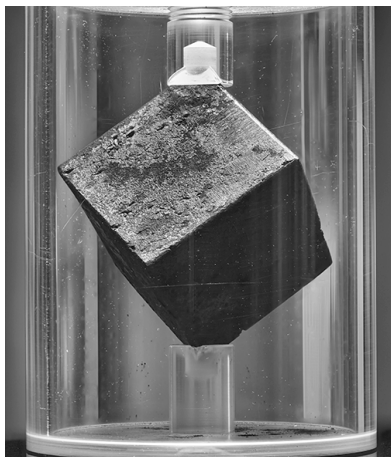


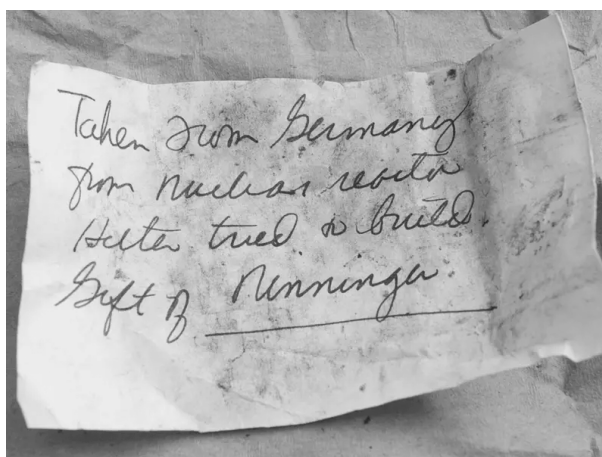
Uraniumkubus

In 2013 werd een kubus van uranium met een mysterieus briefje afgeleverd bij de Universiteit van Maryland. Zie figuren 1 en 2. Op het briefje stond 'Afkomstig uit een kernreactor die Hitler probeerde te bouwen.'

figuur 1



figuur 2



De universiteit kreeg meer identieke blokjes. Om te achterhalen of de stelling op het briefje waar was, zijn onderzoekers later verschillende metingen gaan uitvoeren.

De onderzoekers wilden nagaan:

- of het blokje uit puur uranium (uraan) bestaat.
- of er in dit blokje kernsplijting heeft plaatsgevonden.
- of dit blokje uranium rond 1945 geproduceerd kan zijn.

De massa van de massieve kubus is 2,27 kg en de zijden hebben een lengte van 5,08 cm.

3p 8 Ga met een berekening na of de kubus uit puur uranium (uraan) bestaat.

Als uranium in een kernreactor gebruikt wordt, vindt een proces genaamd kernsplijting plaats. Bij deze kernsplijting ontstaat onder andere het radioactieve Cs-137. De onderzoekers willen dus weten of er Cs-137 in de kubus aanwezig is.

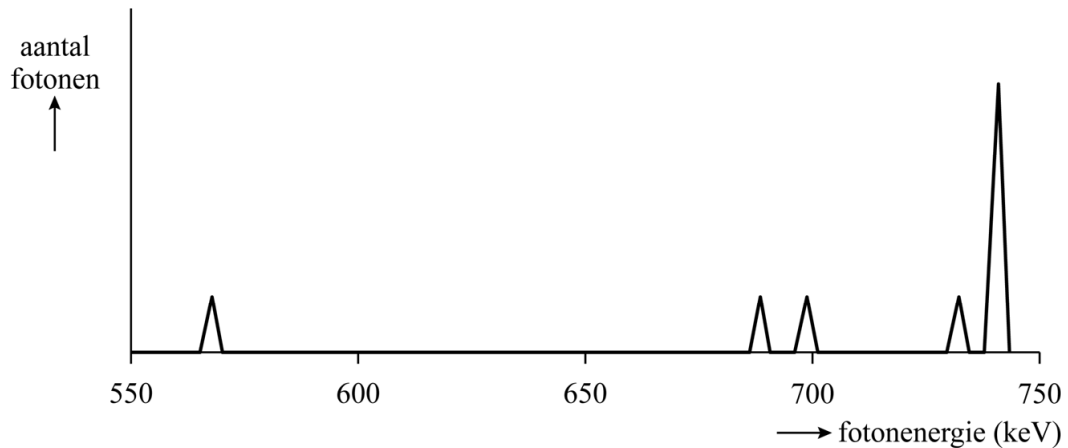
Als Cs-137 vervalst, komt daarbij ook gammastraling vrij.

3p 9 Geef de volledige vergelijking van de vervalreactie van Cs-137.

De gammafotonen die vrijkomen bij verval van Cs-137 hebben een golflengte van $1,875 \cdot 10^{-12}$ m.

Om te bepalen of er Cs-137 in de kubus aanwezig is, hebben de onderzoekers gemeten hoeveel gammafotonen de kubus uitzendt bij verschillende foton-energieën. Het resultaat hiervan staat in figuur 3.

figuur 3



Hun conclusie na het bestuderen van figuur 3 was dat er geen Cs-137 aanwezig is in de kubus.

3p **10** Toon dat aan met een berekening en figuur 3.

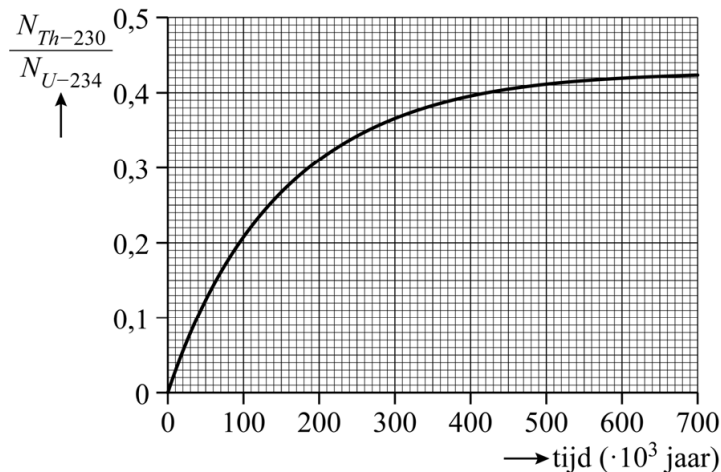
De afwezigheid van Cs-137 in de kubus heeft twee mogelijke verklaringen:

- I Alle Cs-137-atomen zijn vervallen sinds de mogelijke productie in 1945.
- II De kubus is niet gebruikt voor kernsplijting.

2p **11** Leg uit waarom verklaring I niet kan kloppen.

Omdat er van nature een kleine hoeveelheid U-234 aanwezig is in uranium, konden de onderzoekers dit gebruiken om de leeftijd van de kubus te bepalen. Dat deden ze door het verloop van de hoeveelheid U-234 en het vervalproduct Th-230 sinds de productie van het uraniumblokje te modelleren. Het model gaat ervan uit dat Th-230 alleen afkomstig is vanuit het verval van U-234. In figuur 4 is het resultaat te zien. Op de verticale as staat de verhouding tussen het aantal kernen van Th-230 en van U-234. Op de horizontale as staat de tijd sinds de productie van het uraniumblokje.

figuur 4



Voor het model zijn de onderzoekers uitgegaan van de volgende aannames:

- 1 U-234 is instabiel.
- 2 Bij de productie van het blokje was de hoeveelheid Th-230 verwaarloosbaar.
- 3 De halveringstijd van Th-230 is kleiner dan die van U-234.

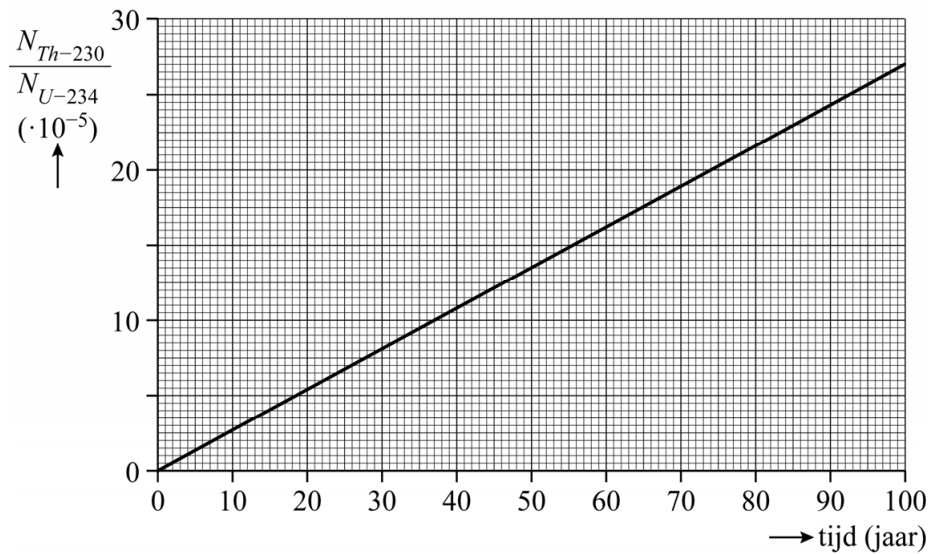
Op de uitwerkbijlage staat een tabel met enkele waarnemingen over de grafiek in figuur 4.

Bij elke waarneming hoort een van de aannames (1, 2 of 3).

- 1p **12** Vul in de tabel op de uitwerkbijlage bij iedere waarneming het nummer in van de aanname die erbij past.

Om te bepalen of de uraniumkubus in 1945 is geproduceerd, werd ingezoomd op de eerste honderd jaar in het diagram. Zie figuur 5.

figuur 5



Om de vraag te beantwoorden of het blokje uit 1945 dateert, hebben de onderzoekers in 2020 de hoeveelheid Th-230-atomen bepaald. Hierbij gingen ze uit van de volgende gegevens:

- 0,0055% van de massa van het blokje bestaat uit U-234-atomen.
- Het aantal U-234-atomen in het blokje blijft gedurende de eerste 100 jaar bij benadering gelijk.

Het blokje heeft een massa van 2,27 kg.

- 5p **13** Bepaal het aantal Th-230-atomen dat de onderzoekers volgens het model zouden meten als de kubus echt in 1945 is geproduceerd. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.