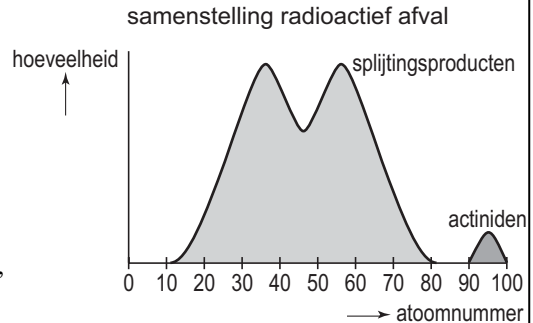


Opgave 4 Actiniden

Lees onderstaande informatie.

informatie

Bij het splijten van uraniumkernen in een kerncentrale ontstaat een grote verscheidenheid aan splijttingsproducten: stoffen met een atoomnummer variërend van ongeveer 15 tot 80. Zie de ‘kameelbulten’ in de grafiek hiernaast. Het merendeel van deze stoffen is radioactief en moet daarom worden opgeslagen. Daarnaast bevat het radioactief afval van kerncentrales isotopen met een hoog atoomnummer, de zogenaamde actiniden (het bultje rechts in de grafiek). Hoewel deze stoffen een relatief klein deel van het afval vormen, maakt juist hun aanwezigheid een eeuwenlange opslag van het afval noodzakelijk. De meeste actiniden hebben namelijk een zeer grote halveringstijd en vervallen uiteindelijk, via vele vervalstappen, tot een stabiel eindproduct. Men doet tegenwoordig onderzoek naar een methode om deze stoffen snel kwijt te raken.



Een voorbeeld van zo'n actinide is americium-241 dat in een aantal stappen vervalt tot het stabiele bismuth-209. Bij elke stap wordt of een α -deeltje of een β -deeltje uitgezonden.

Wanneer een kern een β -deeltje uitzendt, verandert het aantal nucleonen in de kern niet.

- 3p 16 Leg uit hoeveel α -deeltjes zijn uitgezonden gedurende het vervalproces van americium-241 naar bismuth-209.

Men onderzoekt de mogelijkheid om de langlevende actiniden om te zetten in stoffen die *snel* vervallen tot stabiele eindproducten. Daartoe bestraalt men de actiniden met neutronen. Sommige actiniden worden dan gespleten, bijvoorbeeld plutonium-238.

Als een plutonium-238-kern een neutron invangt, ontstaan twee nieuwe kernen. Daarbij komen drie neutronen vrij. Een van de nieuwe kernen is barium-144.

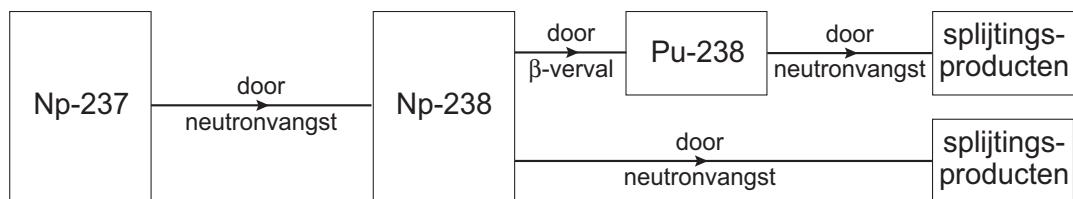
- 3p 17 Geef de reactievergelijking van deze splijting. (N.B. De isotopen in deze reactie staan niet in tabel 25 van Binas.)

Er zijn ook actiniden die zelf niet splijtbaar zijn. Ook zij worden met neutronen bestraald.

In een of meer tussenstappen veranderen ze in een isotoop die wel splijtbaar is.

In het schema van figuur 8 is neptunium-237 als voorbeeld genomen.

figuur 8



Neptunium-237 wordt door bestraling met neutronen volledig omgezet in neptunium-238. Neptunium-238 is wel splijtbaar; een deel wordt door de neutronenbestraling omgezet in splijttingsproducten. De rest van het neptunium-238 vangt geen neutron in maar gaat door β -verval over in plutonium-238.

Het feit dat neptunium-237 wel volledig en neptunium-238 niet volledig door neutronenbestraling wordt omgezet, heeft te maken met de halveringstijd van beide isotopen.

- 3p 18 Is de halveringstijd van neptunium-237 kleiner of groter dan de halveringstijd van neptunium-238? Licht je antwoord toe.

Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2006-II

havovwo.nl

Een argument tegen deze methode om actiniden met neutronen te bestralen is:
“Voor elke bestraalde actinide kern krijg je uiteindelijk twee radioactieve kernen in de vorm van splijttingsproducten terug.”

1p **19** □ Noem een argument dat je daar tegenin kunt brengen.

Bij de proefnemingen verpakt men de actiniden in stevige metalen doosjes van een materiaal dat gemakkelijk neutronen doorlaat. Men heeft ontdekt dat zich aan de binnenkant van het doosje, vlak onder het oppervlak, blaren vormen. Als de blaren openspringen, vormen zich daaronder nieuwe blaren waardoor de stevigheid van het doosje gevaar loopt. De blaren blijken gevuld te zijn met heliumgas. Zie figuur 9.

3p **20** □ Leg uit:

- Hoe het helium in zo'n blaar komt.
- Waarom de blaren alleen aan het binnoppervlak van het doosje ontstaan.

figuur 9

