

**BIJLAGE bij Examen
Stralingsbeschermingsdeskundige op het niveau van
coördinerend deskundige**

Nuclear Research and consultancy Group	NRG
Technische Universiteit Delft	TUD
Rijksuniversiteit Groningen	RUG
Radboudumc	RUMC

examendatum:

10 mei 2021

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 10 doorlopend genummerde pagina's. Controleer dit!

INHOUDSOPGAVE

Bladzijde

- 3-4 Handboek Radionucliden, A.S. Keeverling Buisman (3e druk 2015), blz. 164-165; gegevens ^{131}I .
- 5 Weefselweegfactoren (w_T) voor de weging van equivalente dosis H_T , overgenomen uit ICRP-60 en ICRP-103.
- 6 Werkzame doorsnede van de kernreactie $^{80}\text{Se}(p,n)^{80m}\text{Br}$ in mbarn (mb).
- 7 Transmissie van fotonen in brede-bundelgeometrie door beton (ontleend aan ICRP-33).
- 8 Verstrooiingspatronen van divergente bundels röntgen- en gammabundels bij loodrechte inval op een vlakke betonmuur (ontleend aan ICRP-33).
- 9-10 Handboek Radionucliden, A.S. Keeverling Buisman (3e druk 2015), blz. 40 en 41, gegevens ^{41}Ar .

Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (3e druk 2007), blz. 164 en 165, gegevens ^{131}I

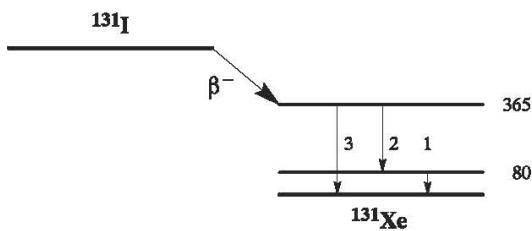
131I
Z = 53

Halveringstijd en vervalconstante

$$T_{1/2} = 8,021 \text{ d} = 6,93 \times 10^5 \text{ s}$$

$$\lambda = 1,00 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

Vervalschema (vereenvoudigd)



Belangrijkste uitgezonden straling

Straling	$y \text{ (Bq}\cdot\text{s)}^{-1}$	$E \text{ (keV)}$
β^-	0,894	192 606
γ_1	0,026	80
ce K γ_1	0,036	46
γ_2	0,061	284
γ_3	0,812	365

Bronconstanten

Kermatempo in lucht	$k = 0,052 \text{ } \mu\text{Gy/h per MBq/m}^2$
Omgevingsdosis-equivalenttempo	$h = 0,066 \text{ } \mu\text{Sv/h per MBq/m}^2$

Diversen

Specifieke activiteit	$A_{sp} = 4,60 \times 10^{15} \text{ Bq/g}$
Vrijstellingsgrenzen	$C_v = 10^2 \text{ Bq/g}$ en $A_v = 10^6 \text{ Bq}$
Huidbesmetting	$H_{\text{huid}} = 4 \times 10^{-10} \text{ Sv/s per Bq/cm}^2$
Wondbesmetting; Injectie	$e(50) = 2,2 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$
Vervoer	$A_1 = 3 \text{ TBq}$ $A_2 = 0,7 \text{ TBq}$

Productie en toepassingen

Het radionuclide ^{131}I is een belangrijk splijttingsproduct. Het wordt veelvuldig toegepast in de diagnostische en therapeutische nucleaire geneeskunde.

N = 78

131I

Metabool model

Voor stralingshygiënische doeleinden wordt aangenomen dat jodium zich vanuit het bloed als volgt verdeelt: 70% directe uitscheiding en 30% naar de schildklier. Jodium in de schildklier verblijft aldaar met een biologische halveringstijd van 80 dagen, van waaruit het in de vorm van organisch jodium homogeen over het lichaam wordt verdeeld. Het verblijf in andere organen/weefsels dan de schildklier geschiedt met een halveringstijd van 12 dagen. Een tiende van het organisch jodium wordt onmiddellijk uitgescheiden via de faeces, terwijl de rest (90%) terugkeert in het transfercompartiment. Zodoende wordt de biologische halveringstijd in de schildklier effectief gelijk aan 90 dagen.

N.B. Dit model geldt niet voor patiënten, zie pagina 14.

Ingestie- en longzuiveringsklassen**Ingestie**Alle verbindingen $f_1 = 1$ **Inhalatie**Damp (I₂) $f_1 = 1$

Klasse SR-1

Damp (CH₃I) $f_1 = 1$

Klasse SR-1 70% depositie

Overige verbindingen $f_1 = 1$

Klasse F

Dosisconversiecoëfficiënt en radiotoxiciteitsequivalent voor werknemers (w) en voor leden van de bevolking (b)

	Ingestie $f_1 = 1$	Inhalatie F	Inhalatie I ₂	Inhalatie CH ₃ I	
$e(50)(w)$	$2,2 \times 10^{-8}$	$1,1 \times 10^{-8}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$1,5 \times 10^{-8}$	Sv/Bq
$A_{Re}(w)$	$4,5 \times 10^7$	$9,1 \times 10^7$	$5,0 \times 10^7$	$6,7 \times 10^7$	Bq
$e(50)(b)$	$2,2 \times 10^{-8}$	$7,6 \times 10^{-9}$	$2,0 \times 10^{-8}$	$1,5 \times 10^{-8}$	Sv/Bq
$A_{Re}(b)$	$4,5 \times 10^7$	$1,3 \times 10^8$	$5,0 \times 10^7$	$6,7 \times 10^7$	Bq

Gegevens voor schildkliertelling (na eenmalige inname)

Tijd (d)	Activiteit in schildklier (Bq per Bq inname)			
	$f_1 = 1$	F	I ₂	CH ₃ I
0,25	$6,0 \times 10^{-2}$	$5,2 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-1}$	$1,0 \times 10^{-1}$
1	$2,4 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^{-1}$	$2,3 \times 10^{-1}$	$1,8 \times 10^{-1}$
2	$2,5 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^{-1}$	$2,2 \times 10^{-1}$	$1,7 \times 10^{-1}$
3	$2,3 \times 10^{-1}$	$1,1 \times 10^{-1}$	$2,0 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^{-1}$
5	$1,9 \times 10^{-1}$	$9,0 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-1}$	$1,3 \times 10^{-1}$
7	$1,6 \times 10^{-1}$	$7,5 \times 10^{-2}$	$1,4 \times 10^{-1}$	$1,1 \times 10^{-1}$

Weefselweegfactoren (w_T) voor de weging van equivalente dosis H_T , overgenomen uit ICRP-60 en ICRP-103.

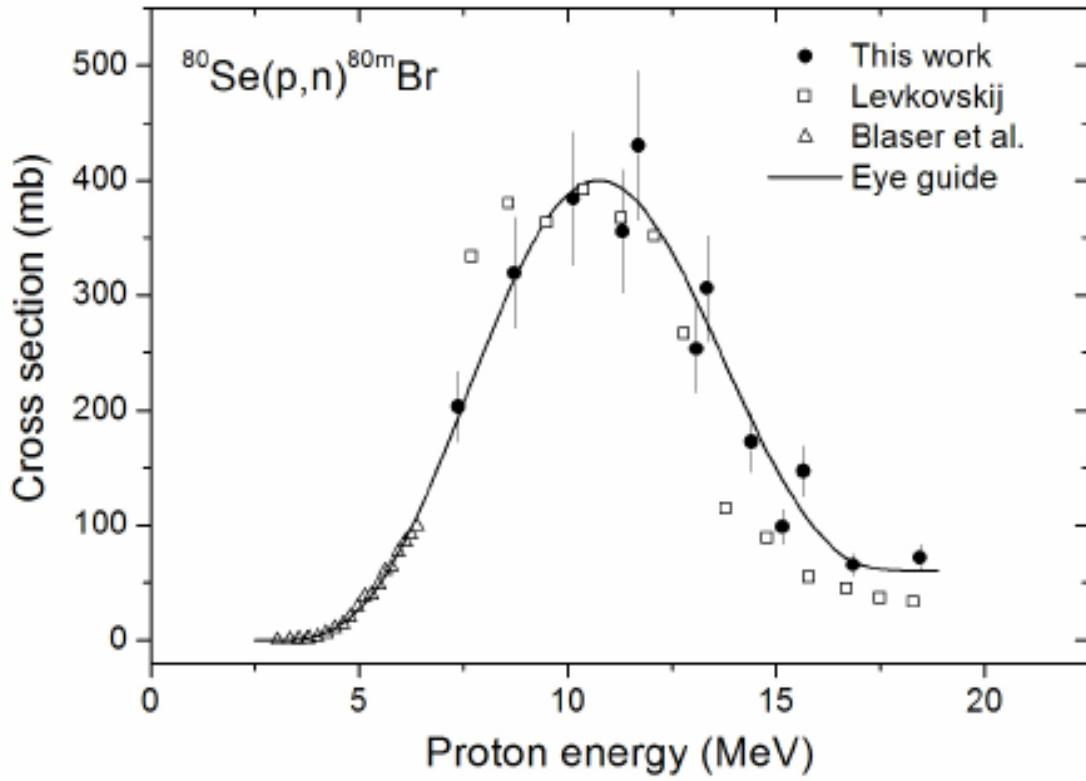
Orgaan/weefsel	w_T (ICRP-60)	w_T (ICRP-103)
Gonaden (geslachtsorganen)	0,20	0,08
Beenmerg (rood)	0,12	0,12
Dikke darm	0,12	0,12
Longen	0,12	0,12
Maag	0,12	0,12
Blaas	0,05	0,04
Borstweefsel	0,05	0,12
Lever	0,05	0,04
Slok darm	0,05	0,04
Schildklier	0,05	0,04
Huid	0,01	0,01
Botoppervlak	0,01	0,01
Speekselklieren		0,01
Hersenen		0,01
Overige organen/weefsels	0,05 ¹	0,12 ²
Totale lichaam	1,00	1,00

¹ Overig: Bijniere, extrathoracale regio, galblaas, hart, niere, lymfeknopen, spiere, oraal slijmvlies, pancreas, prostaat(mannen), dunne darm, milt, thymus, uterus/cervix(vrouwen).

In die gevallen waarin één van de overige organen of weefsels een equivalente dosis ontvangt die groter is dan één van de twaalf in de ICRP-60 genoemde organen/weefsels, moet een weegfactor van 0,025 worden toegekend aan dat betreffende orgaan en een weegfactor van 0,025 aan de gemiddelde dosis in de rest van de overige organen.

² De w_T voor overige weefsels (0,12) geldt voor het rekenkundig gemiddelde van de dosis van de hierna genoemde 13 organen en weefsels van elk geslacht. Overige weefsels: bijniere, extrathoracale gebied, galblaas, hart, niere, lymfeklieren, spierweefsel, mondslijmvlies, pancreas, prostaat (man) dunne darm, milt, thymus, baarmoeder/baarmoederhals (vrouw).

Werkzame doorsnede van de kernreactie $^{80}\text{Se}(p,n)^{80m}\text{Br}$ in mbarn (mb).
 [overgenomen van https://www.researchgate.net/figure/Experimentally-determined-cross-sections-for-the-formation-of-80m-Br-together-with-data_fig3_235352989]



**Transmissie van fotonen in brede-bundelgeometrie door beton
(ontleend aan ICRP-33)**

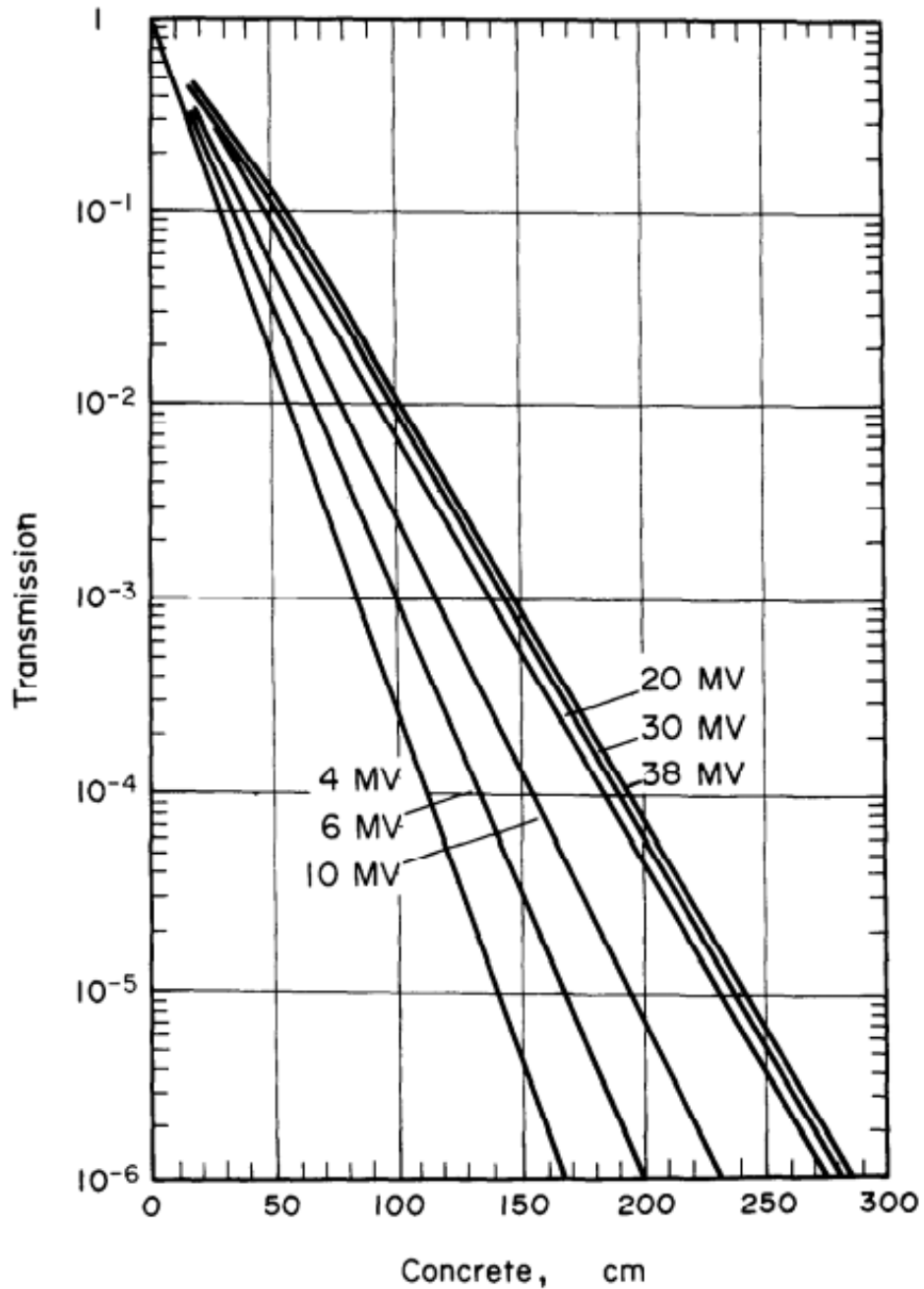
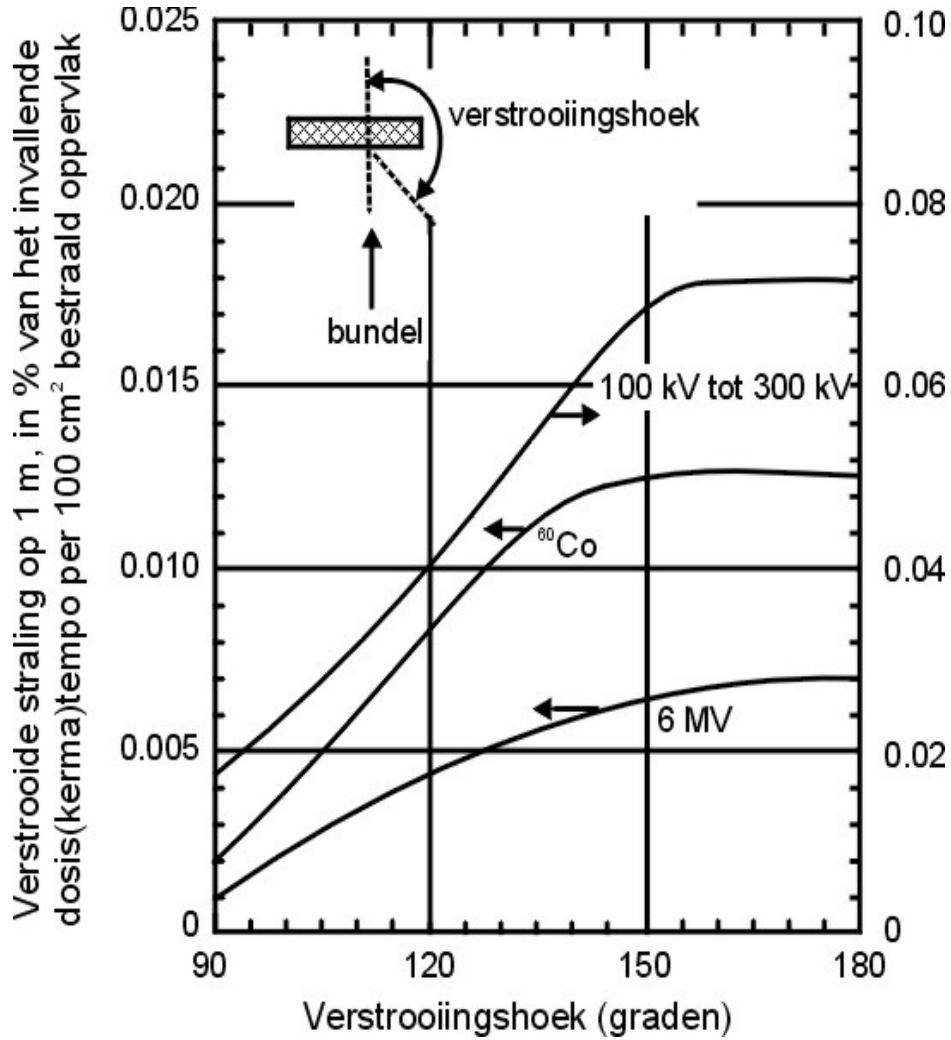


Fig. 13. Broad-beam transmission of x rays through concrete, density $2\,350\text{ kg m}^{-3}$. 4 MV: linear accelerator; 1 mm gold target followed by 20 mm aluminium beam flattener. 6–38 MV: Betatron; target and filtration not stated. The 38 MV curve may be used up to 200 MV (Miller and Kennedy, 1956).

Verstrooiingspatronen van divergente bundels röntgen- en gammabundels bij loodrechte inval op een vlakke betonmuur (ontleend aan ICRP-33)



Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (3e druk 2007), blz. 40 en 41, gegevens ^{41}Ar

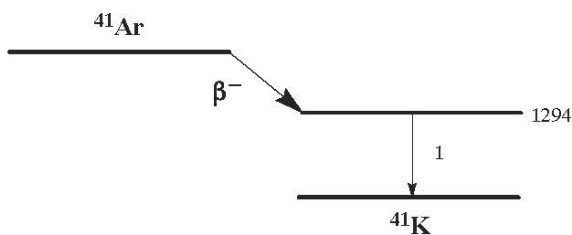
^{41}Ar **Z = 18**

Halveringstijd en vervalconstante

$T_{1/2} = 1,83 \text{ h} = 6,59 \times 10^3 \text{ s}$

$\lambda = 1,05 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$

Vervalschema (vereenvoudigd)



Belangrijkste uitgezonden straling

Straling	$y \text{ (Bq}\cdot\text{s)}^{-1}$	$E \text{ (keV)}$
β^-	0,992	459 1198
γ_1	0,992	1294

Bronconstanten

Kermatempo in lucht	$k = 0,16 \text{ } \mu\text{Gy/h per MBq/m}^2$
Omgevingsdosisequivalenttempo	$h = 0,18 \text{ } \mu\text{Sv/h per MBq/m}^2$

Diversen

Specifieke activiteit	$A_{sp} = 1,55 \times 10^{18} \text{ Bq/g}$
Vrijstellingsgrenzen	$C_v = 10^2 \text{ Bq/g}$ en $A_v = 10^9 \text{ Bq}$
Huidbesmetting	$H_{\text{huid}} = 6 \times 10^{-10} \text{ Sv/s per Bq/cm}^2$
Wondbesmetting; Injectie	Niet van toepassing
Vervoer	$A_1 = 0,3 \text{ TBq}$ $A_2 = 0,3 \text{ TBq}$

N = 23**⁴¹Ar****Productie en toepassingen**

Het radionuclide ⁴¹Ar is een activeringsproduct dat vrijkomt bij de bestraling van lucht. Bij gebrek aan lucht in de kern speelt het nuclide geen rol bij vermogensreactoren, wel bij de meeste onderzoeksreactoren.

Dosisconversiecoëfficiënt klasse SR-0

$$e = 2,2 \times 10^{-10} \text{ Sv/h per Bq/m}^3$$