

Inhalt

Inhalt	5
1 Einleitung	9
2 Aufbau und Funktion energiesensitiver Detektoren	11
2.1 Halbleiterdetektor für Alphastrahlung	11
2.1.1 Funktionsweise	11
2.1.2 Ausgangssignal	11
2.1.3 p-i-n-Technik	13
2.2 Szintillationsdetektor für Gammastrahlung	14
2.2.1 Funktionsweise	14
2.2.2 Ausgangssignal	15
2.2.3 Interpretation von Gamma-Spektren	16
2.3 Selbstbau eines Halbleiterdetektors	18
2.3.1 Detektordiode	18
2.3.2 Betriebsschaltung	19
2.3.3 Praktische Ausführung	20
2.3.4 Experimentierkammer	22
3 Elektrische Auswertung des Detektorsignals	23
3.1 Spitzenwerterkennung	23
3.2 Analog-Digital-Wandlung	24
3.2.1 Wandlungsprinzip	24
3.2.2 Wandlung mit Widerstandsleiter	24
3.2.3 Wandlung mit Kondensatorleiter	25
3.3 Datenübertragung zum Computer	27
3.3.1 Datenprotokoll des Wandlers	27
3.3.2 Schnittstellentreiber	28
3.3.3 Datenprotokoll der PC-Schnittstelle	29

3.4	Selbstbau eines Interfaces	31
3.4.1	Funktionsprinzip	31
3.4.2	Eingangsverstärker	31
3.4.3	Zweiwege-Gleichrichter	32
3.4.4	Spitzenwertmesser	32
3.4.5	Differenzierer	34
3.4.6	Pegelwandler	34
3.4.7	Löschglied	34
3.4.8	Gesamtschaltung	35
3.4.9	Praktische Ausführung und Einstellung	37
3.5	Anschluß von Detektoren	38
3.5.1	Selbstbau-Halbleiterdetektor	38
3.5.2	NEVA-Kernstrahlungsmeßgerät 7140,00	38
3.5.3	NEVA-Szintillationsdetektor mit Verstärker 7151,00	39
3.5.4	LEYBOLD-Szintillationsdetektor 55990 mit Verstärker 55991	39
4	Programmierung in PASCAL	41
4.1	Abfrage des Interfaces	41
4.1.1	Anforderungen	41
4.1.2	Realisierung	41
4.2	Darstellung	43
4.2.1	Darstellungsprinzip	43
4.2.2	Realisierungsvorschlag	43
4.3	Kalibrierung	45
4.3.1	Vorgehensweise	45
4.3.2	Realisierungsvorschlag	46
4.4	Meßdatenverwaltung	47
4.4.1	Anforderungen	47
4.4.2	Realisierungsvorschlag	47
4.5	Auswertung von Meßdaten	48
4.5.1	Auswertungsarten	48
4.5.2	Abtasten eines Spektrums	49

4.5.3	Überlagerung, Addition bzw. Subtraktion zweier Spektren	50
4.5.4	Gegenüberstellung mehrerer Spektren	51
4.5.5	Reduktion der Auflösung	52
4.5.6	Integration	52
4.5.7	Zeitsteuerung	53
4.6	Hauptprogramm	54
5	Versuche mit Alphastrahlung	57
5.1	Energiekalibrierung für Alphastrahlung	57
5.2	Wechselwirkung von Strahlung und Materie	60
5.2.1	Energieverlust von Alphastrahlung in Materie, Bragg-Kurve	60
5.2.2	Reichweite von Alphastrahlung, GEIGERSche Reichweiteformel	67
5.2.3	Abhängigkeit von Dichte und Atommassenzahl	72
5.2.4	Luftäquivalent von Absorbern	79
5.2.5	Anwendung von Alphastrahlung bei der Materialprüfung	83
5.2.6	Sperrschichtdicke des Halbleiterdetektors	87
5.2.7	Eigenabsorption von Alphastrahlern	95
5.3	Zerfallsreihen und Zerfallsgesetz	97
5.3.1	Radium 226 und seine Zerfallsprodukte	97
5.3.2	Radon 220 und seine Zerfallsprodukte	99
5.3.3	Verzweigung einer Zerfallsreihe	105
5.3.4	Zerfallskurve, Sättigungskurve und Halbwertszeit	106
5.3.5	Verzögerte Sättigung, Verzögertes Abklingen	116
5.3.6	Radioaktives Gleichgewicht	122
5.3.7	Geiger-Nuttall-Regel	124
5.4	Radioaktivität in der Umwelt	129
5.4.1	Nachweis der Thorium-Folgeprodukte in einem Auerglühstrumpf ...	129
5.4.2	Radioaktivität der Luft	130
6	Versuche mit Gammastrahlung	136
6.1	Energiekalibrierung für Gammastrahlung	136
6.2	Wechselwirkung von Strahlung und Materie	137
6.2.1	Exponentialgesetz	137

6.2.2	Abstandsgesetz	142
6.2.3	Comptoneffekt	145
6.2.4	Messung eines Wirkungsquerschnitts	150
6.2.5	Interpretation von Gamma-Spektren	154
6.2.6	Energieverlust von Gammastrahlung durch Vielfachstreuung	158
6.3	Aufbau der Materie	160
6.3.1	Röntgenfluoreszenz und MOSELEYSches Gesetz	160
6.3.2	Röntgenfluoreszenzanalyse	164
6.3.3	Schalenstruktur der Atomkerne	167
6.3.4	Elektron-Positron-Vernichtung, Masse des Elektrons	168
6.3.5	Isomerie, Halbwertszeit eines angeregten Kernzustandes	170
6.4	Radioaktivität in der Umwelt	173
6.4.1	Nachweis der Thorium-Folgeprodukte in einem Auerglühstrumpf ...	173
6.4.2	Natürliche Strahlenbelastung durch Kalium 40	177
6.4.3	Nachweis von Caesium 137	180
6.4.4	Radioaktivität der Luft	181
6.4.5	Strahlenbelastung durch Radon und seine Folgeprodukte	185
6.5	Relativitätstheorie	190
6.5.1	Masse-Energie-Äquivalenz	190
6.5.2	Relativistische Massenzunahme	193
	Layouts, Stücklisten, Bestückungspläne	197
	Literatur	200
	Register	201