

Inhaltsverzeichnis

1. Optik	1
1.1 Grundgesetze der Strahlenoptik	1
1.1.1 Lichtstrahlen	2
1.1.2 Reflexion von Lichtstrahlen	2
1.1.3 Brechung von Lichtstrahlen	5
1.1.4 Optische Abbildung mit idealen Linsen	9
1.1.5 Dicke Linsen und Objektive	14
1.1.6 Zusammenfassung	15
1.1.7 Aufgaben	16
1.2 Die Kamera und das Auge	17
1.2.1 Die fotografische Kamera	17
1.2.2 Das Wirbeltierauge	18
1.2.3 Der Sehwinkel	19
1.2.4 Aufgaben	19
1.3 Das Mikroskop	20
1.3.1 Die Lupe	21
1.3.2 Das Mikroskop	23
1.3.3 Zusammenfassung	27
1.3.4 Aufgaben	28
1.4 Exkurs: Schwingungen und Wellen	28
1.4.1 Wellenerscheinungen beim Licht	29
1.4.2 Schwingungen	30
1.4.3 Wellen	33
1.4.4 Zusammenfassung	39
1.4.5 Aufgaben	40
1.5 Licht als Welle	41
1.5.1 Spektralfarben	41
1.5.2 Beugung an Blenden und Gittern	43
1.5.3 Auflösungsvermögen des Mikroskops	47
1.5.4 Phasenkontrastverfahren und Interferenzmikroskop	50

1.5.5	Zusammenfassung	52
1.5.6	Aufgaben	53
1.6	Licht als elektromagnetische Welle	53
1.6.1	Elektromagnetische Wellen	53
1.6.2	Polarisation	55
1.6.3	Ausblick	57
1.6.4	Aufgabe	57
2.	<i>Elektrische Geräte und Schaltungen</i>	58
2.1	Die Grundphänomene der Elektrizität	59
2.1.1	Ladung	59
2.1.2	Der elektrische Strom	60
2.1.3	Die elektrische Spannung	63
2.1.4	Zusammenfassung	65
2.1.5	Aufgaben	65
2.2	Weitere elektrische Größen	65
2.2.1	Der elektrische Widerstand	66
2.2.2	Arbeit, Energie	68
2.2.3	Die elektrische Leistung	70
2.2.4	Zusammenfassung	71
2.2.5	Aufgaben	71
2.3	Gleichstrom und Wechselstrom	72
2.3.1	Zeitabhängigkeit	72
2.3.2	Mittelwerte	72
2.3.3	Effektivwerte	74
2.3.4	Meßverfahren	76
2.3.5	Biologische Wirkungen	77
2.3.6	Schutzkontakt-Systeme	78
2.3.7	Zusammenfassung	79
2.3.8	Aufgaben	79
2.4	Elektrische Bauelemente	80
2.4.1	Widerstand	80
2.4.2	Kondensator	81
2.4.3	Spule und Transformator	87
2.4.4	Zusammenfassung	88
2.4.5	Aufgaben	89
2.5	Elektrische Schaltungen	90
2.5.1	Stromteilung, Spannungsteilung	90
2.5.2	Meßschaltungen für Ströme und Spannungen	94

2.5.3	Zusammenfassung	96
2.5.4	Aufgaben	97
2.6	Elektrische Operationseinheiten	98
2.6.1	Stromquellen	98
2.6.2	Gleichrichter	99
2.6.3	Verstärker	101
2.6.4	Meßwandler	104
2.6.5	Registriergeräte	106
2.6.6	Zusammenfassung	109
2.6.7	Aufgaben	109
2.7	Optoelektronik	110
2.7.1	Fotozellen, Sekundärelektronenvervielfacher	110
2.7.2	Fotoleiter	112
2.7.3	Fotospannungseffekt	112
2.7.4	Aufgaben	113
2.8	Ausblick	114
3.	<i>Bewegung von Teilchen in Feldern</i>	115
3.1	Grundbegriffe der Mechanik	115
3.1.1	Kinematik	115
3.1.2	Grundgesetz der Dynamik	120
3.1.3	Homogene Kraftfelder	122
3.1.4	Zusammenfassung	125
3.1.5	Aufgaben	126
3.2	Elektrisches und magnetisches Feld	126
3.2.1	Kraftwirkung des elektrischen Feldes	127
3.2.2	Kraftwirkung des magnetischen Feldes	128
3.2.3	Ladungen als Quellen eines elektrostatischen Feldes ...	130
3.2.4	Magnetfeld stationärer Ströme	132
3.2.5	Maxwell-Gleichungen	133
3.2.6	Zusammenfassung	134
3.2.7	Aufgaben	134
3.3	Energie	135
3.3.1	Kinetische und potentielle Energie. Energieerhaltung ..	135
3.3.2	Kraft und Arbeit	136
3.3.3	Reibung	138
3.3.4	Elektrisches Feld und Spannung	139
3.3.5	Elektrische Leistung	141
3.3.6	Zusammenfassung	142
3.3.7	Aufgaben	142

3.4	Das Elektronenmikroskop	143
3.4.1	Elektronen als Teilchen und Wellen	144
3.4.2	Auflösungsvermögen	145
3.4.3	Bildkontrast	146
3.4.4	Arbeitsweise des Elektronenmikroskops	147
3.4.5	Aufgaben	150
3.5	Das Massenspektrometer	150
3.5.1	Aufbau eines Massenspektrometers	151
3.5.2	Probenzuführung und Ionenerzeugung	151
3.5.3	Massentrennung	152
3.5.4	Ionennachweis	154
3.5.5	Aufgaben	155
3.6	Reibung und elektrische Leitfähigkeit	155
3.6.1	Bewegung eines Teilchens mit Reibung	156
3.6.2	Elektrischer Widerstand	157
3.6.3	Aufgaben	160
3.7	Quantenmechanik	161
	Aufgaben	163
4.	<i>Mechanik fester, flüssiger und gasförmiger Körper</i>	164
4.1	Ruhende Flüssigkeiten und Gase	164
4.1.1	Ungeordnete Bewegung in ruhenden Flüssigkeiten und Gasen	165
4.1.2	Dichte und Druck	167
4.1.3	Barometrische Höhenformel	171
4.1.4	Auftrieb	174
4.1.5	Sedimentationsgleichgewicht	176
4.1.6	Zusammenfassung	177
4.1.7	Aufgaben	178
4.2	Zentrifugation	178
4.2.1	Zentrifugalkraft	178
4.2.2	Sedimentationsgleichgewicht und Gradientenmethode	180
4.2.3	Zeitlicher Ablauf der Sedimentation	183
4.2.4	Zusammenfassung	184
4.2.5	Aufgaben	185
4.3	Strömung von Flüssigkeiten	185
4.3.1	Geschwindigkeitsfeld. Stromdichte. Kontinuitätsgleichung	186
4.3.2	Bernoullische Gleichung	187

4.3.3	Viskosität. Laminare Strömung	188
4.3.4	Reibungswiderstand von Körpern	193
4.3.5	Ähnlichkeitsgesetze. Turbulenz	195
4.3.6	Zusammenfassung	197
4.3.7	Aufgaben	197
4.4	Deformation elastischer Materialien	198
4.4.1	Dehnungselastizität. Hookesches Gesetz	198
4.4.2	Anisotropes elastisches Verhalten	201
4.4.3	Plastische Verformung. Reißen	202
4.4.4	Aufgabe	203
4.5	Akustik	203
4.5.1	Elastische Schwingungen. Schallquellen	204
4.5.2	Schallwellen	206
4.5.3	Resonanz. Schallempfänger	210
4.5.4	Das Ohr. Subjektive Schallempfindung	212
4.5.5	Zusammenfassung	215
4.5.6	Aufgaben	215
4.6	Oberflächen und Membranen	217
4.6.1	Grenzflächen von Flüssigkeiten. Kohäsion und Adhäsion .	217
4.6.2	Adhäsion zwischen Flüssigkeit und festem Stoff	220
4.6.3	Lipidschichten	222
4.6.4	Zusammenfassung	224
4.6.5	Aufgaben	225
5.	<i>Atom- und Molekülphysik. Spektrometrie</i>	226
5.1	Entwicklung und Bedeutung von Modellvorstellungen im atomaren Bereich	226
5.2	Elektronen machen sich bemerkbar	229
5.2.1	Gebundene und freie Elektronen	229
5.2.2	Atomelektronen und Molekülelektronen	233
5.2.3	Spektrometrie	236
5.2.4	Zusammenfassung	238
5.2.5	Aufgaben	238
5.3	Atome und Moleküle lassen sich "sehen"	240
5.3.1	Spektrometrie mit sichtbarem und ultraviolettem Licht .	240
5.3.2	Spektrometrie in der Gasphase	241
5.3.3	Spektrometrie an Lösungen	244
5.3.4	Lichtstreuung	251
5.3.5	Elektronenspinresonanz (ESR) und Kernspinresonanz (NMR)	254

5.3.6	Zusammenfassung	256
5.3.7	Aufgaben	257
5.4	Moleküle lassen sich erkennen	258
5.4.1	Moleküle schwingen	258
5.4.2	Moleküle rotieren	260
5.4.3	Moleküle absorbieren und emittieren in charakteristischer Weise Infrarotstrahlung	263
5.4.4	Zusammenfassung	268
5.4.5	Aufgaben	268
5.5	Weitere Wechselwirkungen von Licht und Materie	269
5.5.1	Fotochemische Wirkungen	269
5.5.2	Fotosynthese	271
5.5.3	Der Laser	272
5.5.4	Aufgaben	275
5.6	Ausblick	275
6.	<i>Kernphysik</i>	277
6.1	Der Atomkern	278
6.1.1	Die Nukleonen	278
6.1.2	Natürliche Radioaktivität	282
6.1.3	Halbwertszeit	284
6.1.4	Die Maßeinheit der Radioaktivität	285
6.1.5	Aufgaben	286
6.2	Künstliche Radioaktivität	287
6.2.1	Das Positron	287
6.2.2	Die Kernspaltung	288
6.2.3	Die Kernfusion	290
6.2.4	Aufgaben	291
6.3	Röntgenstrahlung. Gammastrahlung	291
6.3.1	Erzeugung von Röntgenstrahlung	292
6.3.2	Absorption von Röntgenstrahlung	295
6.3.3	Röntgendiffraktometrie	296
6.3.4	Kosmische Strahlung	298
6.3.5	Aufgaben	299
6.4	Nutzanwendungen radioaktiven Materials	300
6.4.1	Altersbestimmungen	300
6.4.2	Tracer-Methoden	301
6.4.3	Abschwächungs- und Verdünnungsmethoden	303
6.4.4	Ionisationseffekte	304
6.4.5	Aufgaben	305

6.5	Strahlenschäden und Strahlenschutz	305
6.5.1	Strahlendosimetrie	306
6.5.2	Strahlenbiologie. Dosiswirkungsbeziehungen	307
6.5.3	Strahlenschutz	310
6.5.4	Aufgaben	312
6.6	Kernstrahlungsmeßtechnik	312
6.6.1	Der Geiger-Müller-Zähler	313
6.6.2	Der Szintillationsdetektor	314
6.6.3	Der Halbleiterdetektor	316
6.6.4	Die Fotoschicht-Schwärzung	317
6.6.5	Nebel- und Blaskammer	317
6.6.6	Fehlerquellen bei Kernstrahlungsmessungen	319
6.6.7	Aufgaben	320
6.7	Ausblick	320
7.	<i>Thermodynamik</i>	322
7.1	Das thermodynamische Gleichgewicht	323
7.1.1	Der Begriff des Gleichgewichtes	323
7.1.2	Zustandsgleichungen	326
7.1.3	Zusammenfassung	329
7.1.4	Aufgaben	330
7.2	Kinetik der Gase	331
7.2.1	Wahrscheinlichkeitsverteilung der Geschwindigkeit	331
7.2.2	Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung	332
7.2.3	Zustandsgleichungen	334
7.2.4	Entropie	337
7.2.5	Chemische Reaktionen in Gasen	342
7.2.6	Zusammenfassung	347
7.2.7	Aufgaben	348
7.3	Die Hauptsätze der Thermodynamik	349
7.3.1	Der erste Hauptsatz	349
7.3.2	Isobare Prozesse. Enthalpie	350
7.3.3	Der zweite Hauptsatz	352
7.3.4	Isobar-isotherme Prozesse. Freie Enthalpie	353
7.3.5	Zusammenfassung	355
7.3.6	Aufgaben	355
7.4	Anwendungen des zweiten Hauptsatzes	356
7.4.1	Phasen	356
7.4.2	Verdünnte Lösungen	358

7.4.3	Chemische Reaktionen. Bioenergetik	362
7.4.4	Elektrochemie	367
7.4.5	Zusammenfassung	368
7.4.6	Aufgaben	369
8.	<i>Dissipative Prozesse</i>	370
8.1	Energietransport und Wärmeleitung	371
8.1.1	Wärmeleitung	371
8.1.2	Konvektion	374
8.1.3	Temperaturstrahlung	375
8.1.4	Regulation der Temperatur bei Warmblütern	377
8.1.5	Der Energiehaushalt der Erde	379
8.1.6	Zusammenfassung	380
8.1.7	Aufgaben	380
8.2	Stofftransport in Lösungen	381
8.2.1	Das 1. Ficksche Gesetz	382
8.2.2	Das 2. Ficksche Gesetz. Anwendungen auf einfache Diffusionsvorgänge	384
8.2.3	Abhängigkeit der Diffusionskonstanten von der Molekülgröße	390
8.2.4	Zusammenfassung	392
8.2.5	Aufgaben	392
8.3	Stofftransport durch Membranen	393
8.3.1	Transport ungeladener Moleküle durch einfache Diffusion	393
8.3.2	Transport von Ionen durch einfache Diffusion	398
8.3.3	Erleichterter Transport	400
8.3.4	Aktiver Transport	402
8.3.5	Zusammenfassung	406
8.3.6	Aufgaben	407
8.4	Nichtlineare Phänomene	407
Anhang A	<i>Mathematische Formeln</i>	412
A.1	Geometrie	412
A.2	Vektoren	413
A.3	Funktionen	415
A.4	Differentiation	418
A.5	Integration	420

Anhang B *Physikalische Größen und Maßeinheiten* 422

 B.1 Physikalische Größen 422

 B.2 Gegenseitiger Zusammenhang physikalischer Größen 422

 B.3 Das internationale Einheitensystem 423

 B.4 Dezimalfaktoren 424

 B.5 Einige spezielle Größen und Einheiten 425

Anhang C *Naturkonstanten* 428

Anhang D *Griechisches Alphabet* 429

Anhang E *Lösungen der Aufgaben* 430

Anhang F *Ergänzende und weiterführende Literatur* 443

Sachverzeichnis 449