

Hulpmiddelen:
BiNaS en niet-grafisch rekenapparaat

Naam:

Voortgangstoets

NAT

4 VWO

Week 41

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

Max is een groot vleesliehebber 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

Brachytherapie staat voor inwendige bestraling. Het is een vorm van radiotherapie waarbij een stralingsbron enige tijd in, of in de nabijheid, van ziek weefsel wordt gebracht.

Er zijn twee varianten voor de behandeling van prostaatkanker.

De zogenaamde LDR- (Low Dose Rate, oftewel laag dosistempo) en de HDR- (High Dose Rate, oftewel hoog dosistempo) behandeling.

In het geval van een HDR-behandeling worden iridium-192 bronnen via holle naalden enige tijd in en/of rond het ziek weefsel geplaatst. In

nevenstaande afbeelding zie je hoe dit wordt toegepast als behandeling tegen prostaatkanker.

Allereerst worden de naalden (zonder de bron) precies op de juiste plek ingevoerd. Daarna worden de bronnen gedurende een paar minuten via deze buizen in de nabijheid van het zieke weefsel gebracht. Deze behandeling wordt dan over een periode van meerdere dagen of weken een paar keer herhaald.



a) Geef de mogelijke vergelijkingen voor het verval van iridium-192.

De β -deeltjes bij dit verval hebben een energie van slechts 0,6 MeV. β -deeltjes met zo'n lage energie komen in het weefsel maar ongeveer 3 mm ver. Als je bedenkt dat de bron in een capsule zit komen ze nog minder ver, waardoor ze aan de behandeling van de prostaat geen bijdrage leveren. Het zijn de fotonen, die ten gevolge van het radioactief verval vrijkomen, die voor de eigenlijke dosis zorgen bij deze vorm van bestraling.

Bij één sessie van een bepaalde behandeling moet een stuk weefsel met een massa van 30 g een dosistempo van 20 Gy per uur ontvangen. De behandeling duurt 10 minuten. De gemiddelde energie van de hierbij uitgezonden γ -deeltjes is 350 keV. Neem aan dat alle uitgezonden straling door het stukje weefsel wordt opgenomen.

b) **Bereken** de gemiddelde activiteit die het ingebrachte iridium moet hebben.

Noteer jouw antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

De activiteit van het iridium-192 daalt in de loop van de tijd. Met hetzelfde iridiumpreparaat wordt de behandeling precies vier weken later herhaald. Men wil dan dezelfde stralingsdosis toedienen aan hetzelfde stukje weefsel.

c) **Bereken** hoe lang de behandeling dan moet duren.