

Opgave 3 Longonderzoek

Van de vloeistof rubidium (Rb) is een aantal isotopen radioactief. De isotoop rubidium-81 wordt in een kernreactor gemaakt en vervalt in het voor medische doeleinden geschikte radioactieve krypton-81^m. Dit is een kryptonisotoop, waarvan de kern zich in een aangeslagen energietoestand bevindt.

Het verval van het rubidium-81 naar krypton-81^m is op twee manieren mogelijk. De meest voorkomende mogelijkheid is door K-vangst.

3p **12** Wat gebeurt er bij K-vangst? Leg hierbij uit:

- wat er in de kern gebeurt;
- wat er in de elektronenwolk gebeurt;
- waarom daarbij straling vrijkomt.

De tweede mogelijkheid is door uitzending van een β^+ -deeltje.

We beschouwen een β^+ -deeltje dat na uitzending zover wordt afgeremd dat de kinetische energie verwaarloosbaar is. Dit β^+ -deeltje annihileert met een stilstaand elektron waarbij twee γ -fotonen met gelijke energie ontstaan.

4p **13** Bereken de frequentie van de fotonen die hierbij ontstaan.

Omdat de halveringstijd van het rubidium slechts 4,6 uur is, moet het snel van de kernreactor naar het ziekenhuis gebracht worden, zodat het dezelfde dag nog gebruikt kan worden.

3p **14** Bereken met welk percentage de activiteit van het rubidium-81 na 24 uur is gedaald.

Het radioactieve rubidium vervalt tot gasvormig radioactief krypton-81^m. Een patiënt ademt tijdens een longonderzoek via een masker voortdurend lucht met het radioactieve krypton in. Door vervolgens buiten het lichaam een opname van de straling uit de longen te maken, kan een arts vaststellen of de lucht wel in alle delen van de longen komt.

Een krypton-81^m-kern vervalt onder uitzending van γ -straling tot een kern krypton-81 die zich in de grondtoestand bevindt. De energie van de uitgezonden γ -fotonen is 0,190 MeV. Aangenomen mag worden dat de halveringsdikte van menselijk weefsel gelijk is aan die van water. Voor een duidelijke opname moet minstens 10% van de in de longen uitgezonden γ -fotonen uit het lichaam komen.

3p **15** Toon aan dat de energie van de γ -straling groot genoeg is om een duidelijke opname te verkrijgen. Maak hierbij gebruik van tabel 28E (vijfde druk) of 99D (vierde druk) van Binas.

Het krypton-81 is niet stabiel.

2p **16** Laat met een kernreactievergelijking zien welk isotoop ontstaat.