

Kernafval

In een kerncentrale wordt elektrische energie opgewekt door uraniumkernen te splijten. Als een uraniumkern wordt beschoten met neutronen, splitst de uraniumkern in andere atoomkernen en neutronen. De warmte die bij deze reactie ontstaat, wordt gebruikt om elektrische energie op de wekken.

Een voorbeeld van een splijtingsreactie is het splijten van uranium-235 in barium, een andere atoomkern en neutronen. Op de uitwerkbijlage staat deze splijtingsreactie deels weergegeven.

3p **20** Maak de reactievergelijking op de uitwerkbijlage compleet.

In een kerncentrale wordt een mengsel van de isotopen uranium-235 en uranium-238 gebruikt.

1p **21** Waarin verschillen de isotopen U-235 en U-238?

- A in aantal protonen
- B in aantal neutronen
- C in aantal elektronen
- D in aantal protonen en aantal elektronen

Als een neutron door U-238 wordt ingevangen, treedt er geen kernsplijting op. Er ontstaat dan U-239 dat in twee stappen vervalft tot Pu-239.

2p **22** Leg uit of U-239 een α - of een β -straler is.

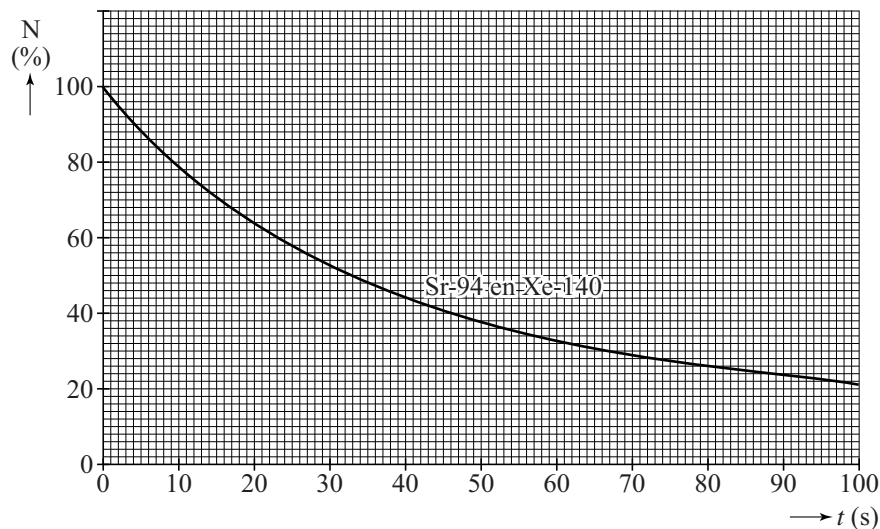
Na verloop van tijd is een deel van het U-235 gespleten en is de hoeveelheid U-235 in de splijtstof te laag om nog te gebruiken. De splijtstof wordt dan uit de reactor verwijderd. In onderstaande figuur is te zien waaruit de splijtstof dan nog bestaat.

figuur 1

soort	massapercentage
resterend uranium	95,4
splijtingsproducten	3,5
plutonium-239	1,0
overige	0,1

De splijtingsproducten bestaan vooral uit de kortlevende isotopen Sr-94 en Xe-140. Het verval van een bepaalde hoeveelheid van een mengsel van deze splijtingsproducten staat in figuur 2 weergegeven.

figuur 2



Iemand beweert dat dit mengsel van isotopen een constante halveringstijd heeft.

- 3p 23 Leg met behulp van figuur 2 uit of deze bewering juist of onjuist is.

Omdat plutonium-239 een lange halveringstijd heeft, wordt er onderzoek gedaan naar het (her)gebruiken of verminderen van deze stof. Plutonium kan opnieuw worden gebruikt als splijtstof in kerncentrales, maar plutonium kan ook gebruikt worden voor het maken van kernwapens. Daarom wil men de wereldvoorraad Pu-239 verminderen. Op dit moment is de wereldvoorraad Pu-239 ongeveer 100 ton. Deze voorraad past makkelijk in een klaslokaal.

Pu-239 heeft een dichtheid van $19,8 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

- 2p 24 Leg met behulp van een schatting uit dat 100 ton plutonium inderdaad in een klaslokaal past.

uitwerkbijlage

