

Toezichthouder Stralingsbescherming

meet- en regeltoepassingen
verspreidbare radioactieve stoffen - D

Proefexamen

uitwerking open vragen

Frits Pleiter

Vraag 41

Tijdens onderhoud aan het röntgentoestel houdt de onderhoudsmonteur ongewild zijn hand in de directe bundel.

Equivalente dosistempo (in mSv per mAs) op 1 m vanaf het focus.

buisspanning	dikte aluminium filter		
	1 mm	2 mm	3 mm
50 kV	0,07	0,05	0,03
70 kV	0,15	0,09	0,05
90 kV	0,20	0,13	0,08

Verdere gegevens

buisspanning	90 kV
anodestroom	6 mA
filter	3 mm aluminium
belichtingstijd	0,3 seconde
afstand focus - huid	50 cm

Bereken de equivalente huiddosिस. (maximaal 4 punten)

Uitwerking van vraag 41

aflezen figuur B bij 90 kV en 3 mm aluminium
→ 0,08 mSv/mAs op 1 meter (1 pt)

mAs-waarde = 6 mA × 0,3 s = 1,8 mAs (1 pt)

equivalente dosis op 1 meter
= 0,08 mSv/mAs × 1,8 mAs = 0,14 mSv (1 pt)

equivalente dosis op 50 cm = 0,5 m
= 0,14 mSv × (1 m / 0,5 m)² = 0,56 mSv (1 pt)

Vraag 42

Tijdens de controle van lasnaden valt een ingekapselde ^{192}Ir -bron op straat. De bron wordt door de toezichthouder met gebruikmaking van afstandsgereedschap teruggelegd in de loodcontainer.

Verdere gegevens:

activiteit	100 GBq
bronconstante	$0,12 \mu\text{Sv m}^2 \text{MBq}^{-1} \text{h}^{-1}$
lengte afstandsgereedschap	50 cm
duur van de handeling	10 s
de toezichthouder is ingedeeld als blootgesteld A-werker	

Beantwoord de volgende vragen. (maximaal 6 punten)

- (a) bereken de effectieve dosis die de toezichthouder hierbij oploopt
- (b) bereken de tijd die de klus maximaal had mogen duren voordat de jaarlimiet voor de effectieve dosis van deze werknemer is bereikt

Uitwerking van vraag 42

$$\text{activiteit} = 100 \text{ GBq} = 100 \times 10^3 \text{ MBq} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\text{tijd} = 10 \text{ s} = 0,0028 \text{ h} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\begin{aligned} \text{equivalente dosis op 1 meter afstand} \\ &= 0,12 \mu\text{Sv m}^2 \text{ MBq}^{-1} \text{ h}^{-1} \times 100 \times 10^3 \text{ MBq} \times 0,0028 \text{ h} \\ &= 34 \mu\text{Sv} \end{aligned} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\begin{aligned} \text{equivalente dosis op 50 cm} = 0,5 \text{ m afstand} \\ &= 34 \mu\text{Sv} \times (1 \text{ m} / 0,5 \text{ m})^2 \\ &= 140 \mu\text{Sv} = 0,14 \text{ mSv} \end{aligned} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\text{jaarlímiet blootgesteld A-werker} = \mathbf{20 \text{ mSv}} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{maximale tijd} &= 0,0028 \text{ h} \times (20 \text{ mSv} / 0,14 \text{ mSv}) \\ &= 0,4 \text{ h} \end{aligned} \quad (1 \text{ pt})$$

Vraag 50

Als de verpleegkundige een patiënt wil injecteren met tetrofosfine dat gelabeld is met het radionuclide ^{99m}Tc , schiet de naald uit en injecteert hij zichzelf per ongeluk met een druppel van de injectievloeistof.

Verdere gegevens

activiteit injectievloeistof	600 MBq
volume injectievloeistof	2 ml
volume druppel	0,05 ml
$e(50)_{\text{injectie}}$	$1,1 \times 10^{-11}$ Sv/Bq
$e(50)_{\text{inhalatie}}$	$2,9 \times 10^{-11}$ Sv/Bq
de verpleegkundige is geen blootgesteld werknemer	

Beantwoord de volgende vragen. (maximaal 4 punten)

- bereken de activiteit van de druppel
- bereken de effectieve volgdoos ten gevolge van dit incident
- ga na of de jaarlimiet voor de verpleegkundige hierdoor wordt overschreden - motiveer uw antwoord

Uitwerking van vraag 50

activiteit van de druppel

$$= 600 \text{ MBq} \times (0,05 \text{ ml} / 2 \text{ ml})$$

$$= 600 \text{ MBq} \times 0,025 = 15 \text{ MBq}$$

(1,5 pt)

$$e(50) = e(50)_{\text{injectie}} = 1,1 \times 10^{-10} \text{ Sv/Bq}$$

(0,5 pt)

$$E(50) = 1,1 \times 10^{-11} \text{ Sv/Bq} \times 15 \times 10^6 \text{ MBq}$$

$$= 17 \times 10^{-5} \text{ Sv} = 0,17 \text{ mSv}$$

(0,5 pt)

jaarlímiet niet-blootgestelde werknemer = **1 mSv**

(1 pt)

→ de jaarlímiet is niet overschreden

(0,5 pt)

Vraag 51

In het radionuclidenlaboratorium wordt een niet-vluchtige verbinding gelabeld met het radionuclide ^{35}S .

Verdere gegevens:

laboratoriumklasse	D
werkplek	tafel
$e(50)_{\text{ingestie}}$	$1,4 \times 10^{-10}$ Sv/Bq
$e(50)_{\text{inhalatie}}$	$8,0 \times 10^{-10}$ Sv/Bq
werktijd per handeling	1 dagdeel = 4 uur per week
activiteit per handeling	100 kBq

Beantwoord de volgende vragen. (maximaal 6 punten)

- bereken de maximale activiteit A_{max} waarmee mag worden gewerkt
- bereken de bijdrage van deze handeling tot de belastingfactor B

Richtlijn radionuclidenlaboratoria

p	vorm van stof / werkzaamheden
-4	gas / poeder in open systeem vloeistof tegen kookpunt sterk spattende bewerkingen
-3	vluchtig nuclide (^3H -damp, jodium) poeders in gesloten systeem koken in gesloten systeem schudden, vortexen, centrifugeren opslag edelgas in gesloten systeem
-2	eenvoudige bewerking (RIA) labeling met niet vluchtig nuclide
-1	zeer eenvoudig nat werk pipetteren niet vluchtig nuclide bewerking in gesloten systeem elutie technetium optrekken injectiespuit, labeling in gesloten systeem meten aan gesloten ampul opslag in werkruimte

q	laboratorium
0	buiten laboratorium
1	D-laboratorium
2	C-laboratorium
3	B-laboratorium

r	lokale ventilatie
0	tafel zonder lokale afzuiging
1	tafel met lokale afzuiging zuurkast niet volgens NEN-EN 14175
2	zuurkast wel volgens NEN-EN 14175 laminaire air-flow isolator (klasse 2)
3	laminaire air-flow isolator (klasse 3) handschoenenkast

Uitwerking van vraag 51

labeling niet-vluchtige verbinding	$p = -2$	(0,5 pt)
D-laboratorium	$q = 1$	(0,5 pt)
tafel	$r = 0$	(0,5 pt)
$e(50) = e(50)_{\text{inhalatie}} = 8,0 \times 10^{-10} \text{ Sv/Bq}$		(1 pt)

maximale activiteit

$$A_{\text{max}} = 0,02 \times 10^{p+q+r} / e(50)_{\text{inhalatie}} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\begin{aligned} A_{\text{max}} &= 0,02 \times 10^{-2+1+0} / 8,0 \times 10^{-10} \\ &= 2,5 \times 10^6 \text{ Bq} = 2,5 \text{ MBq} \end{aligned} \quad (1,5 \text{ pt})$$

activiteit per handeling = 100 kBq = 0,1 MBq

werktijd per handeling = 4 uur per week

belastingfactor

$$\begin{aligned} B &= (4 \text{ uur} / 40 \text{ uur}) \times (0,1 \text{ MBq} / 2,5 \text{ MBq}) \\ &= 0,1 \times 0,04 = 0,004 \end{aligned} \quad (1 \text{ pt})$$