

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. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

### Opgave 1

Max is een groot vleesliefhebber vooral wild. Duitsland is een belangrijk gebied waar veel van het wild dat bij Nederlandse poeliers in de winkel ligt vandaan komt. Na het reactorongeluk in Tschernobyl in 1986 zijn bepaalde gebieden in Duitsland besmet geraakt met radioactief cesium-137. Wilde zwijnen kunnen vanwege hun voedingsgewoonten nog steeds belast zijn met radioactiviteit van dat reactorongeluk.

Cesium-137 vervalt met een halveringstijd van 30,2 y naar het stabiele barium-137. Dit gebeurt in twee stappen allereerst vervalt het cesium-137 naar een aangeslagen toestand van barium-137 ( $^{137m}\text{Ba}$ ). Vanuit de aangeslagen toestand vervalt barium-137m dan naar barium-137.

- Geef de vervalvergelijking voor het verval van cesium-137 naar barium-137m.
- Geef de vervalvergelijking voor het verval van barium-137m naar barium-137.
- Toon aan** dat er bij het verval van cesium-137 naar barium-137 in totaal 1,19 MeV aan energie vrijkomt.

Als een mens dit radioactief belast vlees eet zal het cesium-137 in het lichaam worden opgenomen, voornamelijk in de botten.

- Geef twee argumenten waarom de mens waarschijnlijk niet alle straling van het opgenomen cesium-137 zal absorberen.

De biologische halveringstijd voor cesium-137 bedraagt 110 dagen.

- Leg uit** wat dat betekent.

Voor de verkoop van wildzwijnvlees is een grenswaarde van 600 Bq/kg vastgelegd die niet mag worden overschreden. De massa van Max bedraagt 65 kg.

- Bereken** de geabsorbeerde dosis die Max oploopt gedurende het eerste jaar na het eten van 250 g wildzwijnvlees dat met 600 Bq/kg is belast.

Ga ervan uit dat de helft van de energie die bij één vervalgebeurtenis vrijkomt in het lichaam wordt geabsorbeerd en dat de gemiddelde activiteit gedurende het eerste jaar gelijk is aan 40% van de beginactiviteit.

In 2012 heeft het Bundesamt für Strahlenschutz een steekproef gedaan naar de belasting van wildzwijnvlees. Sommige waarden bedroegen wel 9,8 kBq/kg.

- Leg uit** of Max zich zorgen moet maken als hij 250 g van dergelijk zwaarder belast vlees eet.



## Opgave 2

Als je het kousje in een gaslamp moet vervangen, dan valt het gaasje in kleine stofdeeltjes uiteen. In deze opgave gaan we na wat het effect is van het inademen van een stofdeeltje van 1,5 microgram thorium-232 in vergelijking met het inademen van evenveel plutonium-240. Plutonium kan vrijkomen bij het opwerken van kernbrandstof of het ontploffen van een kerncentrale.

- Geef de vergelijking van het vervalproces van thorium-232.
- Bereken** de activiteit van het stofdeeltje thorium.

We nemen aan dat verreweg de meeste stralingsenergie geabsorbeerd wordt in een bolletje longweefsel.

- Leg uit** waarom dit een terechte aanname is.

Dit bolletje longweefsel (te vergelijken met water) heeft een volume van  $9,0 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3$ .

- Bereken** de equivalente dosis die het bestraalde weefsel ten gevolge van de uitgezonden  $\alpha$ -straling in 1,0 jaar oploopt.

