

Hulpmiddelen:
BiNaS en niet-grafisch rekenapparaat

Naam:

Voortgangstoets

NAT

6 VWO

Week 44

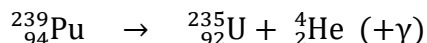
SUCCES!!!

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Opgave 1

Na het uiteenvallen van de Sovjet-Unie is er regelmatig radioactief materiaal naar West-Europese landen gesmokkeld. Zo werd in mei 1994 in Duitsland een man gearresteerd die een potje zogenaamd 'rood kwik' (kwikantimonaat) bij zich had. Dit potje bleek ook radioactief materiaal te bevatten, namelijk plutonium-239.

De vervalvergelijking van plutonium-239 is:



Om te onderzoeken of er radioactief materiaal in het potje zat, kon de politie kiezen tussen een badge en een GM-teller.

- Maak een keuze tussen deze twee hulpmiddelen en beargumenteer je keuze door beide hulpmiddelen met elkaar te vergelijken.
- Bereken** met behulp van het massadefect hoeveel energie bij het verval van plutonium-239 vrijkomt in joule.

Onderzoek wees uit dat de activiteit van het plutonium in het potje $1,4 \cdot 10^{10}$ Bq was.

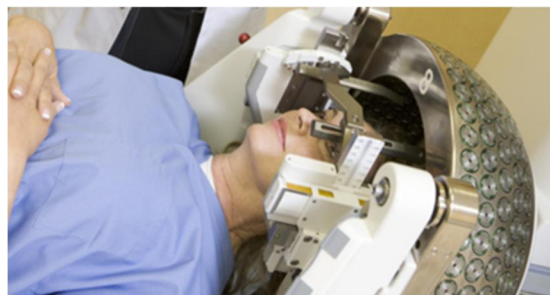
- Bereken** hoeveel gram plutonium-239 er tijdens het onderzoek in het potje zat. Het potje houdt alle α -straling tegen. Bij 0,0070% van de desintegraties ontsnapt een gammafoton van 0,030 MeV uit het potje. De smokkelaar hield het potje 1,0 uur in zijn hand die 20% van de gammastraling absorbeerde. De massa van zijn hand is 0,30 kg.
- Bereken** de geabsorbeerde dosis die de hand van de smokkelaar heeft ontvangen ten gevolge van de uit het potje naar buiten tredende straling van 0,030 MeV. Neem aan dat de activiteit van het potje constant was.

Opgave 2

Gamma-chirurgie ('gamma knife radiosurgery') wordt toegepast voor de behandeling van tumoren die kleiner zijn dan ongeveer 3 cm en in een gebied van de hersenen liggen dat moeilijk bereikbaar is tijdens een operatie.

Er wordt gebruikgemaakt van γ -straling die sterk geconcentreerd kan worden op het aangetaste gebied.

Tijdens de behandeling draagt de patiënt een speciaal soort helm waarin cobalt-60-bronnen geplaatst zijn. Zie bovenstaande afbeelding.



Cobalt-60 is een radioactieve stof die vervalft onder uitzending van β^- -straling en γ -straling. Het radioactieve verval van cobalt-60 kan op twee manieren verlopen. Deze manieren zijn weergegeven in nevenstaand schema, met 1 en 2.

Verreweg de meeste deeltjes vervallen volgens manier 1.

- a) Geef de vervalvergelijking van dit verval.
 b) **Bereken** de golflengte van γ_2 .

Noteer jouw antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

In nevenstaande afbeelding is de situatie schematisch weergegeven.

De γ -straling vanuit de cobalt-bronnen wordt sterk geconcentreerd op het deel van de hersenen waar zich een tumor bevindt. De gebruikte cobalt-bronnen hebben elk een activiteit van 1,1 TBq.

- c) **Bereken** de massa van het cobalt-60 in een bron.

Bij een bepaalde patiënt staat de opstelling zo afgesteld dat een bolvormige tumor met een diameter van 3,0 cm bestraald wordt.

Per seconde worden door de tumor $3,5 \cdot 10^9$ γ -fotonparen geabsorbeerd.

Om de tumor volledig te kunnen vernietigen is een stralingsdosis nodig van 150 Gy. Hiertoe moet de patiënt gedurende een bepaalde tijd bestraald worden.

- d) **Bereken** deze tijd. Gebruik voor de tumor de eigenschappen van water.

Ga uit van het verval volgens manier 1 (van bovenstaand vervalschema).

De cobalt-bronnen worden jaren achter elkaar gebruikt. Om in de loop van die jaren een gelijke stralingsdosis te kunnen realiseren is het noodzakelijk de bestralingstijd bij te stellen.

- e) **Leg uit** of deze bestralingstijd in de loop van de jaren langer of korter wordt.

