DIN 6802-6:2013-01 (D)

Neutronendosimetrie - Teil 6: Verfahren zur Bestimmung der Energiedosis mit Ionisationskammern

Inhalt

Seite

Vorwort 5

1 Anwendungsbereich und Zweck 6
1.1 Klinische Anwendungsbereiche 6
1.2 Zweck 6

2 Normative Verweisungen 6

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen 7
3.1 Begriffe 7
3.2 Symbole und Abkürzungen 7

4 Kurzbeschreibung des Verfahrens und des Messprinzips 8
4.1 Ionisationskammermethode 8
4.2 IONISATIONSKAMMER im gemischten STRAHLUNGSFELD 9
4.3 Zweikammermethode 9
4.4 Bestimmung der Dosiskomponenten 10

5 IONISATIONSDOSIMETER 10
5.1 Aufbau eines IONISATIONSDOSIMETERS für NEUTRONEN 10
5.2 Bauarten von IONISATIONSKAMMERN 11
5.2.1 Geometrische und konstruktive Eigenschaften 11
5.2.2 KAMMERN mit hoher Neutronenempfindlichkeit 11
5.2.3 KAMMERN mit geringer Neutronenempfindlichkeit 11
5.2.4 KAMMERN für spezielle Anwendungen 11

6 Methode zur Bestimmung der ENERGIEDOSIS mit IONISATIONSKAMMERN 12
6.1 Grundlagen 12
6.2 Gewebeäquivalente IONISATIONSKAMMER 12
6.2.1 Allgemeines 12
6.2.2 Gleichgewichtskammer im reinen Neutronenstrahlungsfeld 12
6.2.3 Hohlraumkammer im reinen Neutronenstrahlungsfeld 13
6.2.4 Korrektionen der Anzeige 13
6.2.5 Kalibrierung im Photonen-Referenzstrahlungsfeld 13
6.3 Bestimmung der ENERGIEDOSIS in einem reinen Neutronenstrahlungsfeld 14

7 Gewebeäquivalente Materialien 14
7.1 Allgemeines 14
7.2 Phantommaterial 14
7.3 Kammermaterial 15

8 Physikalische Grundlagen zur Berechnung der ENERGIEDOSIS 15
8.1 Allgemeines 15
8.2 W-Werte für geladene SEKUNDÄRTEILCHEN in gewebeäquivalentem Gas 16
8.3 Energiedosis-Konversionsfaktoren 17
8.4 Verhältnis der Kermafaktoren- und der MASSEN-ENERGIEABSORPTIONSKOEFFIZIENTEN 17
8.5 Relatives ANSPRECHVERMÖGEN der Messsonden 18
8.5.1 Neutronenansprechvermögen 18
8.5.2 Photonenansprechvermögen 19
8.5.3 Neutronenunempfindliche Sonde 19

9 Korrektionsfaktoren für die Bestimmung der Gewebekerma und -dosis frei in Luft und im Phantom ... 20
9.1 Allgemeines ... 20
9.2 Korrektionsfaktor f für die Dichte des Kammergases ... 20
9.3 Korrektionsfaktor fw für die Wandeffekte ... 21
9.4 Korrektionsfaktor fS für das Nichterreichen der Sättigung ... 21
9.5 Korrektion fV für den Verdrängungseffekt ... 21
9.6 Korrektionsfaktor f für Streuung durch den Kammerstiel ... 22
9.7 Korrektionsfaktor fT für die Temperatureffekte ... 22

10 Zu prüfende Eigenschaften des Messsystems ... 22
10.1 Anzeige bei Änderung der Polarität der Kammerspannung ... 22
10.2 LECK- und OFFSETSTROM ... 22
10.3 Strahlungsempfindlichkeit der elektrischen Zuleitungen und der Steckverbindungen ... 23
10.4 Zusammensetzung des Kammergases ... 23

11 DOSISMONITORE ... 24
11.1 Monitorsystem ... 24
11.2 PRIMÄRER DOSISMONITOR ... 24
11.3 SEKUNDÄRER DOSISMONITOR ... 24

12 Kalibrierung ... 24
12.1 Kalibrierung der KAMMERN im Photonenstrahl ... 24
12.2 Kalibrierung der DOSISMONITORE des Neutronenstrahls ... 25

13 Kontrollvorrichtungen ... 25
13.1 Allgemeines ... 25
13.2 Kontrollvorrichtung mit radioaktivem Prüfstrahler ... 25
13.3 Elektrische Kontrollvorrichtung ... 25

14 UNSICHERHEITEN der Dosisangabe ... 25
14.1 Allgemeines ... 25
14.2 Bestimmung der UNSICHERHEIT ... 26

15 Phantome ... 27
15.1 Allgemeines ... 27
15.2 Primärphantom ... 27
15.3 Sekundärphantom ... 27
15.4 MOULAGE ... 28

Anhang A (normativ) Zusammenfassung des Verfahrens zur Kalibrierung der Strahlmonitore eines Neutronenstrahles (Kurzanleitung) ... 29

Anhang B (normativ) Basisdaten und UNSICHERHEITEN ... 30

Anhang C (informativ) Berechnungsbeispiel zur Bestimmung der UNSICHERHEIT der Neutronendosis mit der Zweikammermethode ... 32

C.1 Allgemeines ... 32
C.2 Berechnungsmodell ... 32
C.3 Bestimmung der Größe X und der UNSICHERHEIT u(X) ... 33
C.4 Bestimmung der Größe Y und der UNSICHERHEIT u(Y) ... 34
C.5 Bestimmung von Dn und u(Dn) ... 35

Anhang D (informativ) Übersicht über typische Neutronenquellen für medizinische Anwendungen 36

Literaturhinweise ... 37

Stichwortverzeichnis ... 40

Bilder

Bild 1 -- nW - und cn /WW -Werte für TE-Gas (auf Methan-Basis) als Funktion der Neutronenenergie E 16

Bild 2 -- Kermaverhältnis R von ICRU-Muskelgewebe zu A150-Plastik als Funktion der Neutronenenergie E 18

Bild 3 -- Relatives Neutronenansprechvermögen kU von Geiger-Müller-Zählrohren als Funktion der Neutronenenergie E 20

Tabellen

Tabelle 1 -- Relative Zusammensetzung und Dichte von Gewebematerial sowie von in der Dosimetrie üblichen Materialien und Gasen 15

Tabelle 2 -- Zahlenwerte k des Kermafaktors für Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff sowie des Verhältnisses Rk der Kermafaktoren für Kohlenstoff und Sauerstoff für einige Neutronenenergien 17

Tabelle 3 -- Empfohlene Zahlenwerte des Korrektionsfaktors fV für den Verdrängungseffekt 22

Tabelle 4 -- Verhältnis der Anzeigen M bei Füllung mit Luft bzw. Kammergas von gewebeäquivalenten IONISATIONSKAMMERN und neutronenunempfindlichen KAMMERN unter sonst gleichen Bedingungen bei Bestrahlung mit 90Sr (in einer Testvorrichtung), 60Co und 14- MeV-Neutronen 23

Tabelle B.1 -- Basisdaten und UNSICHERHEITEN bei der Bestimmung der ENERGIEDOSIS im 60Co- Referenzstrahlungsfeld frei in Luft 30

Tabelle B.2 -- Basisgrößen und UNSICHERHEITEN für die Bestimmung der Gesamtenergiedosis im Gewebe 30

Tabelle B.3 -- UNSICHERHEITEN von Kerma-Fluenz-Konversionsfaktoren 31

Tabelle B.4 -- UNSICHERHEIT der Kermaverhältnisse von A150-Plastik zu Gewebe 31

Tabelle C.1 -- Verwendete Korrelationskoeffizienten 34

Tabelle D.1 -- Kennzeichnende Eigenschaften einiger Neutronentherapieanlagen, die in Deutschland benutzt werden oder wurden [24], [30] 36