###### BIJLAGE bij

###### Gecoördineerd examen stralingsbescherming

###### Deskundigheidsniveau 3

Nuclear Research and consultancy Group NRG

Technische Universiteit Delft TUD

Boerhaave Nascholing/LUMC BN/LUMC

Rijksuniversiteit Groningen RUG

Radboudumc RUMC

TU Eindhoven TU/e

examendatum: 11 mei 2015

examenduur: 13.30 - 16.30 uur

**Instructie:**

* **Wanneer u andere gegevens gebruikt dan in deze bijlage zijn genoemd, vermeld dan de herkomst!**
* **Deze bijlage omvat 14 doorlopend genummerde pagina’s. Controleer dit!**

**INHOUDSOPGAVE**

Pagina

3-4 Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (2e druk 2007), blz. 32-33: 32P

5-7 Vergunningsbijlage ‘Bijlage radionuclidenlaboratoria’, blz. 10, 11, 12

8 Tabel 1: Omgevingsdosisequivalent (µSv) op verschillende afstanden en posities rond de patiënt bij een therapeutische dosis elektronenstraling van 10 Gy

8 Tabel 2: Gemeten halfwaarde- en tiendewaardediktes (HVL resp. TVL) voor brede bundels fotonenstraling voor lood, beton en ijzer als functie van de toegepaste elektronenversnel­spanning tijdens IORT   
Uit: Introduction to Health Physics, Herman Cember, third edition

9-10 Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (2e druk 2007), blz. 172-173: 137Cs

11 Vereenvoudigd vervalschema van 207Bi

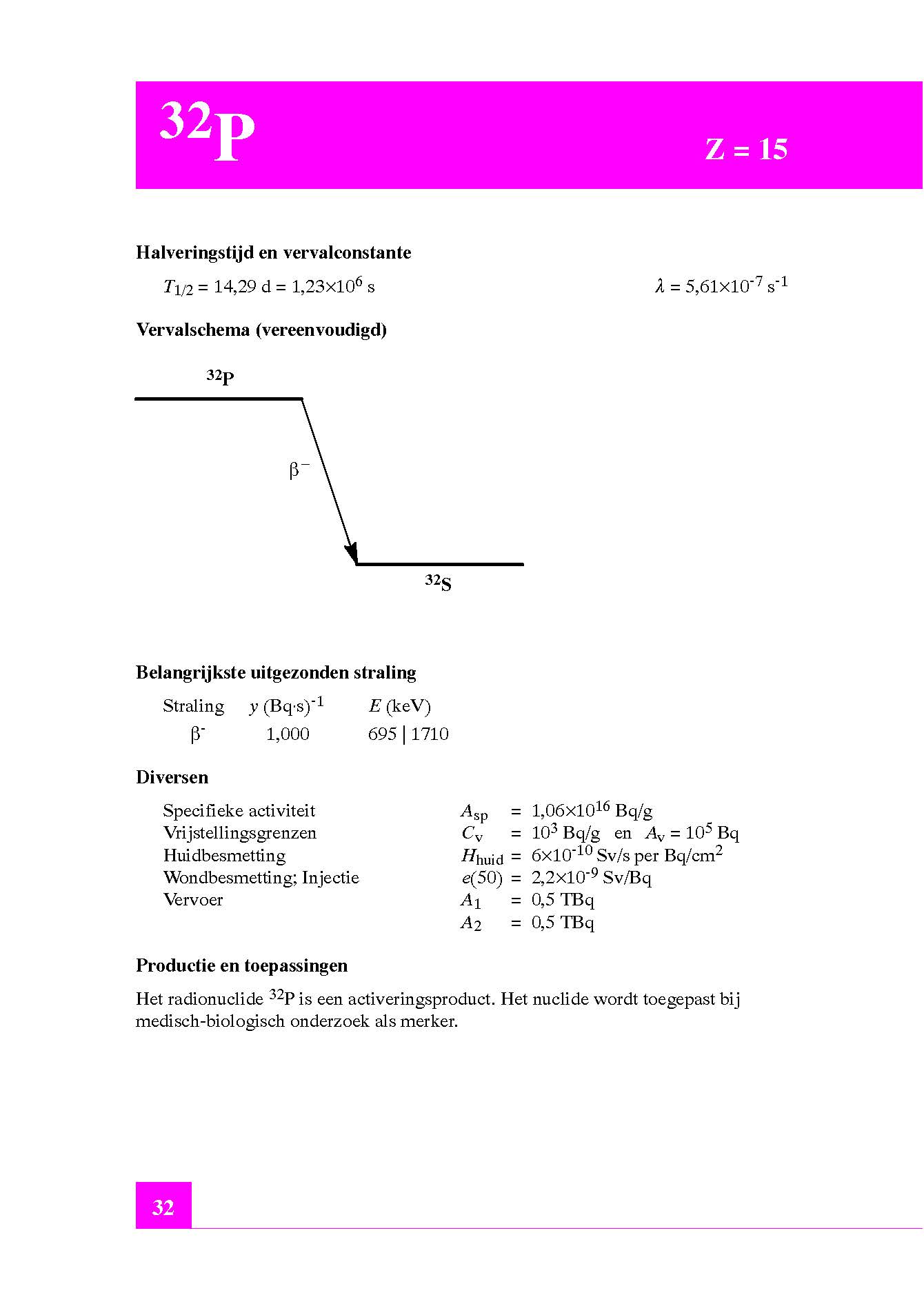
12 Fotonenspectra gemeten aan de 207Bi-bron

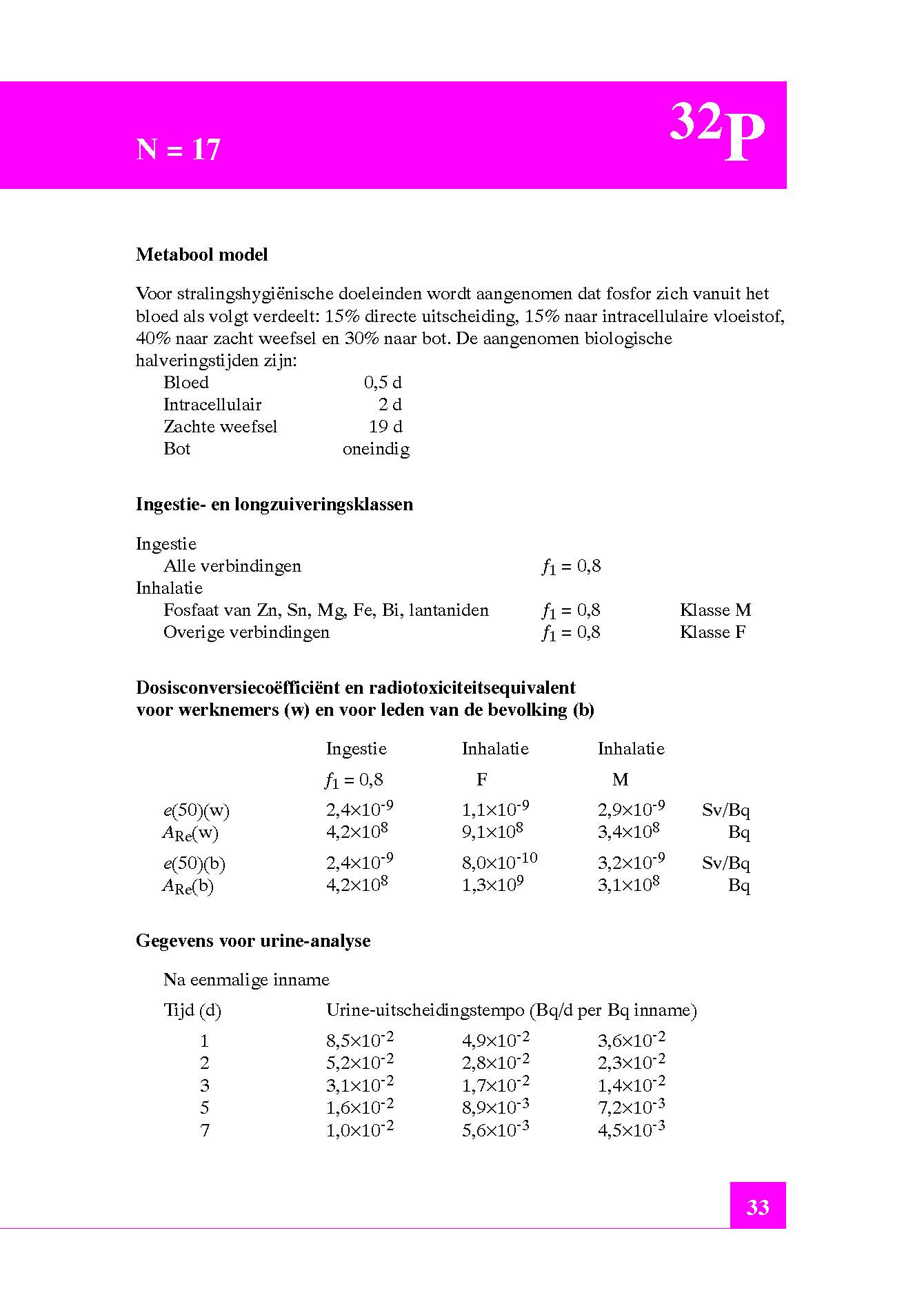
13 Tabel met kwantitatieve gegevens bij de fotonenspectra

14 Door 83-Bismut-207 uitgezonden straling

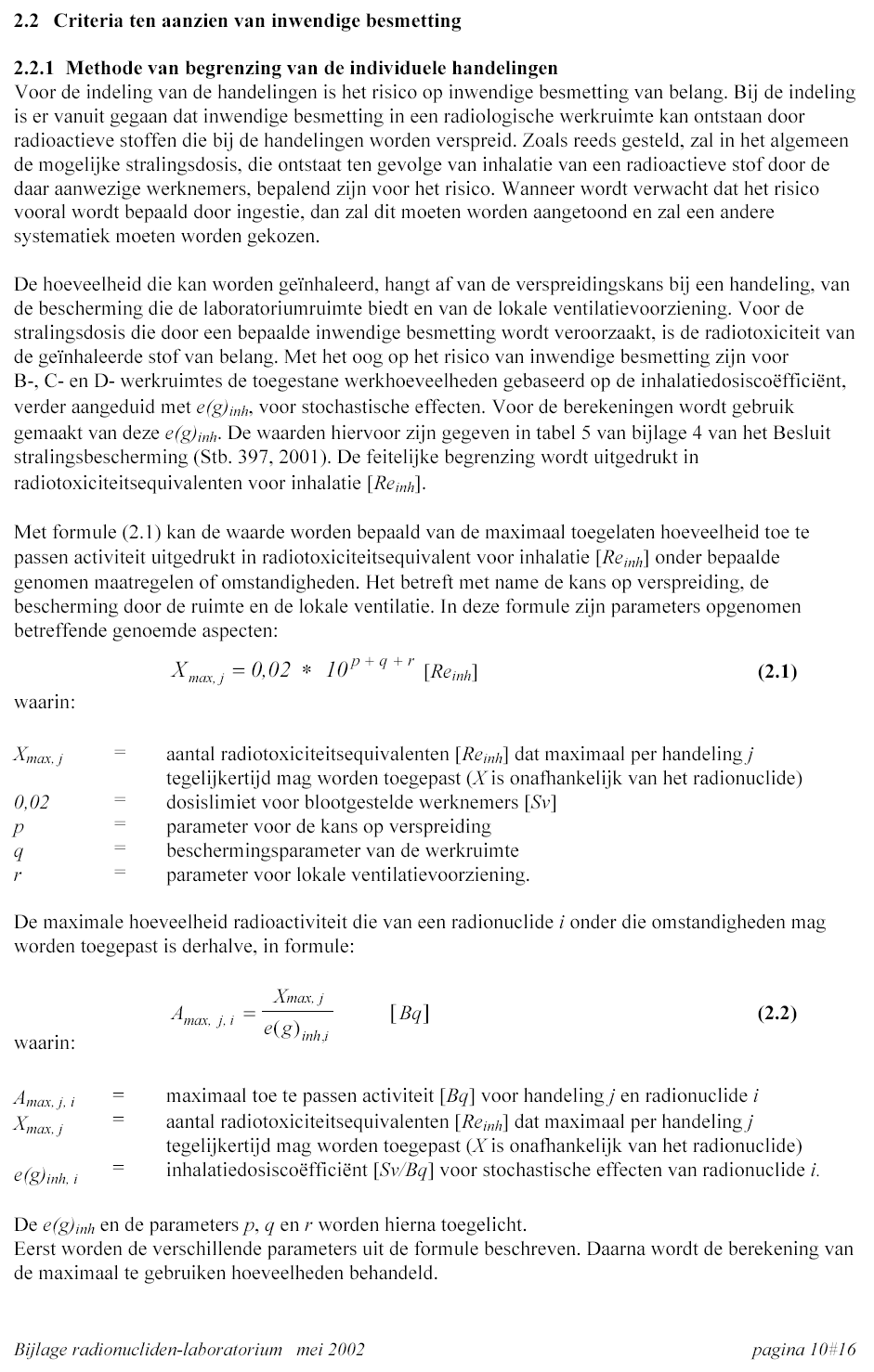
**Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (2e druk 2007),**

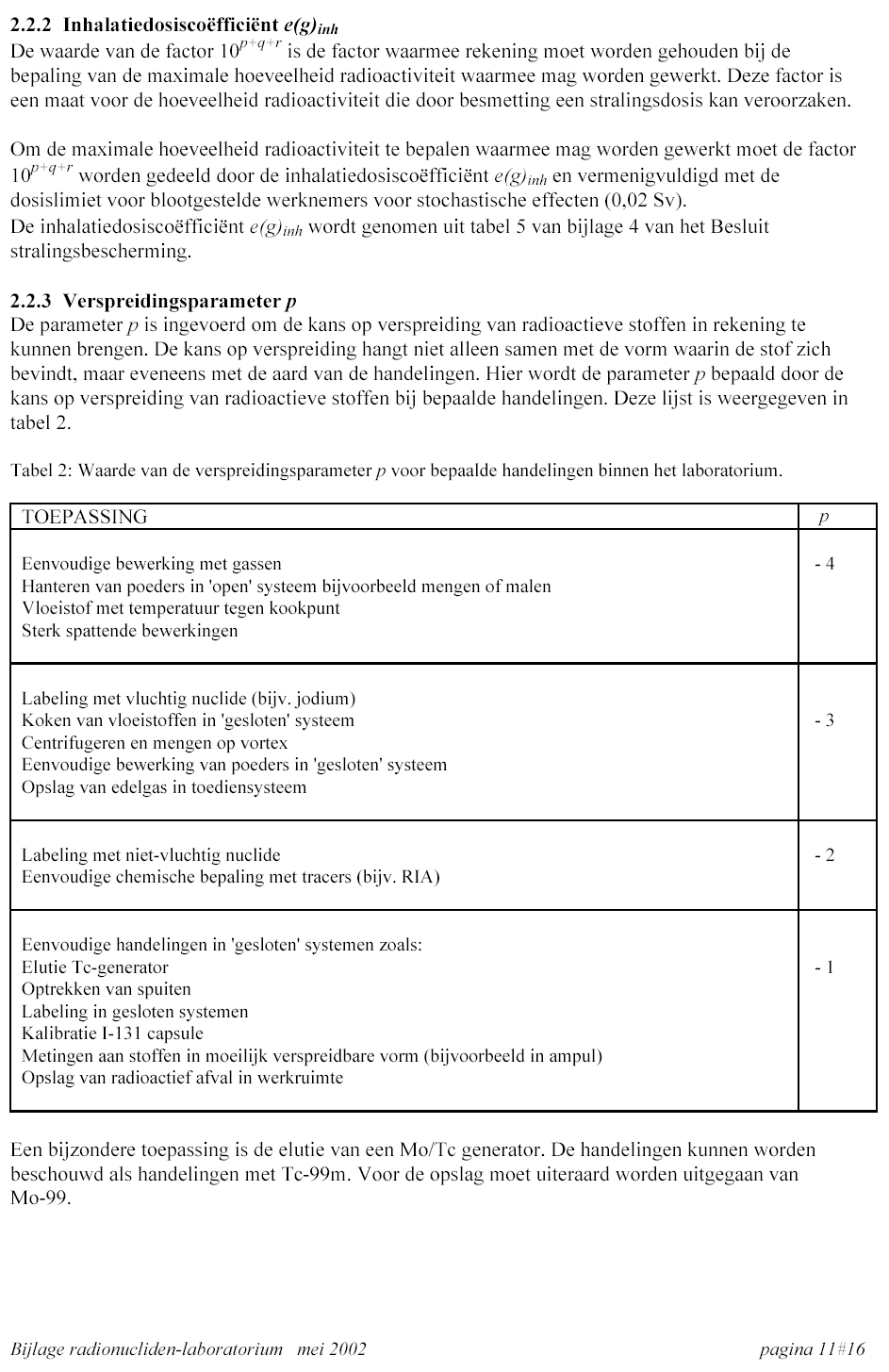
**blz. 32-33: 32P**

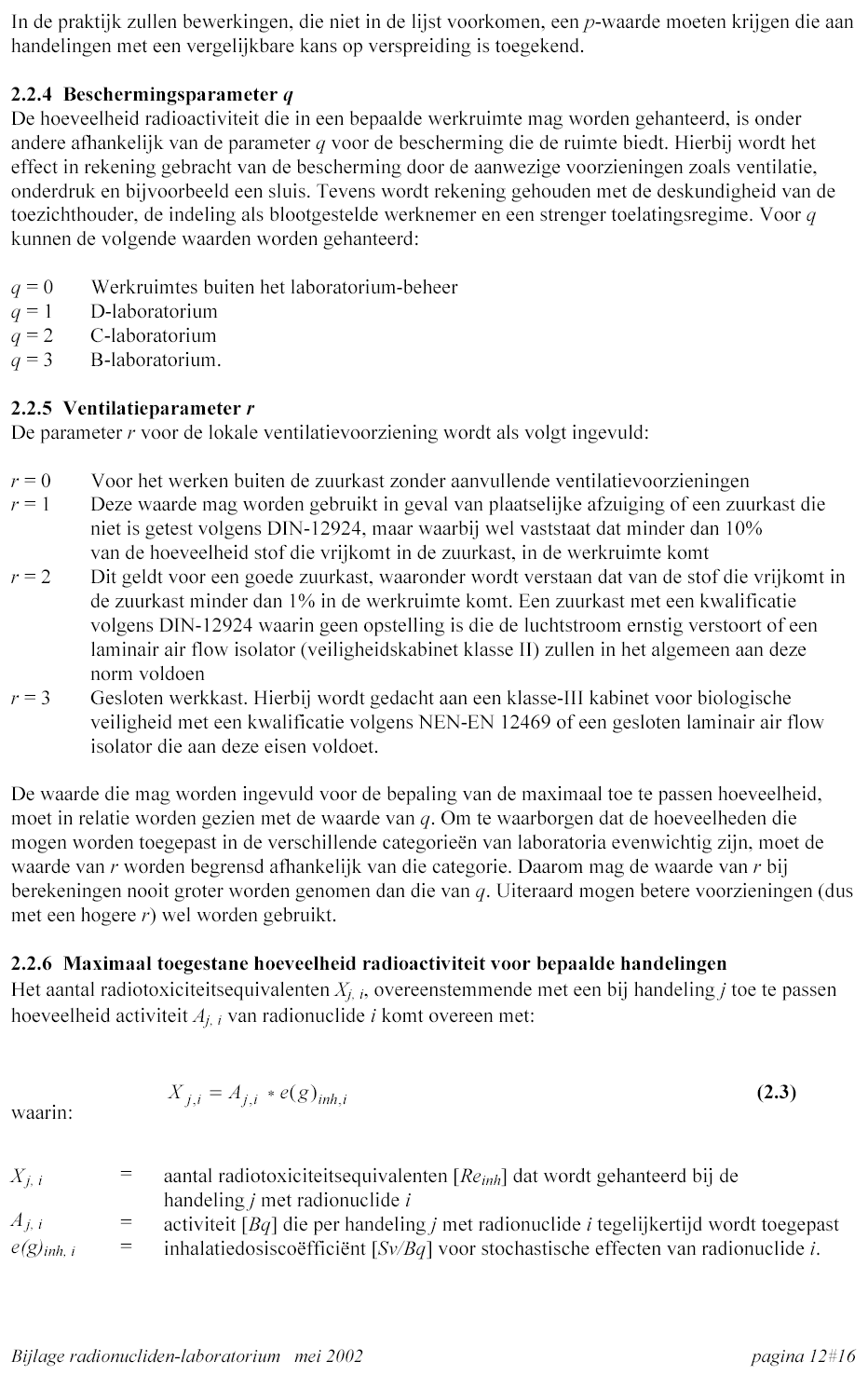
****

****

**Vergunningsbijlage ‘Bijlage radionuclidenlaboratorium’, blz.10, 11, 12**

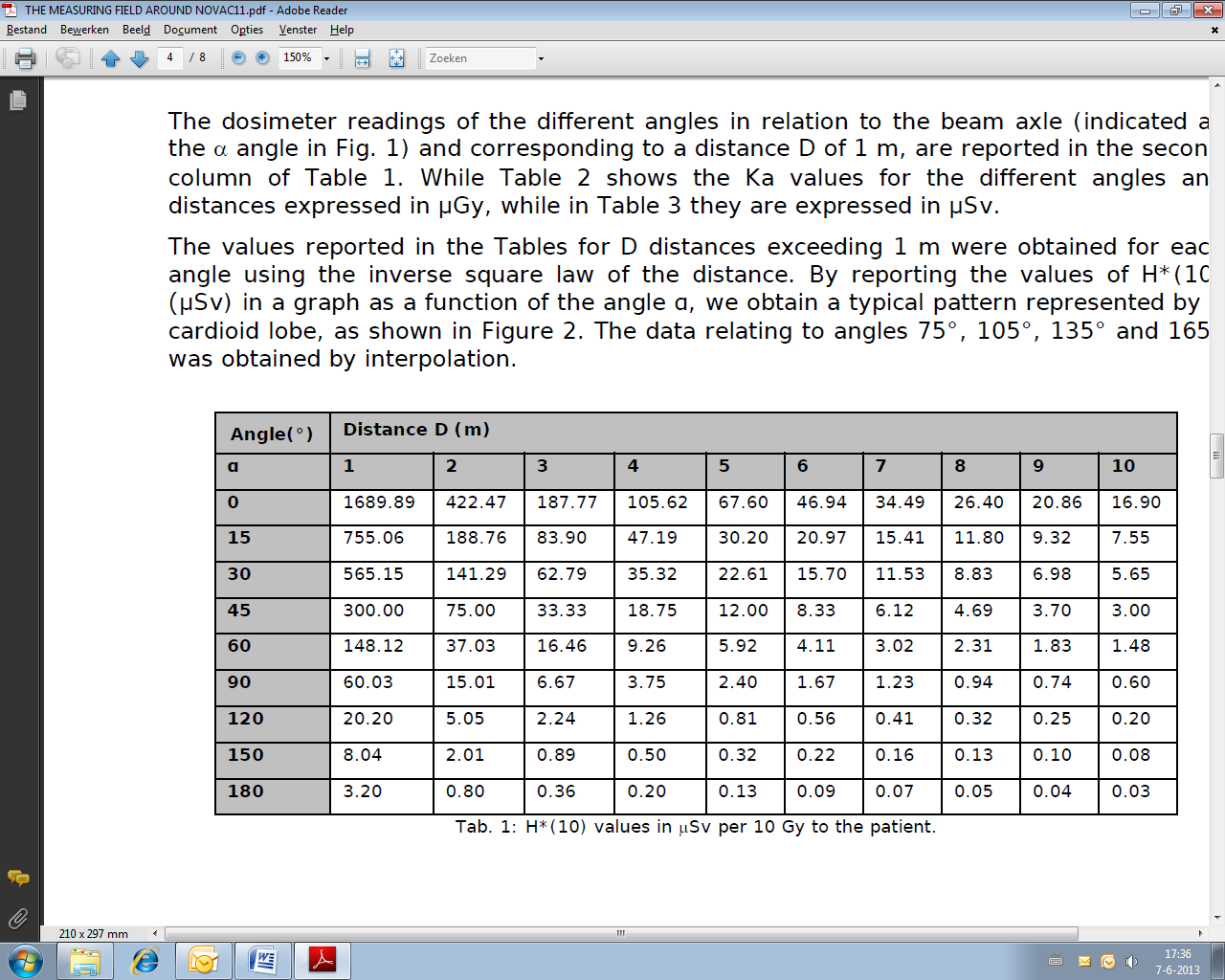
****

****

****

**Tabel 1:** Omgevingsdosisequivalent (µSv) op verschillende afstanden en posities rond de patiënt bij een therapeutische dosis van 10 Gy.

De afstanden zijn tot de bestraalde plaats in de patiënt. De hoeken zijn ten opzichte van de elektronenbundelrichting, waarbij 0° de doorgaande richting is.



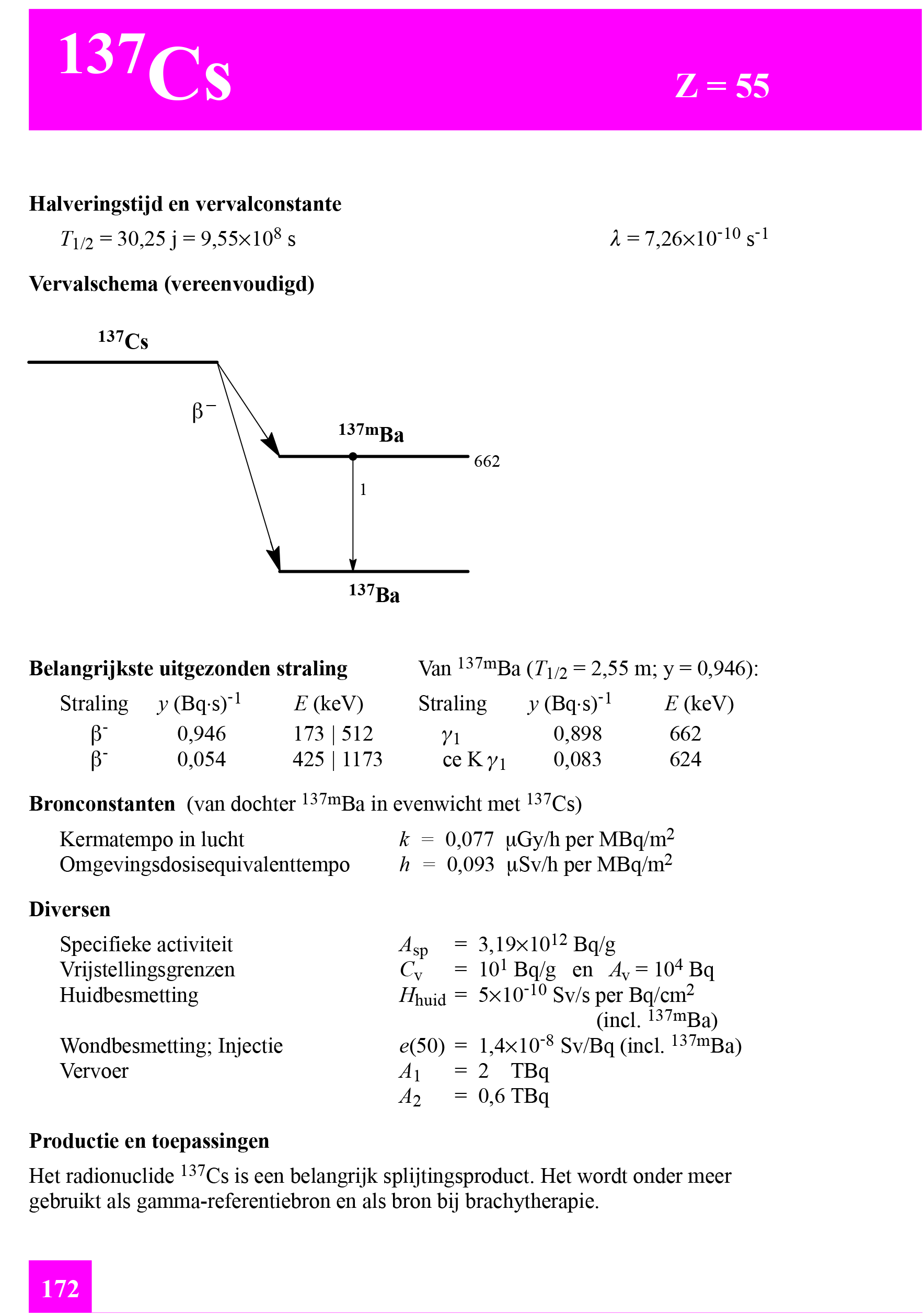
**Tabel 2:** Gemeten halfwaarde- en tiendewaardediktes (*HVL* resp. *TVL*) voor brede bundels fotonenstraling voor lood, beton en ijzer als functie van de toegepaste elektronenversnelspanning tijdens IORT.

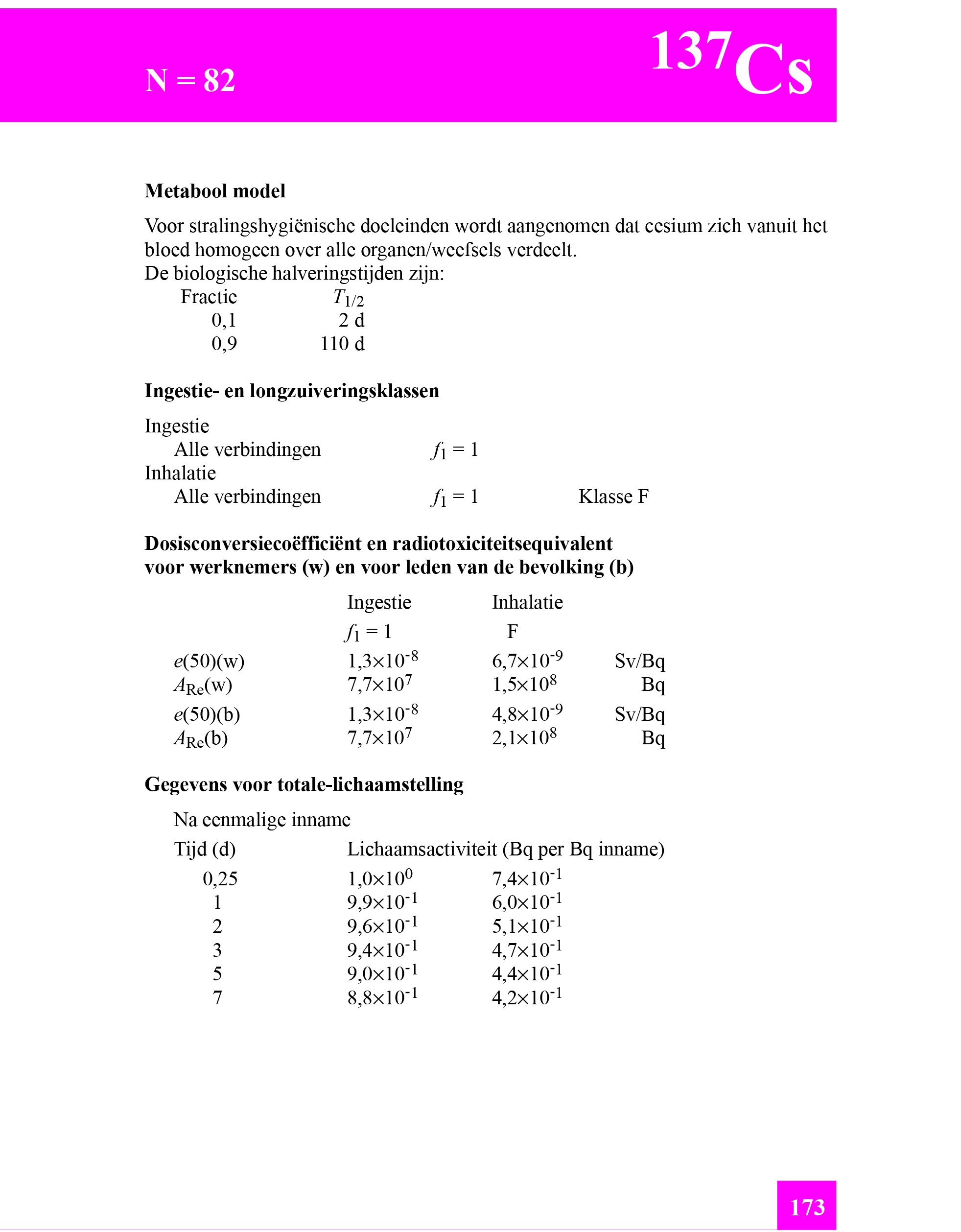
Uit: Introduction to Health Physics, Herman Cember, third edition.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **HVL** | **TVL** | **HVL** | **TVL** | **HVL** | **TVL** |
| **Elektronen-versnelspanning** | **Lood** | **Lood** | **Beton** | **Beton** | **IJzer** | **IJzer** |
| **(MV)** | **(mm)** | **(mm)** | **(cm)** | **(cm)** | **(cm)** | **(cm)** |
| 1 | 7,9 | 26 | 4,4 | 14,7 |  |  |
| 2 | 12,5 | 42 | 6,4 | 21 |  |  |
| 3 | 14,5 | 48,5 | 7,4 | 24,5 |  |  |
| 4 | 16 | 53 | 8,8 | 29,2 | 2,7 | 9,1 |
| 6 | 16,9 | 56 | 10,4 | 34,5 | 3 | 9,9 |
| 8 | 16,9 | 56 | 11,4 | 37,8 | 3,1 | 10,3 |
| 10 | 16,6 | 55 | 11,9 | 39,6 | 3,2 | 10,5 |

**Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (2e druk 2007),**

**blz. 172-173: 137Cs**

****

****

**Vereenvoudigd vervalschema van 207Bi**

Q = 2,398 MeV

()

EC

γ2 0,570 MeV (98%)

γ4 1,064 MeV (75%)

γ6 1,770 MeV (6,9%)

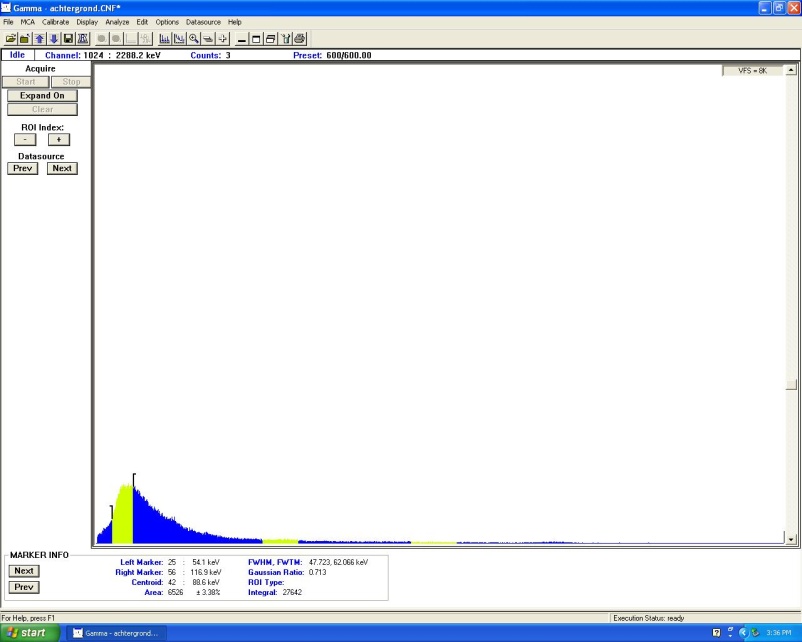
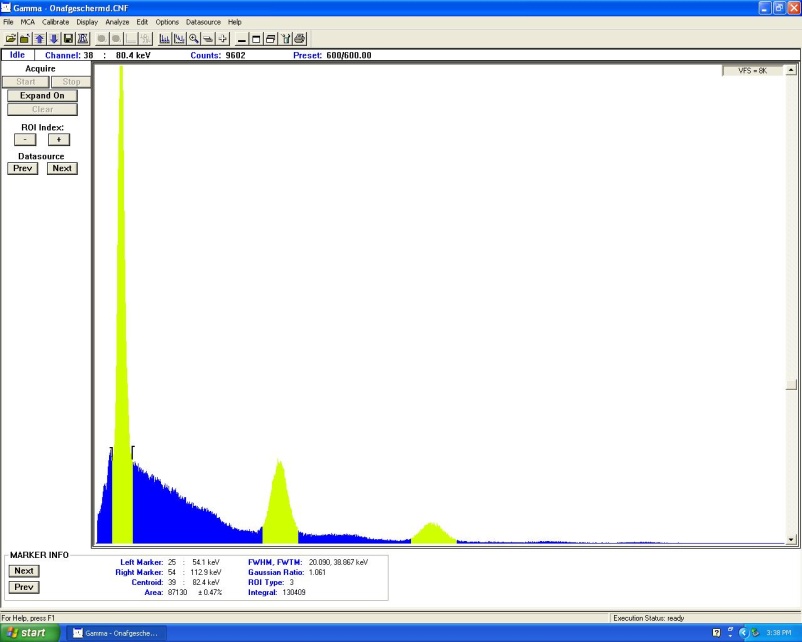
**Fotonenspectra gemeten aan de 207Bi-bron**

Teltijd van alle spectra was 10 minuten. Bij de metingen aan de bron, was de afstand van de bron tot de bovenkant detector steeds 10 cm.

De pieken vallen in de gemarkeerde gebieden: de ROI’s. De grenswaarden voor de ROI’s zijn:

ROI I van 54 – 113 keV; II van 517 – 626 keV; III van 994 – 1141 keV.

Voor de meetwaarden, zie de tabel op de volgende pagina (Bijlage 4).

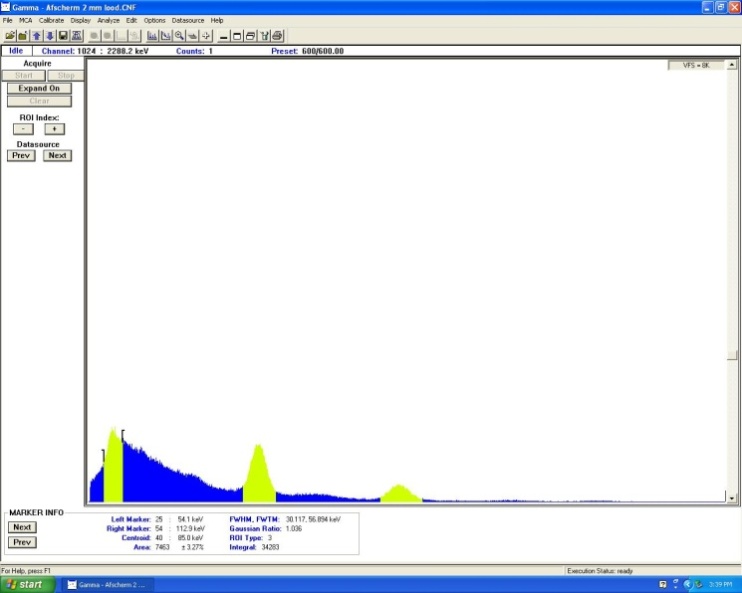
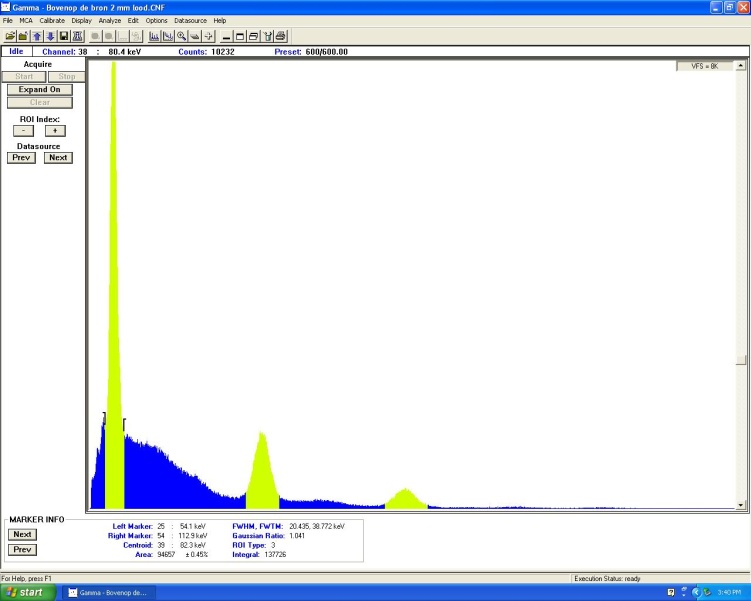
ROI I ROI II ROI III

ROI I ROI II ROI III

**Achtergrondspectrum** **Spectrum 1**

207Bi-bron onafgeschermd

-------------------------------- --------------------------------

ROI I ROI II ROI III

ROI I ROI II ROI III

**Spectrum 2A** **Spectrum 2B**

207Bi-bron afgeschermd, 207Bi-bron onafgeschermd,

2,0 mm dikke loden plaat tussen 2,0 mm dikke loden plaat

bron en detector bovenop de bron

↕↕

**Situatie 2A** zijaanzicht: **Situatie 2B** zijaanzicht:

Bron

2,0 mm lood

Detector

\\

2,0 mm lood

Bron

Detector

**Tabel met kwantitatieve gegevens bij de fotonenspectra**

Getabelleerd is het totaal aantal counts netto, dus reeds gecorrigeerd voor de achtergrond, in 10 minuten in het betreffende meetgebied. De dode tijd correctie is eveneens al verwerkt.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **ROI I**  54 – 113 keV | **ROI II**  517 – 626 keV | **ROI III**  994–1141 keV | **Hele breedte**  6 – 1147 keV |
| counts netto | counts netto | counts netto | counts netto |
| **Spectrum 1** | 104.695 | 40.849 | 13.295 | 259.534 |
| **Spectrum 2A** | 8.569 | 31.630 | 11.635 | 120.979 |
| **Spectrum 2B** | 112.012 | 40.938 | 13.451 | 275.510 |

**Door 83-Bismut-207 uitgezonden straling**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Straling** | **γ (i)**  **(Bq·s)-1** | **E (i)**  **(keV)** |
| β+ | 1,20·10-4 | 383 |
| γ± | 2,40·10-4 | 511 |
| **gamma 1** | **6,70·10-6** | **328** |
| ce-K, gamma 1 | 1,91·10-6 | 240 |
| ce-L, gamma 1 | 3,26·10-7 | 312 |
| ce-M, gamma 1 | 7,63·10-8 | 324 |
| ce-N+, gamma 1 | 2,47·10-8 | 327 |
| **gamma 2** | **0,977** | **570** |
| ce-K, gamma 2 | 0,016 | 482 |
| ce-L, gamma 2 | 0,004 | 554 |
| **gamma 3** | **0,001** | **898** |
| ce-K, gamma 3 | 2,43·10-5 | 810 |
| ce-L, gamma 3 | 4,04·10-6 | 882 |
| **gamma 4** | **0,745** | **1.064** |
| ce-K, gamma 4 | 0,072 | 976 |
| ce-L, gamma 4 | 0,018 | 1.048 |
| ce-M+, gamma 4 | 0,006 | 1.061 |
| **gamma 5** | **0,001** | **1.442** |
| ce-K, gamma 5 | 3,55·10-6 | 1.354 |
| ce-L, gamma 5 | 6,11·10-7 | 1.426 |
| **gamma 6** | **0,069** | **1.770** |
| Kalpha1 X-ray | 0,366 | 75,0 |
| Kalpha2 X-ray | 0,218 | 72,8 |
| Kbeta X-ray | 0,163 | 84,9 |
| L X-ray | 0,332 | 10,6 |
| Auger-K | 0,028 | 56,7 |
| Auger-L | 0,544 | 7,97 |

Tabel overgenomen uit http://www.orau.org library nuclidedata