



Wetenschappelijk experiment met jodium in een zuur milieu

Examenvraag uit het juli-examen 2020 voor coördinerend deskundige (CD)

Opgave

Eén van de gouden regels in de radiochemie luidt: gebruik nooit een jodiumverbinding in zuur milieu. Maar zoals altijd zijn er uitzonderingen: het joderen van TTD-PC (een organisch molecuul)¹ kan alleen maar succesvol worden uitgevoerd in een azijnzure oplossing.

Om het risico op inwendige besmetting door het vrijkomen van jodium in dampvorm tot een minimum te beperken, is er een speciale werkwijze ontwikkeld waarbij alle chemische reacties plaatsvinden in een gesloten ampul.

Gegevens

- TTD-PC wordt geïodeerd met 110 MBq ^{125}I ;
- Het experiment wordt slechts één keer uitgevoerd;
- Handboek Radionucliden, A.S. Keverling Buisman (3e druk 2015), blz. 160 en 161, met alle gegevens met betrekking tot ^{125}I ;
- Vergunningsbijlage 'Bijlage radionucliden-laboratorium' (blz. 10, 11 en 12)

Vraag 2.1

Ga door berekening na of en zo ja, onder welke condities de hier beschreven jodering volgens de 'Bijlage radionucliden-laboratorium' is toegestaan.
Ga hierbij uit van de meest ongunstige longzuiveringsklasse.

Oplossing:

- Labelen vluchtig nuclide geeft een verspreidingsfactor p van -3
- De hoogste waarde van $e(50)_{w, \text{inhalatie}} = 1,4 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$ (voor I_2);
de radiotoxiciteitsequivalent $A_{\text{Re}(w)\text{inh}} = 7,1 \times 10^7 \text{ Bq} [1 \text{ Sv}/e(50)_{\text{Sv/Bq}}]$
- Toegestane $X_{\text{max}} = 0,02 \times 10^{p+q+r} \text{ Re}_{\text{inh}}$
- De toegestane activiteit $A_{\text{max}, j, i} = 0,02 \times 10^{p+q+r} / e(50)_{w, \text{inh}}$

Oplossing

Ingevuld: $A_{\max, j, i} = 0,02 \text{ (Sv)} \times 10^{-3+q+r} / 1,4 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq} \rightarrow 1,43 \times 10^{-3+q+r} \text{ Bq}$

Er wordt gewerkt met 110 MBq \rightarrow 'dus' $1,1 \times 10^8 \text{ Bq} < 1,43 \times 10^{3+q+r} \text{ Bq}$

Uit deze vergelijking volgt dat $q + r \geq 5$; omdat de ventilatiefactor r in relatie met de verspreidingsfactor q moet worden gezien, geldt ook dat $q \geq r$

Dit betekent derhalve: $q = 3$ en $r = 2$ (gekeurde zuurkast) of $r = 3$ (gesloten kast).

Conclusie: - dit experiment mag worden uitgevoerd en dient plaats te vinden in een B-laboratorium in een tenminste gekeurde zuurkast.
- uitgangspunt $p = -1$ (gesloten systeem): ook C-lab mogelijk.

Vraag 2.2a

Bereken de maximaal mogelijke effectieve volg dosis voor de onderzoeker als de ampul tijdens het experiment breekt. Ga ervan uit dat de zuurkast goed functioneert (d.w.z. zoals bedoeld in de Vergunningsbijlage, blz.12*).

De onderzoeker voert geen andere handelingen met radioactieve stoffen uit.

*Meest ongunstigste scenario: bij het breken van de ampul is alle activiteit in de vorm van jodiumdamp omgezet en daarvan komt 1% 'vrij' (corresponderend met een DIN-gekeurde zuurkast $\rightarrow r = 2$)

Oplossing

Uitgangspunt: de radiochemicus ademt alle vrijgekomen activiteit in!

$$A_{\text{inhalatie, max}} = 1\% \times 110 \text{ MBq} \rightarrow 1,1 \times 10^6 \text{ Bq}$$

$$E(50) = e(50)_{\text{w, inhalatie}} \times A_{\text{inhalatie, max}}$$

$$= 1,4 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq} \times 1,1 \times 10^6 \text{ Bq}$$

$$= 15 \text{ mSv}^{\text{stelling/vraag}}$$

N.B. Bij een foutieve $e(50) \rightarrow 1,1 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$ kom je op 12,1 mSv (ongunstigste longz. klasse)

Is onderstaande stelling juist of onjuist? (waarom?)

Aangezien 70% van de opgenomen activiteit van het jodium direct wordt uitgescheiden, is de werkelijke effectieve dosis geen 15 mSv, maar 'slechts' 4,5 mSv (30% van 15 mSv).

Juist / onjuist

N.B. Beantwoord de vraag online.

Vraag 2.2b (overeenkomstig opdracht 2)

Geef aan of de onderzoeker uitsluitend op grond van uw antwoord op vraag 1b als blootgestelde werknemer moet worden aangemerkt en zo ja, in welke categorie hij moet worden ingedeeld.

Benoem tevens één stralingsbeschermingsmaatregel die u voor dit specifieke experiment kunt nemen.

Oplossing

Dosislimiet voor niet-blootgestelde werknemer is 1 mSv.

‘Dus’: indeling als blootgestelde werknemer is noodzakelijk en wel in deze situatie als A-werker

Stralingsbeschermingsmaatregelen kunnen zijn:

- Experimentator vooraf expliciet nog eens instrueren m.b.t. de gevaren van het werken met vluchtige nucliden
- Adviseren gebruik te maken van een gesloten werkkast ($r = 3 \rightarrow 0,1\%_{inh}$)
- Monitoren van de luchtactiviteit of het dragen van adembescherming⁺¹
- Achteraf controle: monitoren van de schildklierdosis^{profylaxe?}