

## Opgave 4 Radioactief afval

Radioactief afval van kerncentrales wordt bewaard in zogenaamde Castorvaten.  
Lees eerst het artikel.

artikel



Castorvaten worden gevuld met radioactief afval en naar een opslagplaats vervoerd. Dergelijke opslagplaatsen bevinden zich onder andere in de Duitse plaatsen Ahaus en Gorleben. Op de foto staan drie Castorvaten van het type V52 afgebeeld. Dat is een rond stalen vat met een dikke wand. De V52 is 5,45 m hoog en heeft een buitendiameter van 2,44 m. De wanddikte is 48 cm; de bodem en het deksel zijn elk ook 48 cm dik. Een leeg vat weegt 104 ton.

naar: [www.gns.de](http://www.gns.de)

Het vervoer van de Castorvaten van een kerncentrale naar de opslagplaats gebeurt per trein. De vaten mogen bij een eventuele botsing niet kapot gaan. Om de stevigheid van de vaten te controleren, heeft men een leeg Castorvat vanaf grote hoogte naar beneden laten vallen. Het vat botste tegen de grond met een snelheid van 450 km/h (en doorstond de klap).

- 4p **15**  Bereken op welke hoogte het vat is losgelaten. Verwaarloos daarbij de luchtweerstand.

Radioactief afval van een kerncentrale bevat veel verschillende radioactieve isotopen. Eén van die isotopen is kobalt-60.

- 3p **16**  Geef de vervalvergelijking van kobalt-60.

Als een Castorvat met radioactief afval gevuld is, wordt vrijwel alle straling die bij het verval van de radioactieve isotopen vrijkomt in het vat zelf geabsorbeerd en in warmte omgezet.

In elk vat wordt op die manier per seconde 24 kJ warmte geproduceerd.

De gemiddelde energie die bij een vervalreactie vrijkomt, bedraagt  $3,6 \cdot 10^{-13}$  J.

- 3p **17**  Bereken de activiteit in een vat.

De hal in Ahaus is ontworpen om er 200 Castorvaten in op te slaan.

De warmte die de vaten produceren, wordt door luchtkoeling afgevoerd. Daarvoor laat men verse lucht langs de vaten stromen. Daarbij stijgt de temperatuur van de lucht  $15^\circ\text{C}$ .

De soortelijke warmte van lucht is  $1,0 \cdot 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . De massa van  $1,0 \text{ m}^3$  lucht is 1,3 kg.

- 4p **18**  Bereken hoeveel  $\text{m}^3$  lucht per seconde nodig is voor de koeling van de hal.

Ondanks de dikke wanden is er buiten het vat toch nog enige straling te meten.

- 3p **19**  Geef voor elk van de drie soorten straling ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) aan of deze wel of niet bijdraagt aan de stralingsbelasting buiten het Castorvat.

Een werknemer heeft in een jaar 600 uur in een opslaghal met Castorvaten gewerkt.

Daarbij heeft hij een gemiddeld dosisequivalent (effectieve totale lichaamsdosis) van  $1,5 \cdot 10^{-5}$  Sv per uur ontvangen.

- 3p **20**  Ga na of voor deze werknemer de stralingsbeschermingsnorm is overschreden. Gebruik tabel 99E van Binas.