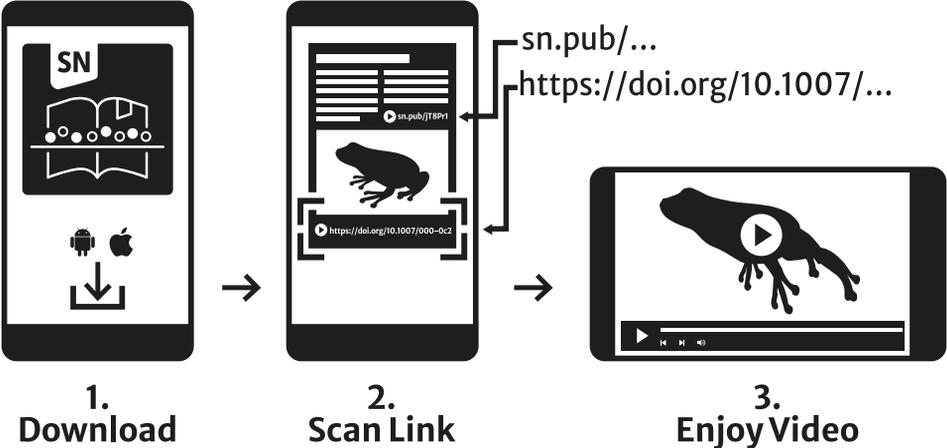


Physik für Mediziner

Springer Nature More Media App



Support: customerservice@springernature.com

Ulrich Harten

Physik für Mediziner

17. Auflage

 Springer

Ulrich Harten
FG Physik, Mathematik
Hochschule Mannheim
Mannheim, Deutschland

Die Online-Version des Buches enthält digitales Zusatzmaterial, das durch ein Play-Symbol gekennzeichnet ist. Die Dateien können von Lesern des gedruckten Buches mittels der kostenlosen Springer Nature „More Media“ App angesehen werden. Die App ist in den relevanten App-Stores erhältlich und ermöglicht es, das entsprechend gekennzeichnete Zusatzmaterial mit einem mobilen Endgerät zu öffnen.

ISBN 978-3-662-66479-7 ISBN 978-3-662-66480-3 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66480-3>

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

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 1974, 1975, 1977, 1980, 1987, 1993, 1995, 1997, 1999, 2002, 2006, 2007, 2011, 2014, 2017, 2020, 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Christine Stroehla

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Ihr Bonus als Käufer dieses Buches

Als Käufer dieses Buches können Sie kostenlos unsere Flashcard-App „SN Flashcards“ mit Fragen zur Wissensüberprüfung und zum Lernen von Buchinhalten nutzen. Für die Nutzung folgen Sie bitte den folgenden Anweisungen:

1. Gehen Sie auf <https://flashcards.springernature.com/login>
2. Erstellen Sie ein Benutzerkonto, indem Sie Ihre Mailadresse angeben und ein Passwort vergeben.
3. Verwenden Sie den Link aus einem der ersten Kapitel um Zugang zu Ihrem SN Flashcards Set zu erhalten.



Ihr persönlicher SN Flashards Link befindet sich innerhalb der ersten Kapitel.

Sollte der Link fehlen oder nicht funktionieren, senden Sie uns bitte eine E-Mail mit dem Betreff „SN Flashcards“ und dem Buchtitel an customerservice@springernature.com.

Vorwort

Die Physik handelt von den Naturgesetzen, und die galten schon, als die Erde noch wüst und leer war. Verstöße gegen die Naturgesetze werden nicht bestraft, sie sind gar nicht erst möglich. Das gilt auch für organisches Leben und ärztliche Kunst. Herz und Lunge, Magen und Darm, Auge, Ohr und das ganze Nervensystem, ob gesund, ob krank, agieren im Rahmen der Naturgesetze. Ärzte ebenso.

Deshalb muss sich ein Medizinstudent, auch wenn es nicht seine Leidenschaft ist, mit Physik befassen. Dieses Buch versucht, das Notwendige verständlich zu präsentieren, Hilfen für das Physikpraktikum zu geben und die medizinischen Anwendungen aufzuzeigen.

Das Buch erläutert weiterhin **alle** im Gegenstandskatalog aufgeführten Lerninhalte. Welche Sie davon in der Prüfung an Ihrer Universität tatsächlich brauchen, müssen Sie selbst herausfinden. In der zentralen 1. ärztlichen Vorprüfung des IMPP wird keineswegs alles gebraucht. Im Inhaltsverzeichnis und an den Kapitelüberschriften habe ich die besonders vorprüfungsrelevanten Kapitel (aus den letzten 5 Jahren) für Sie mit Ausrufezeichen markiert. Außerdem gibt es am Ende jedes Kapitels einen Abschnitt mit dem Titel „Tipps für die Prüfung“. Die Lerntabellen und die Übungsaufgaben orientieren sich ebenfalls an der Vorprüfung und an Klausuren an den Hochschulen. Zu diesem Buch gibt es im Internet (► <https://flashcards.springernature.com/login>) zu jedem Kapitel um die 40 **Flashcards** mit Verständnisfragen und Multiple-Choice-Aufgaben als weitere Hilfe. Ich möchte auch auf mein „Übungsbuch Physik für Mediziner“ verweisen. Dort sind für die unmittelbare Prüfungsvorbereitung die wichtigsten Themen zusammengefasst und Sie können mithilfe von Verständnisfragen überprüfen, ob Sie alles verstanden haben.

Etliche Abbildungen in dieser Auflage sind mit **Videos** hinterlegt, die solche Themen behandeln, die am besten mit bewegten Bildern erklärt werden können. Im E-Book können Sie den Link in der Legende der entsprechend markierten Bilder direkt anklicken, beim Printbuch bekommen Sie die Videos mit der More-Media-App auf Ihr Smartphone. Neben den allfälligen Korrekturen gibt es in der neuen Auflage ein paar Umstellen und Aktualisierungen auf neue Normen.

Ich danke allen Lesern, die Fehlerhinweise gegeben haben. Die Betreuung dieses Buches im Verlag lag wieder in den Händen von Ulrike Niesel und Christine Ströhla. Ihnen gilt mein besonderer Dank für die vielfältigen Hilfen.

Hinweise zum Gebrauch des Buches

Lernen ist Arbeit. Darum passt ein Schreibtisch besser zum Lehrbuch als ein Ohrensessel. Für die Physik gilt das in besonderem Maße, denn sie macht Gebrauch von der Mathematik. Formeln im Kopf umzuformen und auszurechnen grenzt an Leichtsinns. Darum hält der Kundige stets Bleistift, Papier, Taschenrechner und Radiergummi oder das Tablet griffbereit.

Kleingedrucktes darf der eilige Leser überschlagen, ohne gleich befürchten zu müssen, dass er den Faden verliert. Er verzichtet lediglich auf etwas Butter zum Brot. Besonders wichtige Themen sind mit ein oder zwei Ausrufezeichen an den Abschnitt-Überschriften markiert.

➤ **Merke**

Was so markiert ist, gehört zum Grundwissen.

Lernen erschöpft sich nicht im Aufnehmen vorgedruckter Gedankengänge: Es erfordert eigenes Tun.

Rechenbeispiel 1.1: Wie geht das?

Aufgabe: Man sollte gleich probieren, die Aufgabe selbst zu lösen.

Lösung: Hier wird die Lösung ausführlich beschrieben.

Es gibt auch Hilfen zum Praktikum.

Praktikum 1.1

Hier werden typische Praktikumsversuche besprochen.

■ **In Kürze**

Diese Lerntabellen am Ende der Kapitel fassen den Inhalt noch einmal zusammen und sollen insbesondere bei der Prüfungsvorbereitung helfen.

Halbwertszeit

$T_{1/2}$: Zeit, in der die Hälfte des Wissens zerfällt [s]

■ **Tipps für die Prüfung**

Hier gibt es Tipps zu den besonders viel gefragten Themen (der letzten 5 Jahre). Für die unmittelbare Prüfungsvorbereitung sollen die Flashcards dienen, die sowohl Verständnisfragen als auch Multiple-Choice-Fragen enthalten. Falls Ihre Klausur Rechenaufgaben enthalten wird, können die Übungsaufgaben von Nutzen sein.

Vieles in der Physik lässt sich nicht beantworten ohne die Kenntnis einzelner Natur- und Materialkonstanten. Nur wenige verdienen es, auswendig gelernt zu werden; den Rest schlägt man nach. Was der Inhalt dieses Buches verlangt, findet sich im Anhang.

Viele Zusammenhänge in der Physik lassen sich am besten an bewegten Bildern veranschaulichen. Daher sind etliche Bilder mit Videos hinterlegt. Beim E-Book kann man die Legende dieser Bilder anklicken, um das Video zu betrachten. Beim Print-Buch kann der Leser sich die Videos mit der More-Media-App auf das Smartphone holen.

■ Wichtige Zahlenwerte

π (Pi)	$\pi = 3,141592\dots$
e (Euler-Zahl)	$e = 2,718281\dots$
$\sqrt{2}$	$\sqrt{2} = 1,4142\dots$
$\ln 2$	$\ln 2 = 0,6931\dots$
Fallbeschleunigung	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Lichtgeschwindigkeit (Vakuum)	$c = 299.792.458 \text{ m/s} \approx 3,10^8 \text{ m/s}$
Avogadro-Konstante	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Gaskonstante	$R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$
Volumen eines Mol Gas (0°C , 10^5 Pa)	22,4 l/mol
Dichte von Wasser	$\rho_w = 1,0 \text{ kg/l}$
Spez. Wärmekapazität von Wasser	4,18 J/(g · K)
Schallgeschwindigkeit in Wasser	1480 m/s
Schallgeschwindigkeit in Luft	330 m/s
Elementarladung	$e_0 = 1,602 \cdot 10^{19} \text{ As}$
Faraday-Konstante	$F = 96.484 \text{ As/mol}$

■ Energieeinheiten

- 1 Joule = 1 Newtonmeter = 1 Wattsekunde = 1 J = 1 N · m = 1 W · s
- Kilowattstunde = 1 kWh = $3,600 \cdot 10^6 \text{ J}$
- Elektronvolt = 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- Kalorie = 1 cal = 4,184 J

■ Druckeinheiten

- Pascal = 1 Pa = 1 N/m²; Luftdruck: $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} \approx 10 \text{ m H}_2\text{O}$
- Bar = 1 bar = $1,000 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- mm-Quecksilber = 1 mmHg = 133,3 Pa
- mm-Wasser = 1 mmH₂O = 9,81 Pa
- Atmosphäre = 1 atm = $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

- **Kernladungszahlen Z und molare Massen M einiger natürlicher Isotopengemische**

Symbol	Element	Z	M [g/mol]	Symbol	Element	Z	M [g/mol]
H	Wasserstoff	1	1,0079	Na	Natrium	11	22,997
He	Helium	2	4,0026	Al	Aluminium	13	26,8915
Li	Lithium	3	6,939	Cl	Chlor	17	35,475
C	Kohlenstoff	6	12,0112	Ca	Kalzium	20	40,08
N	Stickstoff	7	14,0067	Ag	Silber	47	107,868
O	Sauerstoff	8	15,9994	Pb	Blei	82	207,19

Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe	1
1.1	Physikalische Größen und ihre Einheiten !.....	2
1.2	Mengenangaben.....	6
1.2.1	Masse und Stoffmenge.....	6
1.2.2	Dichten und Gehalte.....	7
1.3	Statistik und Messunsicherheit	9
1.3.1	Messfehler.....	9
1.3.2	Mittelwert und Streumaß !!.....	10
1.3.3	Messunsicherheit !!.....	13
1.3.4	Fehlerfortpflanzung.....	14
1.4	Vektoren und Skalare	16
1.5	Wichtige Funktionen	19
1.5.1	Winkelfunktionen !.....	19
1.5.2	Exponentialfunktion und Logarithmus !!.....	20
1.5.3	Potenzfunktionen.....	24
1.5.4	Algebraische Gleichungen.....	24
1.6	In Kürze	25
1.7	Tipps für die Prüfung (10 % der IMPP-Fragen)	27
1.8	Übungsaufgaben	27
2	Mechanik starrer Körper	29
2.1	Bewegung	31
2.1.1	Fahrstrecke und Geschwindigkeit !!.....	31
2.1.2	Überlagerung von Geschwindigkeiten.....	33
2.1.3	Beschleunigung !!.....	35
2.1.4	Kreisbewegung !.....	40
2.1.5	Bewegung von Gelenken.....	42
2.1.6	Relativ oder absolut?.....	43
2.2	Kraft, Drehmoment, Energie	44
2.2.1	Kräfte !.....	44
2.2.2	Gewichtskraft und Gravitation.....	47
2.2.3	Reibung.....	48
2.2.4	Arbeit und Energie !!.....	49
2.2.5	Kinetische Energie !.....	54
2.2.6	Hebel und Drehmoment !.....	56
2.2.7	Grundgleichungen des Gleichgewichts.....	59
2.2.8	Gleichgewichte.....	60
2.3	Kraft und Bewegung	63
2.3.1	Newton'sche Gesetze!.....	63
2.3.2	Impuls.....	65
2.3.3	Trägheitskräfte.....	68
2.3.4	Drehbewegung.....	70
2.3.5	Trägheitsmoment und Drehimpuls.....	73

2.4	In Kürze	75
2.5	Tipps für die Prüfung (15 % der IMPP-Fragen)	78
2.6	Übungsaufgaben	79
3	Mechanik deformierbarer Körper	83
3.1	Aggregatzustände	85
3.2	Festkörper	86
3.2.1	Struktur der Festkörper.....	86
3.2.2	Verformung von Festkörpern !!	88
3.2.3	Viskoelastizität.....	91
3.3	Druck	92
3.3.1	Stempeldruck	92
3.3.2	Schweredruck !!.....	93
3.3.3	Auftrieb	95
3.3.4	Manometer.....	98
3.3.5	Pumpen	99
3.3.6	Kompressibilität.....	101
3.3.7	Blutdruckmessung.....	101
3.4	Grenzflächen	103
3.4.1	Kohäsion.....	103
3.4.2	Adhäsion	108
3.5	Strömung	110
3.5.1	Ideale Strömung !!.....	110
3.5.2	Zähigkeit (Viskosität) !	113
3.5.3	Reale Strömung durch Rohre !!	114
3.5.4	Umströmung von Hindernissen	118
3.6	In Kürze	120
3.7	Tipps für die Prüfung (15 % der IMPP-Fragen)	122
3.8	Übungsaufgaben	123
4	Mechanische Schwingungen und Wellen	125
4.1	Mechanische Schwingungen	126
4.1.1	Alles, was schwingt.....	126
4.1.2	Harmonische Schwingungen !	126
4.1.3	Gedämpfte Schwingungen	130
4.1.4	Erzwungene Schwingungen.....	131
4.1.5	Überlagerung von Schwingungen	132
4.2	Wellen	135
4.2.1	Wellenarten	135
4.2.2	Harmonische Seilwellen !!	137
4.2.3	Intensität und Energieübertragung	139
4.2.4	Stehende Wellen.....	140
4.2.5	Schallwellen !	142
4.2.6	Schallwahrnehmung !!	144
4.2.7	Doppler-Effekt.....	148
4.3	In Kürze	150
4.4	Tipps für die Prüfung (10 % der IMPP-Fragen)	153
4.5	Fragen und Übungen	154

5	Wärmelehre	155
5.1	Grundlegende Größen	157
5.1.1	Wärme !.....	157
5.1.2	Temperatur !.....	158
5.1.3	Temperaturmessung.....	160
5.1.4	Wahrscheinlichkeit und Ordnung.....	161
5.1.5	Entropie	162
5.1.6	Wärmekapazität !!	163
5.2	Ideales Gas	167
5.2.1	Zustandsgleichung !!	167
5.2.2	Partialdruck !.....	170
5.2.3	Energie im Gas.....	170
5.3	Transportphänomene	171
5.3.1	Wärmeleitung.....	171
5.3.2	Konvektion.....	173
5.3.3	Wärmestrahlung.....	174
5.3.4	Diffusion	177
5.3.5	Osmose	179
5.4	Phasenumwandlungen	181
5.4.1	Umwandlungswärmen	181
5.4.2	Schmelzen oder Aufweichen?	182
5.4.3	Schmelzen und Gefrieren.....	183
5.4.4	Lösungs- und Solvatationswärme	186
5.4.5	Verdampfen und Kondensieren !.....	186
5.4.6	Luftfeuchtigkeit	188
5.4.7	Zustandsdiagramme.....	189
5.4.8	Absorption und Adsorption	192
5.5	Wärmenutzung	193
5.5.1	Wärmehaushalt des Menschen.....	193
5.5.2	Warum kostet Energie?	195
5.5.3	Wärme- und Entropiehaushalt der Erde	196
5.6	In Kürze	198
5.7	Tipps für die Prüfung (10 % der IMPP-Fragen)	200
5.8	Übungsaufgaben	201
6	Elektrizitätslehre	203
6.1	Grundlagen	206
6.1.1	Ladung und Strom !.....	206
6.1.2	Kräfte zwischen geladenen Teilchen.....	208
6.1.3	Elektrisches Feld	210
6.1.4	Feld und Spannung.....	212
6.1.5	Elektrisches Potenzial !	213
6.2	Materie im elektrischen Feld	216
6.2.1	Influenz und elektrische Abschirmung	216
6.2.2	Elektrischer Strom !.....	217
6.2.3	Leitfähigkeit und Resistivität.....	219
6.2.4	Permittivität (Dielektrizitätskonstante)	220

6.2.5	Gasentladung	222
6.3	Stromkreis	222
6.3.1	Strom und Spannung messen.....	222
6.3.2	Leistung und Energie !!.....	224
6.3.3	Elektrischer Widerstand !!!.....	226
6.3.4	Wärme bei Stromdurchgang	228
6.3.5	Kondensator.....	229
6.3.6	Feld im Kondensator	230
6.3.7	Energie des geladenen Kondensators.....	231
6.3.8	Energie des elektrischen Feldes.....	232
6.4	Wechselspannung	233
6.4.1	Effektivwerte	233
6.4.2	Kapazitiver Widerstand	234
6.5	Elektrische Netzwerke	237
6.5.1	Widerstände in Reihe und parallel !.....	237
6.5.2	Spannungsteiler	239
6.5.3	Innenwiderstände.....	241
6.5.4	Hoch- und Tiefpass	243
6.5.5	Kondensatorentladung und e-Funktion !.....	243
6.6	Elektrochemie	246
6.6.1	Dissoziation	246
6.6.2	Elektrolyte	248
6.7	Grenzflächen	251
6.7.1	Membranspannung	251
6.7.2	Galvani-Spannung	252
6.7.3	Thermospannung	254
6.8	Elektrophysiologie	255
6.8.1	Auswertung des EKG nach Einthoven	255
6.8.2	Elektrische Unfälle	257
6.8.3	Schutzmaßnahmen	258
6.9	Magnetische Felder	261
6.9.1	Einführung.....	261
6.9.2	Kräfte im Magnetfeld.....	264
6.9.3	Erzeugung von Magnetfeldern.....	266
6.10	Induktion	269
6.10.1	Einführung.....	269
6.10.2	Transformatoren	272
6.10.3	Selbstinduktion.....	273
6.10.4	Induktiver Widerstand	275
6.11	Elektrische Schwingungen	276
6.11.1	Schwingkreis !.....	276
6.11.2	Geschlossene elektrische Feldlinien.....	280
6.11.3	Schwingender elektrischer Dipol	281
6.12	In Kürze	282
6.13	Tipps für die Prüfung (15 % der IMPP-Fragen)	287
6.14	Fragen und Übungen	288

7	Optik	293
7.1	Elektromagnetische Wellen	295
7.1.1	Strahlender Dipol	295
7.1.2	Spektralbereiche !	297
7.1.3	Wellenausbreitung	298
7.2	Geometrische Optik	301
7.2.1	Lichtbündel	301
7.2.2	Spiegelung	303
7.2.3	Brechung !.....	306
7.2.4	Dispersion	309
7.2.5	Linse n !.....	310
7.2.6	Abbildung mit Linsen	314
7.2.7	Abbildungsgleichungen.....	316
7.2.8	Abbildung durch einfache Brechung	319
7.2.9	Auge.....	320
7.2.10	Fehlsichtigkeit und Brillen	321
7.2.11	Optische Instrumente.....	324
7.3	Intensität und Farbe	328
7.3.1	Strahlungs- und Lichtmessgrößen	328
7.3.2	Optische Absorption !.....	330
7.3.3	Farbsehen.....	333
7.4	Wellenoptik	337
7.4.1	Polarisiertes Licht	337
7.4.2	Interferenz	338
7.4.3	Kohärenz	340
7.4.4	Dünne Schichten und Beugungsgitter	342
7.4.5	Beugungsfiguren und Auflösungsvermögen !.....	345
7.5	Quantenoptik	347
7.5.1	Lichtquant.....	347
7.5.2	Energiezustände und Spektren.....	349
7.5.3	Laser	352
7.5.4	Röntgenstrahlen !!.....	354
7.5.5	Compton-Effekt	358
7.5.6	Röntgendiagnostik	359
7.6	Elektronenoptik	361
7.6.1	Elektronenbeugung	361
7.6.2	Elektronenmikroskope	362
7.6.3	Unschärferelation.....	363
7.7	In Kürze	364
7.8	Tipps für die Prüfung (10 % der IMPP-Fragen)	367
7.9	Fragen und Übungen	368
8	Atom- und Kernphysik	371
8.1	Aufbau des Atoms	372
8.1.1	Bohr'sches Atommodell.....	372
8.1.2	Elektronenwolken	373
8.1.3	Pauli-Prinzip	374

8.1.4	Charakteristische Röntgenstrahlung	375
8.2	Aufbau des Atomkerns	376
8.2.1	Kernspinnresonanztomografie (MRT)	376
8.2.2	Nukleonen und Nuklide !!	377
8.2.3	Massendefekt	379
8.2.4	Radioaktivität !!	380
8.2.5	Nachweis radioaktiver Strahlung	382
8.2.6	Zerfallsgesetz !!	385
8.2.7	Kernspaltung und künstliche Radioaktivität	388
8.2.8	Antimaterie !	389
8.3	In Kürze	391
8.4	Tipps für die Prüfung (10 % der IMPP-Fragen)	392
8.5	Übungsaufgaben	393
9	Ionisierende Strahlung	395
9.1	Dosimetrie	396
9.1.1	Energie- und Äquivalentdosis !!	396
9.1.2	Ionendosis	397
9.1.3	Aktivität und Dosis !!	397
9.2	Strahlennutzen, Strahlenschaden	398
9.2.1	Radioaktive Tracer	398
9.2.2	Strahlentherapie	400
9.2.3	Natürliche Exposition	401
9.2.4	Zivilisationsbedingte Exposition	402
9.2.5	Strahlenschutz	403
9.3	In Kürze	404
9.4	Tipps für die Prüfung (5 % der IMPP-Fragen)	405
9.5	Übungsaufgaben	405
10	Antworten und Lösungen	407
10.1	▶ Kap. 1	408
10.2	▶ Kap. 2	409
10.3	▶ Kap. 3	410
10.4	▶ Kap. 4	412
10.5	▶ Kap. 5	413
10.6	▶ Kap. 6	414
10.7	▶ Kap. 7	418
10.8	▶ Kap. 8	419
10.9	▶ Kap. 9	420
	Serviceteil	
	Physikalische Formelsammlung	422
	Griechische Buchstaben	428
	Formelzeichen	429
	Stichwortverzeichnis	433

Über den Autor



Ulrich Harten Diplom-Physiker, Dr. rer. nat.

geboren 1955, Studium der Physik in Göttingen und Stuttgart, 6-jährige Industrietätigkeit (BASF), seit 1993 Professor an der Hochschule Mannheim und Autor mehrerer Lehrbücher.