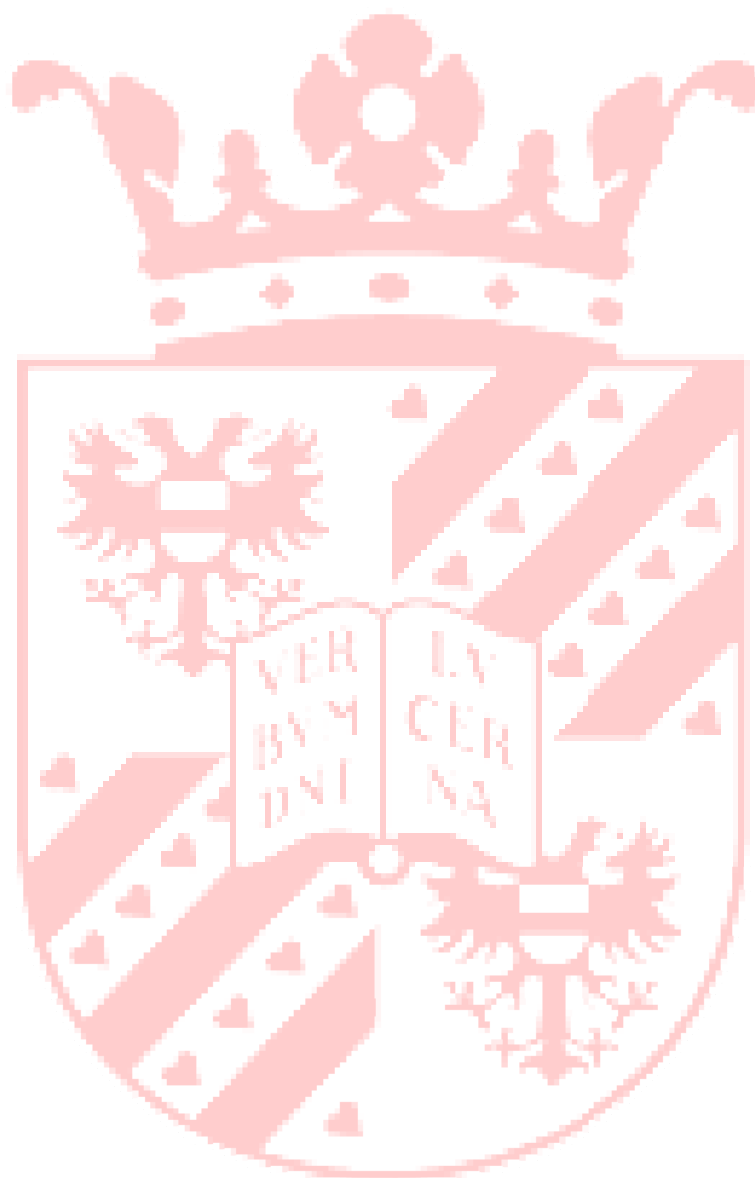


**Vraagstukken bij
Nascholingsmiddag Stralingsdeskundigen RUG/SBE 2015
25 november 2015**

Ontleend aan het examen deskundigheidsniveau 3, 9 mei 2015



Vraagstuk 1 Inwendige besmettingscontrole

Voor een radionuclidenlaboratorium (C-niveau) is een nieuwe toezichthoudend stralingsdeskundige aangesteld, die alle protocollen, risico's en controlemetingen opnieuw in kaart wil brengen. In het laboratorium wordt gewerkt met DNA, dat gelabeld wordt met ^{32}P . Het betreft hier een labeling met een niet-vluchtig nuclide. Per labeling wordt 1 MBq ^{32}P gebruikt.

Als eerste vraagt de stralingsdeskundige zich af of deze labeling in dit laboratorium op tafel uitgevoerd mag worden, zoals tot nu toe gebruikelijk is. Daarvoor gebruikt hij de berekening uit de vergunningsbijlage 'Bijlage Radionucliden-laboratorium'.

Gegevens:

- **Bijlage blz. 3-4:** Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (2^e druk 2007), blz. 32-33, gegevens ^{32}P .
- **Bijlage blz. 5-7:** Vergunningsbijlage 'Bijlage radionucliden-laboratorium', blz. 10, 11, 12.
- Ga uit van een klasse-F-verbinding.

Vraag 1.1

Toon aan dat het geoorloofd is om de labeling buiten de zuurkast uit te voeren.

In interne regelgeving is vastgelegd dat een volgdozis van 10 μSv of meer als gevolg van inwendige besmetting gemeld moet worden aan NDRIS¹. De nieuwe stralingsdeskundige vraagt zich af of periodieke controle van de urine van de laboratoriummedewerkers geschikt is om deze volgdozis aan te kunnen tonen.

Om de controle niet al te belastend te maken, wordt gedacht aan een controle waarbij de laboratoriummedewerkers elke maandagochtend urine moeten inleveren. Hieruit wordt een monster van 2,5 mL genomen, dat vervolgens in een vloeistofscintillatieteller wordt gemeten.

¹NDRIS = **Nationaal Dosis Registratie- en Informatie Systeem**

Gegevens:

- Ga er in alle berekeningen van uit dat er één besmetting, 7 dagen voor de controle, heeft plaatsgevonden.
- Urineproductie per dag is 1400 mL.
- Het detectierendement van de vloeistofscintillatieteller is voor urinemonsters met ^{32}P : $\epsilon = 0,80$ cpm/dpm.
- De gegevens uit het Handboek Radionucliden mogen worden gebruikt voor deze urinemonsters.

Vraag 1.2a

Bereken de activiteit van het nuclide ^{32}P die een werknemer moet inhaleren om een effectieve volgdosis van $10 \mu\text{Sv}$ te ontvangen.

Vraag 1.2b

Bereken welke activiteit hiervan in het urinemonster zou terecht komen.

Het monster wordt 10 minuten gemeten. Tijdens een zeer langdurende meting is het achtergrondteltempo bepaald op $10,0$ cpm.

Vraag 1.3

Zou de hierboven berekende activiteit in het betreffende urinemonster te meten zijn? Als significant wordt aangehouden: een betrouwbaarheidsinterval van 3σ boven het achtergrondteltempo.

Omdat men vermoedt dat het achtergrondteltempo fluctueert, wordt de achtergrond na elke meting van een urinemonster opnieuw kortdurend gemeten.

Op een maandagochtend worden de volgende metingen gedaan:

- Een urinemonster wordt gedurende 10 minuten geteld, met als uitkomst: $13,1$ cpm.
- Direct daarna wordt gedurende 10 minuten het achtergrondteltempo gemeten met als uitkomst: $9,3$ cpm.

Vraag 1.4

Bereken de activiteit in het urinemonster en de spreiding in dit antwoord. Levert berekening van de effectieve volgdosis vanuit deze activiteit een waarde die aan het NDRIS gemeld dient te worden?

Vraagstuk 2 Hout uit Letland

Een inwoner van Diemen heeft in 2010 de brandweer gebeld. Hij had eerder haardhout gekocht en was door berichten in de media bang geworden dat het haardhout besmet was met radioactieve stoffen. Het haardhout kwam oorspronkelijk uit Letland en was daar in groei tijdens de ramp in Tsjernobyl. De inwoner had in 2010 twaalf zakken hout in de tuin liggen met een massa van 15 kg elk.

De Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS) is destijds na de oproep ter plaatse gekomen en heeft een maximaal omgevingsdosisequivalenttempo gemeten van netto 0,45 $\mu\text{Sv/h}$ op 10 cm van het oppervlak van een zak hout.

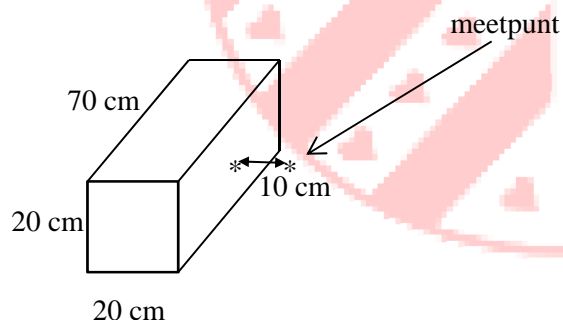
Omdat het hout met een verhoogd stralingsniveau was aangetroffen bij een particulier werd de toenmalige Inspectie Milieuhygiëne gewaarschuwd. De Inspecteur Milieuhygiëne heeft uitleg gegeven aan de inwoner van Diemen over de mogelijke risico's van hout uit de omgeving van Tsjernobyl. De inspecteur heeft verboden het hout te gebruiken om de kachel mee te stoken. Daarnaast heeft hij het RIVM gevraagd om het hout te komen ophalen en op een verantwoorde manier af te voeren.

In dit vraagstuk probeert u de onderliggende argumenten voor de beslissing van de inspecteur te achterhalen.

Gegevens:

- **Bijlage blz. 8-9** : Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (2^e druk 2007), blz. 172–173, gegevens ^{137}Cs .
- Het maximaal gemeten omgevingsdosisequivalenttempo kan gebruikt worden als goede schatter voor het omgevingsdosisequivalenttempo.
- Er blijkt voornamelijk ^{137}Cs aanwezig te zijn in/op het hout. Overige radionucliden kunnen verwaarloosd worden in deze vraag.
- Transmissie van de door ^{137}Cs uitgezonden fotonenstraling door hout is 1.
- Het gemiddeld achtergrond omgevingsdosisequivalenttempo in de buitenlucht in Nederland bedraagt 70 nSv/h.

Figuur 1 Schets van zak hout en meetpunt.



De AGS heeft metingen gedaan op 10 cm afstand van het oppervlak van de zak hout (zie Figuur 1). Omdat deze zak hout een afmeting heeft van 20 cm diepte, 20 cm breedte en 70 cm hoogte kan de puntbronbenadering niet worden gebruikt. De puntbronbenadering mag alleen worden gebruikt als de afstand tot de zak hout gelijk of groter is dan 5 keer de maximale afmeting van de zak hout. Volgens DOVIS-B² mag in het geval dat de maximale afmeting (L_{max}) van een bron kleiner is dan 5 keer de minimale afmeting van die bron (L_{min}) de plaatbronbenadering toegepast worden met behulp van de volgende formule.

$$\dot{H}^*(10, g) = \frac{4 \cdot A}{(L_{min})^2} \cdot h(10) \cdot \ln\left(\frac{(L_{min})^2}{4g^2} + 1\right) \cdot T$$

In deze formule is L_{min} de kleinste afmeting van de plaat (in m) en g de afstand tot het middelpunt van de plaat (in m). Verder is A de activiteit (in MBq), $\dot{H}^*(10, g)$ het omgevingsdosisequivalenttempo (in $\mu\text{Sv/h}$) op afstand g (in m), $h(10)$ de omgevingsdosisequivalenttempoconstante (in $\mu\text{Sv/h}$ per MBq op 1 m) en T de transmissie voor fotonen vanuit de plaatbron.

Hoewel de zak hout feitelijk niet beschouwd kan worden als plaatbron, wordt er uit praktisch oogpunt toch gekozen voor deze benadering. De afstand g (in m) is in dit geval gelijk aan de afstand van het meetpunt tot het middelpunt van de zak hout.

Vraag 2.1

Toon aan dat de activiteit van het ¹³⁷Cs in/op het hout gelijk is aan 0,22 MBq. Gebruik hiervoor het scenario van een plaatbron.

Vraag 2.2

Toon aan dat de AGS geen meting volgens het puntbronbenaderingmodel had kunnen uitvoeren. Ga er hierbij vanuit dat een meting pas significant verschillend ten opzichte van de achtergrond is wanneer het achtergrond omgevingsdosisequivalenttempo ten minste één maal verhoogd is.

Vraag 2.3

Is de voorraad hout vrijgesteld volgens de vrijstellingsgrenzen van het Besluit stralingsbescherming?

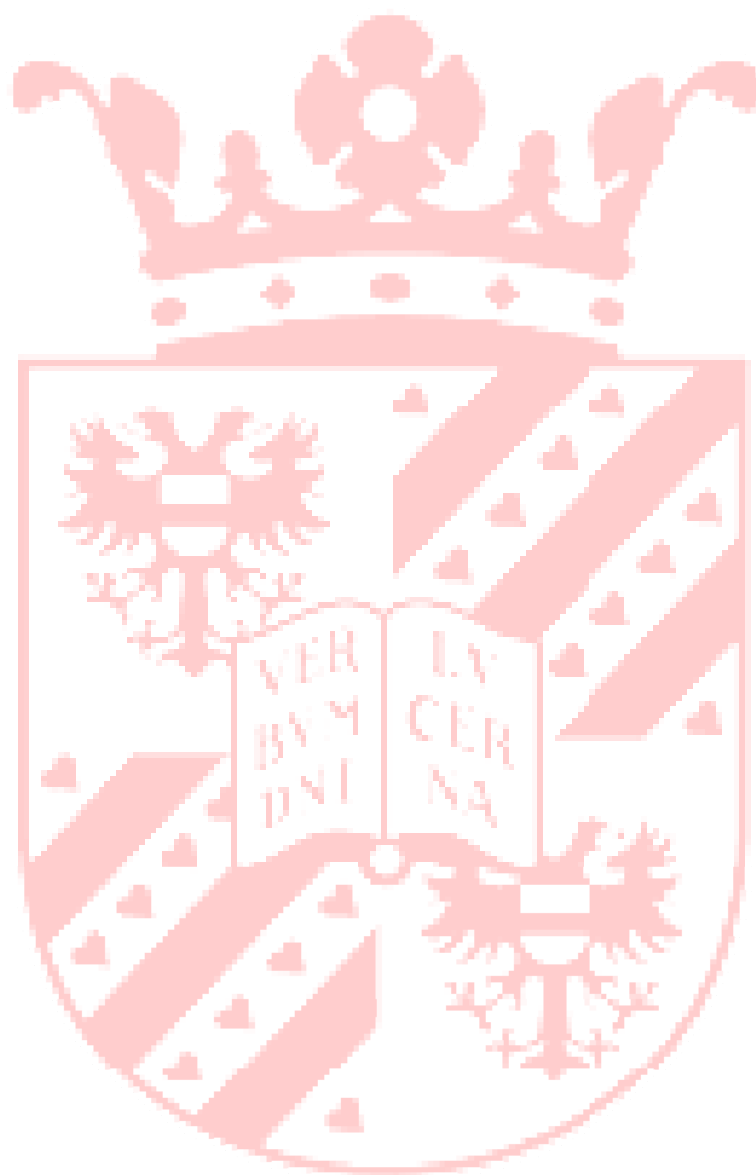
Stel dat de inwoner niet bedacht was op het besmettingsgevaar van het hout en dit hout geheel in de haard had verstookt. Neem aan dat zijn buurman in dat geval 0,1% van de verstookte activiteit inademt.

Vraag 2.4

Bepaal in het geval dat het hout geheel in de haard was verstookt de grootte van de effectieve volgdozis voor de buurman.

² Dosisberekening voor de Omgeving bij Vergunningverlening Ioniserende Straling – DOVIS Deel B: Externe Straling, J.F.A. van Hienen et al. (2002)

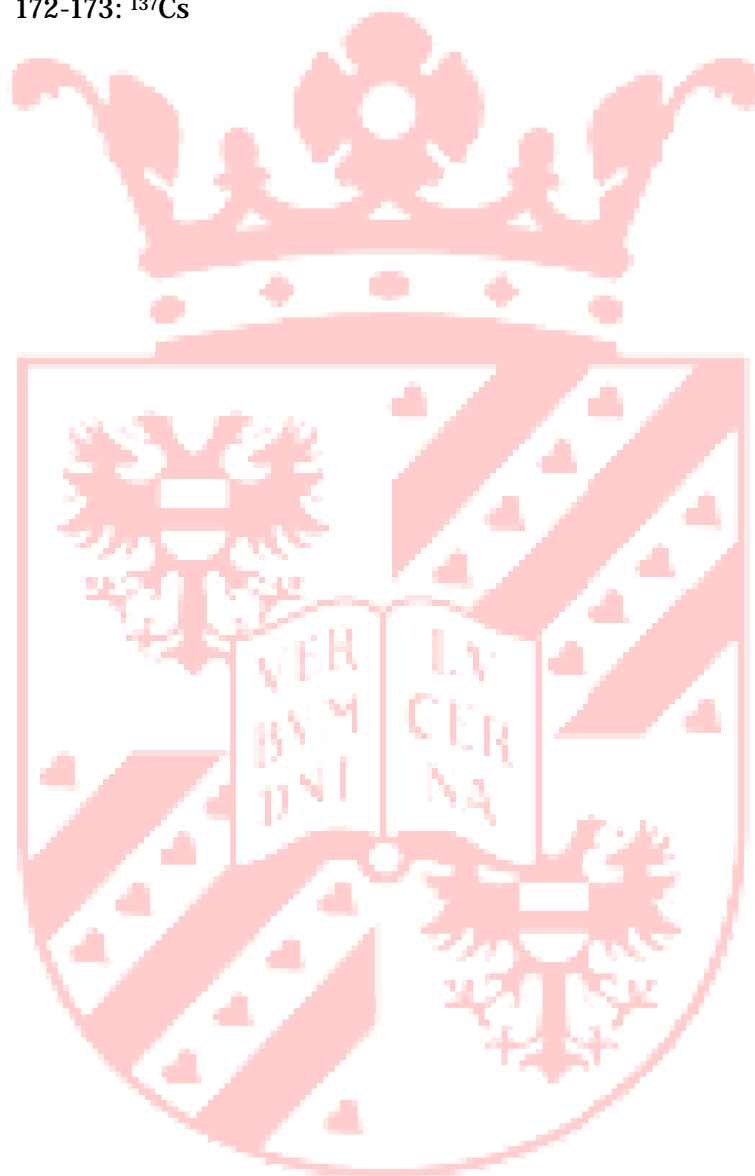
BIJLAGE bij vraagstukken
Nascholingsmiddag Stralingsdeskundigen RUG/SBE 2015



INHOUDSOPGAVE

Pagina

- 3-4 Handboek Radionucliden, A.S. Keveling Buisman (2^e druk 2007), blz. 32-33: ³²P
- 5-7 Vergunningsbijlage 'Bijlage radionuclidenlaboratoria', blz. 10, 11, 12
- 8-9 Handboek Radionucliden, A.S. Keveling Buisman (2^e druk 2007), blz. 172-173: ¹³⁷Cs



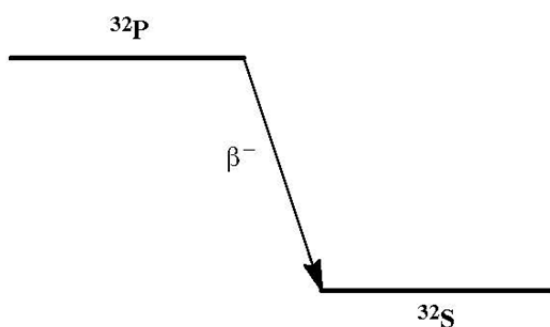


Halveringstijd en vervalconstante

$$T_{1/2} = 14,29 \text{ d} = 1,23 \times 10^6 \text{ s}$$

$$\lambda = 5,61 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

Vervalschema (vereenvoudigd)



Belangrijkste uitgezonden straling

Straling	y (Bq·s) ⁻¹	E (keV)
β ⁻	1,000	695 1710

Diversen

Specifieke activiteit	$A_{sp} = 1,06 \times 10^{16} \text{ Bq/g}$
Vrijstellingsgrenzen	$C_v = 10^3 \text{ Bq/g}$ en $A_v = 10^5 \text{ Bq}$
Huidbesmetting	$H_{huid} = 6 \times 10^{-10} \text{ Sv/s per Bq/cm}^2$
Wondbesmetting; Injectie	$e(50) = 2,2 \times 10^{-9} \text{ Sv/Bq}$
Vervoer	$A_1 = 0,5 \text{ TBq}$
	$A_2 = 0,5 \text{ TBq}$

Productie en toepassingen

Het radionuclide ³²P is een activeringsproduct. Het nuclide wordt toegepast bij medisch-biologisch onderzoek als merker.

Metabool model

Voor stralingshygiënische doeleinden wordt aangenomen dat fosfor zich vanuit het bloed als volgt verdeelt: 15% directe uitscheiding, 15% naar intracellulaire vloeistof, 40% naar zacht weefsel en 30% naar bot. De aangenomen biologische halveringstijden zijn:

Bloed	0,5 d
Intracellulair	2 d
Zachte weefsel	19 d
Bot	oneindig

Ingestie- en longzuiveringsklassen

Ingestie		
Alle verbindingen	$f_1 = 0,8$	
Inhalatie		
Fosfaat van Zn, Sn, Mg, Fe, Bi, lantaniden	$f_1 = 0,8$	Klasse M
Overige verbindingen	$f_1 = 0,8$	Klasse F

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

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

Gegevens voor urine-analyse

Na eenmalige inname

Tijd (d)	Urine-uitscheidingstempo (Bq/d per Bq inname)		
1	$8,5 \times 10^{-2}$	$4,9 \times 10^{-2}$	$3,6 \times 10^{-2}$
2	$5,2 \times 10^{-2}$	$2,8 \times 10^{-2}$	$2,3 \times 10^{-2}$
3	$3,1 \times 10^{-2}$	$1,7 \times 10^{-2}$	$1,4 \times 10^{-2}$
5	$1,6 \times 10^{-2}$	$8,9 \times 10^{-3}$	$7,2 \times 10^{-3}$
7	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,6 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$

Vergunningsbijlage 'Bijlage radionuclidenlaboratorium', blz.10, 11, 12

2.2 Criteria ten aanzien van inwendige besmetting

2.2.1 Methode van begrenzing van de individuele handelingen

Voor de indeling van de handelingen is het risico op inwendige besmetting van belang. Bij de indeling is er vanuit gegaan dat inwendige besmetting in een radiologische werkruimte kan ontstaan door radioactieve stoffen die bij de handelingen worden verspreid. Zoals reeds gesteld, zal in het algemeen de mogelijke stralingsdosis, die ontstaat ten gevolge van inhalatie van een radioactieve stof door de daar aanwezige werknemers, bepalend zijn voor het risico. Wanneer wordt verwacht dat het risico vooral wordt bepaald door ingestie, dan zal dit moeten worden aangetoond en zal een andere systematiek moeten worden gekozen.

De hoeveelheid die kan worden geïnhaleerd, hangt af van de verspreidingskans bij een handeling, van de bescherming die de laboratoriumruimte biedt en van de lokale ventilatievoorziening. Voor de stralingsdosis die door een bepaalde inwendige besmetting wordt veroorzaakt, is de radiotoxiciteit van de geïnhaleerde stof van belang. Met het oog op het risico van inwendige besmetting zijn voor B-, C- en D- werkruimtes de toegestane werkhoeveelheden gebaseerd op de inhalatiedosiscoëfficiënt, verder aangeduid met $e(g)_{inh}$, voor stochastische effecten. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van deze $e(g)_{inh}$. De waarden hiervoor zijn gegeven in tabel 5 van bijlage 4 van het Besluit stralingsbescherming (Stb. 397, 2001). De feitelijke begrenzing wordt uitgedrukt in radiotoxiciteitsequivalenten voor inhalatie [Re_{inh}].

Met formule (2.1) kan de waarde worden bepaald van de maximaal toegelaten hoeveelheid toe te passen activiteit uitgedrukt in radiotoxiciteitsequivalent voor inhalatie [Re_{inh}] onder bepaalde genomen maatregelen of omstandigheden. Het betreft met name de kans op verspreiding, de bescherming door de ruimte en de lokale ventilatie. In deze formule zijn parameters opgenomen betreffende genoemde aspecten:

$$X_{max,j} = 0,02 * 10^{p+q+r} [Re_{inh}] \quad (2.1)$$

waarin:

$X_{max,j}$	=	aantal radiotoxiciteitsequivalenten [Re_{inh}] dat maximaal per handeling j tegelijkertijd mag worden toegepast (X is onafhankelijk van het radionuclide)
0,02	=	dosislimiet voor blootgestelde werknemers [Sv]
p	=	parameter voor de kans op verspreiding
q	=	beschermingsparameter van de werkruimte
r	=	parameter voor lokale ventilatievoorziening.

De maximale hoeveelheid radioactiviteit die van een radionuclide i onder die omstandigheden mag worden toegepast is derhalve, in formule:

$$A_{max,j,i} = \frac{X_{max,j}}{e(g)_{inh,i}} [Bq] \quad (2.2)$$

waarin:

$A_{max,j,i}$	=	maximaal toe te passen activiteit [Bq] voor handeling j en radionuclide i
$X_{max,j}$	=	aantal radiotoxiciteitsequivalenten [Re_{inh}] dat maximaal per handeling j tegelijkertijd mag worden toegepast (X is onafhankelijk van het radionuclide)
$e(g)_{inh,i}$	=	inhalatiedosiscoëfficiënt [Sv/Bq] voor stochastische effecten van radionuclide i .

De $e(g)_{inh}$ en de parameters p , q en r worden hierna toegelicht.

Eerst worden de verschillende parameters uit de formule beschreven. Daarna wordt de berekening van de maximaal te gebruiken hoeveelheden behandeld.

2.2.2 Inhalatiedosiscoëfficiënt $e(g)_{inh}$

De waarde van de factor 10^{p+q+r} is de factor waarmee rekening moet worden gehouden bij de bepaling van de maximale hoeveelheid radioactiviteit waarmee mag worden gewerkt. Deze factor is een maat voor de hoeveelheid radioactiviteit die door besmetting een stralingsdosis kan veroorzaken.

Om de maximale hoeveelheid radioactiviteit te bepalen waarmee mag worden gewerkt moet de factor 10^{p+q+r} worden gedeeld door de inhalatiedosiscoëfficiënt $e(g)_{inh}$ en vermenigvuldigd met de dosislimiet voor blootgestelde werknemers voor stochastische effecten (0,02 Sv).

De inhalatiedosiscoëfficiënt $e(g)_{inh}$ wordt genomen uit tabel 5 van bijlage 4 van het Besluit stralingsbescherming.

2.2.3 Verspreidingsparameter p

De parameter p is ingevoerd om de kans op verspreiding van radioactieve stoffen in rekening te kunnen brengen. De kans op verspreiding hangt niet alleen samen met de vorm waarin de stof zich bevindt, maar eveneens met de aard van de handelingen. Hier wordt de parameter p bepaald door de kans op verspreiding van radioactieve stoffen bij bepaalde handelingen. Deze lijst is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Waarde van de verspreidingsparameter p voor bepaalde handelingen binnen het laboratorium.

TOEPASSING	p
Eenvoudige bewerking met gassen Hanteren van poeders in 'open' systeem bijvoorbeeld mengen of malen Vloeistof met temperatuur tegen kookpunt Sterk spattende bewerkingen	- 4
Labeling met vluchtig nuclide (bijv. jodium) Koken van vloeistoffen in 'gesloten' systeem Centrifugeren en mengen op vortex Eenvoudige bewerking van poeders in 'gesloten' systeem Opslag van edelgas in toediensysteem	- 3
Labeling met niet-vluchtig nuclide Eenvoudige chemische bepaling met tracers (bijv. RIA)	- 2
Eenvoudige handelingen in 'gesloten' systemen zoals: Elutie Tc-generator Optrekken van spuiten Labeling in gesloten systemen Kalibratie I-131 capsule Metingen aan stoffen in moeilijk verspreidbare vorm (bijvoorbeeld in ampul) Opslag van radioactief afval in werkruimte	- 1

Een bijzondere toepassing is de elutie van een Mo/Tc generator. De handelingen kunnen worden beschouwd als handelingen met Tc-99m. Voor de opslag moet uiteraard worden uitgegaan van Mo-99.

In de praktijk zullen bewerkingen, die niet in de lijst voorkomen, een p -waarde moeten krijgen die aan handelingen met een vergelijkbare kans op verspreiding is toegekend.

2.2.4 Beschermingsparameter q

De hoeveelheid radioactiviteit die in een bepaalde werkruimte mag worden gehanteerd, is onder andere afhankelijk van de parameter q voor de bescherming die de ruimte biedt. Hierbij wordt het effect in rekening gebracht van de bescherming door de aanwezige voorzieningen zoals ventilatie, onderdruk en bijvoorbeeld een sluis. Tevens wordt rekening gehouden met de deskundigheid van de toezichthouder, de indeling als blootgestelde werknemer en een strenger toelatingsregime. Voor q kunnen de volgende waarden worden gehanteerd:

- $q = 0$ Werkruimtes buiten het laboratorium-beheer
- $q = 1$ D-laboratorium
- $q = 2$ C-laboratorium
- $q = 3$ B-laboratorium.

2.2.5 Ventilatieparameter r

De parameter r voor de lokale ventilatievoorziening wordt als volgt ingevuld:

- $r = 0$ Voor het werken buiten de zuurkast zonder aanvullende ventilatievoorzieningen
- $r = 1$ Deze waarde mag worden gebruikt in geval van plaatselijke afzuiging of een zuurkast die niet is getest volgens DIN-12924, maar waarbij wel vaststaat dat minder dan 10% van de hoeveelheid stof die vrijkomt in de zuurkast, in de werkruimte komt
- $r = 2$ Dit geldt voor een goede zuurkast, waaronder wordt verstaan dat van de stof die vrijkomt in de zuurkast minder dan 1% in de werkruimte komt. Een zuurkast met een kwalificatie volgens DIN-12924 waarin geen opstelling is die de luchtstroom ernstig verstoort of een laminair air flow isolator (veiligheidskabinet klasse II) zullen in het algemeen aan deze norm voldoen
- $r = 3$ Gesloten werkkast. Hierbij wordt gedacht aan een klasse-III kabinet voor biologische veiligheid met een kwalificatie volgens NEN-EN 12469 of een gesloten laminair air flow isolator die aan deze eisen voldoet.

De waarde die mag worden ingevuld voor de bepaling van de maximaal toe te passen hoeveelheid, moet in relatie worden gezien met de waarde van q . Om te waarborgen dat de hoeveelheden die mogen worden toegepast in de verschillende categorieën van laboratoria evenwichtig zijn, moet de waarde van r worden begrensd afhankelijk van die categorie. Daarom mag de waarde van r bij berekeningen nooit groter worden genomen dan die van q . Uiteraard mogen betere voorzieningen (dus met een hogere r) wel worden gebruikt.

2.2.6 Maximaal toegestane hoeveelheid radioactiviteit voor bepaalde handelingen

Het aantal radiotoxiciteitsequivalenten $X_{j,i}$, overeenstemmende met een bij handeling j toe te passen hoeveelheid activiteit $A_{j,i}$ van radionuclide i komt overeen met:

waarin:
$$X_{j,i} = A_{j,i} * e(g)_{inh,i} \quad (2.3)$$

- $X_{j,i}$ = aantal radiotoxiciteitsequivalenten [Re_{inh}] dat wordt gehanteerd bij de handeling j met radionuclide i
- $A_{j,i}$ = activiteit [Bq] die per handeling j met radionuclide i tegelijkertijd wordt toegepast
- $e(g)_{inh,i}$ = inhalatiedosiscoëfficiënt [Sv/Bq] voor stochastische effecten van radionuclide i .

¹³⁷Cs

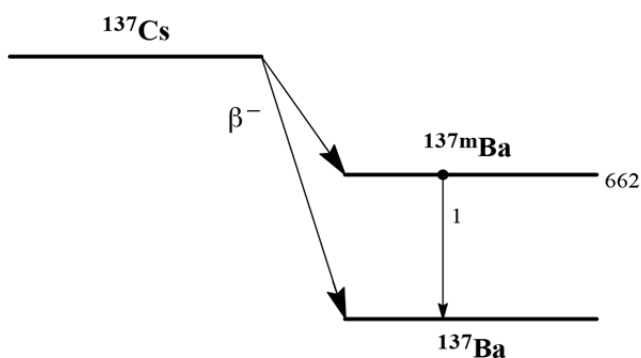
Z = 55

Halveringstijd en vervalconstante

$$T_{1/2} = 30,25 \text{ j} = 9,55 \times 10^8 \text{ s}$$

$$\lambda = 7,26 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$$

Vervalschema (vereenvoudigd)



Belangrijkste uitgezonden straling

Van ^{137m}Ba ($T_{1/2} = 2,55 \text{ m}$; $y = 0,946$):

Straling	$y \text{ (Bq}\cdot\text{s)}^{-1}$	$E \text{ (keV)}$	Straling	$y \text{ (Bq}\cdot\text{s)}^{-1}$	$E \text{ (keV)}$
β^-	0,946	173 512	γ_1	0,898	662
β^-	0,054	425 1173	ce K γ_1	0,083	624

Bronconstanten (van dochter ^{137m}Ba in evenwicht met ¹³⁷Cs)

Kermatempo in lucht	$k = 0,077 \text{ } \mu\text{Gy/h per MBq/m}^2$
Omgevingsdosisequivalenttempo	$h = 0,093 \text{ } \mu\text{Sv/h per MBq/m}^2$

Diversen

Specifieke activiteit	$A_{\text{sp}} = 3,19 \times 10^{12} \text{ Bq/g}$
Vrijstellingsgrenzen	$C_v = 10^1 \text{ Bq/g}$ en $A_v = 10^4 \text{ Bq}$
Huidbesmetting	$H_{\text{huid}} = 5 \times 10^{-10} \text{ Sv/s per Bq/cm}^2$ (incl. ^{137m} Ba)
Wondbesmetting; Injectie	$e(50) = 1,4 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq (incl. } ^{137\text{m}}\text{Ba)}$
Vervoer	$A_1 = 2 \text{ TBq}$ $A_2 = 0,6 \text{ TBq}$

Productie en toepassingen

Het radionuclide ¹³⁷Cs is een belangrijk splijttingsproduct. Het wordt onder meer gebruikt als gamma-referentiebron en als bron bij brachytherapie.

N = 82

^{137}Cs

Metabool model

Voor stralingshygiënische doeleinden wordt aangenomen dat cesium zich vanuit het bloed homogeen over alle organen/weefsels verdeelt.

De biologische halveringstijden zijn:

Fractie	$T_{1/2}$
0,1	2 d
0,9	110 d

Ingestie- en longzuiveringsklassen

Ingestie

Alle verbindingen $f_1 = 1$

Inhalatie

Alle verbindingen $f_1 = 1$ Klasse F

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

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

Gegevens voor totale-lichaamstelling

Na eenmalige inname

Tijd (d)	Lichaamsactiviteit (Bq per Bq inname)	
0,25	$1,0 \times 10^0$	$7,4 \times 10^{-1}$
1	$9,9 \times 10^{-1}$	$6,0 \times 10^{-1}$
2	$9,6 \times 10^{-1}$	$5,1 \times 10^{-1}$
3	$9,4 \times 10^{-1}$	$4,7 \times 10^{-1}$
5	$9,0 \times 10^{-1}$	$4,4 \times 10^{-1}$
7	$8,8 \times 10^{-1}$	$4,2 \times 10^{-1}$

