

## 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.

$$\text{Dus } T = \frac{18,1 \cdot 10^{-3}}{8} = 2,26 \cdot 10^{-3} \text{ s. Dan is } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,26 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

Dit correspondeert volgens BINAS tabel 15C met de toon a1.

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

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

**3 maximumscore 3**

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

voorbeeld van een berekening:

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

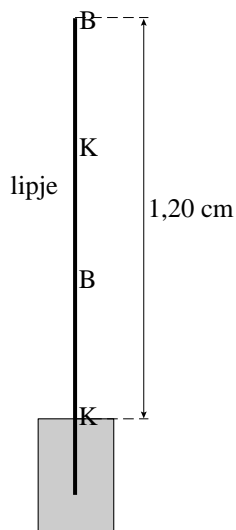
$$\frac{1}{4}\lambda = 1,20 \text{ cm} \rightarrow \lambda = 4,80 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

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

- 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*

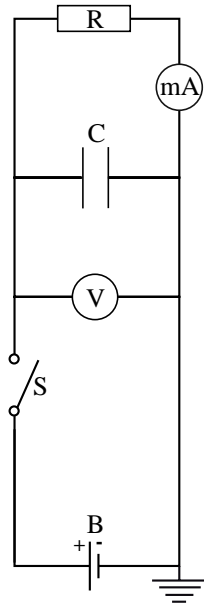
*Als de kandidaten de buik aan het uiteinde boven de staaf tekent en/of de knopen en buiken niet gelijkmatig verdeelt, dit goed rekenen*

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

## Opgave 2 Lekkende condensator

### 5 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:



### 6 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

$$I(0) = \frac{U}{R} = \frac{5,0}{1,5 \cdot 10^3} = 3,33 \cdot 10^{-3} = 3,3 \text{ mA.}$$

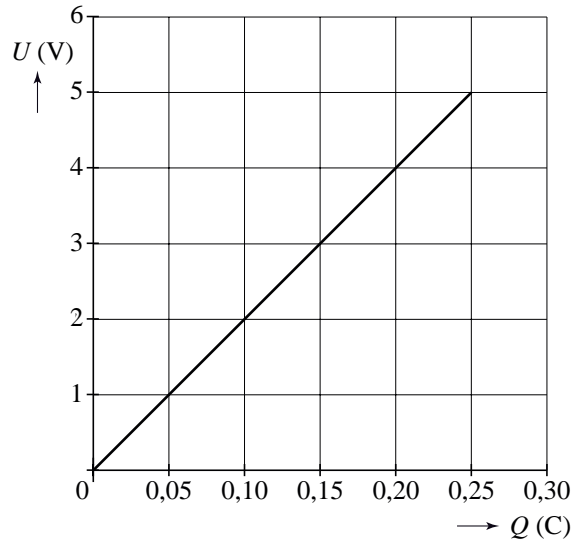
Het bereik van de mA-meter moet dus 5,0 mA zijn.

- inzicht dat  $I(0)$  berekend moet worden 1
- gebruik van  $I = \frac{U}{R}$  1
- consequente conclusie 1

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

**7 maximumscore 4**

antwoord:



- uitzetten van  $U$  vertikaal en  $Q$  horizontaal 1
- indelen van de assen en aangeven van de grootheden en eenheden 1
- gebruik van  $Q = CU$  1
- tekenen van de karakteristiek 1

**8 maximumscore 2**uitkomst:  $t = 38$  s

voorbeeld van een berekening:

$$RC = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 75 \text{ s} \rightarrow 3,0 = 5,0e^{-\frac{t}{75}} \rightarrow t = -75 \cdot \ln 0,60 = 38 \text{ s.}$$

- invullen van de juiste waarden in de gegeven formule 1
- completeren van de berekening 1

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

**9 maximumscore 4**

uitkomst:  $d = 2 \text{ mm}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt:  $t = 6RC$ . Invullen levert:  $1 \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 50 \cdot 10^{-3} R$ .

Dit geeft  $R = 3,3 \cdot 10^{-3} \Omega$ .

Invullen in  $R_{\text{oplaad}} = \frac{\rho \ell}{A}$  geeft  $3,3 \cdot 10^{-3} = \frac{17 \cdot 10^{-9} \cdot 0,65}{A}$ .

Dit geeft  $A = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ .

Uit  $A = \pi r^2$  volgt  $r = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ . Dus  $d = 2 \text{ mm}$ .

- berekenen van  $R$  1
- gebruik van  $R = \frac{\rho \ell}{A}$  en opzoeken van de waarde voor  $\rho$  1
- gebruik van  $A = \pi r^2$  en  $d = 2r$  1
- completeren van de berekening 1

**10 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Als Gerard de drukschakelaar D indrukt, opent het relais schakelaar S.

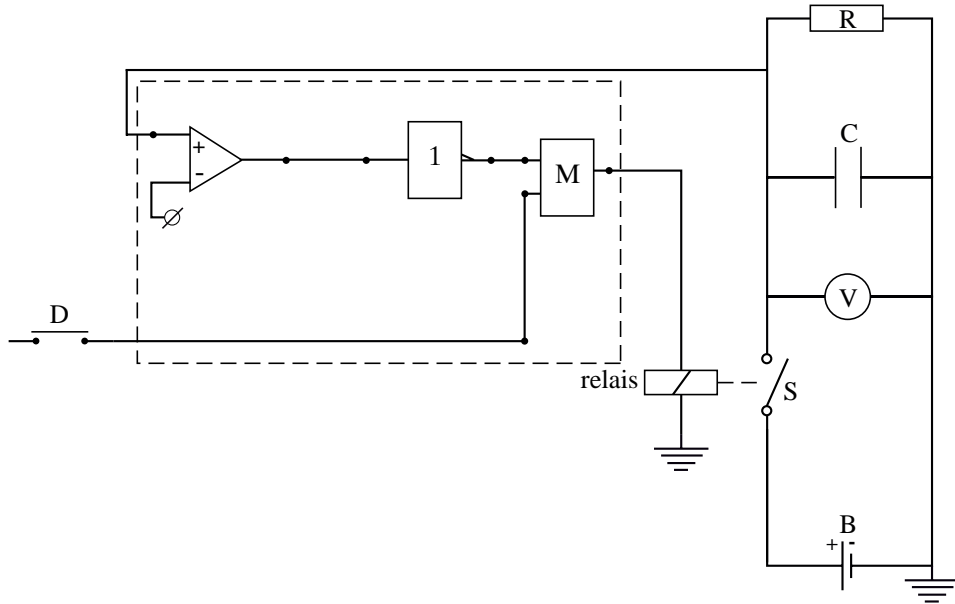
Hierdoor gaat de condensator ontladen. Gelijktijdig start de teller.

Op het moment dat de spanning 3,0 V is, laat Gerard de drukschakelaar D los en stopt de teller. De teller geeft nu het aantal seconden aan dat het ontladen duurt.

- inzicht dat het relais geopend wordt waardoor de condensator ontlaaft 1
- inzicht dat de teller loopt, zolang de drukknop ingedrukt is 1
- inzicht dat de teller het aantal seconden aangeeft 1

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

11 **maximumscore 4**  
 voorbeeld van een antwoord:



- aansluiten van het relais op de uitgang van een geheugencel 1
- aansluiten van een comparator 1
- aanbrenge van een invertor tussen de comparator en de set van de geheugencel 1
- aansluiten van de drukschakelaar D op de reset van de geheugencel 1

*Opmerking*

*Als door extra verbindingen en/of verwerkers een niet naar behoren werkende schakeling is getekend: maximaal 2 punten.*

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

### Opgave 3 Ariane-5-raket

---

**12 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.)

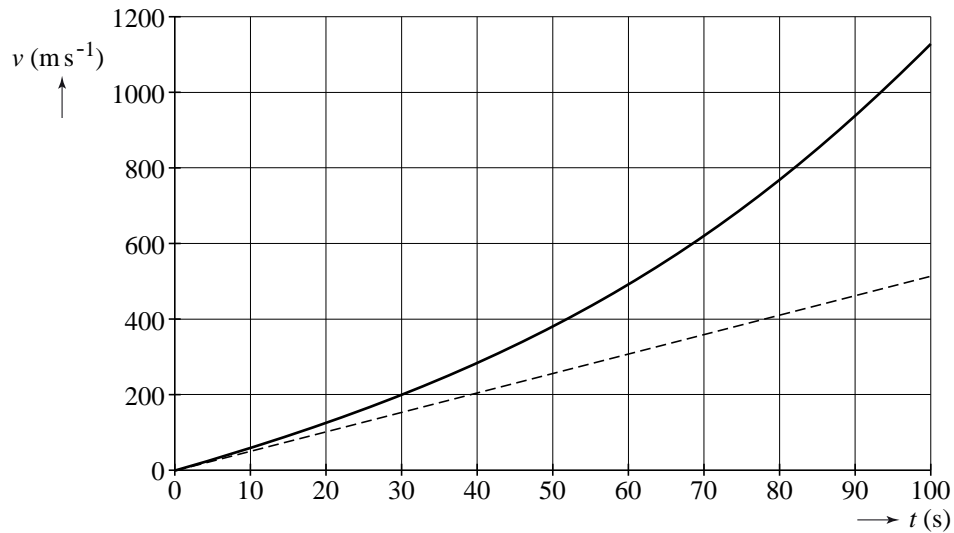
- inzicht dat de wet van behoud van impuls van toepassing is 1
- inzicht dat de impulsverandering van de raket tegengesteld is aan de impulsverandering van de gassen 1

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

**13 maximumscore 5**

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

voorbeeld van een bepaling:



De versnelling op  $t = 0 \text{ s}$  is gelijk aan de steilheid van de raaklijn:

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

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

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

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

**14 maximumscore 3**

voorbeeld van een berekening:

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

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

(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  $10 \text{ ms}^{-2}$  gebruikt: goed rekenen.*

**15 maximumscore 3**

voorbeeld van een afleiding:

Op het aardoppervlak geldt:  $F_z = mg = G \frac{mM}{R^2}$ .

Op hoogte  $h$  geldt:  $F_g = G \frac{mM}{(R+h)^2}$ .

Combineren van de vergelijkingen levert  $F_g = mg \frac{R^2}{(R+h)^2}$ .

- inzicht dat op aarde geldt:  $F_z = mg = G \frac{mM}{R^2}$  1
- inzicht dat op grotere hoogte geldt:  $F_g = G \frac{mM}{(R+h)^2}$  1
- completeren van de afleiding 1

**16 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  $\rho$  van de lucht afneemt.

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

Vraag	Antwoord	Scores
<b>17 maximumscore 4</b>	<p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p><math>F_g</math> neemt af, dus is op 100 km hoogte kleiner dan op 40 km hoogte,  <math>F_w</math> is op 100 km hoogte kleiner dan op 40 km hoogte,  <math>m</math> neemt af, dus is op 100 km hoogte kleiner dan op 40 km hoogte.</p> <p>Uit de formule <math>a = \frac{F_{\text{stuw}} - F_g - F_w}{m}</math> volgt dat de versnelling op 100 km hoogte groter is dan op 40 km hoogte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>F_g</math> afneemt op grotere hoogte</li> <li>• inzicht dat <math>F_w</math> op 100 km hoogte kleiner is dan op 40 km hoogte of op beide hoogten verwaarloosbaar is</li> <li>• inzicht dat <math>m</math> afneemt</li> <li>• completeren van de uitleg</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

### Opgave 4 Radiumverf

#### 18 maximumscore 3

antwoord:  ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He} (+\gamma)$  of  ${}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}\text{Rn} + \alpha (+\gamma)$

- het  $\alpha$ -deeltje rechts van de pijl
- Rn als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers)
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk

#### 19 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de ontvangen equivalente dosis per uur geldt:

$$H = Q \frac{E}{m} \text{ met } Q = 20.$$

$$E = 3600 \cdot 3,7 \cdot 10^4 \cdot 4,79 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13} = 1,02 \cdot 10^{-4} \text{ J.}$$

$$H = \frac{20 \cdot 1,02 \cdot 10^{-4}}{2,5} = 0,82 \text{ mSv.}$$

De per jaar maximaal toegestane equivalente dosis voor de maag is dus al binnen een uur bereikt, zodat kan worden geconcludeerd dat dit zeer slecht was voor de gezondheid.

- opzoeken van de energie van het uitgezonden  $\alpha$ -deeltje
- berekenen van de uitgezonden energie per uur
- berekenen van de equivalente dosis  $H$  per uur
- consequente conclusie

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

## Opgave 5 Betelgeuze

### 20 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 dus 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.*

### 21 maximumscore 3

uitkomst:  $\lambda_{\max} = 878,1$  nm

voorbeeld van een berekening:

Voor het maximum van de stralingskromme geldt:  $\lambda_{\max} T = k_{\text{W}}$ .

Invullen geeft:  $\lambda_{\max} \cdot 3300 = 2,8978 \cdot 10^{-3}$ . Hieruit volgt  $\lambda_{\max} = 878,1$  nm.

- gebruik van  $\lambda_{\max} T = k_{\text{W}}$  en opzoeken van  $k_{\text{W}}$  1
- opzoeken van  $T$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Een antwoord in twee significante cijfers: goed rekenen.*

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

**22 maximumscore 4**

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

voorbeeld van een berekening:

Voor het massadefect geldt:

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

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

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

- 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

*Opmerking*

*Als de elektronmassa's vergeten zijn: maximaal 3 punten toekennen.*

**23 maximumscore 4**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Voor de zon geldt:  $P = cr^2T^4$ .

Invullen geeft:  $0,390 \cdot 10^{27} = c \cdot (0,696 \cdot 10^9)^2 \cdot 5800^4$ .

Voor de waarde van  $c$  geldt:  $c = 7,114 \cdot 10^{-7}$ .

Voor Betelgeuze geldt dus:

$$P = cr^2T^4 = 7,114 \cdot 10^{-7} \cdot (700 \cdot 10^9)^2 \cdot 3300^4 = 4,134 \cdot 10^{31} \text{ W}.$$

Uit  $\frac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \left(\frac{M_{\text{ster}}}{M_{\text{zon}}}\right)^{\frac{7}{2}}$  volgt:  $M_{\text{ster}} = M_{\text{zon}} \cdot \left(\frac{4,134 \cdot 10^{31}}{0,390 \cdot 10^{27}}\right)^{\frac{2}{7}} = 27,3M_{\text{zon}}$ .

Betelgeuze zal dus ontploffen als een supernova.

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

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

methode 2

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

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

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

Betelgeuze zal dus ontploffen als een supernova.

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

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

**24 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:

$$E = 0,390 \cdot 10^{27} \cdot 10 \cdot 10^9 \cdot 3,15 \cdot 10^7 = 1,23 \cdot 10^{44} \text{ J.}$$

Dit is gelijk aan de energie van de gammaflits per seconde.

Ofwel  $P_{\text{gammaflits}} = 1,23 \cdot 10^{44} \text{ W.}$

Voor de stralingsintensiteit die de aarde van deze flits ontvangt, geldt:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}.$$

De afstand van de aarde tot Betelgeuze bedraagt  $6200 \cdot 10^{15}$  m (tabel 32B).

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

Dit is  $\frac{2,54 \cdot 10^5}{1,4 \cdot 10^3} = 1,8 \cdot 10^2$  keer zo groot als de stralingsintensiteit die de

aarde van de zon ontvangt.

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

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Als Betelgeuze op de plaats van de zon zou staan, geldt:</p> $I_{\text{gammaflits}} = 10 \cdot 10^9 \cdot 3,15 \cdot 10^7 I_{\text{zon}} = 3,15 \cdot 10^{17} I_{\text{zon}}.$ <p>Betelgeuze staat verder weg dan de zon.</p> <p>Er geldt: <math>\frac{r_{\text{betelgeuze - aarde}}}{r_{\text{zon - aarde}}} = \frac{6200 \cdot 10^{15}}{0,00015 \cdot 10^{15}} = 4,13 \cdot 10^7.</math></p> <p>Aangezien <math>I</math> evenredig is met <math>r^{-2}</math> geldt:</p> $I_{\text{gammaflits}} = \frac{3,15 \cdot 10^{17}}{(4,13 \cdot 10^7)^2} \cdot I_{\text{zon}} = 1,8 \cdot 10^2 I_{\text{zon}}.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>I_{\text{gammaflits}} = 10 \cdot 10^9 \cdot 3,15 \cdot 10^7 I_{\text{zon}}</math> 1</li> <li>• inzicht dat <math>I</math> evenredig is met <math>r^{-2}</math> 1</li> <li>• opzoeken van <math>r_{\text{betelgeuze - aarde}}</math> en <math>r_{\text{zon - aarde}}</math> 1</li> <li>• completeren van de berekening 1</li> </ul>	