

PND
Metodo Radiografico.

Dr. G. *Magistrali*
Testo per Livelli 1.

Indice

1. GENERALITÀ SUI RAGGI X.

<i>1.1 Scoperta dei raggi X.</i>	1
<i>1.2 Struttura degli atomi.</i>	1
<i>1.3 Produzione dei raggi X.</i>	3
<i>1.4 Carattere dualistico della radiazione penetrante.</i>	5
<i>1.5 Spettri di radiazione da frenamento (bremsstrahlung).</i>	6
<i>1.6 Parametri influenti sullo spettro di radiazione continuo.</i>	9

2. INTERAZIONE DEI RAGGI X CON LA MATERIA.

2.1 Generalità.	11
2.2 Diffusione coerente.	12
2.3 Assorbimento fotoelettrico.	12
2.4 Diffusione <i>Compton</i> .	14
2.5 Produzione di coppie.	14
2.6 Trasmissione di un fascio di raggi X attraverso la materia	17
2.7 Coefficiente di attenuazione lineare.	18
2.8 Legge dell'attenuazione dei raggi X in funzione dello spessore di assorbitore.	21
2.9 Legge elementare dell'attenuazione dei raggi X.	21
2.10 Attenuazione di un fascio di raggi X da spettro continuo.	22
2.11 Spessore emivalente e spessore equivalente.	25
2.12 Influenza della radiazione diffusa sul fascio di raggi X trasmesso.	25

3. TUBI RADIOGENI.

3.1 <i>Parti essenziali di un tubo radiogeno.</i>	27
3.1.1 Catodo.	28
3.1.2 Anodo.	29
3.1.3 Anticatódo.	30
3.1.4 Alimentazione di un tubo radiogeno.	30
3.2 <i>Macchia focale o fuoco.</i>	33
3.3 <i>Tubi radiogeni a finestra di berillio.</i>	33
3.4 <i>Tubi radiogeni bipolari ed unipolari.</i>	34
3.5 <i>Tubi radiogeni ad anodo cavo.</i>	36

3.6 Tubi radiogeni metalceramici e miniaturizzati.	37
3.7 Tubi radiogeni con macchia focale extrafine (microfuoco e minifuoco).	37
3.8 Diaframmi ed otturatori.	38
3.9 Alimentazione dei tubi radiogeni.	41
3.9.1 Generalità.	41
3.9.2 Circuito autoraddrizzante.	41
3.9.3 Generatori di AT per impianti fissi.	43
3.10 Circuiti generatori di AT funzionanti ad alta frequenza.	44

4. RADIOGRAFIA CON RAGGI GAMMA (GAMMAGRAFIA).

4.1 Premessa.	45
4.2 Cenno sulla struttura dei nuclei atomici.	45
4.3 Isotopi, isotoni e isobari.	46
4.4 Nuclidi.	47
4.5 Radioisotopi.	48
4.6 Reazioni nucleari e disintegrazioni di nuclidi radioattivi.	48
4.6.1 Decadimento β (beta).	48
4.6.2 Decadimento γ (gamma).	49
4.7 Simboli per gli schemi dei decadimenti radioattivi.	50
4.8 Legge temporale del decadimento radioattivo.	51
4.8.1 Attività di una sorgente.	51
4.8.2 Attività specifica di una sorgente.	53
4.8.3 Energia della radiazione (durezza).	53
4.9 Dose di esposizione.	53
4.9.1 Intensità di dose di esposizione (rateo di dose di esposizione).	53
4.9.2 Costante specifica di emissione.	54
4.10 Confronto fra radioisotopi con differenti semiperiodi.	54
4.11 Schemi di decadimento radioattivo di alcuni radioisotopi artificiali.	55
4.11.1 Cobalto 60 (Co^{60}).	55
4.11.2 Iridio 192 (Ir^{192}).	57
4.12 Radioisotopi di largo impiego in gammagrafia.	59
4.13 Apparecchiature per gammagrafia industriale.	60
4.13.1 Apparecchio per gammagrafia portatile (Esempio).	61
4.13.2 Apparecchiatura per gammagrafia adatta per oleodotti (Esempio).	63

5. L'IMMAGINE RADIOGRAFICA.

5.1 Introduzione.	65
5.2 Aspetti geometrici dell'immagine radiografica.	65
5.2.1 Generalità.	66
5.2.2 Proiezione, ingrandimento e deformazione dell'immagine dell'oggetto.	66
5.2.3 Ingrandimento.	69
5.2.4 Effetto penombra.	71
5.2.5 Penombra da parte di piccoli oggetti.	72

5.2.6 Falso effetto di penombra.	74
5.2.7 Metodo pratico per determinare le dimensioni della sorgente (fuoco).	75
5.3 Aspetti fisici dell'immagine radiografica.	76
5.3.1 Premessa.	76
5.3.2 Densità (di annerimento).	77
5.3.3 Misura della densità.	79
5.4 Parametri fondamentali dell'immagine radiografica.	79
5.4.1 Parametri della sfumatura totale (total unsharpness) Ug .	82

7. CARATTERISTICHE DELLE PELLICOLE.

7.1 Generalità	103
7.2 Caratteristiche di pellicole radiografiche.	104
7.2.1 Contrasto-oggetto e contrasto radiografico.	105
7.3 Influenza del tempo di sviluppo sulla caratteristica di una pellicola radiogr.	107
7.4 Vari tipi di pellicole radiografiche.	108
7.5 Problemi per la conservazione delle pellicole rad. e l'archiviazione delle rad.	111
7.5.1 Pellicole e radiografie convenzionali (UNI 45000390).	111
7.5.2 Verifica corretta esecuzione del fissaggio e lavaggio finale.	111

8. FILTRI E SCHERMI RINFORZATORI.

8.1 Effetto della radiazione diffusa sul contrasto-oggetto.	112
8.2 Filtri modificatori dello spettro di radiazione.	114
8.2.1 Filtro posizionato prima dell'oggetto.	114
8.2.2 Filtro posizionato dopo l'oggetto.	115
8.3 Schermi rinforzatori metallici.	115
8.4 - Fattore di rinforzo.	118
8.5 Schermi rinforzatori fluorescenti.	119
8.6 Schermi per la "radiografia digitale computerizzata".	120
8.6.1 Schermi per la radiografia digitale "indiretta".	123
8.6.2 Schermi per la radiografia digitale diretta.	123

9. L'ESPOSIZIONE RADIOGRAFICA.

9.1 Introduzione.	125
9.2 Fattori dell'esposizione.	125
9.2.1 Legge dell'inverso del quadrato della distanza.	125
9.3 Intensità della radiazione in funzione dei kV e dei mA.	127
9.4 Legge di reciprocità.	128
9.5 Carte di esposizione.	128
9.6 Esempio di impiego della carta di esposizione.	130
9.7 - Carte di esposizione per sorgenti radioattive.	131
9.7.1 Esempio applicativo.	132

9.7.1 Esempio applicativo.	132
9.8 Cambiamento del tipo di pellicola radiografica.	132
9.9 Fattori di equivalenza radiografica.	134
9.9.1 Applicazioni dei fattori di equivalenza radiografica.	135
9.10 Scelta del potere penetrante della radiazione.	136
10. QUALITÀ DELL'IMMAGINE RADIOGRAFICA.	
<i>10.1 Introduzione.</i>	<i>138</i>
<i>10.2 Principali tipi di indicatori d'immagine radiografica.</i>	<i>139</i>
10.2.1 IQI a placchette.	140
10.2.2 IQI a fili.	141
10.2.3 IQI a gradini e fori.	144
<i>10.3 Raffronto tra i vari tipi di IQI.</i>	<i>147</i>
<i>10.4 Osservazione delle radiografie.</i>	<i>148</i>
<i>10.5 Densità radiografica raccomandata.</i>	<i>149</i>
<i>10.6 Interpretazione delle radiografie.</i>	<i>150</i>
<i>10.7 Criteri di accettazione.</i>	<i>150</i>
11. ASPETTI PRATICI DELLA RADIOGRAFIA.	
11.1 Laboratorio radiografico.	151
11.1.1 Sala d'irradiazione.	151
11.1.2 Attrezzature ausiliarie per la sala d'irradiaz. e identificaz. particolari esaminati.	153
11.1.3 Camera oscura.	155
11.1.4 Sala di lettura radiografie.	156
11.2 Tecniche radiografiche.	156
11.3 Protezione della pellicola dalla radiazione diffusa durante l'esposizione.	156
11.3.1 Maschere contro la radiazione diffusa ai bordi dell'oggetto.	157
11.3.2 Schermature per bloccare la retrodiffusione.	158
12. PRINCIPALI TIPOLOGIE DI DIFETTI METALLURGICI IN RADIOGRAFIA.	
12.1 Introduzione.	160
12.2 Difetti nei getti.	160
12.3 Rassegna delle principali tipologie di discontinuità nei getti.	162
12.3.1 Cavità di ritiro (shrinkage cavities).	162
12.3.2 Strappi a caldo (hot tears).	163
12.3.3 Cavità di gas (gas cavities).	164
12.3.4 Inclusioni (inclusions).	164
12.3.5 Riprese di colata o giunti freddi (cold shuts).	165
12.3.6 Segregazioni (segregations).	165
12.4 Esempi di proiezioni radiografiche dettate dalla particolare forma del getto.	166
12.5 Difetti nelle saldature.	169

12.5.3 Cricche a caldo.	171
12.5.4 Cricche da tensione.	172
12.5.5 Crateri.	173
12.5.6 Inclusioni.	173
12.5.7 Cavità di gas.	173
12.5.8 Pori e porosità	174
12.5.9 Incisioni marginali.	174
12.6 Esame radiografico di strutture saldate.	175
12.6.1 Casi particolari di giunzioni di strutture.	176
12.6.2 Controllo giunti circonferenziali e longitudinali di tubi e corpi cilindri.	179
12.7 Tecniche a bassi <i>kilovolt</i> .	183
12.8 Tecniche multispessore.	183
12.8.1 Tecnica multispessore con pacco di pellicole a differente velocità.	184
12.8.2 - Tecnica multispessore mediante compensazione degli spessori.	184

13. ALTRE TECNICHE DI ISPEZIONE CON RAGGI X.

13.1 Introduzione.	185
13.2 Radioscopia convenzionale.	186
13.3 Diaframmi antiabbagliamento.	188
13.4 Ingrandimento geometrico.	189
13.5 Fluorografia.	190
13.6 Intensificatore di brillantezza.	191
13.7 Applicazioni di telecamere a circuito chiuso.	192
13.7.1 Telecamera Orthicon,	193
13.7.2 Telecamera Vidicon ,	193
13.7.3 Telecamera Plumbicon,	194
13.8 Elaborazione del segnale.	194
13.9 Ingrandimento totale dell'immagine radioscopica.	194
13.10 Elaborazione del segnale digitale.	196
13.10.1 Integrazione delle immagini (image averaging).	197
13.10.2 Esaltazione dei contorni (edge enhancing).	198
13.11 Qualità immagine radioscopica mediante IQI a fili e tensione acceleratrice max. raccomandata (<i>kilovolt</i>).	198

14. ELEMENTI DI DOSIMETRIA.

14.1 Introduzione.	200
14.2 Camera di ionizzazione.	200
14.3 Dosimetri portatili personali.	201
14.4 Dosimetri a pellicola radiografica.	202

15. CENNI DI FISICA SANITARIA.

15.1 Introduzione.	204
15.2 Definizioni riguardanti la radioprotezione.	207
15.3 Attività concernenti la radioprotezione.	208
15.4 Attribuzioni dell'Esperto Qualificato.	210
15.5 Attribuzioni del Medico Autorizzato o Competente.	210
15.6 Obblighi dei Datori di lavoro, Dirigenti e Preposti.	211
15.7 Obblighi dei lavoratori.	211
15.8 Limiti di dose per i lavoratori esposti e le persone del pubblico.	212
15.9 Unità di misura dosimetriche.	213
Indice analitico	217