

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . . V

## Teil I: Physik und Arzneiformenlehre 1

### 1 Allgemeines . . . . . 3

1.1 Physikalische Größen und Einheiten . . . . . 3

1.1.1 Physikalische Größen . . . . . 3

1.1.2 Internationales Einheitensystem . . . . . 3

1.1.3 Abgeleitete Größen und Einheiten,  
Dimension . . . . . 3

1.1.4 Einheiten außerhalb des SI . . . . . 3

1.1.5 Bruchteile und Vielfache von Einheiten . . . . . 3

1.1.6 Skalare und Vektoren . . . . . 4

1.2 Physikalische Messungen . . . . . 4

1.2.1 Unsicherheiten, Messfehler . . . . . 4

1.2.2 Absoluter und relativer Fehler,  
Fehlerfortpflanzung . . . . . 4

1.2.3 Graphische Darstellung  
von Messungen und Fehlern . . . . . 4

1.2.4 Messverfahren, Messgeräte  
und ihr Gebrauch . . . . . 5

### 2 Mechanik . . . . . 7

2.1 Bewegungen . . . . . 7

2.1.1 Bezugssysteme, Bewegungsarten . . . . . 7

2.1.2 Geschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit . . . . . 7

2.1.3 Beschleunigung, Winkelbeschleunigung . . . . . 8

2.1.4 Allgemeiner Zusammenhang:  
Weg-Geschwindigkeit-Beschleunigung  
bzw. Winkel-Winkelgeschwindigkeit-  
Winkelbeschleunigung . . . . . 8

2.1.5 Geradlinige Bewegungen, einfache Gesetze . . . . . 9

2.1.6 Rotationsbewegungen . . . . . 9

2.1.7 Vektoren bei linearen Bewegungen . . . . . 10

2.1.8 Vektoren bei Rotationsbewegungen . . . . . 10

2.1.9 Vektorielle Überlagerung von Bewegungen . . . . . 10

2.1.10 Zeitabhängige Vorgänge . . . . . 11

2.2 Kraft und Drehmoment . . . . . 12

2.2.1 Kräfte . . . . . 12

2.2.2 Newtonsche Axiome, Gravitationsgesetz . . . . . 13

2.2.3 Kräfte und Bewegungen . . . . . 13

2.2.4 Drehmoment und Hebelgesetz . . . . . 14

2.2.5 Reibungskräfte . . . . . 14

2.2.6 Verformungen . . . . . 15

2.3 Energie, Leistung und Impuls . . . . . 16

2.3.1 Arbeit . . . . . 16

2.3.2 Energie, Arbeit, Wärmemenge . . . . . 17

2.3.3 Leistung . . . . . 17

2.3.4 Impuls/Drehimpuls . . . . . 18

2.4 Mechanik ruhender Flüssigkeiten und  
Gase (Fluide) . . . . . 19

2.4.1 Schweredruck, Stempeldruck . . . . . 19

2.4.2 Druckmessung, Druckmessgeräte . . . . . 19

2.4.3 Hydraulische Anordnungen (hydraulische  
Presse) . . . . . 20

2.4.4 Auftrieb . . . . . 21

2.4.5 Dichte, Dichtebestimmung . . . . . 21

2.5 Bewegte Flüssigkeiten und Gase  
(Strömung in Fluiden) . . . . . 22

2.5.1 Kontinuitätsbedingung . . . . . 22

2.5.2 Bernoullische Beziehung . . . . . 23

2.5.3 Düsenwirkungen . . . . . 23

2.5.4 Viskosität . . . . . 23

2.5.5 Hagen-Poiseuille, Strömungswiderstand,  
Leitwert . . . . . 23

2.5.6 Stokessche Beziehung, Sedimentation . . . . . 24

2.6 Grenzflächeneffekte . . . . . 25

2.6.1 Grenzflächenspannung . . . . . 25

2.6.2 Lösungen . . . . . 25

2.6.3 Zwischenmolekulare Kräfte, Benetzbarkeit . . . . . 26

2.6.4 Kapillarwirkung . . . . . 26

2.6.5 Bestimmung der Grenzflächenspannung . . . . . 27

### 3 Wärmelehre . . . . . 28

3.1 Grundbegriffe . . . . . 28

3.1.1 Temperatur . . . . . 28

3.1.2 Wärmemenge . . . . . 28

3.1.3 Extensive und intensive Größen . . . . . 28

3.1.4 Kolligative Eigenschaften . . . . . 28

3.2 Temperaturmessung . . . . . 28

3.2.1 Ausdehnungsthermometer . . . . . 28

3.2.2 Thermoelement . . . . . 29

3.2.3 Widerstandsthermometer . . . . . 29

3.3 Thermische Eigenschaften der Materie . . . . . 29

3.3.1 Thermische Dehnung . . . . . 29

## VIII Inhaltsverzeichnis

3.3.2	Andere thermische Materialeigenschaften . . . . .	29	4.1.4	Elektrische Feldstärke . . . . .	43
3.3.3	Ideale Gase . . . . .	30	4.1.5	Kapazität . . . . .	44
3.3.4	Reale Gase . . . . .	31	4.1.6	Kondensator . . . . .	44
3.4	Erwärmung und Abkühlung . . . . .	31	4.1.7	Kondensatorschaltungen . . . . .	44
3.4.1	Spezifische Wärmekapazität . . . . .	31	4.1.8	Elektrischer Dipol . . . . .	45
3.4.2	Messung von Wärmeenergie und Wärmekapazität . . . . .	32	4.1.9	Faraday-Käfig . . . . .	45
3.4.3	Adiabatischer Prozess . . . . .	32	4.2	Stromstärke und Spannung . . . . .	45
3.4.4	Die Hauptsätze der Wärmelehre . . . . .	32	4.2.1	Stromstärke . . . . .	45
3.5	Die Thermodynamischen Potentiale . . . . .	33	4.2.2	Wirkungen des elektrischen Stroms . . . . .	45
3.5.1	Innere Energie . . . . .	33	4.2.3	Messung der Stromstärke . . . . .	46
3.5.2	Enthalpie . . . . .	33	4.2.4	Spannung und Spannungsmessung . . . . .	46
3.5.3	Freie Energie . . . . .	33	4.2.5	Quellenspannung, Innenwiderstand . . . . .	46
3.5.4	Freie Enthalpie . . . . .	33	4.3	Elektrischer Widerstand . . . . .	46
3.6	Wärmeübertragung . . . . .	34	4.3.1	Widerstand, Leitwert . . . . .	46
3.6.1	Wärmeleitung . . . . .	34	4.3.2	Ohmsches Gesetz . . . . .	47
3.6.2	Konvektion, Wärmeübertragung durch Stofftransport . . . . .	34	4.3.3	Energie und Leistung . . . . .	47
3.6.3	Wärmestrahlung . . . . .	34	4.3.4	Vergleich: elektrischer Strom – Flüssigkeitsstrom – Wärmefluss . . . . .	47
3.7	Aggregatzustände der Materie und Mehr-Komponentensysteme . . . . .	34	4.3.5	Kirchhoffsche Regeln, Berechnung von Ersatzwiderständen . . . . .	47
3.7.1	Aggregatzustände und ihre Kennzeichen . . . . .	34	4.3.6	Widerstandsmessung . . . . .	48
3.7.2	Gibbssche Phasenregel . . . . .	35	4.3.7	Potentiometer . . . . .	49
3.7.3	Änderung des Aggregatzustands . . . . .	35	4.3.8	Leistungslose Spannungsmessung durch Kompensation . . . . .	49
3.7.4	Umwandlungswärmen . . . . .	36	4.4	Ladungstransport . . . . .	50
3.7.5	Dampfdruck, Luftfeuchtigkeit . . . . .	36	4.4.1	Ladungstransport in Metallen . . . . .	50
3.7.6	Lösungen . . . . .	36	4.4.2	Ladungstransport in Halbleitern . . . . .	50
3.7.7	Diffusion . . . . .	37	4.4.3	Valenz- und Leitungsband . . . . .	51
3.7.8	Osmose . . . . .	38	4.4.4	Halbleiter-Bauelemente . . . . .	51
3.7.9	Schmelzdiagramme binärer Systeme . . . . .	38	4.4.5	Ladungstransport in Elektrolyten . . . . .	52
3.8	Elektrochemie und Reaktionskinetik . . . . .	39	4.4.6	Faradaysches Gesetz . . . . .	53
3.8.1	Das Massenwirkungsgesetz . . . . .	39	4.4.7	Ladungstransport in Gasen . . . . .	53
3.8.2	Elektrolyte . . . . .	39	4.4.8	Ionisationskammer . . . . .	54
3.8.3	Säuren . . . . .	40	4.4.9	(Geiger-Müller-) Zählrohr . . . . .	54
3.8.4	Pufferlösungen . . . . .	40	4.4.10	Ladungstransport im Vakuum . . . . .	55
3.8.5	Chemische Reaktionsabläufe . . . . .	41	4.4.11	Braunsche Röhre, Elektronenstrahl-Oszilloskop . . . . .	55
3.8.6	Elektrochemische Zellen . . . . .	41	4.4.12	Massenspektrometer . . . . .	56
<b>4</b>	<b>Elektrizität und Magnetismus . . . . .</b>	<b>43</b>	4.5	Elektromagnetismus . . . . .	56
4.1	Elektrische Ladungen und Felder . . . . .	43	4.5.1	Magnetische Felder . . . . .	56
4.1.1	Ladungen . . . . .	43	4.5.2	Magnetische Feldgrößen . . . . .	56
4.1.2	Coulombsches Gesetz . . . . .	43	4.5.3	Lorentzkraft . . . . .	57
4.1.3	Statische elektrische Felder . . . . .	43	4.5.4	Elektromagnetische Induktion . . . . .	57

4.5.5	Selbstinduktion . . . . .	58	5.4.9	Optische Aktivität, Rotationsdispersion . .	74
4.5.6	Wirbelströme . . . . .	58	5.4.10	Polarisationsmikroskopie . . . . .	74
4.5.7	Transformator . . . . .	59	<b>6</b>	<b>Schwingungen und Wellen . . . . .</b>	<b>75</b>
4.6	Wechselstromkreis . . . . .	59	6.1	Schwingungen . . . . .	75
4.6.1	Wechselspannung, Wechselstrom, sinusförmiger Verlauf . . . . .	59	6.1.1	Federpendel . . . . .	75
4.6.2	Effektivwerte . . . . .	59	6.1.2	Weitere Beispiele . . . . .	76
4.6.3	Wechselstromwiderstand . . . . .	60	6.1.3	Stehende Bilder von Schwingungen . . . .	77
4.6.4	Leistung von Wechselströmen . . . . .	61	6.1.4	Fourier-Analyse (bzw. -Synthese), Oberschwingungen . . . . .	77
4.6.5	Elektrischer Schwingkreis . . . . .	61	6.2	Wellen . . . . .	77
4.7	Dielektrische und magnetische Eigenschaften der Materie . . . . .	62	6.2.1	Definition, Beschreibung . . . . .	77
4.7.1	Dielektrische Eigenschaften der Materie . .	62	6.2.2	Darstellung . . . . .	77
4.7.2	Magnetische Eigenschaften der Materie . .	63	6.2.3	Schwingungsrichtung . . . . .	77
<b>5</b>	<b>Optik . . . . .</b>	<b>64</b>	6.2.4	Stehende Wellen . . . . .	77
5.1	Allgemeines . . . . .	64	<b>7</b>	<b>Atomistische Struktur der Materie . . . .</b>	<b>79</b>
5.1.1	Modellvorstellungen zur Natur des Lichts .	64	7.1	Bausteine der Materie . . . . .	79
5.1.2	Spektralbereiche . . . . .	64	7.1.1	Atome, atomare Einheiten und Größenordnungen . . . . .	79
5.1.3	Quantenstrahlung . . . . .	64	7.1.2	Moleküle . . . . .	79
5.1.4	Lichtgeschwindigkeit, optische Dichte . .	64	7.1.3	Thermische Bewegung in Fluiden . . . . .	80
5.2	Wellenoptik . . . . .	65	7.1.4	Feste Körper, Kristallgitter . . . . .	80
5.2.1	Interferenz . . . . .	65	7.2	Atommodell und Periodensystem . . . . .	81
5.2.2	Beugung am optischen Gitter, Gitterspektrometer . . . . .	66	7.2.1	Bohrsches Atommodell . . . . .	81
5.3	Geometrische Optik . . . . .	66	7.2.2	Das Periodensystem der Elemente . . . . .	82
5.3.1	Lichtstrahl, Lichtbündel . . . . .	66	7.2.3	Röntgenröhre . . . . .	83
5.3.2	Reflexion . . . . .	67	7.2.4	Spektren . . . . .	83
5.3.3	Brechung . . . . .	67	7.2.5	Doppler-Effekt . . . . .	83
5.3.4	Totalreflexion, Lichtleiter . . . . .	67	7.3	Atomkerne, Radioaktivität . . . . .	84
5.3.5	Dispersion . . . . .	68	7.3.1	Bausteine der Atomkerne . . . . .	84
5.3.6	Spiegel . . . . .	68	7.3.2	Kernreaktionen . . . . .	84
5.3.7	Linsen . . . . .	69	7.3.3	Radioaktivität . . . . .	85
5.3.8	Linsenfehler . . . . .	70	7.3.4	Zerfallsgesetz . . . . .	85
5.4	Optische Einrichtungen . . . . .	70	7.3.5	Vorkommen und Gewinnung radioaktiver Nuklide . . . . .	86
5.4.1	Abbildungsmaßstab, Vergrößerung, Lupe .	70	7.3.6	Anwendung radioaktiver Stoffe . . . . .	86
5.4.2	Lichtmikroskop . . . . .	71	<b>8</b>	<b>Grundlagen der Arzneiformenlehre . . . .</b>	<b>87</b>
5.4.3	Anwendung der Brechungsdispersion . . .	72	8.1	Grundbegriffe . . . . .	87
5.4.4	Polarisation des Lichts . . . . .	72	8.1.1	Arzneimittel . . . . .	87
5.4.5	Polarisation durch Brechung und Reflexion	72	8.1.2	Ausgangsstoffe und -materialien . . . . .	87
5.4.6	Polarisation durch Doppelbrechung . . . .	73	8.1.3	Qualität . . . . .	87
5.4.7	Dichroismus . . . . .	73	8.1.4	Kennzeichnung . . . . .	88
5.4.8	Streupolarisation . . . . .	73			

## X Inhaltsverzeichnis

---

8.2	Grundoperationen . . . . .	88
8.2.1	Wiegen . . . . .	88
8.2.2	Zerkleinern . . . . .	88
8.2.3	Mischen . . . . .	88
8.2.4	Trennen . . . . .	88
8.2.5	Trocknen . . . . .	89
8.3	Hilfsstoffe . . . . .	89
8.4	Arzneiformen . . . . .	89
8.4.1	Flüssige Arzneiformen . . . . .	89
8.4.2	Feste Arzneiformen . . . . .	92
8.4.3	Halbfeste Arzneiformen . . . . .	95
8.4.4	Pflanzliche Arzneimittel . . . . .	97
8.4.5	Homöopathische Arzneimittel . . . . .	98
8.5	Stabilität und Stabilisierung von Arzneiformen . . . . .	99
8.6	Prüfung der pharmazeutisch-technologischen Qualität . . . . .	99

### **Teil II: Mathematik und Statistik 101**

1	Mathematische Grundlagen . . . . .	103
1.1	Algebraische Rechenregeln . . . . .	103
1.2	Funktionen . . . . .	103
1.3	Ableitungen und Integrale . . . . .	104
1.4	Geometrie, Trigonometrie . . . . .	105
1.5	Vektoren . . . . .	106
2	Grundlagen der Statistik . . . . .	108
2.1	Definitionen . . . . .	108
2.2	Beispiele für Verteilungen . . . . .	110

### **Teil III: Prüfungsfragen bis 2010 113**

1	Allgemeines . . . . .	115
2	Mechanik . . . . .	124
3	Wärmelehre . . . . .	164
4	Elektrizität und Magnetismus . . . . .	202
5	Optik . . . . .	238
6	Schwingungen und Wellen . . . . .	261

7	Atomistische Struktur der Materie . . . . .	266
8	Arzneiformenlehre . . . . .	279

### **Teil IV: Kommentare zu den Prüfungsfragen 301**

1	Allgemeines . . . . .	303
2	Mechanik . . . . .	307
3	Wärmelehre . . . . .	325
4	Elektrizität und Magnetismus . . . . .	344
5	Optik . . . . .	360
6	Schwingungen und Wellen . . . . .	372
7	Atomistische Struktur der Materie . . . . .	375
8	Arzneiformenlehre . . . . .	382

### **Sachregister 393**

### **Die Bearbeiterin 403**