notation der Spektroskopie.....	429
Aufgabe 8.9 Feinstrukturaufspaltung, Natrium-Doublett (D-Linien).....	430
Aufgabe 8.10 Isotopieaufspaltung von Spektrallinien.....	430
Aufgabe 8.11 Wien'sches Verschiebungsgesetz.....	431
Aufgabe 8.12 Aufbau des chemischen Periodensystems.....	432
Aufgabe 8.13 Röntgenstrahlung, Auger-Elektronen.....	434
Aufgabe 8.14 Photoeffekt.....	435

Aufgabe 8.15 DeBroglie-Wellenlänge.....	436
Aufgabe 8.16 Compton-Effekt.....	438
Aufgabe 8.17 Paarbildung (Teilchen + Antiteilchen).....	440
Aufgabe 8.18 Gamma-Emission.....	441
Aufgabe 8.19 Heisenberg'scheUnschärferelation.....	442
Aufgabe 8.20 Kernradius und Ladungsdichte (Abschätzung).....	444
Aufgabe 8.21 Kernzerfälle (α -, β -, γ - Strahlung).....	446
Aufgabe 8.22 Kernphysikalische Reaktionsgleichungen.....	447
Aufgabe 8.23 Neutronenüberschuss in Atomkernen.....	447
Aufgabe 8.24 Kernspaltung als Kettenreaktion.....	448
Aufgabe 8.25 Masse-Energie-Äquivalenz bei Kernzerfällen.....	449
Aufgabe 8.26 Freie Neutronen bei der Kernspaltung.....	450
Aufgabe 8.27 Halbwertszeiten und Zerfallsraten.....	450
Aufgabe 8.28 Radiokarbonmethode zur Altersdatierung.....	452
Aufgabe 8.29 Natürliche Linienbreite angeregter Zustände.....	453
Aufgabe 8.30 Fundamentale Wechselwirkungen der Natur.....	454
Aufgabe 8.31 Wechselwirkungsquanten.....	455
Aufgabe 8.32 Grundbausteine der Materie.....	456
Aufgabe 8.33 Spinresonanzen.....	457
Aufgabe 8.34 Kernfusion und Kernspaltung.....	459
Aufgabe 8.35 Umrechnung Teilchenenergie - Temperatur.....	461
Aufgabe 8.36 Laser, Funktionsprinzip.....	462
Aufgabe 8.37 Kernfusion: Einschlussmethoden, Lawson-Kriterium.....	463
Aufgabe 8.38 Elektroneneinfang (electron capture).....	464
Aufgabe 8.39 Betazerfall im Quarkmodell.....	465
Aufgabe 8.40 Teilchenbeschleuniger, Kollisionsmaschinen.....	467
9 Statistische Unsicherheiten.....	469
Aufgabe 9.1 Statistische Mittelwerte.....	469
Aufgabe 9.2 Gauß-Verteilung.....	471
Aufgabe 9.3 Lineare Regression.....	472
Aufgabe 9.4 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung.....	475
Aufgabe 9.5 Gauß'sche Fehlerfortpflanzung.....	477
Aufgabe 9.6 Poisson-Verteihmg.....	478

10 Musterklausuren (verschiedener Hochschulen).....	479
Klausur 10.1 Mechanik (1. Semester).....	479
Klausur 10.2 Wärmelehre (2. Semester).....	481
Klausur 10.3 Schwingungen, Wellen, Optik, Akustik (3. Semester).....	484
Klausur 10.4 Verschiedene Themen (zweisemestrige Vorlesung).....	487
Klausur 10.5 Elektromagn., Optik, Atom- und Kernphysik (3.Semester).....	490
Klausur 10.6 Schwingungen, Wellen, Optik, Elektrik (2. Semester).....	492
Lösung zur Klausur 10.1.....	495
Lösung zur Klausur 10.2.....	498
Lösung zur Klausur 10.3.....	502
Lösung zur Klausur 10.4.....	509
Lösung zur Klausur 10.5.....	514
Lösung zur Klausur 10.6.....	523
11 Anhang: Formeln und Register.....	533
11.0 Anmerkung zur Liste einiger Naturkonstanten.....	533
11.1 Formeln zu Kapitel 1.....	534
11.2 Formeln zu Kapitel 2.....	536
11.3 Formeln zu Kapitel 3.....	539
11.4 Formeln zu Kapitel 4.....	542
11.5 Formeln zu Kapitel 5.....	544
11.6 Formeln zu Kapitel 6.....	546
11.7 Formeln zu Kapitel 7.....	546
11.8 Formeln zu Kapitel 8.....	548
11.9 Formeln zu Kapitel 9.....	550
11.10 Gebrauch verschiedener Koordinatensysteme.....	551
Sachwortverzeichnis.....	553