

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

Opgave 1 Tsunami

1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de zwaarte-energie van de waterberg geldt: $E_z = mgh$.

Voor de massa van het water m geldt: $m = \rho V$.

Voor het volume van de waterberg geldt: $V = \ell bh$.

Invullen levert: $V = 1200 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 1,8 = 3,24 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$.

De hoogte van het zwaartepunt ligt op 0,90 m.

Dus geldt: $E_z = mgh = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 3,24 \cdot 10^{11} \cdot 9,81 \cdot 0,90 = 2,9 \cdot 10^{15} \text{ J} = 2,9 \text{ PJ}$.

(Dus de energie overschrijdt de waarde van 0,5 PJ.)

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $m = \rho V$ met $V = \ell bh$ 1
- inzicht dat het zwaartepunt van de waterberg op de halve hoogte ligt 1
- completeren van de berekening en uitkomst vergelijken met 0,5 PJ 1

Opmerking

- Voor de dichtheid mag ook ingevuld worden: $0,998 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ (water) en $1,024 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ (zeewater), (zoals aangegeven in BINAS tabel 11).
- om te vergelijken moet de uitkomst en/of de grenswaarde naar dezelfde eenheid zijn omgerekend.

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

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Doordat de diepte kleiner wordt, wordt de golfsnelheid kleiner. Uit $v = f\lambda$ volgt (omdat de frequentie niet verandert,) dat de golflengte kleiner wordt en dus de golfberg smaller.

Omdat de energie behouden blijft, wordt de golfberg hoger.

- inzicht dat de golfsnelheid kleiner wordt 1
- inzicht in $v = f\lambda$ 1
- inzicht in energiebehoud 1

Opmerkingen

- *Het eerste en tweede scorepunt mogen ook beantwoord worden met het inzicht dat de voorkant van de golf minder snel gaat dan de achterkant.*
- *Bij het tweede scorepunt hoeft niet expliciet vermeld te worden dat de frequentie gelijk blijft.*
- *Het derde scorepunt mag ook beantwoord worden met behulp van het continuïteitsprincipe dat de hoeveelheid water behouden blijft.*
- *Een antwoord gebaseerd op de gedachte dat het gaat over de waterkolom vanaf de bodem; geen scorepunten toekennen.*

3 maximumscore 4

uitkomst: $t = 4,0$ h

voorbeeld van een berekening:

De geluidssnelheid in gesteente bedraagt $3,6 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$. Dus de voortplantingssnelheid van schokgolven bedraagt $7,2 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$.

Voor de tijd van de schokgolf door de aardkorst geldt:

$$s = v_1 t_1 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 7,2 \cdot 10^3 \cdot t_1 \rightarrow t_1 = 347 \text{ s.}$$

Voor de snelheid van de tsunami geldt:

$$v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 3,0 \cdot 10^3} = 1,72 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

Voor de tijd die de tsunami nodig heeft, geldt:

$$s = v_2 t_2 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 1,72 \cdot 10^2 \cdot t_2 \rightarrow t_2 = 14573 \text{ s.}$$

Voor de tijd tussen het waarnemen van de schokgolf en de komst van de tsunami geldt: $t = 14573 - 347 = 14226 \text{ s} = 4,0 \text{ h.}$

- gebruik van $s = vt$ 1
- opzoeken van de geluidssnelheid in gesteente 1
- gebruik van $v = \sqrt{gd}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

De uitkomst mag uiteraard ook in een andere eenheid gegeven worden.

Vraag	Antwoord	Scores
<p>4 maximumscore 2</p>	<p>voorbeeld van een antwoord: Eerst (vanaf $t = 9$ min) neemt de diepte af. De tsunami is dus voorafgegaan door een golfdal (waardoor het water zich eerst van het strand terugtrok).</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat eerst de diepte kleiner wordt • consequente conclusie 	<p>1 1</p>
<p>5 maximumscore 3</p>	<p>uitkomst: $\lambda = 13$ km</p> <p>voorbeeld van een bepaling: Aflezen levert dat de periode gelijk is aan 20 min. Dit levert: $T = 20 \cdot 60 = 1200$ s. Voor de snelheid geldt: $v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 12} = 10,8 \text{ ms}^{-1}$. Dus geldt: $\lambda = vT = 10,8 \cdot 1200 = 13 \cdot 10^3 \text{ m} = 13 \text{ km}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • aflezen van T • gebruik van $\lambda = vT$ met $v = \sqrt{gd}$ • completeren van de bepaling <p><i>Opmerkingen</i> <i>Om het laatste scorepunt te krijgen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – moet de waarde van T liggen tussen 10 en 28 min; – moet de waarde van de diepte d liggen tussen 10 en 14 m. 	<p>1 1 1</p>

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

Opgave 2 Strategiebepaling bij wielrennen

6 maximumscore 5

uitkomst: $P = 5,9 \cdot 10^2$ W

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

Voor het vermogen geldt: $P = Fv$.

Een schatting voor de gemiddelde kracht levert: $F_{\text{gem}} = 1,9 \cdot 10^2$ N.

Voor de snelheid van de voet in één omwenteling geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$.

De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert $T = 0,71$ s

Invullen levert voor twee voeten:

$$P = F_{\text{gem}} v = 2 \cdot 1,9 \cdot 10^2 \cdot \frac{2\pi \cdot 0,175}{0,71} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

- gebruik van $P = Fv$ 1
- schatten van F_{gem} (met een marge van $0,4 \cdot 10^2$ N) 1
- inzicht dat $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- aflezen van T uit figuur 2 (met een marge van 0,03 s) 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

Voor de arbeid geldt: $W = Fs$.

Een schatting voor de gemiddelde kracht levert: $F_{\text{gem}} = 1,9 \cdot 10^2$ N.

Voor de afstand van de voet in één omwenteling geldt: $s = 2\pi r$.

Voor het vermogen geldt: $P = \frac{W}{t}$ met $t =$ omlooptijd T .

De omlooptijd is af te lezen uit figuur 2. Dit levert $T = 0,71$ s

$$\text{Invullen levert: } P = \frac{W}{T} = \frac{2F_{\text{gem}} \cdot 2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 1,9 \cdot 10^2 \cdot 2\pi \cdot 0,175}{0,71} = 5,9 \cdot 10^2 \text{ W.}$$

- gebruik van $P = \frac{W}{t}$ met $W = Fs$. 1
- schatten van F_{gem} (met een marge van $0,4 \cdot 10^2$ N) 1
- inzicht dat $s = 2\pi r$ 1
- aflezen van T uit figuur 2 (met een marge van 0,03 s) 1
- completeren van de bepaling 1

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

Opgave 3 Gloeidraden

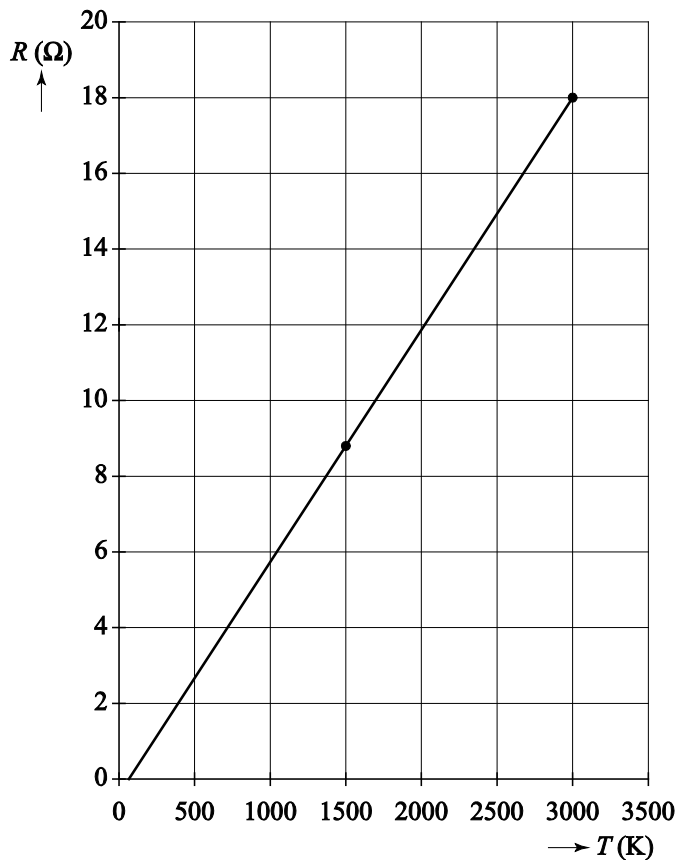
8 maximumscore 4

uitkomst: $R = 1,2 \Omega$ (met een marge van $0,3 \Omega$)

voorbeeld van de bepalingen:

Bij een temperatuur van 1500 K geldt: $P_{\text{el}} = 16,5 \text{ W}$. Er geldt: $P_{\text{el}} = \frac{U^2}{R_{1500}}$.

Invullen levert: $16,5 = \frac{12^2}{R_{1500}}$. Dit geeft: $R_{1500} = 8,7 \Omega$.



Aflezen bij $T = 293 \text{ K}$ levert: $R = 1,2 \Omega$.

- aflezen van het elektrisch vermogen in figuur 1 1
- inzicht dat $R_{1500} = \frac{U^2}{P_{\text{el}}}$ 1
- tekenen van R_{1500} en trekken van de rechte lijn door de twee punten 1
- completeren van de bepalingen 1

Opmerking

Als de kandidaat een lijn door het gegeven punt en door de oorsprong tekent: maximaal 1 scorepunt toekennen.

Vraag	Antwoord	Scores
9	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: $A = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ (met een marge van $0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$)</p> <p>voorbeeld van een bepaling:</p> <p>Voor het uitgestraald vermogen per oppervlakte geldt: $\frac{P}{A} = \sigma T^4$ met $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ (W m}^{-2} \text{ K}^{-4}\text{)}$.</p> <p>Aflezen in figuur 1 levert (bijvoorbeeld): $P = 10\text{W}$ bij $T = 2400 \text{ K}$.</p> <p>Invullen levert: $\frac{10}{A} = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 2400^4$. Dit geeft: $A = 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $\frac{P}{A} = \sigma T^4$ met $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ (W m}^{-2} \text{ K}^{-4}\text{)}$ 1 • aflezen van de gegevens in figuur 1 1 • completeren van de bepaling 1 	
10	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van antwoorden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Het elektrisch vermogen is dan groter, omdat de weerstand dan nog klein is. – Na enige tijd is er stralingsevenwicht. – Boven de evenwichtstemperatuur wordt de weerstand groter, waardoor het elektrisch vermogen niet groter kan worden. <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het elektrisch vermogen dan groter is, omdat de draad dan nog een lage temperatuur heeft 1 • inzicht dat na enige tijd stralingsevenwicht ontstaat 1 • inzicht dat de temperatuur niet boven de temperatuur van het stralingsevenwicht kan komen 1 	

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

11 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Bij gelijke temperatuur is het uitgestraald vermogen evenredig met de oppervlakte van de draden.

Aflezen (bij voorbeeld) bij $T = 2500$ K levert:

$$P_{1 \text{ str}} = 12 \text{ W en } P_{2 \text{ str}} = 3,8 \text{ W.}$$

Het uitgestraald vermogen en dus ook de draadoppervlakte A is bij een gloeilamp ongeveer 3 maal groter dan bij een halogeenlamp.

Er geldt: $A = \pi d \ell$.

De draaddikte d van een gloeilamp is slechts een factor 1,3 groter dan die van een halogeenlamp. Dus moet de draadlengte ℓ van een gloeilamp groter zijn dan de draadlengte ℓ van een halogeenlamp.

- inzicht dat bij gelijke T geldt: $\frac{P_{1 \text{ str}}}{A_1} = \frac{P_{2 \text{ str}}}{A_2}$ 1
- aflezen van waarden voor de vermogens bij gelijke temperatuur 1
- inzicht dat $A = \pi d \ell$ 1
- completeren van de uitleg 1

methode 2

De waarden van de weerstanden zijn omgekeerd evenredig met het vermogen.

Bij gelijke temperatuur zijn de soortelijke weerstanden gelijk.

Aflezen bij $T = 2500$ K levert: $P_{1 \text{ el}} = 9,5$ W en $P_{2 \text{ el}} = 13$ W.

Dus de grootte van de weerstand van een gloeilamp is (ongeveer 1,5 maal) groter dan de weerstand van een halogeenlamp.

Voor de weerstand geldt: $R = \rho \frac{\ell}{\pi(\frac{1}{2}d)^2}$.

Omdat de draaddikte d van een gloeilamp groter is dan bij een halogeenlamp, moet de draadlengte ℓ van een gloeilamp groter zijn dan de draadlengte ℓ van een halogeenlamp.

- inzicht dat bij gelijke T geldt: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{P_2}{P_1}$ 1
- aflezen van waarden voor de vermogens bij gelijke temperatuur 1
- inzicht dat $R = \rho \frac{\ell}{\pi(\frac{1}{2}d)^2}$ 1
- completeren van de uitleg 1

Vraag	Antwoord	Scores
12	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Bij de Planck-krommen in BINAS gaat men steeds uit van gelijke oppervlakten van het stralend voorwerp. Bij de krommen in figuur 3 zijn de oppervlakten niet gelijk, dus kunnen ze elkaar snijden. Dus Jan heeft geen gelijk.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij de Planck-krommen in BINAS uitgegaan wordt van een gelijke oppervlakte 1 • inzicht dat de oppervlakten van de krommen in figuur 3 niet gelijk hoeven te zijn en conclusie 1 	
13	<p>maximumscore 4</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Voor het rendement geldt: $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{el}}}$. Van beide lampen is P_{el} gelijk. P_{nuttig} is gelijk aan de oppervlakte onder de Planck-krommen tussen 400 nm en 800 nm. Dus de verhouding van de rendementen is gelijk aan de verhouding van de oppervlakten tussen 400 nm en 800 nm.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{el}}}$ 1 • inzicht dat P_{el} gelijk is 1 • inzicht dat P_{nuttig} gelijk is aan de oppervlakte onder de Planck-krommen tussen 400 nm en 800 nm 1 • completeren van de uitleg 1 	

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

Opgave 4 Onderzoek aan β^- -straling

14 maximumscore 5

Bij **vraag 14** moeten altijd 5 scorepunten worden toegekend, ongeacht of er wel of geen antwoord gegeven is, en ongeacht het gegeven antwoord.

Toelichting

Bij vraag 14 is een benodigde formule niet vermeld.

uitkomst: $t = 1,7 \cdot 10^2$ dag (= 0,47 jaar)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de activiteit geldt: $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$.

Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:

$$N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}.$$

$$\text{Invullen levert: } N(0) = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{32,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,88 \cdot 10^{22}.$$

Dit levert voor de activiteit bij de productie:

$$A(0) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(0) = \frac{0,693}{14,3 \cdot 3600 \cdot 24} 1,88 \cdot 10^{22} = 1,05 \cdot 10^{16} \text{ Bq.}$$

Voor de activiteit geldt: $A(t) = A(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$.

$$\text{Invullen levert: } 2,5 \cdot 10^{12} = 1,05 \cdot 10^{16} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14,3}}.$$

Dit levert: $t = 1,7 \cdot 10^2$ dag = 0,47 jaar.

- gebruik van $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ 1
- inzicht dat $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$ of dat $N(0) = \frac{1}{32} N_A$ 1
- opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde 1
- inzicht dat $A(t) = A(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

methode 2

Voor de activiteit geldt: $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$.

Invullen levert: $2,5 \cdot 10^{12} = \frac{0,693}{14,3 \cdot 3600 \cdot 24} N(t)$.

Dit levert $N(t) = \frac{2,5 \cdot 10^{12} \cdot 14,3 \cdot 3600 \cdot 24}{0,693} = 4,46 \cdot 10^{18}$.

Voor het aantal deeltjes bij de productie geldt:

$N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$.

Invullen levert: $N(0) = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{32,0 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 1,88 \cdot 10^{22}$.

Er geldt: $N(t) = N(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$.

Invullen levert: $4,46 \cdot 10^{18} = 1,88 \cdot 10^{22} \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{14,3}}$.

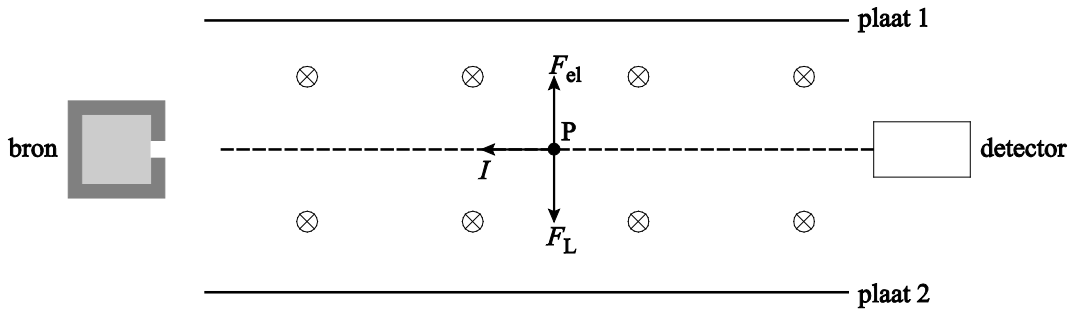
Dit levert: $t = 1,7 \cdot 10^2$ dag = 0,47 jaar.

- gebruik van $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ 1
- inzicht dat $N(0) = \frac{\text{massa van de bron}}{\text{massa van één deeltje}}$ of dat $N(0) = \frac{1}{32} N_A$ 1
- opzoeken van halveringstijd en omrekenen naar seconde 1
- inzicht dat $N(t) = N(0) \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

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

15 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



(De snelheidsrichting in punt P is naar rechts.) De stroomrichting in punt P is dus naar links.

De richting van het magneetveld is het papier in gericht, loodrecht op het vlak van tekening. Dus is de lorentzkracht naar beneden gericht. Om de elektronen rechtdoor te laten bewegen moet de elektrische kracht naar boven zijn gericht.

Daarom (moet het E-veld naar beneden zijn gericht. Omdat het E-veld van positief naar negatief gericht is,) moet plaat 1 op de positieve pool worden aangesloten en plaat 2 op de negatieve pool.

- aangeven van de stroomrichting in punt P 1
- consequent aangeven van de richting van de lorentzkracht 1
- tekenen van de elektrische kracht, tegengesteld aan de lorentzkracht 1
- consequent aangeven van de polariteit van plaat 1 en plaat 2 1

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als het elektron rechtdoor beweegt, geldt: $F_e = F_L$.

Invullen van $F_e = qE = q \frac{U}{d}$ en van $F_L = Bqv$ levert: $v = \frac{U}{Bd}$.

- inzicht dat $F_e = F_L$ 1
- gebruik van $F_e = qE$ en van $F_L = Bqv$ 1
- completeren van het antwoord 1

Vraag	Antwoord	Scores
17	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>De (klassieke) formule voor kinetische energie luidt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$.</p> <p>BINAS geeft: $E_k = 1,72 \text{ MeV}$.</p> <p>Invullen levert: $1,72 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2} \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} v^2$.</p> <p>Dit levert $v = 7,8 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$. (Dit is niet gelijk aan de meest voorkomende snelheid.)</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • opzoeken van de massa van het elektron en omrekenen van MeV naar J 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • completeren van de berekening 	1
18	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een uitleg:</p> <p>Bij dit verval is (het baryongetal (het aantal nucleonen) en) het leptongetal behouden.</p> <p>Vóór de reactie is het leptongetal gelijk aan nul. Dus moet door behoud van lading na de reactie het leptongetal ook gelijk zijn aan nul. Een elektron heeft het leptongetal 1. Dus moet er een deeltje ontstaan met leptongetal -1. Dus is het deeltje een antineutrino.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat (het baryongetal en) het leptongetal behouden is 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het elektron leptongetal 1 heeft 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • completeren van de uitleg 	1
19	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>De energie die vrijkomt, wordt verdeeld over het elektron en het (anti)neutrino. Dus bij elke waarde van n is de som van de bijbehorende energieën gelijk aan 1,72 MeV.</p> <p>Dus is grafiek d de juiste.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij elke n de som van de energieën gelijk is aan 1,72 MeV 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • keuze voor grafiek d 	1

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

Opgave 5 Dubbel-planetoïde 1999 KW4

20 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Het volume van α schatten we als een deel van een kubus:

$$V = (1,5 \cdot 10^3)^3 = 3,375 \cdot 10^9 \text{ m}^3.$$

α neemt iets minder dan 40% van dat volume in: $V_\alpha \approx 1,3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$.

Dit levert voor de dichtheid: $\rho_\alpha = \frac{m}{V} = \frac{2,6 \cdot 10^{12}}{1,3 \cdot 10^9} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Omdat $\rho_{\text{ijzer}} = 7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ is de hypothese onaannemelijk.

methode 2

Het volume van α schatten we als een bol:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (0,75 \cdot 10^3)^3 = 1,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3.$$

Dit levert voor de dichtheid: $\rho_\alpha = \frac{m}{V} = \frac{2,6 \cdot 10^{12}}{1,8 \cdot 10^9} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

Omdat $\rho_{\text{ijzer}} = 7,87 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ is de hypothese onaannemelijk.

- onderbouwde schatting van $1,0 \cdot 10^9 < V_\alpha < 2,0 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ 1
- gebruik van $\rho = \frac{m}{V}$ en opzoeken ρ_{ijzer} 1
- vergelijking van ρ_α en ρ_{ijzer} met consequente conclusie 1

21 maximumscore 2

uitkomst: $r = 2,6 \cdot 10^3 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

$$\frac{GM}{4\pi^2} = \frac{r^3}{T^2} \rightarrow r^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,6 \cdot 10^{12} \cdot (17,4 \cdot 3600)^2}{4\pi^2} = 1,724 \cdot 10^{10}.$$

Dit levert: $r = 2,6 \cdot 10^3 \text{ m}$.

- opzoeken van de waarden voor G , M en T in de juiste eenheden 1
- completeren van de berekening 1

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

22 maximumscore 3

uitkomst: $T_{\text{rot}} = 8,3 \cdot 10^3 \text{ s} = 2,3 \text{ h}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de middelpuntzoekende versnelling van α geldt: $a_{\text{mpz}} = \frac{v^2}{r}$.

Invullen levert: $4,3 \cdot 10^{-4} = \frac{v^2}{7,5 \cdot 10^2}$. Dit geeft $v = 0,568 \text{ ms}^{-1}$.

Er geldt: $v = \frac{2\pi r}{T_{\text{rot}}}$. Invullen levert: $0,568 = \frac{2\pi \cdot 7,5 \cdot 10^2}{T_{\text{rot}}}$.

Dit geeft: $T_{\text{rot}} = 8,3 \cdot 10^3 \text{ s} = 2,3 \text{ h}$.

- gebruik van $a_{\text{mpz}} = \frac{v^2}{r}$ 1
- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- completeren van de berekening 1