

### Opgave 3 Uranium-munitie

Lees eerst de tekst in het kader.

Sinds enige tijd is er een nieuwe antitankgranaat in gebruik die nogal ter discussie staat. De granaat is gemaakt van uranium, een hard, zwaar en brandbaar metaal. Het uranium bestaat vrijwel volledig uit de licht radioactieve isotoop U-238. Bij een inslag stijgt de temperatuur van de granaat met meer dan duizend graden Celsius. Hierbij kan een deel van het uranium verpulveren en verbranden. Er ontstaan zeer veel kleine stofdeeltjes uraniumoxide die zich over tientallen kilometers kunnen verspreiden. Bij inademing dringen de stofdeeltjes tot diep in de longen door en bestralen daar het omringende weefsel.

Een granaat van 5,4 kg uranium (uraan) slaat in met een snelheid van  $1,6 \cdot 10^3$  m/s. Men neemt aan dat 12% van de kinetische energie wordt omgezet in warmte in het uranium.

In het artikel wordt beweerd dat de temperatuur van de granaat met meer dan duizend graden Celsius stijgt.

- 5p **10** Ga met een berekening na of deze bewering juist is.

Uranium is zeer brandbaar bij hoge temperatuur. Het verpulverde metaal verbrandt tot uraniumoxide. Bij een bepaalde inslag komt 1,5 kg uraniumoxide vrij in de vorm van kleine stofdeeltjes. De stofdeeltjes hebben een volume van gemiddeld  $8,0 \cdot 10^{-18}$  m<sup>3</sup>.

Uraniumoxide heeft een dichtheid van  $11 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>.

- 3p **11** Bereken het aantal stofdeeltjes uraniumoxide dat bij deze inslag ontstaat.

Bij een inslag komt een groot aantal stofdeeltjes in de lucht. Ze dalen met een kleine constante snelheid naar beneden. Figuur 4 geeft het verband tussen de grootte van zo'n stofdeeltje en zijn verticale daalsnelheid.

Bij een inslag zijn stofdeeltjes uraniumoxide met een grootte van 2,5 μm tot een hoogte van 15 m in de lucht gekomen. Zolang ze dalen, worden de deeltjes door de wind in horizontale richting meegevoerd.

Die dag is de windsnelheid 5,0 m/s.

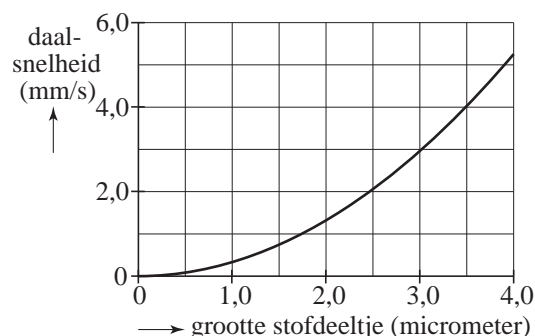
- 4p **12** Bepaal de afstand waarover deze deeltjes door de wind worden meegenomen.

Uranium-238 is radioactief.

- 3p **13** Geef de vervalreactie van U-238.

**figuur 4**

Daalsnelheid van stofdeeltjes uraniumoxide



Als een stofdeeltje uraniumoxide zich in een long heeft genesteld, wordt het omringende weefsel bestraald.

Het stofdeeltje heeft een activiteit van  $2,2 \cdot 10^{-6}$  Bq.

Bij het verval van één uranium-238-kern komt een energie vrij van  $6,7 \cdot 10^{-13}$  J.

De vrijkomende energie wordt geabsorbeerd in  $0,18 \cdot 10^{-9}$  kg omringend weefsel.

Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent)  $H$  geldt:

$$H = Q \frac{E}{m}$$

Hierin is:

- $H$  de equivalente dosis (in Sv);
- $Q$  de zogenoemde (stralings)weegfactor (kwaliteitsfactor); in dit geval geldt dat  $Q = 20$ ;
- $E$  de totale hoeveelheid geabsorbeerde energie (in J);
- $m$  de massa van het bestraalde weefsel (in kg).

4p **14** Bereken de equivalente dosis die het bestraalde weefsel in een jaar ontvangt.