

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden

Deel-  
scores

## Opgave 1 Binnenverlichting

### Maximumscore 4

- 1  uitkomst:  $R_{\text{tot}} = 14 \Omega$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Het totale vermogen van de twee lampjes is gelijk aan  $2 \cdot 5,0 = 10 \text{ W}$ .

De stroomsterkte die de accu levert, is gelijk aan  $I_{\text{tot}} = \frac{P_{\text{tot}}}{U} = \frac{10}{12} = 0,833 \text{ A}$ .

Voor de totale weerstand geldt:  $R_{\text{tot}} = \frac{U}{I_{\text{tot}}}$ ,

$$\text{dus } R_{\text{tot}} = \frac{12}{0,833} = 14 \Omega.$$

- inzicht dat het totale vermogen twee maal zo groot is als het vermogen van één lampje 1
- gebruik van  $P = UI$  1
- inzicht dat  $R_{\text{tot}} = \frac{U}{I_{\text{tot}}}$  1
- completeren van de berekening 1

methode 2

De stroomsterkte door één lampje is gelijk aan  $I = \frac{P}{U} = \frac{5,0}{12} = 0,417 \text{ A}$ .

De weerstand van een lampje is gelijk aan  $R = \frac{U}{I} = \frac{12}{0,417} = 28,8 \Omega$ .

Voor de vervangingsweerstand van twee parallelweerstandes geldt:  $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ .

Hieruit volgt dat  $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{28,8} + \frac{1}{28,8} = 0,0695$  en  $R_{\text{tot}} = R_v = \frac{1}{0,0695} = 14 \Omega$ .

- gebruik van  $P = UI$  1
- berekenen van de weerstand van een lampje 1
- gebruik van  $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  1
- completeren van de berekening 1

### Maximumscore 3

- 2  voorbeeld van een antwoord:

Op het moment dat de deur dichtgaat, (wordt het signaal bij  $S_1$  laag en) wordt de teller niet meer gereset.

Omdat de uitgang van de geheugencel hoog blijft en dus ook de aan/uit-ingang van de teller hoog blijft, begint de teller op dat moment te tellen.

- inzicht dat de teller niet meer wordt gereset als de deur dichtgaat 1
- inzicht dat de uitgang van de geheugencel hoog blijft 1
- inzicht dat de aan/uit-ingang van de teller hoog blijft 1

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
<b>Maximumscore 3</b>	
3 <input type="checkbox"/> voorbeeld van een antwoord: Als de teller op 10 staat, wordt de uitgang van de EN-poort hoog. Omdat de set van de geheugencel laag is en M wordt gereset, wordt A laag (en gaat de binnenverlichting uit).	
• inzicht dat de uitgang van de EN-poort hoog is als de teller op 10 staat	<u>1</u>
• constatering dat de set van de geheugencel laag is	<u>1</u>
• constatering dat A laag wordt omdat de geheugencel wordt gereset	<u>1</u>
<b>Maximumscore 3</b>	
4 <input type="checkbox"/> uitkomst: $f = 1,4$ Hz	
voorbeelden van een berekening:	
methode 1	
In 7,0 seconden telt de teller tot 10.	
De frequentie is dan $\frac{10}{7,0} = 1,4$ Hz.	
• inzicht dat $f = \frac{10}{7,0}$	<u>2</u>
• completeren van de berekening	<u>1</u>
methode 2	
In 7,0 seconden worden 10 pulsen gegeven, dus $T = 0,70$ s.	
Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T}$ .	
Dus $f = \frac{1}{0,70} = 1,4$ Hz.	
• inzicht dat $T = 0,70$ s	<u>1</u>
• gebruik van $f = \frac{1}{T}$	<u>1</u>
• completeren van de berekening	<u>1</u>
<i>Opmerkingen</i>	
Als wordt geantwoord in de trant van " $f = \frac{1}{7,0} = 0,14$ Hz": maximaal 1 punt.	
Als wordt geantwoord in de trant van " $f = \frac{7,0}{10} = 0,70$ Hz": maximaal 1 punt.	

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

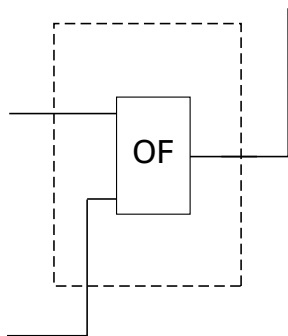
havovwo.nl

Antwoorden

Deel-  
scores

## Maximumscore 3

5 □ antwoord:



- inzicht dat een OF-poort moet worden gebruikt
- tekenen van de verbindingen

2  
1

### Opmerking

Als de verbinding naar de OF-poort slordig is getekend, bijvoorbeeld als één van de draden aan de onderkant de OF-poort binnenkomt of als het hele gestreepte kader als OF-poort wordt beschouwd: goed rekenen.

## Opgave 2 Aardwarmte

### Maximumscore 3

6 □ antwoord:  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He} (+ \gamma)$  of:  ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th} + {}^4\text{He} (+ \gamma)$

- $\alpha$ -deeltje rechts van de pijl
- Th als vervalproduct
- aantal nucleonen links en rechts gelijk

1  
1  
1

### Opmerking

Als een ander deeltje dan een  $\alpha$ -deeltje is gebruikt: maximaal 1 punt.

### Maximumscore 3

7 □ uitkomst:  $E = 2,2 \cdot 10^{-8}$  (J/(s))

voorbeeld van een berekening:

Er vervallen  $33 \cdot 10^3$  kernen per seconde.

De energie die per seconde vrijkomt, is gelijk aan

$$E = 33 \cdot 10^3 \cdot 4,2 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ J.}$$

- inzicht dat de activiteit gelijk is aan het aantal desintegraties per seconde
- omrekenen van MeV in joule
- completeren van de berekening

1  
1  
1

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
------------	-------------

## Maximumscore 2

- 8 □ uitkomst:  $\Delta T = 0,035 \text{ }^\circ\text{C}/(\text{m})$

voorbeeld van een berekening:

De temperatuurstijging per m is gelijk aan  $\frac{\Delta T}{\Delta h} = \frac{89 - 8,1}{2,3 \cdot 10^3} = 0,035 \text{ }^\circ\text{C}/(\text{m})$ .

- inzicht dat de temperatuurstijging per m gelijk is aan  $\frac{\Delta T}{\Delta h}$

1

- completeren van de berekening

1

## Maximumscore 3

- 9 □ uitkomst:  $Q = 3,4 \cdot 10^8 \text{ J}$

voorbeeld van een berekening:

De hoeveelheid afgestane warmte wordt berekend met  $Q = cm\Delta T$ ,

waarin  $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ,  $m = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$  en  $\Delta T = 89 - 8,1 = 80,9 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Dus  $Q = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 10^3 \cdot 80,9 = 3,4 \cdot 10^8 \text{ J}$ .

- gebruik van  $Q = cm\Delta T$
- opzoeken van  $c$  en inzicht dat  $\Delta T = 80,9 \text{ }^\circ\text{C}$
- completeren van de berekening

1

1

1

## Maximumscore 3

- 10 □ uitkomst: De energie die minimaal nodig is, is gelijk aan  $2,3 \cdot 10^7 \text{ J}$ .

voorbeeld van een berekening:

De minimaal benodigde energie is gelijk aan de toename van de zwaarte-energie van het water.

$\Delta E_z = mg\Delta h$ , waarin  $m = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ,  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$  en  $\Delta h = 2,3 \cdot 10^3 \text{ m}$ .

De energie die minimaal nodig is, is dus gelijk aan  $1,0 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 2,3 \cdot 10^3 = 2,3 \cdot 10^7 \text{ J}$ .

- inzicht dat de minimaal benodigde energie gelijk is aan de toename van de zwaarte-energie van het water
- gebruik van  $E_z = mgh$
- completeren van de berekening

1

1

1

## Opgave 3 Ultrasonische afstandssensor

### Maximumscore 3

- 11 □ uitkomst:  $\lambda = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de voortplantingssnelheid van geluid geldt:  $v = \lambda f$ .

Hierin is de voortplantingssnelheid van geluid bij  $20 \text{ }^\circ\text{C}$   $343 \text{ m/s}$  en de frequentie  $40 \cdot 10^3 \text{ Hz}$ .

Dus  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{40 \cdot 10^3} = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ .

- gebruik van  $v = \lambda f$
- opzoeken van de geluidssnelheid
- completeren van de berekening

1

1

1

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden

Deel-  
scores

## Maximumscore 3

- 12 □ uitkomst: Het aantal geluidstrillingen in één puls is 28.

voorbeeld van een berekening:

methode 1

$$\text{De trillingstijd } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{40 \cdot 10^3} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ s.}$$

$$\text{Het aantal geluidstrillingen in één puls is gelijk aan } \frac{700 \cdot 10^{-6}}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 28.$$

- gebruik van  $f = \frac{1}{T}$  1
- inzicht dat het aantal geluidstrillingen in één puls gelijk is aan  $\frac{700 \mu\text{s}}{T}$  1
- completeren van de berekening 1

methode 2

$$\frac{\text{aantal geluidstrillingen in een puls}}{f} = \frac{700 \cdot 10^{-6}}{1}$$

$$\text{Het aantal geluidstrillingen in één puls is dus gelijk aan } 700 \cdot 10^{-6} \cdot 40 \cdot 10^3 = 28.$$

- inzicht dat  $\frac{\text{aantal geluidstrillingen in een puls}}{f} = \frac{700 \cdot 10^{-6}}{1}$  2
- completeren van de berekening 1

methode 3

Het aantal geluidstrillingen is gelijk aan het aantal golflengtes in één puls, dus gelijk aan:  
 $\frac{\text{de lengte van de puls}}{\lambda}$

$$\text{Hierin is de lengte van de puls gelijk aan } vt = 343 \cdot 700 \cdot 10^{-6} = 0,240 \text{ m.}$$

$$\text{Het aantal golflengtes in een puls is dan gelijk aan } \frac{0,240}{8,6 \cdot 10^{-3}} = 28.$$

- inzicht dat het aantal geluidstrillingen gelijk is aan:  $\frac{\text{de lengte van de puls}}{\lambda}$  1
- inzicht dat de lengte van de puls gelijk is aan  $vt$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als de uitkomst van vraag 11 onjuist is en deze uitkomst hier consequent is toegepast: geen aftrek.*

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel- scores
------------	-----------------

### Maximumscore 3

- 13  uitkomst:  $\Delta s = 17 \cdot 10^{-5}$  m of  $\Delta s = 0,17$  mm

voorbeeld van een berekening:

De afstand die de golven afleggen in  $1,0 \mu\text{s}$  is:  $343 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} = 343 \cdot 10^{-6}$  m.

De onnauwkeurigheid in de plaatsbepaling is dus gelijk aan  $\frac{343 \cdot 10^{-6}}{2} = 17 \cdot 10^{-5}$  m.

- gebruik van  $s = vt$
- toepassen van de factor 2
- completeren van de berekening

1  
1  
1

*Opmerking*

*Als in vraag 11 een foutieve waarde voor de geluidssnelheid is gebruikt en deze waarde hier consequent is toegepast: geen aftrek.*

### Opgave 4 Beweging op een hellend vlak

#### Maximumscore 4

- 14  voorbeelden van een antwoord:

methode 1

In het  $(x,t)$ -diagram kan de snelheid bepaald worden uit de steilheid van de raaklijn op het tijdstip  $t = 1,5$  s.

Deze steilheid is gelijk aan  $0,46$  m/s.

In het  $(v,t)$ -diagram is af te lezen dat  $v$  op het tijdstip  $t = 1,5$  s gelijk is aan  $0,46$  m/s.

De overeenstemming is dus goed (rekening houdend met afleeson nauwkeurigheden).

- inzicht dat de snelheid overeenkomt met de steilheid van de raaklijn aan de  $(x,t)$ -grafiek
- bepalen van de steilheid (met een marge van  $0,02$  m/s)
- vergelijken met de waarde in de  $(v,t)$ -grafiek op  $t = 1,5$  s (en conclusie)

1  
2  
1

methode 2

De verplaatsing tussen de tijdstippen  $t = 0$  s en  $t = 1,5$  s kan bepaald worden met behulp van de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek.

Die oppervlakte is gelijk aan  $\frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 0,46 = 0,345$  m.

In het  $(x,t)$ -diagram is af te lezen dat  $x$  op het tijdstip  $t = 1,5$  s gelijk is aan  $0,55$  m.

De verplaatsing is dus  $0,55 - 0,20 = 0,35$  m.

De overeenstemming is dus goed (rekening houdend met afleeson nauwkeurigheden).

- inzicht dat de verplaatsing overeenkomt met de oppervlakte onder de  $(v,t)$ -grafiek
- bepalen van de oppervlakte (met een marge van  $0,02$  m)
- vergelijken met de waarde in de  $(x,t)$ -grafiek op  $t = 1,5$  s
- inzicht dat de beginafstand hiervan moet worden afgetrokken (en conclusie)

1  
1  
1  
1

#### Maximumscore 2

- 15  voorbeeld van een antwoord:

De snelheidsgrafiek is een rechte lijn (dus de versnelling is constant).

- gebruik van het  $(v,t)$ -diagram
- constatering dat de snelheidsgrafiek een rechte lijn is

1  
1

*Opmerking*

*Dat het  $(v,t)$ -diagram gebruikt wordt, hoeft niet expliciet vermeld te worden maar mag impliciet uit het antwoord blijken.*

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
------------	-------------

### Maximumscore 3

- 16  uitkomst:  $a = 0,31 \text{ m/s}^2$  (met een marge van  $0,01 \text{ m/s}^2$ )

voorbeeld van een bepaling:

De versnelling is gelijk aan de steilheid van de snelheidsgrafiek.

Tussen  $t = 0$  en  $t = 2,5 \text{ s}$  neemt de snelheid toe van  $0$  tot  $0,77 \text{ m/s}$ .

Hieruit volgt dat  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0,77}{2,5} = 0,31 \text{ m/s}^2$ .

- inzicht dat de versnelling gelijk is aan de steilheid van de snelheidsgrafiek
- aflezen van bij elkaar behorende waarden van  $\Delta v$  en  $\Delta t$
- completeren van de bepaling

1  
1  
1

### Maximumscore 3

- 17  voorbeeld van een antwoord:

In dat geval is de (component van de) zwaartekracht (langs de helling) veel kleiner, terwijl de luchtweerstand even groot blijft.

Ik ben het dus met Pieter eens.

- inzicht dat de (component van de) zwaartekracht (langs de helling) dan veel kleiner is
- inzicht dat de luchtweerstand dan even groot is
- conclusie

1  
1  
1

*Opmerking*

*De eerste twee deelscores kunnen worden gecombineerd door te zeggen dat in dat geval de verhouding tussen de luchtweerstand en de zwaartekracht veel groter is.*

## Opgave 5 Elektrische tandenborstel

### Maximumscore 2

- 18  uitkomst:  $E = 19 \text{ Wh}$  of  $E = 0,019 \text{ kWh}$  of  $E = 6,9 \cdot 10^4 \text{ J}$

voorbeeld van een berekening:

$E = Pt$ , waarin  $P = 1,2 \text{ W}$  en  $t = 16 \text{ h}$ .

Dus  $E = 1,2 \cdot 16 = 19 \text{ Wh}$ .

- gebruik van  $E = Pt$
- completeren van de berekening

1  
1

### Maximumscore 2

- 19  uitkomst:  $N_s = 28$

voorbeeld van een berekening:

Voor een (ideale) transformator geldt:  $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$ ,

waarin  $U_p = 230 \text{ V}$ ,  $U_s = 2,4 \text{ V}$  en  $N_p = 2700$  windingen.

Dus  $N_s = \frac{U_s}{U_p} \cdot N_p = \frac{2,4}{230} \cdot 2700 = 28$ .

- gebruik van  $\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s}$
- completeren van de berekening

1  
1

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
------------	-------------

## Maximumscore 5

- 20 □ uitkomst:  $v_{\text{gem}} = 0,56 \text{ m/s}$

voorbeeld van een berekening:

De gemiddelde snelheid wordt berekend met  $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$ .

Hierin is  $s = \frac{1}{6}(2\pi r)$  met  $r = \frac{1,5}{3,0} = 0,50 \text{ cm}$  en

$$t = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{3200} = 0,009375 \text{ s.}$$

Hieruit volgt dat  $v_{\text{gem}} = \frac{\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot 0,0050}{0,009375} = 0,56 \text{ m/s}$ .

- gebruik van  $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t}$  1
- inzicht dat  $s = \frac{1}{6}(2\pi r)$  1
- bepalen van  $r$  1
- berekenen van  $t$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

Als bij de berekening van vraag 20 geen rekening is gehouden met de factor  $\frac{1}{2}$ : geen aftrek.

## Opgave 6 Fietsverzet

### Maximumscore 4

- 21 □ voorbeeld van een antwoord:

$$M_t + M_k = F_t r_t + F_k r_k = 0.$$

Omdat  $r_k$  (= straal van het voortandwiel)  $<$   $r_t$  (= lengte van de trapper),  
is  $F_k > F_t$ , dus figuur C geeft de situatie het beste weer.

- inzicht dat  $M_t + M_k = F_t r_t + F_k r_k = 0$  2
- constatering dat  $r_k$  (= straal van het voortandwiel)  $<$   $r_t$  (= lengte van de trapper) 1
- conclusie dat  $F_k > F_t$ , dus dat figuur C de situatie het beste weergeeft 1

### Maximumscore 5

- 22 □ uitkomst: Het verzet is 7,2 m.

voorbeeld van een berekening:

Als de trappers en het voortandwiel één maal ronddraaien,

zal het achterandwiel ( $\frac{52}{16}$ ) maal ronddraaien.

Bij één omwenteling van het achterwiel zal de fiets dan een afstand afleggen van  
 $(\frac{52}{16}) \cdot \pi \cdot 0,71 = 7,2 \text{ m}$ .

- inzicht dat het achterandwiel ( $\frac{n_{\text{voor}}}{n_{\text{achter}}}$ ) maal ronddraait per omwenteling van het voortandwiel 2
- inzicht dat de afgelegde afstand is  $(\frac{n_{\text{voor}}}{n_{\text{achter}}}) \cdot O_{\text{achterwiel}}$  1
- gebruik van  $O = \pi D$  1
- completeren van de berekening 1



# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

Antwoorden	Deel-scores
<b>Maximumscore 3</b>	
23 <input type="checkbox"/> uitkomst: $v = 6,7$ m/s of $v = 24$ km/h	
voorbeeld van een berekening:	
Per seconde draaien de trappers ( $\frac{82}{60}$ ) maal rond.	
Per keer gaat de fiets 4,89 m vooruit.	
Per seconde legt de fiets dus ( $\frac{82}{60}$ ) $\cdot$ 4,89 = 6,7 m af, dus $v = 6,7$ m/s.	
<ul style="list-style-type: none"><li>• berekenen van het aantal omwentelingen van de trappers per seconde (of per uur)</li></ul>	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• inzicht dat de snelheid gelijk is aan het verzet maal het aantal omwentelingen van de trappers per tijdseenheid</li></ul>	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• completeren van de berekening</li></ul>	<u>1</u>
<b>Maximumscore 3</b>	
24 <input type="checkbox"/> voorbeeld van een antwoord:	
In een bocht levert de wrijvingskracht de (benodigde) middelpuntzoekende kracht.	
(Omdat voor $F_{\text{mpz}}$ geldt: $F_{\text{mpz}} = \frac{mv^2}{r}$ ,) moet bij hoge snelheid $F_{\text{mpz}}$ groot zijn.	
De wrijvingskracht kan niet groter worden dan een bepaalde maximale waarde.	
<ul style="list-style-type: none"><li>• inzicht dat in een bocht de wrijvingskracht de (benodigde) middelpuntzoekende kracht levert</li></ul>	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• inzicht dat bij hoge snelheid <math>F_{\text{mpz}}</math> groot moet zijn</li></ul>	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• inzicht dat de wrijvingskracht niet groter kan worden dan een bepaalde maximale waarde</li></ul>	<u>1</u>
<i>Opmerking</i>	
<i>Als de middelpuntzoekende kracht als een naar buiten werkende kracht is beschouwd: maximaal 1 punt.</i>	
<b>Opgave 7 Radioactief jodium</b>	
<b>Maximumscore 2</b>	
25 <input type="checkbox"/> antwoord: De SI-eenheid is Gy of J/kg; 1 rad = $10^{-2}$ Gy of J/kg.	
<ul style="list-style-type: none"><li>• inzicht dat de SI-eenheid Gy of J/kg is</li></ul>	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• aflezen dat 1 rad = <math>10^{-2}</math> Gy (J/kg)</li></ul>	<u>1</u>
<b>Maximumscore 3</b>	
26 <input type="checkbox"/> voorbeeld van een antwoord:	
De stralingsdosis is gelijk aan de opgenomen stralingsenergie per eenheid van massa.	
Bij opname van een bepaalde hoeveelheid jood-131 ontvangt een schildklier met een kleine massa een grotere stralingsdosis dan een schildklier met een grote massa.	
Ik ben het dus met de bewering eens.	
<ul style="list-style-type: none"><li>• definiëren van de stralingsdosis</li></ul>	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• inzicht dat bij opname van een bepaalde hoeveelheid jood-131 een schildklier met een kleine massa een grotere stralingsdosis ontvangt dan een schildklier met een grote massa</li></ul>	<u>1</u>
<ul style="list-style-type: none"><li>• conclusie</li></ul>	<u>1</u>

# Eindexamen natuurkunde 1-2 havo 2002-I

havovwo.nl

---

Antwoorden

Deel-  
scores

---

**Maximumscore 4**

27 □ uitkomst: 97(%)

voorbeeld van een berekening:

De halveringstijd van jood-131 is 8,0 dagen.

In 40 dagen zijn er dus  $\frac{40}{8,0} = 5$  halveringstijden verstreken.

De activiteit is dan  $2^5 = 32$  maal zo klein.

De activiteit is dus afgenomen met  $100\% - \frac{100}{32}\% = 97\%$ .

- opzoeken van de halveringstijd van jood-131
- berekenen van het aantal halveringstijden
- inzicht dat de activiteit  $2^5 = 32$  maal zo klein wordt
- completeren van de berekening

1  
1  
1  
1