Beoordelingsmodel

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 1 Mondharmonica

1 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:
In figuur 3 zijn minder trillingen te zien dan in figuur 2. De frequentie in figuur 3 is dus lager.
Het lipje bij gat A is langer dan het lipje bij gat B. Dus lipje A zal met een lagere frequentie trillen.
Dus gat A correspondeert met figuur 3.

- inzicht dat in figuur 3 de frequentie lager is dan in figuur 2 — 1
- inzicht dat het lipje bij gat A met een lagere frequentie trilt dan het lipje bij gat B — 1
- completeren van de uitleg — 1

2 **maximumscore 3**

antwoord: Bij figuur 2 hoort toon a1.

voorbeeld van een bepaling:
Uit figuur 2 is af te lezen dat er 8 trillingen zijn in 18,1 ms.
Dus $T = \dfrac{18{,}1 \cdot 10^{-3}}{8} = 2{,}26 \cdot 10^{-3}$ s. Dan is $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{2{,}26 \cdot 10^{-3}} = 4{,}4 \cdot 10^{2}$ Hz.
Dit correspondeert volgens BINAS tabel 15C met de toon a1.

- bepalen van T uit figuur 2 (minimaal 5 trillingen gebruikt) — 1
- gebruik van $f = \dfrac{1}{T}$ — 1
- completeren van de bepaling en opzoeken van de toon in tabel 15C — 1

Vraag	Antwoord	Scores

3 **maximumscore 3**

uitkomst: $v = 18{,}8\ \text{m s}^{-1}$

voorbeeld van een berekening:
Er ontstaat een knoop bij het vaste uiteinde en een buik bij het losse uiteinde. In de grondtoon geldt $\ell = \frac{1}{4}\lambda$.

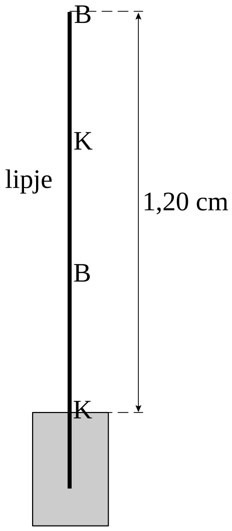
$\frac{1}{4}\lambda = 1{,}20\ \text{cm} \rightarrow \lambda = 4{,}80 \cdot 10^{-2}\ \text{m}$.

Er geldt: $v = f\lambda = 392 \cdot 4{,}80 \cdot 10^{-2} = 18{,}8\ \text{m s}^{-1}$.

- inzicht dat $\ell = \frac{1}{4}\lambda$ — 1
- gebruik van $v = f\lambda$ — 1
- completeren van de berekening — 1

4 **maximumscore 2**

antwoord:



- aangeven van een knoop bij het vaste uiteinde en een buik bij het losse uiteinde — 1
- completeren van het antwoord — 1

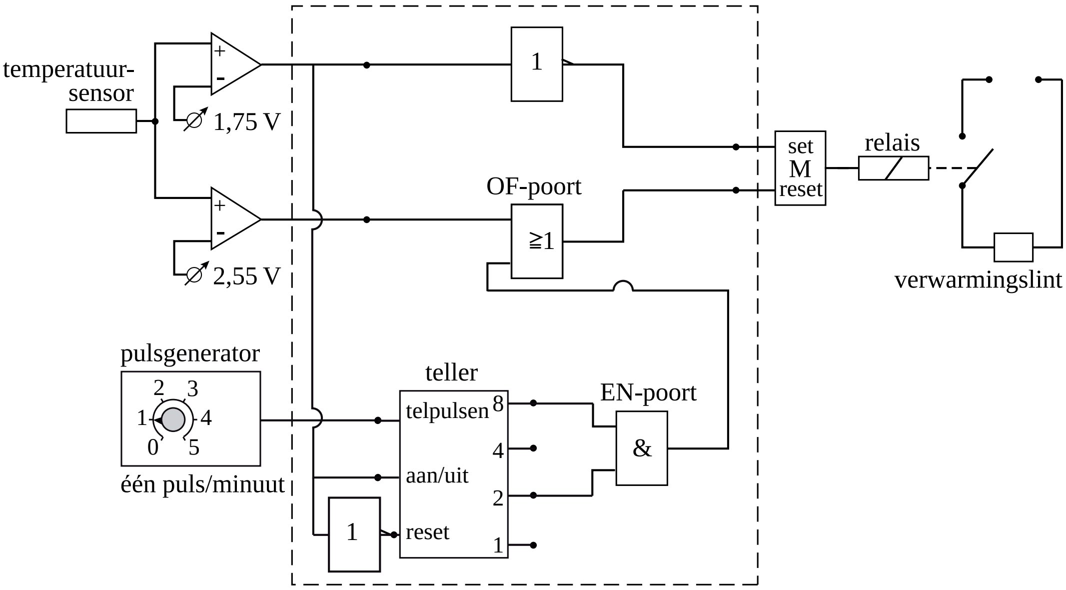
Opmerking
Als de kandidaat de buik aan het uiteinde boven de staaf tekent en/of de knopen en buiken niet gelijkmatig verdeelt, dit goed rekenen.

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 2 Legionella

5 maximumscore 6

voorbeeld van een werkend systeem:



- noteren van de referentiespanningen van de comparatoren (met een marge van 0,05 V) 1
- aansluiten van een invertor tussen de comparator met de lage referentiespanning en set van de geheugencel 1
- aansluiten van een OF-poort tussen de comparator met de hoge referentiespanning en de reset van de geheugencel 1
- aansluiten van een EN-poort op de 8 en de 2 van de teller en de ingang van de OF-poort 1
- aansluiten van uitgang van de comparator met de lage referentiespanning op de aan/uit van de teller 1
- aansluiten van de uitgang van de comparator met de lage referentiespanning via een invertor op de reset van de teller 1

Opmerkingen

– *Als door extra verbindingen en/of verwerkers een niet naar behoren werkende schakeling is getekend: maximaal 4 punten.*

– *Als de* 8 *en de* 2 *en de* 1 *van de teller samen met EN-poorten gecombineerd zijn: hiervoor geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores

6 **maximumscore 4**

uitkomst: $n = 34$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt $P = UI_{\text{tot}}$. Invullen levert: $180 = 230 \cdot I_{\text{tot}} \rightarrow I_{\text{tot}} = \dfrac{180}{230} = 0{,}783$ A.

Voor één weerstand geldt $U = I_{\text{R}}R$. Invullen geeft $230 = I_{\text{R}} \cdot 10 \cdot 10^3$.

Dus $I_{\text{R}} = \dfrac{230}{10 \cdot 10^3} = 0{,}0230$ A.

Er geldt: $n = \dfrac{I_{\text{tot}}}{I_{\text{R}}}$. Invullen levert $n = \dfrac{I_{\text{tot}}}{I_{\text{R}}} = \dfrac{0{,}783}{0{,}0230} = 34{,}0 = 34$.

- inzicht dat $P = UI_{\text{tot}}$ — 1
- inzicht dat $U = I_{\text{R}}R$ — 1
- inzicht dat $n = \dfrac{I_{\text{tot}}}{I_{\text{R}}}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

7 **maximumscore 3**

uitkomst: $\ell = 20$ m

voorbeeld van een berekening:

$P_{\text{max}} = UI_{\text{max}} = 230 \cdot 16 = 3{,}68 \cdot 10^3 \text{ W} \rightarrow \ell = \dfrac{3{,}68 \cdot 10^3}{180} = 20$ m.

- berekenen van P_{max} — 1
- inzicht dat $\ell = \dfrac{P_{\text{max}}}{P_{\text{per meter}}}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 3 Ariane-5-raket

8 **maximumscore 2**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De raket stoot de verbrandingsgassen naar achteren uit. Volgens de derde wet van Newton oefenen de gassen dan een kracht naar voren uit op de raket.

- inzicht dat de derde wet van Newton van toepassing is 1
- inzicht dat de krachten op de gassen en op de raket tegengesteld van richting zijn 1

methode 2

De raket stoot de verbrandingsgassen naar achteren uit. Volgens de wet van behoud van impuls is de totale impuls gelijk.
Daardoor moet de impulsverandering van de raket tegengesteld zijn aan de impulsverandering van de gassen. (Op de raket werkt dus een kracht naar voren.)

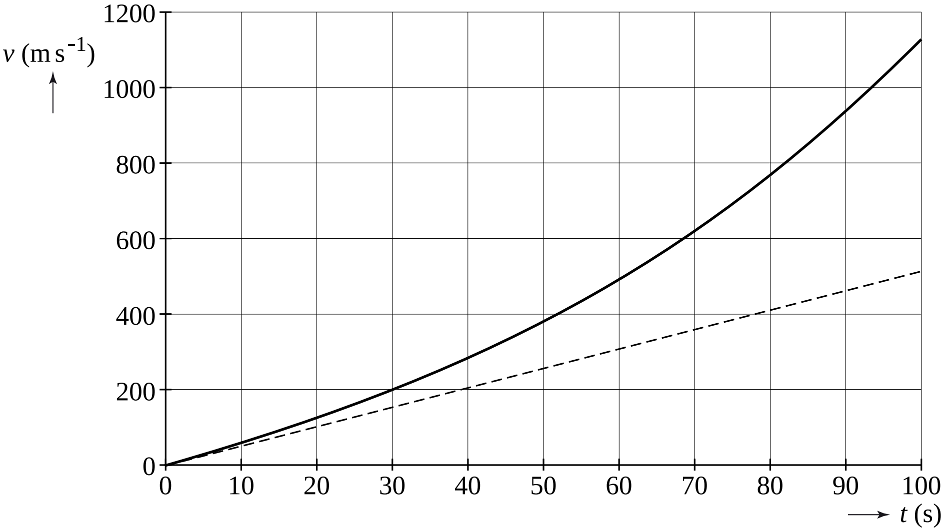
- inzicht dat de wet van behoud van impuls van toepassing is 1
- inzicht dat de impulsverandering van de raket tegengesteld is aan de impulsverandering van de gassen 1

Vraag	Antwoord	Scores

9 **maximumscore 5**

uitkomst: $F_{stuw} = 1{,}1 \cdot 10^7$ N

voorbeeld van een bepaling:



De versnelling op t = 0 s is gelijk aan de steilheid van de raaklijn:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{510}{100} = 5{,}1 \text{ m s}^{-2}.$$

$$F_{res} = ma = F_{stuw} - F_z \rightarrow 7{,}14 \cdot 10^5 \cdot 5{,}1 = F_{stuw} - 7{,}14 \cdot 10^5 \cdot 9{,}81 \rightarrow F_{stuw} = 1{,}1 \cdot 10^7 \text{ N}.$$

- inzicht dat a op t = 0 s gelijk is aan de helling van de raaklijn — 1
- bepalen van a op t = 0 s (met een marge van 1,0 m s^{-2}) — 1
- gebruik van $F_{res} = ma$ — 1
- inzicht dat $F_{res} = F_{stuw} - F_z$ — 1
- completeren van de bepaling — 1

Vraag	Antwoord	Scores

10 **maximumscore 3**

voorbeeld van een berekening:

$m(60) = 7{,}14 \cdot 10^5 - 3{,}6 \cdot 10^3 \cdot 60 = 4{,}98 \cdot 10^5$ kg.

$$v(60) = u \cdot \ln\left(\frac{m(0)}{m(60)}\right) - g \cdot 60 = 3{,}0 \cdot 10^3 \cdot \ln\left(\frac{7{,}14 \cdot 10^5}{4{,}98 \cdot 10^5}\right) - 9{,}8 \cdot 60 = 4{,}9 \cdot 10^2 \ \mathrm{m\,s^{-1}}.$$

(Deze waarde klopt met de waarde uit de grafiek.)

- berekenen van de massa op t = 60 s — 1
- berekenen van $v(60)$ — 1
- aflezen van $v(60)$ — 1

Opmerking

Als de kandidaat voor g de waarde $10 \ \mathrm{m\,s^{-2}}$ *gebruikt: goed rekenen.*

11 **maximumscore 3**

voorbeeld van een afleiding:

Op het aardoppervlak geldt: $F_\mathrm{z} = mg = G\dfrac{mM}{R^2}$.

Op hoogte h geldt: $F_\mathrm{g} = G\dfrac{mM}{(R+h)^2}$.

Combineren van de vergelijkingen levert $F_\mathrm{g} = mg\dfrac{R^2}{(R+h)^2}$.

- inzicht dat op aarde geldt: $F_\mathrm{z} = mg = G\dfrac{mM}{R^2}$ — 1
- inzicht dat op grotere hoogte geldt: $F_\mathrm{g} = G\dfrac{mM}{(R+h)^2}$ — 1
- completeren van de afleiding — 1

12 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

F_w neemt aanvankelijk toe omdat de snelheid toeneemt.

Op grotere hoogte daalt F_w weer omdat daar de dichtheid ρ van de lucht afneemt.

- uitleg van de toename van F_w — 1
- uitleg van de afname van F_w — 1

Vraag	Antwoord	Scores

13 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
F_g neemt af, dus is op 100 km hoogte kleiner dan op 40 km hoogte,
F_w is op 100 km hoogte kleiner dan op 40 km hoogte,
m neemt af, dus is op 100 km hoogte kleiner dan op 40 km hoogte.
Uit de formule $a = \dfrac{F_{stuw} - F_g - F_w}{m}$ volgt dat de versnelling op 100 km hoogte groter is dan op 40 km hoogte.

- inzicht dat F_g afneemt op grotere hoogte 1
- inzicht dat F_w op 100 km hoogte kleiner is dan op 40 km hoogte of op beide hoogten verwaarloosbaar is 1
- inzicht dat *m* afneemt 1
- completeren van de uitleg 1

Vraag	Antwoord	Scores

Opgave 4 Betelgeuze

14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Uit tabel 32B blijkt dat Betelgeuze een straal heeft van $700 \cdot 10^9$ m.

Uit tabel 31 blijkt dat de straal van de baan van Mars $227{,}8 \cdot 10^9$ m bedraagt en die van Jupiter $777{,}9 \cdot 10^9$ m.

De banen van Mercurius, Venus, de Aarde en Mars zouden binnen Betelgeuze vallen.

- opzoeken van de straal van Betelgeuze 1
- vergelijken met de straal van de planeetbanen en conclusie 1

Opmerking

Als ook Ceres als planeet genoemd is: goed rekenen.

15 maximumscore 4

uitkomst: E = 15,58 MeV (= $2{,}496 \cdot 10^{-12}$ J)

voorbeeld van een berekening:

Voor het massadefect geldt:

$\Delta m = 2\left(27{,}97693\text{u} - 14m_\text{e}\right) - \left(55{,}93494\text{u} - 26m_\text{e} + 2m_\text{e}\right).$

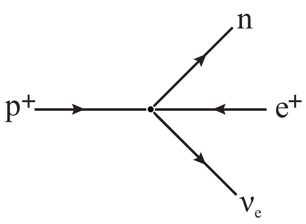
Zodat geldt: $\Delta m = \left(0{,}01892 - 4 \cdot 0{,}000549\right)\text{u} = 0{,}01673\text{u}.$

Dit komt overeen met 0,01673·931,49 MeV = 15,58 MeV = $2{,}496 \cdot 10^{-12}$ J.

- inzicht dat het massadefect bepaald moet worden 1
- in rekening brengen van de elektronmassa's 1
- inzicht dat 1u overeenkomt met 931,49 MeV of gebruik van $E = mc^2$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores

16 **maximumscore 3**
voorbeeld van een antwoord:



- alleen het proton links 1
- neutron, positron en neutrino rechts 1
- richting van de pijlen 1

Opmerking
Een reactievergelijking in plaats van een diagram: maximaal 2 punten.

17 **maximumscore 4**
voorbeelden van een antwoord:

methode 1
Voor de zon geldt: $P = cr^2T^4$.
Invullen geeft: $0{,}390\cdot 10^{27} = c\cdot\left(0{,}696\cdot 10^{9}\right)^2\cdot 5800^4$.
Voor de waarde van c geldt: $c = 7{,}114\cdot 10^{-7}$.
Voor Betelgeuze geldt dus:
$P = cr^2T^4 = 7{,}114\cdot 10^{-7}\cdot\left(700\cdot 10^{9}\right)^2\cdot 3300^4 = 4{,}134\cdot 10^{31}$ W.
Uit $\dfrac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \left(\dfrac{M_{\text{ster}}}{M_{\text{zon}}}\right)^{\frac{7}{2}}$ volgt: $M_{\text{ster}} = M_{\text{zon}}\cdot\left(\dfrac{4{,}134\cdot 10^{31}}{0{,}390\cdot 10^{27}}\right)^{\frac{2}{7}} = 27{,}3M_{\text{zon}}$.
Betelgeuze zal dus ontploffen als een supernova.

- opzoeken van r en T voor beide hemellichamen 1
- berekenen van c 1
- berekenen van $\dfrac{M_{\text{ster}}}{M_{\text{zon}}}$ 1
- consequente conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores

methode 2

Er geldt: $\dfrac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \dfrac{\left(cr^2T^4\right)_{\text{ster}}}{\left(cr^2T^4\right)_{\text{zon}}} = \left(\dfrac{r_{\text{ster}}}{r_{\text{zon}}}\right)^2 \cdot \left(\dfrac{T_{\text{ster}}}{T_{\text{zon}}}\right)^4.$

Hieruit volgt: $\dfrac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \left(\dfrac{700}{0{,}696}\right)^2 \cdot \left(\dfrac{3300}{5800}\right)^4 = 1{,}060 \cdot 10^5.$

Ook geldt: $\dfrac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \left(\dfrac{M_{\text{ster}}}{M_{\text{zon}}}\right)^{\frac{7}{2}}$ zodat $M_{\text{ster}} = M_{\text{zon}} \cdot \left(1{,}060 \cdot 10^5\right)^{\frac{2}{7}} = 27{,}3 M_{\text{zon}}.$

Betelgeuze zal dus ontploffen als een supernova.

•	inzicht dat $\dfrac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \left(\dfrac{r_{\text{ster}}}{r_{\text{zon}}}\right)^2 \cdot \left(\dfrac{T_{\text{ster}}}{T_{\text{zon}}}\right)^4$	1
•	opzoeken van r en T voor beide hemellichamen	1
•	berekenen van $\dfrac{M_{\text{ster}}}{M_{\text{zon}}}$	1
•	consequente conclusie	1

Vraag	Antwoord	Scores

18 **maximumscore 4**

uitkomst: De stralingsintensiteit van de gammaflits is $1{,}8 \cdot 10^2$ keer zo groot als de stralingintensiteit van de zon.

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Uit Binas tabel 32C blijkt dat het uitgestraald vermogen van de zon $0{,}390 \cdot 10^{27}$ W bedraagt.
Voor de energie die de zon in 10 miljard jaar uitzendt, geldt:
$E = 0{,}390 \cdot 10^{27} \cdot 10 \cdot 10^{9} \cdot 3{,}15 \cdot 10^{7} = 1{,}23 \cdot 10^{44}$ J.
Dit is gelijk aan de energie van de gammaflits per seconde.
Ofwel $P_{\text{gammaflits}} = 1{,}23 \cdot 10^{44}$ W.
Voor de stralingsintensiteit die de aarde van deze flits ontvangt, geldt:
$I = \dfrac{P}{4\pi r^2}$.
De afstand van de aarde tot Betelgeuze bedraagt $6200 \cdot 10^{15}$ m (tabel 32B).

Invullen geeft: $I = \dfrac{1{,}23 \cdot 10^{44}}{4\pi\left(6200 \cdot 10^{15}\right)^2} = 2{,}54 \cdot 10^{5}\ \text{Wm}^{-2}$.

Dit is $\dfrac{2{,}54 \cdot 10^{5}}{1{,}4 \cdot 10^{3}} = 1{,}8 \cdot 10^{2}$ keer zo groot als de stralingsintensiteit die de aarde van de zon ontvangt.

- opzoeken van de afstand Betelgeuze – aarde en van P_{zon} — 1
- inzicht dat $P_{\text{gammaflits}} = P_{\text{zon}} \cdot 10 \cdot 10^{9} \cdot$aantal seconden van 1 jaar — 1
- gebruik van $I = \dfrac{P}{4\pi r^2}$ — 1
- completeren van de berekening — 1

Vraag	Antwoord	Scores

methode 2
Als Betelgeuze op de plaats van de zon zou staan, geldt:
$I_{\text{gammaflits}} = 10 \cdot 10^9 \cdot 3{,}15.10^7 I_{\text{zon}} = 3{,}15 \cdot 10^{17} I_{\text{zon}}$.

Betelgeuze staat verder weg dan de zon.
Er geldt: $\dfrac{r_{\text{betelgeuze - aarde}}}{r_{\text{zon - aarde}}} = \dfrac{6200 \cdot 10^{15}}{0{,}00015 \cdot 10^{15}} = 4{,}13 \cdot 10^7$.
Aangezien I evenredig is met r^{-2} geldt:

$$I_{\text{gammaflits}} = \frac{3{,}15 \cdot 10^{17}}{\left(4{,}13 \cdot 10^7\right)^2} \cdot I_{\text{zon}} = 1{,}8 \cdot 10^2 I_{\text{zon}}.$$

- inzicht dat $I_{\text{gammaflits}} = 10 \cdot 10^9 \cdot 3{,}15 \cdot 10^7 I_{\text{zon}}$ 1
- inzicht dat I evenredig is met r^{-2} 1
- opzoeken van $r_{\text{betelgeuze - aarde}}$ en $r_{\text{zon - aarde}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opgave 5 Elektronenwolken

19 maximumscore 2
voorbeeld van een antwoord:
Gemiddeld is het elektron naar rechts getrokken want rechts van het midden is de kans toegenomen. Omdat het elektron negatief is, is de elektrische kracht tegengesteld gericht aan het elektrische veld. Het veld is op dat moment dus naar links gericht.

- inzicht dat de elektrische kracht naar rechts werkt 1
- inzicht dat de elektrische veldsterkte tegengesteld gericht is aan de kracht 1

20 maximumscore 3
antwoord: $6{,}25 \cdot 10^{-16}$ s

voorbeeld van een berekening:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8}{7{,}50 \cdot 10^{-7}} = 4{,}00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

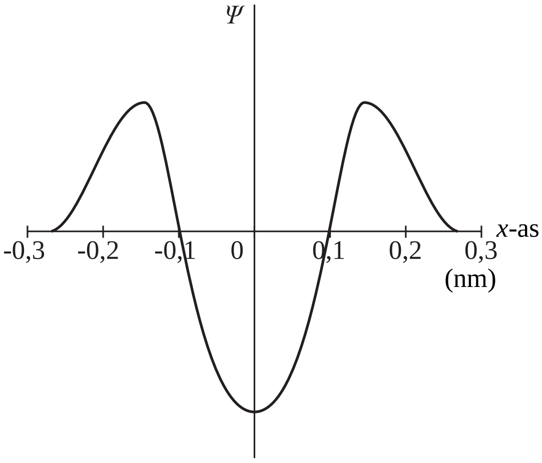
$$T = \frac{1}{f} = 2{,}50 \cdot 10^{-15} \text{ s, dus } t = \tfrac{1}{4} T = 6{,}25 \cdot 10^{-16} \text{ s}$$

- gebruik van $f = \dfrac{c}{\lambda}$ en opzoeken van c 1
- inzicht dat de gevraagde tijd een kwart van de trillingstijd is 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores

21 **maximumscore 3**

voorbeeld van een schets:



- drie pieken geschetst — 1
- middelste piek onder de *x*-as, overige pieken boven de *x*-as of andersom — 1
- absolute waarde van de middelste piek groter dan van de overige pieken — 1

22 **maximumscore 4**

voorbeeld van een antwoord:

Het stikstofatoom heeft 7 elektronen, waarvan er twee in de laagste energietoestand (1, 1, 1) zitten. De buitenste 5 elektronen zitten in de toestanden (2, 1, 1), (1, 2, 1) en (1, 1, 2). De energie van deze toestanden is:

$$E = \frac{h^2}{8mL^2}\left(1^2 + 1^2 + 2^2\right) = \frac{3h^2}{4mL^2}.$$

- gebruik van het Pauli-principe — 1
- inzicht dat 2 elektronen in de toestand (1, 1, 1) zitten — 1
- inzicht dat een buitenste elektron in toestand (2, 1, 1), (1, 2, 1) of (1, 1, 2) zit — 1
- invullen van de quantumgetallen in de doosjesformule en conclusie — 1

23 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

De elektronenwolk in figuur 2 heeft in de *x*-richting 3 maxima en in de beide andere richtingen slechts 1 maximum. Dus $(n_x, n_y, n_z) = (3, 1, 1)$.

- uitleg van $n_x = 3$ — 1
- uitleg van $n_y = 1$ en $n_z = 1$ — 1

Vraag	Antwoord	Scores

24 **maximumscore 4**

antwoord: 10^{-18} J

voorbeeld van een bepaling:
Volgens figuur 2 is een goede keuze voor de afmetingen van de doosjes:
$L_x = 2L = 0{,}51$ nm en $L_y = L_z = L = 0{,}26$ nm.
De energietoestand van de twee elektronen in de wolk is (3, 1, 1). Hun gezamenlijke energie is dus:

$$E_{\text{wolk}} = 2\frac{h^2}{8mL^2}\left(\frac{3^2}{2^2} + 1^2 + 1^2\right) = \frac{17h^2}{16mL^2} = \frac{17\left(6{,}63\cdot 10^{-34}\right)^2}{16\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\left(0{,}26\cdot 10^{-9}\right)^2} = 8{,}2\cdot 10^{-18}\ \text{J.}$$

Toen ze ieder nog bij hun eigen atoom hoorden, was de totale energie van de twee elektronen gelijk aan:

$$E_{\text{atomen}} = 2\frac{3h^2}{4mL^2} = \frac{3\left(6{,}63\cdot 10^{-34}\right)^2}{2\cdot 9{,}1\cdot 10^{-31}\left(0{,}26\cdot 10^{-9}\right)^2} = 1{,}16\cdot 10^{-17}\ \text{J.}$$

De bindingsenergie is dus: $\Delta E = (1{,}16 - 0{,}82)\cdot 10^{-17} = 3{,}4\cdot 10^{-18}$ J.
Dit is van de orde 10^{-18} J.

- inzicht dat $L = 0{,}26$ nm (met een marge van 0,02 nm) — 1
- gebruik van de doosjesformule voor de elektronenwolk met juiste waarden voor afmetingen en kwantumgetallen — 1
- inzicht dat de bindingsenergie wordt gegeven door $\Delta E = E_{\text{atomen}} - E_{\text{wolk}}$ — 1
- completeren van de bepaling — 1