

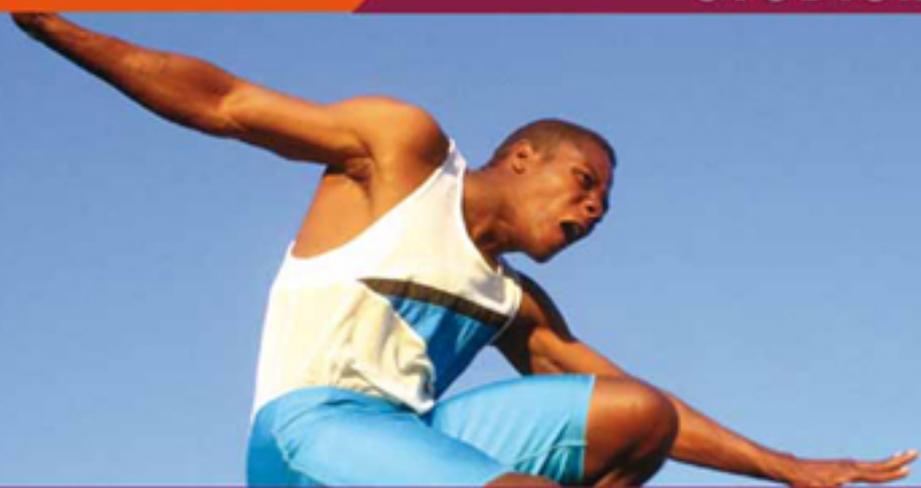
Claus Wilhelm Turtur

Prüfungstrainer Physik

Klausur- und Übungsaufgaben mit
vollständigen Musterlösungen

2. Auflage

STUDIUM



**VIEWEG+
TEUBNER**

Claus Wilhelm Turtur

Prüfungstrainer Physik

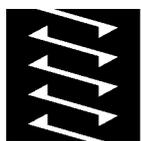
Claus Wilhelm Turtur

Prüfungstrainer Physik

Klausur- und Übungsaufgaben mit
vollständigen Musterlösungen

2., überarbeitete Auflage

STUDIUM



VIEWEG+
TEUBNER

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

Prof. Dr. rer. nat. Claus Wilhelm Turtur

Geboren 1961 in Bonn, Nordrhein-Westfalen. Studium der Physik und Mathematik an der Universität Bonn, Diplomarbeit bei Prof. Dr. T. Mayer-Kuckuk. Promotion an der Universität Regensburg bei Prof. Dr. H. Hoffmann. Praktische Industrietätigkeit bei einem Zulieferer der Automobilindustrie. Seit 1998 Professor an der Fachhochschule Braunschweig-Wolfenbüttel.

- 1. Auflage März 2007
- 2., überarbeitete Auflage 2009

Alle Rechte vorbehalten
© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009

Lektorat: Ulrich Sandten | Kerstin Hoffmann

Vieweg+Teubner ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.viewegteubner.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg
Druck und buchbinderische Verarbeitung: STRAUSS GMBH, Mörlenbach
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.
Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-0570-6

Vorwort

„Rechnen lernt man durch Rechnen“ – diesen plakativen Satz gab uns als Studenten einer unserer Professoren mit auf den Weg. Der Satz geleitete mich durch mein Studium und blieb mir bis heute in Erinnerung, denn er bringt den Kern des Lernerfolgs auf den Punkt: Zuerst hören die Studierenden in der Vorlesung die fachlichen Inhalte, danach erst kommt der Hauptteil des Lernens, das eigene Üben.

Aus diesem Grunde stelle ich seit Anbeginn meiner Lehrtätigkeit meinen Studierenden eine umfangreiche Übungsaufgabensammlung mit vollständig ausgearbeiteten Musterlösungen zur Verfügung, anhand derer sie den Vorlesungsstoff zuhause aufbereiten können. Viele Studierende haben mir bestätigt, dass diese Aufgabensammlung einen wichtigen Beitrag zum Erfolg bei den Klausuren leistet. Die große Beliebtheit dieser Aufgabensammlung bei den eigenen Studierenden brachte mich auf die Idee, die Aufgabensammlung als Buch auch Studierenden anderer Hochschulen zur Verfügung zu stellen.

Das didaktische Konzept des Buches ist so einfach wie sein Ziel:

Es soll den Studierenden zu Fähigkeiten und Rechentechniken verhelfen, die sie brauchen, um gute Klausuren im Fach Physik schreiben zu können. Dass sie damit das nötige Grundwissen erwerben, um später die Physik in ihren eigentlichen Hauptfächern sinnvoll einzusetzen, ist ein durchaus erwünschter Nebeneffekt.

Im Übrigen ist das Buch nicht als Lehrbuch, sondern als Übungsbuch gedacht. Sinnvollerweise werden die Studierenden den Lehrstoff in den Vorlesungen hören, um das zu Erlernende dann mit Hilfe des vorliegenden Buches vorlesungsbegleitend umfangreich zu üben.

Mein besonderer Dank gilt

- meiner Ehefrau für die Idee, meine Übungsaufgabensammlung in Form eines Buches den Studierenden vieler Hochschulen zugänglich zu machen, und die mich unermüdlich durch ihre praktische Hilfe unterstützt hat.
- Herrn Sandten, Frau Domnick und Frau Hoffmann sowie den anderen Mitarbeitern des Teubner Verlages für die ausgezeichnete Unterstützung bei der Ausarbeitung dieses Buches. Besonders hervorheben möchte ich das immerfort besonders freundliche kreative Miteinander, das wesentlich zum Erfolg dieses Buchs beigetragen hat.
- Schließlich seien an dieser Stelle auch noch diejenigen Kollegen an verschiedenen Hochschulen erwähnt, die mir über den Teubner Verlag Klausuren aus ihrem Original-Prüfungsprogramm zur Verfügung gestellt haben.

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 2.1 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 Polarisierung 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

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 Polarisierung von Licht, Brewster-Winkel.....	330
Aufgabe 5.16 Polarisierung: 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'sche Unschärferelation	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-Verteilung	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