

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

Met een zogenaamde gammacamera kan een opname gemaakt worden van het hart. In de gammacamera zit een film die gevoelig is voor γ -straling.

Enige tijd voordat de opname gemaakt wordt, krijgt een patiënt een oplossing van kaliumchloride toegediend. Deze oplossing is 'gemerkt' met het radioactieve kalium-43.

Kalium, en dus ook kalium-43, wordt door goed werkende hartspieren beter opgenomen dan door slecht werkende hartspieren. Kalium-43 vervalt onder uitzending van β -straling en γ -straling.

a) Geef de vervalreactie van kalium-43.

Van een bepaalde hoeveelheid kalium-43 is de activiteit als functie van de tijd gemeten. Dit is weergegeven in onderstaande afbeelding.

Voor de activiteit van een radioactieve bron geldt:

$$A(t) = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} \cdot N(t)$$

Hierin is:

- A(t) de activiteit in Bq;
- $t_{1/2}$ de halveringstijd in s;
- N(t) het aantal aanwezige radioactieve kernen.

Tijdens het maken van de opname is de activiteit van het kalium-43 in het hart op een bepaald tijdstip 0,11 MBq.

b) **Bepaal** de massa van het kalium-43 dat op dat tijdstip in het hart aanwezig is.

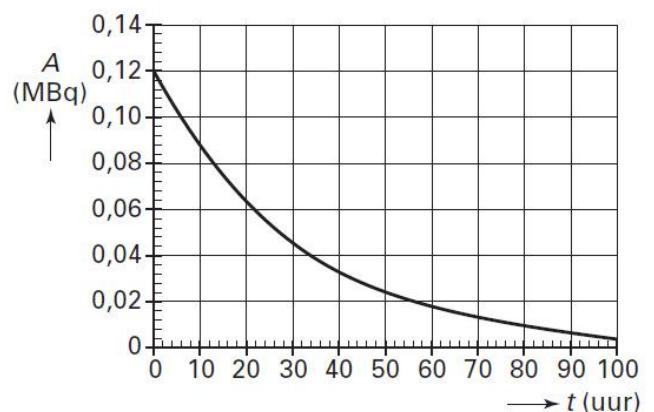
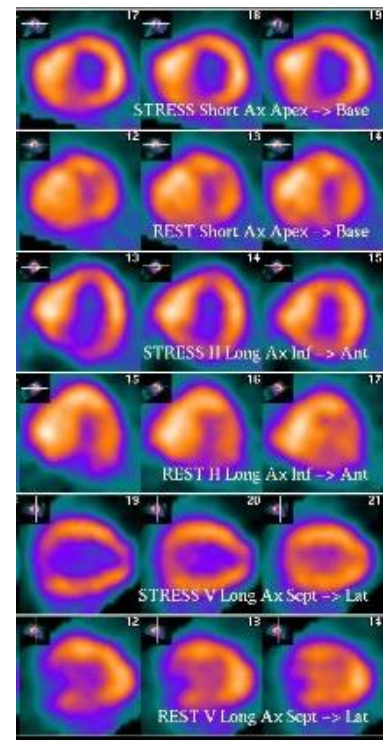
De β -straling die het radioactieve kalium uitzendt, zorgt voor een extra stralingsbelasting van het hart. Het totaal

aantal kernen kalium-43, dat door het hart is opgenomen en daar vervalt, bedraagt $8,0 \cdot 10^9$. Neem aan dat 70% van de β -straling door het hart geabsorbeerd wordt.

Het hart heeft een massa van 250 g. De stralingsweegfactor van β -straling is 1.

De β -deeltjes hebben een energie van $1,3 \cdot 10^{-13}$ J.

c) Geef op grond van een **berekening** aan of je bij het maken van deze hartfoto het gezondheidsrisico voor de patiënt aanvaardbaar vindt.

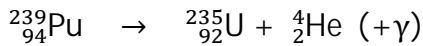


Opgave 2

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.

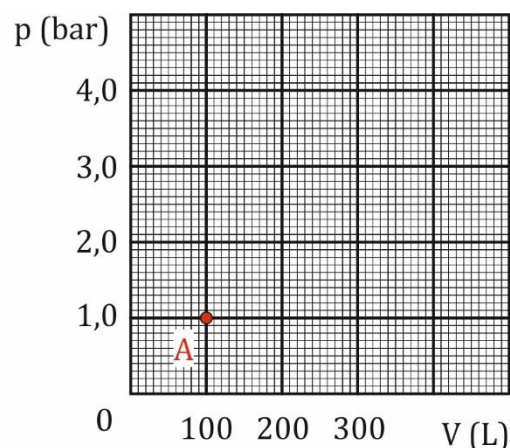
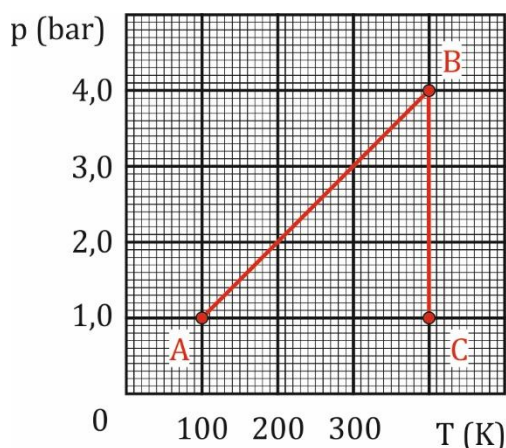
Onderzoek wees uit dat de activiteit van het plutonium in het potje $1,4 \cdot 10^{10}$ Bq was.

- 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 3

Deze opgave gaat over een afgesloten hoeveelheid ideaal gas. Daarvan wordt de druk en de temperatuur gevarieerd volgens onderstaand (p,T)-diagram.

Het gas wordt vanuit toestand A in toestand B en tenslotte in toestand C gebracht.



Teken de bijbehorende (p,V)-grafiek in het ernaast weergegeven diagram.