

2025-2026

# Radioactiviteit Oefentoets vwo 4

maandag 29 juni 2026

1 uur en 40 minuten

**Natuurkunde**

**Opgavenblad**

**Bij deze toets hoort een uitwerkbijlage.**

Deze toets bestaat uit 16 vragen. Voor deze toets zijn maximaal 39 punten te behalen. Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

**De volgende hulpmiddelen zijn toegestaan:**

- Binas
- Niet-grafische rekenmachine
- Nederlands woordenboek

Als bij een vraag een verklaring, uitleg of berekening vereist is, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

**Open vragen**

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

## Atoombouw

---

- 2p **1** Geef de definitie van het begrip isotoop.
- 3p **2** Bepaal het aantal protonen, neutronen en elektronen in een neutraal atoom jodium-131.
- 2p **3** Isotopen van eenzelfde element kunnen in een massaspectrometer wel, maar met een chemische reactie niet van elkaar worden gescheiden. Leg uit op welke eigenschap het scheiden in de massaspectrometer berust.

## Afscherming van $\gamma$ -straling

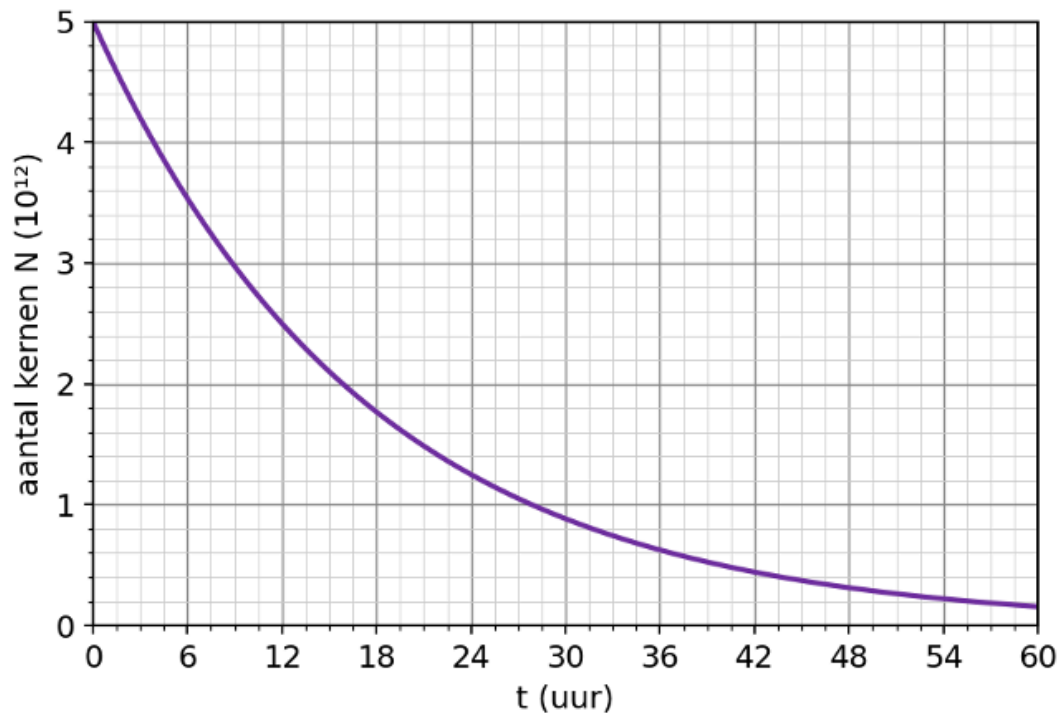
---

Een bron zendt  $\gamma$ -straling uit. Voor deze straling heeft lood een halveringsdikte van 1,5 cm.

- 3p **4** Bereken welk percentage van de straling wordt doorgelaten door een laag lood van 6,0 cm.
- 3p **5** Bereken hoe dik het lood moet zijn om nog maar 0,20% van de straling door te laten.

## Activiteit van een preparaat

Een preparaat bevat één soort radioactieve isotoop. In figuur 1 is het aantal kernen  $N$  in het preparaat uitgezet tegen de tijd. De massa van één atoom van deze isotoop is 60 u.



**Figuur 1**

- 3p **6** Bepaal de activiteit van het preparaat op  $t = 0$ .
- 3p **7** Bereken de massa van de radioactieve stof in het preparaat op  $t = 0$
- 2p **8** Bereken na hoeveel uur er nog 10% van de beginhoeveelheid kernen over is.

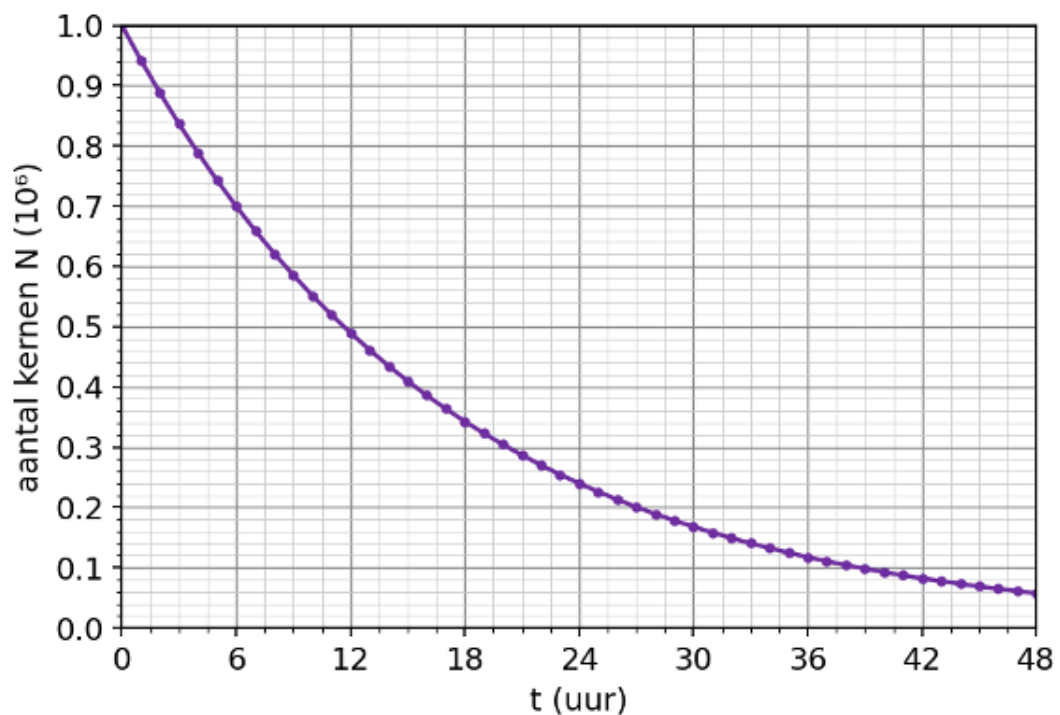
## Radioactief verval modelleren

Een leerling beschrijft het verval van een radioactieve stof met een numeriek model in Python. De modelregels en startwaarden staan hieronder; in modelregel 1 ontbreekt een deel. De grafiek in figuur 2 is de uitvoer van het model. De halveringstijd  $\tau$  en de tijdstap  $\Delta t$  zijn in uren.

```
startwaarden
N = 1,0·106
 $\tau$  = 12
t = 0
 $\Delta t$  = 1

modelregels
1 A = .....
2  $\Delta N = - A \cdot \Delta t$ 
3 N = N +  $\Delta N$ 
4 t = t +  $\Delta t$ 
```

Figuur 2



Figuur 3

- 2p **9** Geef de ontbrekende modelregel 1.
- 3p **10** Leg met behulp van de modelregels uit dat het aantal kernen  $N$  volgens dit model steeds langzamer afneemt.
- 2p **11** De leerling vervangt de startwaarde van  $\tau$  door het dubbele. Beschrijf hoe de grafiek in figuur 2 hierdoor verandert.

## Samarium-153

Cassie, een acht jaar oude hond met een tumor in een bot, is onlangs als eerste hond ter wereld succesvol behandeld met samarium-153.



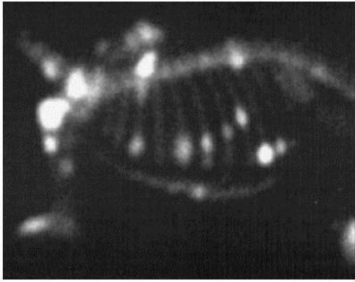
Samarium-153 komt niet in de vrije natuur voor. Het wordt gemaakt door samarium-152-kernen te beschieten met een bepaald soort deeltjes.

- 1p **12** Met welk deeltje moet een samarium-152-kern beschoten worden om samarium-153 te vormen?
- A alfadeeltje
  - B betadeeltje
  - C gammafoton
  - D neutron
  - E proton

Samarium-153 zendt zowel  $\beta^-$ -straling als  $\gamma$ -straling uit. Het kan daarom zowel voor een behandeling tegen tumoren gebruikt worden als voor een scan.

- 4p **13** Geef de vervalreactie van samarium-153.

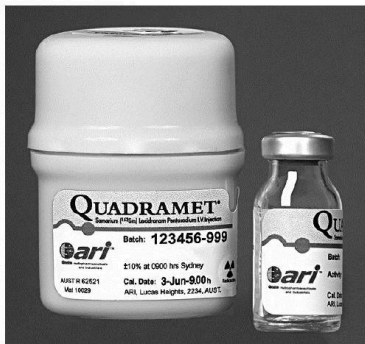
Samarium hecht zich beter aan geïnficeerd botweefsel dan aan gezond botweefsel. Daarom kan er tijdens de behandeling ook een scan gemaakt worden van de hond waarin zieke botdelen als lichte vlekken te zien zijn. Zie figuur 4.



**Figuur 4**

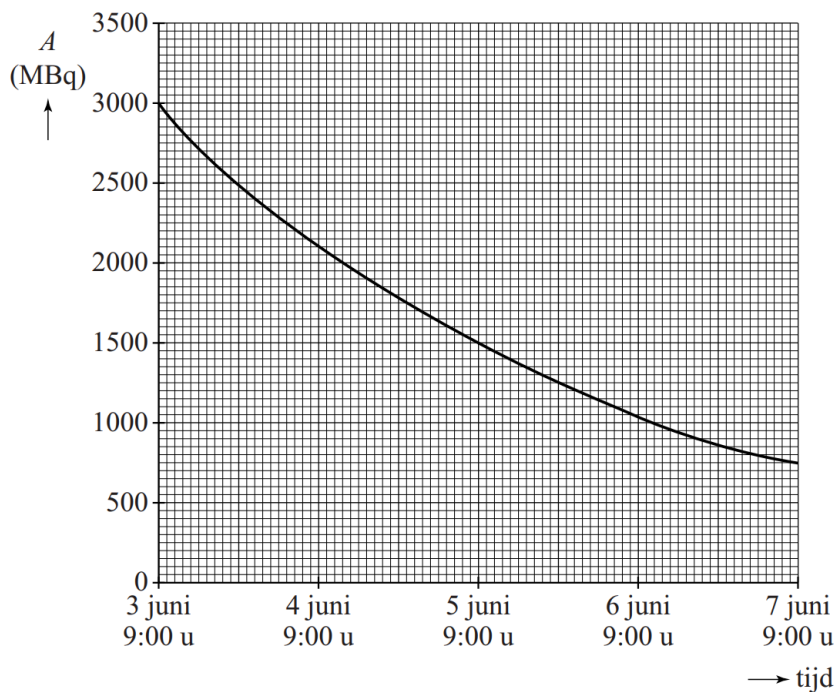
- 1p **14** Welk soort straling wordt gebruikt om een scan te maken en van welke eigenschap van die straling wordt dan gebruikgemaakt?
- A**  $\beta^-$ -straling, want deze straling heeft een klein doordringend vermogen
  - B**  $\beta^-$ -straling, want deze straling heeft een groot doordringend vermogen
  - C**  $\gamma$ -straling, want deze straling heeft een klein doordringend vermogen
  - D**  $\gamma$ -straling, want deze straling heeft een groot doordringend vermogen

Het medicijn, met productiedatum 3 juni 9.00 uur, wordt aangeleverd in een flesje met een inhoud van 15 mL. Zie figuur 5.



**Figuur 5**

De activiteit van het geleverde samarium-153 is weergegeven in figuur 6.



**Figuur 6**

2p **15** Bepaal met behulp van figuur 6 de halveringstijd van samarium-153.

Cassie is op 4 juni om 9.00 uur 's ochtends ingespoten met het medicijn. Volgens de arts moet er **37 MBq** per kg lichaamsgewicht geïnjecteerd worden. Cassie heeft een massa van **30 kg**.

3p **16** Bepaal hoeveel milliliter van het medicijn ingespoten moet worden.