

Obsah

1 ÚVOD	9
1.1 Záření elektromagnetické	10
1.1.1 Optické záření	10
1.1.2 Rádiové vlny	11
1.1.3 Rentgenové záření	11
1.1.4 Záření gama	12
1.1.5 Záření sluneční	12
1.1.6 Reliktní záření	12
1.1.7 Záření brzdné	13
1.1.8 Čerenkovovo záření	13
1.1.9 Luminiscence	13
1.2 Záření korpuskulární	14
1.2.1 Zvláštní druhy korpuskulárního záření	15
1.2.1.1 Foton	15
1.2.1.2 Fotoelektrický jev	16
1.2.1.3 Gama záření	16
1.3 Interakce mezi zářením a hmotou	17
1.3.1 Ionizace molekul hmoty	17
1.3.2 Interakce	17
1.3.3 Ionizace hmoty u záření charakteru elektromagnetického ...	18
1.3.3.1 Hloubka průniku ionizačního záření hmotou	18
1.4 Ionizace	18
1.4.1 Ionizační potenciál	19
1.5 Emise	19
1.5.1 Emise fotonů	19
1.5.2 Emise elektronů	21
1.5.2.1 Studená emise elektronů	22
2 DETEKTORY ZÁŘENÍ	23
2.1 Detekce ionizujícího záření	24
2.1.1 Detekce ionizujícího záření fotochemickou reakcí	25
2.1.1.1 Využití fotoemulze pro dozimetrické účely	26
2.1.1.2 Využití fotografické metody v rentgenovské technice	28

2.1.1.3	Využití jaderné fotoemulze pro detekci stop částic	30
2.2	Mlžné a bublinkové komory pro detekci stop částic	31
2.2.1	Wilsonova mlžná komora	31
2.2.2	Bublinová komora	32
2.3	Ionizační detektory elektronické	33
2.3.1	Ionizační komory	33
2.3.1.1	Princip funkce ionizační komory	34
2.3.2	Tužkové dozimetry	37
2.3.2.1	Tužkový průhledový dozimetr	37
2.3.2.2	Tužkový slepý dozimetr	38
2.3.3	Průběhy proudového a napětového signálu deskové ionizační komory	39
2.3.4	Impulzové ionizační komory	40
2.4	Proporcionální detektory	40
2.4.1	Použití proporcionálních průtokových detektorů	43
2.5	Geigerovy-Müllerovy detektory (GM trubice)	43
2.5.1	Korónový detektor	50
2.5.2	Jiskrové detektory	50
2.6	Polovodičové detektory	51
2.6.1	Bariérové polovodičové detektory	53
2.6.2	Difúzní polovodičové detektory	55
2.6.3	Detektory kompenzované (driftované) lithiem	56
2.6.4	Šum a energetické rozlišení polovodičových detektorů HPGe detektory	59
2.6.4.1	Energetické rozlišení polovodičových detektorů	59
2.6.4.2	Použití polovodičových detektorů pro měření neutronů	60
2.7	Scintilační detektory [1], [5], [9]	61
2.7.1	Porovnání vlastností scintilačních detektorů s GM sondami	65
2.7.2	Luminiscenční a fosforeskující metody	67
2.7.3	Termoluminiscenční detektory	68
2.7.4	Čerenkovovy detektory	68
2.8	Měření koncentrace vzdušných iontů v ovzduší – iontometr	68
2.9	Měření radioaktivních aerosolů	72
2.9.1	Monitor umělých radioaktivních aerosolů typ KOPR	72
2.9.2	Měření radonu	72

3	ZDROJE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	75
3.1	Druhy zdrojů ionizujícího záření	77
3.1.1	Uzavřené radioaktivní zářiče	77
3.1.2	Otevřené radioaktivní zářiče	77
3.1.3	Radioaktivní aeroso	78
3.1.4	Radon a jeho výskyt	78
3.1.4.1	Detekce radonu	80
4	DETEKCE ELEKTROMAGNETICKÉHO ZÁŘENÍ V OBLASTI VIDITELNÉHO SPEKTRA	81
4.1	Fotoefekt	82
4.2	Fotodiody a fotočlánky	82
4.2.1	Hradlové fotoelektrické články	83
4.3	Vakuové fotonky a fotonásobiče	84
4.3.1	Fotoemise	84
4.3.2	Vakuová fotonka	85
4.3.3	Fotonásobiče	85
4.4	Polovodičové fotočlánky	88
4.4.1	Polovodičové fotodiody	88
4.4.1.1	Solární články (sluneční baterie)	92
4.4.2	Fototranzistor	92
4.4.3	Diodový fototyristor	96
4.4.4	Fototyristor	97
4.4.5	Fototyristorová tetroda	98
4.4.6	Fotorezistor	99
4.4.6	Bolometry	100
4.4.8	CCD snímače světelného toku	103
5	ZDROJE ELEKTROMAGNETICKÉHO ZÁŘENÍ V OBLASTI SVĚTELNÉHO SPEKTRA	107
5.1	Světelné zdroje	108
5.1.1	Zdroje světla pracující na principu výboje	109
5.1.1.1	Emise světla při normálního tlaku vzduchu	110
5.1.1.2	Emise světla při zředěném plynu	110
5.1.1.3	Speciální zdroje záření	110
5.2	Výboje v plynech	111

5.2.1	Světelné doutnavky a výbojky	115
5.2.1.1	Výbojky se záporným katodovým světlem	115
5.2.1.2	Digitrony	117
5.3	Výbojky se světlem kladného sloupce – neonové trubice	117
5.4	Mooreovy trubice	118
5.5	Neonové trubice se žhavými elektrodami	118
5.5.1	Fluorescenční indikační prvky	119
5.6	Luminiscenční diody (LED – Light Emitting Diode)	120
5.7	Laserovy diody	121
5.8	Elektroluminiscenční zobrazovače	122
5.9	Teplotní zdroje záření	123
5.9.1	Žárovky	123
5.9.2	Obloukové výbojové lampy	124
5.10	Zvláštní zdroje světelného záření	128
5.11	Transport optického záření	128

PŘÍLOHY

P1	TEORIE MĚŘENÍ	129
P1.1	Měření ionizujícího záření	130
P1.1.1	Dozimetrické přístroje	130
P1.1.2	Radiometrické přístroje	131
P1.1.3	Spektrometrické přístroje	131
P1.1.4	Přístroje pro stanovení interakcí záření s hmotou	131
P1.2	Zdroje informací o záření	132
P1.3	Detektory	132
P1.3.1	Měření počtu impulzů	133
P1.3.2	Měření energetického rozlišení	138
P1.3.3	Korelační měření	141
P1.3.4	Identifikace částic	141
P2	ZÁKLADNÍ ELEKTRONICKÉ OBVODY DETEKTORŮ	143
P2.1	Signály na výstupu detektorů jaderného záření	144
P2.2	Vazba mezi jaderným detektorem a předzesilovačem	146
P2.3	Činnost polovodičového detektoru	151

P2.4	Příklady elektronických zařízení z oblasti jaderné techniky	154
P2.4.1	Elektronický mikrocoulombmetr	154
P2.4.2	Monitor umělých radioaktivních aerosolů	156
P2.4.3	Monitor aktivity alfa, beta radioaktivních aerosolů	157
P2.5	Vazba detektorů optického záření s elektronickými obvody	158
P2.5.1	Optoelektronické systémy	162

P3 VZNIK ZÁPORNÝCH VZDUŠNÝCH IONTŮ A PRINCIP ČINNOSTI KORÓNOVÉHO IONIZÁTORU

VZDUCHU 165

P3.1	Ionizace ovzduší	166
P3.2	Šíření iontů prostředím	167
P3.3	Elektrické ionizátory vzduchu	168

P4 POZNÁMKY K NĚKTERÝM POUŽITÝM VÝRAZŮM .. 173

P4.1	Energie	174
P4.1.1	Energie mechanická	175
P4.2.2	Energie tepelná	175
P4.1.3	Energie akustická	176
P4.1.4	Energie světelná	176
P4.1.5	Energie elektrická	177
P4.1.6	Zásady při používání pojmu energie	179
P4.2	Intenzita	180
P4.3	Napětí	180
P4.4	Proud	180

LITERATURA 181

REJSTŘÍK 185

KNIHY NAKLADATELSTVÍ BEN – Technická literatura 187