

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 Tsjernobyl 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}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

Begin november in 2006 kwam het isotoop polonium-210 groot in het nieuws vanwege de moord op de Russische ex-agent Alexander Litvinenko. De α -straler werd bij de ex-agent in het eten gedaan, waarna deze binnen drie weken kwam te overlijden aan de gevolgen daarvan.



- Geef de vervalvergelijking van polonium-210.
- Bereken** hoeveel energie bij het verval van een polonium-210-kern vrijkomt.

De bij b berekende waarde is groter dan de in BiNaS vermelde waarde van 5,407 MeV.

- Leg uit** waarom de waarde die in BiNaS staat vermeld iets kleiner is dan de bij b berekende waarde.

In de krant was ten tijde van deze moordzaak onderstaande te lezen:

“Omdat polonium-210 zeer snel vervalt, is de stralingsintensiteit ook zeer hoog. Om een dodelijke dosis te veroorzaken is slechts 0,1 miljoenste deel van een gram nodig. “

“In de ruimtevaart dient polonium-210 als lichtgewicht energiebron. Eén gram polonium-210 kan 144 W aan warmte produceren.”

- Bereken** de activiteit van 1,0 g polonium-210.

Bij opname van polonium-210 in het lichaam is een activiteit van 15 MBq al dodelijk.

- Toon aan** dat de in de krant vermelde hoeveelheid van 0,1 miljoenste deel van een gram voldoende is als dodelijke hoeveelheid.
- Geef een reden waarom het hanteren van polonium-210 voor de moordenaar relatief ongevaarlijk is.
- Ga of de in het krantenartikel vermelde warmteproductie van 140 W klopt.