

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

### Opgave 1 Tsjernobyl, ruim 20 jaar later

**1 maximumscore 3**

uitkomst: Het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam, is 7,1%.

voorbeelden van een berekening:

methode 1

De totale activiteit in het gebied was  $3,0 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \cdot 2,0 \cdot 10^6 = 6,0 \cdot 10^{15}$  Bq.

Het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam, is

$$\frac{6,0 \cdot 10^{15}}{85 \cdot 10^{15}} \cdot 100\% = 7,1\%.$$

- inzicht dat de totale activiteit in het gebied gelijk is aan de activiteit/m<sup>2</sup> maal de oppervlakte 1
- inzicht dat het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam gelijk is aan  $\frac{\text{de activiteit van het Cs-137 in het gebied}}{\text{de activiteit van het uitgestoten Cs-137}} \cdot 100\%$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

methode 2

Als alle Cs-137 in de verboden zone terecht was gekomen, zou de activiteit

daar  $\frac{85 \cdot 10^{15}}{3,0 \cdot 10^3 \cdot 10^6} = 2,83 \cdot 10^7 \text{ Bq/m}^2$  zijn geweest.

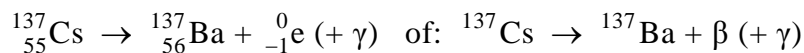
In werkelijkheid was het  $2,0 \cdot 10^6 \text{ Bq/m}^2$ . Het percentage Cs-137 dat in het

gebied terecht kwam, is  $\frac{2,0 \cdot 10^6}{2,83 \cdot 10^7} \cdot 100\% = 7,1\%$ .

- inzicht dat de activiteit/m<sup>2</sup> in het gebied gelijk is aan de totale activiteit gedeeld door de oppervlakte 1
- inzicht dat het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam gelijk is aan  $\frac{\text{de activiteit/m}^2 \text{ van het Cs-137 in het gebied}}{\text{de activiteit/m}^2 \text{ als alle Cs-137 daar terecht was gekomen}} \cdot 100\%$  1
- completeren van de berekening 1

## 2 maximumscore 3

antwoord:



- het elektron rechts van de pijl 1
- Ba als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

## 3 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

$\gamma$ -straling heeft een (veel) groter doordringend vermogen dan  $\beta$ -straling.

*Opmerkingen*

- *Antwoorden in de trant van “ $\gamma$ -straling heeft een groot doordringend vermogen” of “ $\beta$ -straling heeft een klein doordringend vermogen”:  
goed rekenen.*
- *Als wordt gezegd dat  $\gamma$ -straling een grotere dracht heeft dan  $\beta$ -straling:  
goed rekenen.*

Vraag	Antwoord	Scores
<b>4</b>	<p><b>maximumscore 4</b></p> <p>uitkomst: De persoon mag maximaal 34 (dagen) in het gebied blijven.</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De dosislimiet per jaar voor dit soort werknemers is 1 mSv. Uit <math>H = Q \frac{E}{m}</math> met <math>H = 0,001 \text{ Sv}</math>, <math>Q = 1</math> en <math>m = 75 \text{ kg}</math> volgt dat het lichaam maximaal <math>E = \frac{Hm}{Q} = \frac{0,001 \cdot 75}{1} = 0,075 \text{ J}</math> aan energie mag absorberen. Per seconde absorbeert het <math>2,4 \cdot 10^5 \cdot 1,06 \cdot 10^{-13} = 2,54 \cdot 10^{-8} \text{ J}</math>. Deze persoon mag dus <math>\frac{0,075}{2,54 \cdot 10^{-8}} = 2,95 \cdot 10^6 \text{ s} = \frac{2,95 \cdot 10^6}{60 \cdot 60 \cdot 24} = 34 \text{ dagen}</math> in het gebied blijven.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opzoeken van de dosislimiet</li> <li>• berekenen van de energie die het lichaam per tijdseenheid absorbeert</li> <li>• inzicht dat de tijd die de persoon in het gebied mag blijven gelijk is aan <math>\frac{\text{de maximaal te absorberen energie}}{\text{de energie die per tijdseenheid wordt geabsorbeerd}}</math></li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>		<p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p>
<b>5</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: De activiteit per <math>\text{m}^2</math> is dan <math>1,5 \cdot 10^5 \text{ Bq}/(\text{m}^2)</math>.</p> <p>voorbeeld van een berekening: De halveringstijd van Cs-137 is 30 jaar. Over 90 jaar zijn er drie halveringstijden verstreken en is de activiteit per <math>\text{m}^2</math>: <math>(\frac{1}{2})^3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Bq}/(\text{m}^2)</math>.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opzoeken van de halveringstijd van Cs-137</li> <li>• inzicht dat na <math>n</math> halveringstijden de activiteit per <math>\text{m}^2</math> met <math>(\frac{1}{2})^n</math> is afgenomen</li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>		<p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p>
<b>6</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van antwoorden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bij het verbranden van de bomen komen radioactieve stoffen in de lucht (die ingeademd kunnen worden).</li> <li>– Door een dikke laag zand wordt de intensiteit van de straling afgezwakt.</li> </ul> <p>• inzicht dat bij het verbranden van de bomen radioactieve stoffen in de lucht komen</p> <p>• inzicht dat de dikke laag zand de intensiteit van de straling afzwakt</p>	<p style="text-align: right;">1</p> <p style="text-align: right;">1</p>