

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I.
Grundbegriffe der Messtechnik

1. Messen und Auswerten	3
Physikalische Größen und ihre Einheiten	3
Fehler einer Messung	5
Systematische Fehler	6
Zufällige Fehler	6
Fehlerfortpflanzung	8
Grafische Darstellungen	9
Auswertung linearer Zusammenhänge	13
Protokollführung	16
2. Messunsicherheit und Statistik	18
Statistik	18
Histogramm und Wahrscheinlichkeit	19
Die Gauß- oder Normalverteilung	20
Messunsicherheit des Endergebnisses	20
2.1 Grundversuche mit dem Galton-Fallbrett (1/2)	21
2.2 Standardabweichung und Vertrauensbereich (1/2)	22

Kapitel II.
Bewegungen und Kräfte

3. Translation und Rotation	27
Bewegungen von Massenpunkten	27
Drehbewegungen starrer Körper	30
3.1 Weg-Zeit-Verlauf beim freien Fall (1/3)	32
3.2 Bestimmung der Erdbeschleunigung (1/3)	33
3.3 Energieerhaltungssatz (1/3)	33
3.4 Drehung unter Einwirkung eines Drehmomentes (1/3)	33
3.5 Drehmoment und Winkelbeschleunigung (1/3)	33
4. Stoßprozesse	35
Impuls- und Energieerhaltungssatz	35
Kugelpendelkette	36
4.1 Stöße zweier Kugeln (1/3)	36
4.2 Kugelpendelkette (2/3)	37
4.3 Kugelpendelkette mit Störungen (2/3)	39

5. Harmonische Schwingungen	41
Schwingungen eines Federpendels	41
Fadenpendel (Mathematisches Pendel)	42
Physikalisches (physisches) Pendel	43
Reversionspendel	44
5.1 Federpendel (1/1)	45
5.2 Fadenpendel (Mathematisches Pendel) (1/1)	46
5.3 Physikalisches Pendel (1/1)	48
5.4 Reversionspendel (1/1)	50
6. Gekoppelte Schwingungen	52
Gekoppelte Pendel	52
Bewegungsgleichungen der gekoppelten Pendel	53
Lösung der gekoppelten Differentialgleichungen	54
6.1 Gekoppelte Pendel mit Federkopplung (1/1)	57
6.2 Gekoppelte Pendel mit Gewichtskopplung (1/1)	57
6.3 Kopplungsschwingungen einer Schraubenfeder (1/3)	58
7. Gedämpfte und erzwungene Schwingungen	59
Pohlsches Rad	59
Freie, gedämpfte Schwingung	61
Erzwungene Schwingungen	62
7.1 Gedämpfte Schwingung (1/2)	64
7.2 Erzwungene Schwingung (1/2)	64
8. Trägheitsmoment	66
Drehbewegungen und Trägheitsmomente	66
Trägheitsmomente bei parallelen Drehachsen	67
Trägheitstensor	68
8.1 Trägheitsmomente aus Drehschwingungen (1/1)	68
8.2 Gleichmäßig beschleunigte Drehbewegungen (1/1)	69

Kapitel III.
Deformierbare Körper und Akustik

9. Elastizität und plastische Verformung	75
Elastizität und Hookesches Gesetz	75
Durchbiegung von Stäben	76
Verdrillung von Stäben und Drähten	76
Querkontraktion, Poissonsche Zahl	77
Inhomogene und anisotrope Körper	77
Grenzen des Hookeschen Gesetzes	78
9.1 Drahtdehnung (1/2)	79
9.2 Biegung beidseitig aufliegender Stäbe (1/2)	79
9.3 Elastizitätsmodule anisotroper oder inhomogener Stoffe (1/2)	80
9.4 Elastische Hysterese und Fließvorgänge (1/2)	81
9.5 Biegung einseitig eingespannter Stäbe (1/2)	81
9.6 Torsionsschwingungen und Schubmodul (1/2)	82
10. Zähe Flüssigkeiten	83
Flüssigkeiten	83
Viskosität oder Zähigkeit	83
Strömung in engen Röhren; Kapillaren	84
Strömung um eine Kugel	85
10.1 Zähigkeit nach der Kugelfallmethode (1/2)	86
10.2 Temperaturabhängigkeit der Zähigkeit (1/2)	87

11. Oberflächenspannung und Kapillarität	88
Spezifische Oberflächenenergie und Oberflächenspannung	88
Oberflächenspannung an gekrümmten Oberflächen	89
Kapillarität	89
Grenzflächenspannungen und Randwinkel	90
11.1 Lamellen-Abreißverfahren (1/2)	90
11.2 Kapillaren-Steighöhenmethode (1/2)	91
11.3 Luftblasenmethode (1/2)	92
11.4 Stoff- und Temperaturabhängigkeit (1/2)	92
12. Schallwellen und Akustik	94
Wellen und Schall	94
Stehende Wellen und Eigenschwingungen	95
Schallwellen und adiabatische Vorgänge	96
Grundbegriffe der Akustik	97
12.1 Bestimmung der Schallgeschwindigkeit (1/3)	99
12.2 Kundtsches Rohr (2/3)	100
12.3 Physiologische Akustik (1/3)	101
13. Ultraschall	103
Erzeugung und Nachweis von Ultraschall	103
Elastische Wellen in deformierbaren Materialien	104
Schallwechsel- und Schallstrahlungsdruck, Energiedichte	104
Schallintensität	106
Schallreflexion, Schalldurchlässigkeit	106
Wirkungen von Ultraschall hoher Leistung	107
13.1 Schallwellenlänge und -geschwindigkeit in Wasser (1/3)	108
13.2 Schallstrahlungsdruck (2/3)	109
13.3 Qualitative Experimente mit Ultraschall (2/3)	110

Kapitel IV.

Vielteilchensysteme und Thermodynamik

14. Thermische Grundversuche	115
Temperatur und thermische Ausdehnung	115
Kalorische Grundgleichung, Wärmekapazitäten	116
Wärmemengen und Energiesatz	116
Atomistische Betrachtung	117
Schmelz- und Verdampfungswärmen	117
Wärmeleitung, Thermohaus	118
14.1 Spezifische Wärmekapazität fester Körper (1/2)	119
14.2 Schmelz- und Verdampfungswärme von Wasser (1/2)	120
14.3 Wärmeausdehnung fester Stoffe (1/2)	121
14.4 Volumenausdehnung von Flüssigkeiten (1/2)	122
14.5 Wärmeleitung (Thermohaus) (1/2)	123
15. Statistische Mechanik auf einem Luftkissentisch	125
Vielteilchensysteme	125
Barometrische Höhenformel	125
Boltzmann-Verteilung	127
Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung	127
Rutherford-Streuung	128
15.1 Translation auf der schiefen Ebene (1/2)	129
15.2 Barometrische Höhenformel (1/2)	130
15.3 Geschwindigkeitsverteilung in einem Modellgas (1/2)	130
15.4 Rutherford-Streuung (1/2)	131

16. Luftdichte, Dampfdruck, Luftfeuchte	132
Zusammensetzung von Luft	132
Reduktion der Dichte auf Normalbedingungen	133
Dampfdruck von Flüssigkeiten	134
16.1 Luftnormdichte (1/1)	135
16.2 Dampfdruck von Wasser (Niederdruckbereich) (1/2)	137
16.3 Dampfdruck von Wasser (Hochdruckbereich) (1/2)	138
17. Ideale und reale Gase	140
Ideale Gase	140
Adiabatexponent nach kinetischer Gastheorie	141
Reale Gase	142
17.1 Adiabatexponent aus Expansionsversuch (1/2)	143
17.2 Adiabatexponent aus Schwingungsversuch (1/2)	145
17.3 Präzisionsmessung des Adiabatenkoeffizienten (1/2)	146
17.4 Messung des Joule-Thomson-Koeffizienten (1/2)	147
18. Thermodynamische Prozesse in einem Heißluftmotor	148
Stirlingscher Kreisprozess	148
Stirlingmaschine als Heißluftmotor	150
Wirkungsgrad beim Heißluftmotor	150
Stirlingmotor als Kältemaschine und Wärmepumpe	151
18.1 Heißluftmotor bei elektrischer Heizung (2/3)	152
18.2 Heißluftmotor mit Spiritusbrenner (2/3)	153
18.3 Belastung und Gesamtwirkungsgrad (1/3)	155
18.4 Kältemaschine und Wärmepumpe (1/3)	155

Kapitel V. Gleich- und Wechselstromkreise

19. Widerstände, Ohmsches Gesetz	159
Elektrische Grundgrößen	159
Elektrischer Widerstand	159
Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	160
Strom- und Spannungsmessung	161
Weichlöten	161
19.1 Kennlinien von Widerständen (2/3)	162
19.2 Lineare und logarithmische Potentiometer (1/3)	162
19.3 Temperaturabhängigkeit von Widerständen (2/3)	163
19.4 Löten (2/3)	164
20. Gleichspannungsschaltungen,	
Kirchhoffsche Regeln	166
Kirchhoffsche Regeln	166
Wheatstone-Brücke	167
Batterie als Spannungsquelle	167
Kondensatoren im Gleichstromkreis	168
20.1 Widerstandsmessung mit Wheatstone-Brücke (1/2)	168
20.2 Instrumenten-Innenwiderstände (1/2)	169
20.3 Ausgangsspannung und Innenwiderstand einer Batterie (1/2)	171
20.4 Kondensator im Gleichstromkreis (1/2)	171

21. Messung zeitabhängiger Spannungen, Kathodenstrahloszilloskop	173
Funktionsweise eines Kathodenstrahloszilloskops	173
Überlagerungsellipsen zweier Wechselspannungen	176
Messung von Phasendifferenzen	177
21.1 Grundfunktionen des Oszilloskops (1/3)	178
21.2 Zeit- und Frequenzmessung (1/3)	178
21.3 Phasenunterschiede bei gleichen Frequenzen (1/3)	179
21.4 Lissajous-Figuren bei ungleichen Frequenzen (2/3)	179
22. Wechselspannungen	181
Zeitverläufe, Scheitel- und Effektivwerte	181
Ohmscher, kapazitiver, induktiver Widerstand	181
Komplexe Darstellung von Wechselspannungen und Wechselstromwiderständen	182
Innenwiderstand einer Wechselstromquelle	183
Tiefpass	183
Schwingkreis, erzwungene Schwingungen	184
Gleichrichter und Verstärker	184
22.1 Effektiv- und Scheitelwert (1/3)	185
22.2 Innenwiderstand einer Wechselstromquelle (1/3)	185
22.3 Tiefpass (1/3)	186
22.4 Schwingkreis (1/3)	186
22.5 Gleichrichterschaltungen (1/3)	186
22.6 Strom-Spannungs-Kennlinie einer Diode (1/3)	187
23. Nichtperiodische Spannungen, digitales Oszilloskop	188
Digitales Speicheroszilloskop	188
Nicht periodische, zeitabhängige Signale beim Ein- und Ausschalten von Spannungen und Strömen	189
Nanodrähte mit quantisierter Leitfähigkeit	189
23.1 Kondensatorentladung und -aufladung (2/3)	190
23.2 Schalterprellung (1/3)	190
23.3 Quantisierte Leitfähigkeit von Nanodrähten (1/1)	191
23.4 Schallgeschwindigkeit aus Laufzeitmessung (1/3)	192
23.5 Spannungsverläufe bei unsicherer Triggerung (1/3)	193
23.6 Herzschlagmonitor (1/3)	193
23.7 Mobilfunksignalstruktur (1/3)	194
24. Elektrische Schwingungen	195
Freie gedämpfte Schwingungen	195
Erzwungene Schwingungen	197
Analytische Beschreibung der erzwungenen Schwingung	197
24.1 Freie gedämpfte Schwingungen (1/3)	199
24.2 Erzwungene Schwingung eines Reihenschwingkreises (2/3)	200
24.3 Resonanzkurvenmessung mit dem Oszilloskop (1/3)	201

Kapitel VI.	
Elektrische und magnetische Felder	
25. Elektrische Felder	205
Feldbegriff und Felddarstellung	205
Elektrische Ladung	205
Elektrische Feldstärke	206
Potential	206
Potentiallinien	208
Potentialgleichung	208
Influenz	209
25.1 Potential und Feldlinien (1/1)	210
25.2 Kräfte zwischen Ladungen, Influenz (1/3)	211
26. Elektronenbewegung	
in elektrischen und magnetischen Feldern	213
Elektronen im elektrischen Feld	213
Elektronen in magnetischen Feldern	214
Elektronenstrahlröhre	215
26.1 Eigenschaften eines Kathodenstrahl-Oszilloskops (2/3)	217
26.2 Messung der Elektronenstrahlablenkung (1/3)	218
26.3 Nachweis des erdmagnetischen Feldes (1/3)	219
27. Erdmagnetisches Feld	220
Ursachen von Magnetfeldern	220
Messung von Magnetfeldern	220
Erdmagnetfeld	221
Aufbau der Erde, Ursachen des Erdmagnetfeldes	222
27.1 Horizontalkomponente des Erdfeldes (2/3)	223
27.2 Inklination, Gesamtfeldstärke (1/3)	224
28. Magnetische Kreise und Ferromagnetismus	225
Magnetisches Feld	225
Dia-, Para- und Ferromagnetismus	226
Magnetische Kreise	229
Messverfahren für magnetische Feldgrößen	230
28.1 Grundversuche zum Transformator (1/3)	232
28.2 Messung der Hysteresekurve ohne Luftspalt (2/3)	232
28.3 Hall-Messung der Hysteresekurve mit Luftspalt (2/3)	234
28.4 Einfluss eines Luftspaltes (1/3)	234
28.5 Kalibrieren einer Feldplatte (1/3)	235
Kapitel VII.	
Halbleiterelektronik	
29. Halbleiterdioden	239
Zur Elektrizitätsleitung in Festkörpern	239
<i>pn</i> -Übergang	241
Bändermodell	242
Eigenschaften und Arten von Halbleiterdioden	244
29.1 Statische Diodenkennlinien (1/3)	246
29.2 Dynamische Messungen (1/3)	247
29.3 Untersuchungen von Leuchtdioden (1/3)	247
29.4 Untersuchungen an einer Solarzelle (1/3)	248
29.5 Spannungsstabilisierung mit Z-Dioden (1/3)	248

30. Transistoren	249
Transistoren	249
Bipolare Transistoren	249
Feldeffekttransistoren	252
Anwendungsbeispiel: Astabile Kippstufe	254
30.1 Quasistatische Messungen am bipolaren Transistor (1/3)	255
30.2 Dynamische Messungen am bipolaren Transistor (1/3)	255
30.3 Aufbau einer Verstärkerschaltung (1/3)	256
30.4 Verstärkung von Sprachschwingungen (1/3)	256
30.5 Transistor als Schalter (1/3)	257
30.6 Messungen an einem Feldeffekttransistor (1/3)	257
30.7 Astabile Kippstufe (1/3 bis 2/3)	258
31. Operationsverstärker	259
Aufbau von Operationsverstärkern	259
Grundsaltungen	260
Messtechnische Anwendungen	263
Frequenzverhalten von Operationsverstärkern	264
31.1 Lineare Verstärkung (1/3)	264
31.2 Mathematische Operationen (2/3)	265
31.3 Anwendung als Elektrometer (1/3)	266
32. Simulationsschaltungen mit Operationsverstärkern	267
Operationsverstärker	267
Differentialgleichung 1. Ordnung	267
Differentialgleichung 2. Ordnung	268
Erzwungene Schwingungen	270
Gekoppelte Differentialgleichungen	270
Analoge Simulationen	271
32.1 Zerfallsgleichung (1/3)	271
32.2 Schwingungsgleichung (2/3)	272
32.3 Erzwungene Schwingung (1/3)	272
32.4 Gekoppelte Pendel (2/3)	273

Kapitel VIII.
Linsen und optische Instrumente

33. Linsen	277
Ausbreitung von Licht	277
Brechung	277
Linsen	278
Optische Abbildungen mit dünnen Linsen	280
Paraxialgebiet	281
Linsenfehler	281
33.1 Einfache Bestimmung von Linsenbrennweiten (1/3)	283
33.2 Bestimmung von Brennweiten nach Bessel (1/3)	284
33.3 Qualitative Beobachtung von Linsenfehlern (1/3)	284
33.4 Messung der chromatischen Aberration (1/3)	286
33.5 Messung der sphärischen Aberration (1/3)	287

34. Optische Geräte	288
Vergrößerung und Auge	288
Lupe und Okular	289
Fernrohre nach Kepler und Galilei	290
Dia-Projektor, Beamer	291
Digitalkamera	292
34.1 Kepler- oder Astronomisches Fernrohr (1/3)	293
34.2 Galilei-Fernrohr (Opernglas) (1/3)	293
34.3 Dia-Projektor, Beamer (1/3)	294
34.4 Digitalkamera (1/3)	294
35. Mikroskop: Vergrößerung	295
Geometrische Optik des Mikroskops	295
35.1 Gesamtvergrößerung, Objektiv, Okular (2/3)	297
35.2 Exakte Messung der Objektivbrennweite (1/3)	298
35.3 Messung kleiner Längen (1/3)	299
35.4 Brechzahlmessung mit dem Mikroskop (1/3)	299
36. Mikroskop: Beleuchtung und Auflösung	300
Beleuchtungsanordnung, Aperturen, Blenden	300
Gesamtstrahlengang	301
Auflösungsvermögen des Mikroskops	303
36.1 Beleuchtung (1/2)	304
36.2 Apertur der Objektive (1/2)	306
36.3 Auflösungsvermögen und Objektivapertur (1/2)	306
37. Dispersion und Prismenspektrometer	308
Lichtbrechung und Dispersion	308
Prismenspektrometer	308
Spektrales Auflösungsvermögen	310
37.1 Messung des brechenden Prismenwinkels (1/3)	311
37.2 Dispersion von Glas (2/3)	311
37.3 Prismenspektrometer (1/3)	312
37.4 Brechzahl von Flüssigkeiten (1/3)	312

Kapitel IX.

Licht- und Mikrowellen

38. Wellenoptik – Beugungsversuche mit Laserlicht	315
Licht als elektromagnetische Welle	315
Interferenz und Beugung	316
Fraunhofer- und Fresnel-Beugung	317
Fraunhofer-Beugung am Doppelspalt	317
Fraunhofer-Beugung am Gitter	318
Fresnel-Beugung an einer Kante	319
38.1 Fresnel- und Fraunhoferbeugung (2/3)	319
38.2 Wellenlängenmessung aus Doppelspaltbeugung (1/3)	322
38.3 Wellenlängenmessung aus Gitterbeugung (1/3)	322
39. Interferenz an dünnen Schichten	324
Grundbegriffe der Interferenz	324
Newtonsche Ringe	324
Dünne Schichten zur Verminderung oder Erhöhung der Reflexion	325
39.1 Krümmungsradius plankonvexer Linsen (1/2)	326
39.2 Wellenlängenmessung mit Newtonschen Ringen (1/2)	327
39.3 Entspiegelungsschicht (1/1)	327
39.4 Dielektrischer Spiegel (1/1)	327

40. Beugung am Einfachspalt	328
Beugung am Einfachspalt	328
Phänomenologische Betrachtung	328
Intensität des Spaltbeugungsbildes	329
Fraunhofer-Beugung an einer Lochblende	330
Kohärenzbedingung	330
40.1 Wellenlängenmessung mit einem Einfachspalt (2/3)	331
40.2 Prüfung der Kohärenzbedingung (1/3)	333
40.3 Prüfung der Ortsauflösungsgrenze (1/3)	333
40.4 Spaltbeugungsbild mit einer Digitalkamera ausmessen (1/3)	333
40.5 Ausmessen des Beugungsbildes mit dem Fotomultiplier (1/3)	334
41. Polarisation, Doppelbrechung, Flüssigkristalle	335
Polarisiertes Licht	335
Aufbau und Funktion von Polarisatoren	336
Optische Aktivität, Flüssigkristall-TN-Zellen	340
41.1 Polarisation durch Reflexion (2/3)	341
41.2 Halbschattenpolarimeter (2/3)	342
41.3 Spezifische Drehung von Quarz (1/3)	343
41.4 Saccharimetrie (1/3)	344
41.5 Rotationsdispersion (1/3)	344
41.6 Tyndall-Effekt (1/3)	344
41.7 Leistungsmessung hinter Polarisatoren (1/3)	345
41.8 Elektrooptik von Flüssigkristallen (2/3)	345
41.9 Zirkular und elliptisch polarisiertes Licht (1/3)	345
41.10 Doppelbrechung von Flüssigkristallen (1/3)	346
41.11 Elektrooptik von Flüssigkristallen, LC-TN-Zellen (1/3)	347
41.12 Schaltzeit und Frequenzabhängigkeit, LC-TN-Zelle (1/3)	348
42. Ausbreitung von Laserstrahlung	349
Laserstrahlung mit Gaußscher Intensitätsverteilung	349
Umformung von Laserstrahlung durch Linsen	350
Kollimierung von Laserdiodenstrahlung	352
Laserstrahl-Aufweitung mit einem Fernrohr	353
42.1 Messung des Strahldurchmessers und -profils (1/3)	354
42.2 Messung von Divergenz und Rayleigh-Länge (1/3)	355
42.3 Strahltransformation durch eine Linse (1/3)	355
42.4 Abbildungsgesetze der geometrischen Optik (1/3)	356
42.5 Aufweitung mit einem Fernrohr (1/3)	356
43. Mikrowellen	357
Erzeugung und Nachweis	357
Reflexion und Absorption von Mikrowellen	358
Polarisation durch Reflexion	358
Zirkulare Polarisation ($\lambda/4$ -Plattensystem)	359
Totalreflexion	359
43.1 Grundversuche mit Mikrowellen (2/3)	360
43.2 Michelson-Interferometer (1/3)	362
43.3 Doppelspaltinterferenzen (1/3)	363
43.4 Beugung am Einzelspalt (1/3)	365
43.5 Polarisation durch Reflexion (1/3)	365

Kapitel X.
Photonen, Elektronen und Atome

44. Spektren und Aufbau der Atome	369
Licht und Spektren	369
Vorstellungen vom Atomaufbau	369
Atommodell von Bohr	370
Energien und Spektren des H-Atoms	372
Elektronen als Materiewellen	373
Beugungsgitter zur spektralen Zerlegung	374
44.1 Wellenlängenmessungen mit dem Beugungsgitter (2/3)	375
44.2 Gitterspektrometer (2/3)	376
44.3 Spektroskopische Handversuche (1/3)	377
44.4 „Take Home“ - Spektroskopie (1/3)	378
45. Röntgenstrahlung	382
Röntgenquellen	382
Röntgenspektren	382
Moseley-Gesetz	383
Schwächung der Röntgenstrahlung	384
Bragg-Reflexion	385
Röntgengeräte	386
Strahlenschutzhinweise	387
45.1 Vermessen eines Röntgenspektrums (1/3)	387
45.2 Bestimmung der K-Absorptionskante (1/3)	388
45.3 Schwächungskoeffizient für Röntgenstrahlung (1/3)	388
45.4 Bestimmung von h aus der Grenzwellenlänge (1/3)	389
45.5 Bestimmung von h nach Kulenkampff (1/3)	389
45.6 Bragg-Beugung als Interferenzeffekt (1/3)	389
45.7 Röntgenfluoreszenzanalyse (1/3)	390
45.8 Durchstrahlungsexperiment (1/3)	391
46. Elektronen als Teilchen und als Welle	392
Elektronenstoßversuche mit Atomen	392
Franck-Hertz-Röhre mit reiner Hg-Füllung	393
Aufbau einer Franck-Hertz-Röhre	394
Elektronenstoßröhre mit Hg-Ne-Füllung	394
Äußerer lichtelektrischer Effekt	395
Elektronenwellen	397
Elektronenbeugung an Kristallen	398
46.1 Elektronenstöße in reinem Hg-Dampf (2/3)	399
46.2 Elektronenstöße in einer Hg/Ne-Röhre (2/3)	399
46.3 Plancksches Wirkungsquantum (1/3)	400
46.4 Elektronenbeugung (1/3)	400

Kapitel XI.
Radioaktivität und Strahlenschutz

47. Radioaktive Strahlung 405
Aufbau der Atomkerne405
Radioaktive Strahlung406
Absorption von γ -Strahlung408
Abstandsgesetz408
Biologische Wirkungen radioaktiver Strahlung409
Geiger-Müller-Zählrohr410
Statistische Schwankungen bei Zählungen411
47.1 Zählrohrkennlinie und statistische Schwankungen (1/3)412
47.2 Prüfung des Abstandsgesetzes (1/3)412
47.3 Prüfung des Absorptionsgesetzes (1/3)413
47.4 Absorptionskoeffizient und Wirkungsquerschnitt
verschiedener Substanzen für γ -Strahlung (2/3)414
47.5 Messung der Totzeit eines Zählrohres (2/3)415
47.6 Untersuchung von Zählstatistiken (2/3)416

48. γ -Spektroskopie 418
 γ -Strahlung418
Wechselwirkung von γ -Strahlung mit Materie418
Detektion von γ -Strahlung421
48.1 Spektren von γ -Quellen (1/2)424
48.2 Compton-Streuung (1/2)424

49. α -Strahlung und Nachweismethoden 426
 α -Strahlung426
Ionisationskammer428
Nebelkammer429
Halbleiterzähler429
49.1 Ionisationskammer (1/3)430
49.2 Reichweite der α -Strahlen in Luft (1/3)430
49.3 Halbwertszeit von Radon-220 (1/3)431
49.4 Kontinuierliche Nebelkammer (1/3)432
49.5 Energiebestimmung mit einem Halbleiterzähler (1/3)432
49.6 Reichweite in Luft mit dem Halbleiterzähler (1/3)433

Kapitel XII.
Digitalelektronik und Computer

50. Logische Verknüpfungen 437
Digitalschaltungen437
Grundverknüpfungen437
Realisierung einer NAND-Schaltung438
Grafische Programmierungsumgebung LabVIEW439
Einführung in die Nutzung von LabVIEW440
50.1 Logische Verknüpfungsschaltungen (1/2)441
50.2 Grafische Programmierung logischer Verknüpfungen (1/2)442

51. Fourieranalyse, Signalabtastung und Signalfilterung	443
Periodische Signale und Fourierreihen	443
Bandbreite	444
Signal-Abtastung und Spektrenberechnung	444
Gauß-Rauschen	445
Harmonische Analyse und Synthese	445
Fourierspektrum von Rechteck- und Sägezahnsignalen	445
Erzeugung und Abtastung von Signalen mit LabVIEW	446
51.1 Darstellung von Signalen (1/3)	447
51.2 Fourieranalyse und -synthese (1/3)	449
51.3 Rechteck- und Sägezahnsignal, Shannon-Theorem (1/3)	451
51.4 Spektrale Filterung durch Bandpässe (1/3)	452
52. Ein- und Ausgabe von Messwerten und Steuersignalen mit dem PC	454
Computer am Experiment	454
Analog-Digital-Wandler	455
Digital-Analog-Wandler	455
DA/AD-Wandler-Messkarten	456
52.1 Digitale Spannungsein- und -ausgabe (1/2)	456
52.2 Analoge Spannungsein- und -ausgabe (1/2)	457
52.3 Aufbau eines Digital-Analog-Wandlers (1/2)	458
Literaturverzeichnis	459
Sachverzeichnis	461