

## Beoordelingsmodel

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

*Aan het juiste antwoord op een meerkeuzevraag worden twee punten toegekend.*

### Opgave 1 Superbus

**1 maximumscore 4**

uitkomst:  $s = 40$  m (met een marge van 1 m)

methode 1:

voorbeeld van een bepaling:

De afstand  $s$  is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen  $t = 0$  en  $t = 10$  s.

De oppervlakte is gelijk aan  $\frac{29}{3,6} \cdot 10 \cdot 0,5 = 40$  m.

- inzicht dat de afstand gelijk is aan de oppervlakte onder de grafiek tussen  $t = 0$  en  $t = 10$  s 1
- goed aflezen van de snelheid op  $t = 10$  s 1
- omrekenen van km/h naar m/s (of van s naar h) 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

De gemiddelde snelheid van de bus tussen  $t = 0$  en  $t = 10$  s is gelijk

$$\frac{29}{2} = 14,5 \text{ km/h.}$$

De afgelegde afstand  $s$  is dus  $\frac{14,5}{3,6} \cdot 10 = 40$  m

- inzicht dat  $s = v_{\text{gem}} t$  1
- bepalen van  $v_{\text{gem}}$  1
- omrekenen van km/h naar m/s (of van s naar h) 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
2	<p><b>maximumscore 4</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:                      Er geldt: <math>F_{\text{res}} = ma</math>,                      waarin <math>m = 8,1 \cdot 10^3</math> kg en <math>a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{29/3,6}{10} = 0,806</math> m/s<sup>2</sup>.                      Hieruit volgt dat <math>F_{\text{res}} = 8,1 \cdot 10^3 \cdot 0,806 = 6,5 \cdot 10^3</math> N en dat klopt met de grootte van <math>F_{\text{res}}</math> in het <math>(F,t)</math>-diagram.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>F_{\text{res}} = ma</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• bepalen van <math>a</math> uit het <math>(v,t)</math>- diagram, met een marge van 0,03 m/s<sup>2</sup> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de bepaling van <math>F_{\text{res}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• aflezen van <math>F_{\text{res}}</math> en consistente conclusie <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
3	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:                      Op het tijdstip <math>t = 0</math> s (of tussen <math>t = 0</math> s en <math>t = 10</math> s) is <math>F_{\text{w,lucht}}</math> gelijk aan 0.                      Dan geldt: <math>F_{\text{w,rol}} = F_{\text{motor}} - F_{\text{res}}</math>.                      Uit het <math>(F,t)</math>-diagram blijkt dat <math>F_{\text{w,rol}} = 7,8 - 6,5 = 1,3</math> kN = <math>1,3 \cdot 10^3</math> N.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat op het tijdstip <math>t = 0</math> s (of tussen <math>t = 0</math> s en <math>t = 10</math> s) <math>F_{\text{w,lucht}}</math> gelijk aan 0 is <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat dan geldt dat <math>F_{\text{w,rol}} = F_{\text{motor}} - F_{\text{res}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• aflezen van <math>F_{\text{motor}}</math> en <math>F_{\text{res}}</math> en completeren van het antwoord <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
4	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>P = 3,3 \cdot 10^5</math> W</p> <p>voorbeeld van een bepaling:                      Voor het vermogen van de motor geldt: <math>P = F_{\text{motor}} v</math>,                      waarin <math>F_{\text{motor}} = 4,8 \cdot 10^3</math> N en <math>v = \frac{250}{3,6} = 69,4</math> m/s.                      Hieruit volgt dat <math>P = 4,8 \cdot 10^3 \cdot 69,4 = 3,3 \cdot 10^5</math> W.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gebruik van <math>P = Fv</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• aflezen van <math>F_{\text{motor}}</math> (met een marge van <math>0,1 \cdot 10^3</math> N) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de bepaling <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

Vraag	Antwoord	Scores
<b>5</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van antwoorden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– De bus is goed gestroomlijnd (dus de <math>c_w</math>-waarde is klein).</li> <li>– De frontale oppervlakte (of de hoogte) van de bus is klein gehouden.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de bus goed is gestroomlijnd (dus de <math>c_w</math>-waarde is klein) <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de frontale oppervlakte (of de hoogte) van de bus klein is gehouden <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
<b>6</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van antwoorden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– De rolwrijvingskracht is (relatief) klein want als het materiaal licht is, is de massa van de bus (relatief) klein.</li> <li>– De luchtwrijvingskracht hangt niet af van de massa van de bus.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de rolwrijvingskracht (relatief) klein is omdat het materiaal licht is en dat daardoor de massa van de bus (relatief) klein is <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de luchtwrijvingskracht niet afhangt van de massa van de bus <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	
	<p><i>Opmerking</i></p> <p><i>Als er geen toelichting gegeven is: geen punten.</i></p>	
<b>7</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: De actieradius is gelijk aan <math>2,9 \cdot 10^2</math> km.</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>In de accu's is <math>324 \cdot 0,74 = 240</math> kWh energie opgeslagen. De actieradius is gelijk aan <math>\frac{\text{de energie in de accu's}}{\text{het energieverbruik per km}} = \frac{240}{0,83} = 2,9 \cdot 10^2</math> km.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berekenen van de totale hoeveelheid energie in de accu's <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat de actieradius gelijk is aan <math>\frac{\text{de energie in de accu's}}{\text{het energieverbruik per km}}</math> <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul>	

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

## Opgave 2 Buis van Rubens

**8 maximumscore 1**

antwoord: De afstand  $y$  komt overeen met één hele golflengte.

**9 maximumscore 4**

uitkomst:  $v = 4,5 \cdot 10^2$  m/s (met een marge van  $0,2 \cdot 10^2$  m/s)

voorbeeld van een bepaling:

Voor de voortplantingssnelheid van het geluid geldt:  $v = f\lambda$ , waarin

$$f = 890 \text{ Hz en } \lambda = \frac{2,8}{11,3} \cdot 2,02 = 0,501 \text{ m.}$$

Hieruit volgt dat  $v = 890 \cdot 0,501 = 4,5 \cdot 10^2$  m/s.

- gebruik van  $v = f\lambda$  1
- opmeten van  $\lambda$  1
- toepassen van de schaalfactor 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerkingen*

- Als bij de vorige vraag  $x$  is geantwoord en dat hier consequent is toegepast: geen aftrek.
- Als uit figuur 1 is geconcludeerd dat  $\ell = 4\lambda$ : goed rekenen.

**10 maximumscore 4**

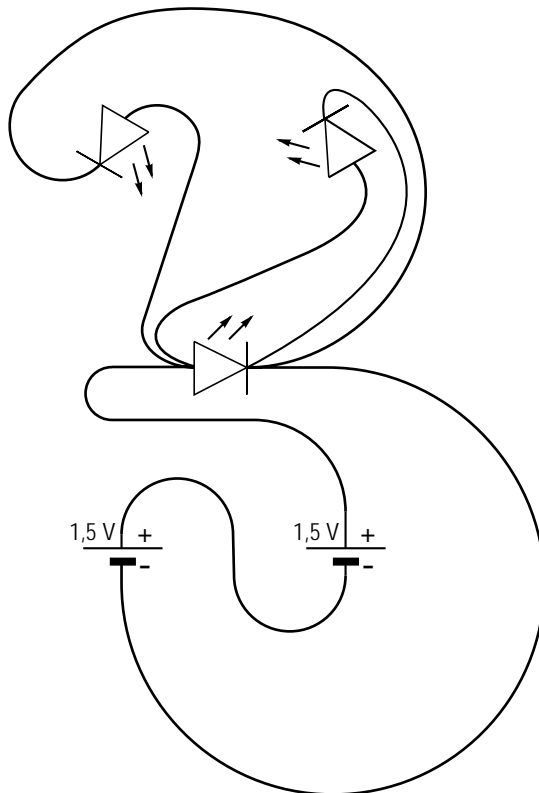
voorbeeld van antwoorden:

- Als de vlammetjes een tijd branden, stijgt de temperatuur van het gas (waardoor de voortplantingssnelheid van het geluid toeneemt). Daardoor neemt  $\lambda$  toe / verandert  $\lambda$  (omdat de frequentie even groot blijft) en past de golflengte niet meer bij de lengte van de buis / kan er geen resonantie meer optreden.
  - Omdat de golflengte door de temperatuurstijging is toegenomen, moet deze weer kleiner worden en dat kan door de frequentie te verhogen.
- inzicht dat de temperatuur van het gas stijgt als de vlammetjes een tijd branden 1
  - inzicht dat de golflengte dan niet meer past bij de lengte van de buis 1
  - inzicht dat de golflengte weer kleiner moet worden 1
  - inzicht dat daarvoor de frequentie verhoogd moet worden 1

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

## Opgave 3 Signaallamp

- 11 **maximumscore 4**  
voorbeeld van een schakeling:



- de batterijen in serie geschakeld 1
- per LED die op de juiste manier op de batterijen is aangesloten 1

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

**12 maximumscore 2**

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Een Wh is de hoeveelheid energie die een apparaat met een vermogen van 1 W in één uur verbruikt.

Voor de energie geldt:  $E = Pt$ , waarin  $P = 1,0$  W en  $t = 3600$  s.

Hieruit volgt dat  $E = 1,0 \cdot 3600 = 3,6 \cdot 10^3$  J = 3,6 kJ. Dus 1,0 Wh = 3,6 kJ.

- gebruik van  $E = Pt$  1
- inzicht dat  $P = 1,0$  W en  $t = 3600$  s en completeren van het antwoord 1

methode 2

$1,0$  kWh =  $3,6 \cdot 10^6$  J en  $1,0$  kWh =  $1,0 \cdot 10^3$  Wh.

Hieruit volgt dat  $1,0$  Wh =  $3,6 \cdot 10^3$  J = 3,6 kJ.

- opzoeken dat  $1,0$  kWh =  $3,6 \cdot 10^6$  J 1
- inzicht dat  $1,0$  kWh =  $1,0 \cdot 10^3$  Wh en completeren van het antwoord 1

**13 maximumscore 4**

uitkomst:  $t = 1,9 \cdot 10^5$  s (of 53 h)

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de tijd dat de LED's branden, geldt:  $t = \frac{E}{P}$ , waarin

$E = 2 \cdot 4,8 \cdot 3,6 \cdot 10^3 = 3,46 \cdot 10^4$  J en  $P = 3 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0,180$  W.

Hieruit volgt dat  $t = \frac{E}{P} = \frac{3,46 \cdot 10^4}{0,180} = 1,9 \cdot 10^5$  s.

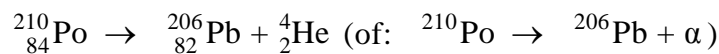
- inzicht dat  $t = \frac{E}{P}$  1
- berekenen van  $E$  in J 1
- inzicht dat  $P = 0,180$  W 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Voor de tijd dat de LED's branden, geldt: <math>t = \frac{E}{P}</math>, waarin</p> <p><math>E = 2 \cdot 4,8 = 9,6</math> Wh en <math>P = 3 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0,180</math> W.</p> <p>Hieruit volgt dat <math>t = \frac{E}{P} = \frac{9,6}{0,180} = 53</math> h.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>inzicht dat <math>t = \frac{E}{P}</math></li> <li>berekenen van <math>E</math> in Wh</li> <li>inzicht dat <math>P = 0,180</math> W</li> <li>completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

## Opgave 4 Antistatische borstel

### 14 maximumscore 3

antwoord:



- het alfadeeltje rechts van de pijl 1
- Pb als eindproduct, mits verkregen via kloppende atoomnummers 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

### 15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De alfadeeltjes ioniseren de lucht, waardoor de lucht geleidend wordt zodat de lading op de lens kan verdwijnen.

- inzicht dat de alfadeeltjes een ioniserende werking hebben 1
- inzicht dat de lucht geleidend wordt 1

### 16 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Omdat de alfadeeltjes anders niet door het goudlaagje heen kunnen komen.

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

**17 maximumscore 3**

uitkomst:  $4,1 \cdot 10^2$  dagen.

voorbeeld van een berekening:

Als de activiteit afneemt van 72 MBq naar 9,0 MBq zijn er drie halveringstijden verstreken. De halveringstijd van Polonium-210 is 138 dagen, dus na  $3 \cdot 138$  dagen = 414 =  $4,1 \cdot 10^2$  dagen mogen de borstels nog verkocht worden.

- inzicht dat er 3 halveringstijden verstreken zijn 1
- juiste halveringstijd polonium gebruikt 1
- completeren van de berekening 1

**18 maximumscore 5**

voorbeeld van een antwoord:

$$H = Q \frac{E}{m} = \frac{(1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1000 \cdot 3600)}{70} = 7,9 \cdot 10^{-6} \text{ Sv}$$

Dit ligt onder de toegestane equivalente dosis van 1 mSv (eventueel 20 mSv). De stralingsnormen worden dus niet overschreden.

- inzicht dat de geabsorbeerde energie per seconde gelijk is aan:  
 $1,2 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 10^6 \text{ MeV}$  1
- omrekenen van MeV naar J 1
- inzicht dat de geabsorbeerde energie per seconde vermenigvuldigd moet worden met de tijdsduur 1
- completeren van de berekening 1
- vergelijken met dosislimieten in tabel 27G en conclusie 1



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

## Opgave 5 De maan

### 19 maximumscore 2

uitkomst: 20 Hz

voorbeeld van een bepaling:

De laser zendt 2 pulsen uit in 0,1 s; in 1 s zijn dat 20 pulsen. De frequentie is dus 20 Hz.

- inzicht dat de frequentie het aantal pulsen per seconde is 1
- completeren van de bepaling 1

### 20 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Het piekvermogen van de laser is gelijk aan:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{1,8}{9,0 \cdot 10^{-11}} = 2,0 \cdot 10^{10} \text{ W.}$$

- gebruik van  $P = \frac{E}{t}$  1
- completeren van de berekening 1

### 21 maximumscore 2

uitkomst: 36 W

voorbeeld van een berekening:

Het gemiddelde vermogen van de laser is de energie die de laser *per seconde* levert, dus:  $20 \cdot 1,8 = 36 \text{ W}$ .

- inzicht dat het gemiddelde vermogen de energie per seconde is 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Als er gerekend is met een foutieve waarde van de frequentie als gevolg van het antwoord op vraag 19: geen aftrek.*

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

**22 maximumscore 2**

uitkomst:  $4,8 \cdot 10^{18}$  fotonen

voorbeeld van een berekening:

Het aantal fotonen is gelijk aan de energie van een puls gedeeld door de

energie van één foton, dus:  $\frac{1,8}{3,74 \cdot 10^{-19}} = 4,8 \cdot 10^{18}$  fotonen.

- inzicht dat het aantal fotonen gelijk is aan  $\frac{E_{\text{puls}}}{E_{\text{foton}}}$  1
- completeren van de berekening 1

**23 B**

**24 A**

**25 maximumscore 3**

uitkomst:  $1,1 \cdot 10^{-6}$  %

voorbeeld van een berekening:

De oppervlakte van de laserpuls op de maan is gelijk aan:

$$\pi \cdot (3,5 \cdot 10^3)^2 = 3,8 \cdot 10^7 \text{ m}^2$$

Er komt  $\frac{0,42}{3,8 \cdot 10^7} \cdot 100\% = 1,1 \cdot 10^{-6}$  % van de fotonen op de retroreflector.

- inzicht dat  $\frac{A_{\text{reflector}}}{A_{\text{laserpuls}}} \cdot 100\%$  het gevraagde percentage is 1
- berekenen van  $A_{\text{laserpuls}}$  1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
26	<p><b>maximumscore 3</b> uitkomst: <math>3,7 \cdot 10^8</math> m</p> <p>voorbeeld van een berekening: De tijd tussen het uitzenden van de laserpuls en de reflectie is gelijk aan <math>\frac{2,5}{2} = 1,25</math> s. De afstand is dan <math>2,998 \cdot 10^8 \cdot 1,25 = 3,7 \cdot 10^8</math> m.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat een factor 2 gebruikt moet worden</li> <li>• gebruik van de lichtsnelheid</li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1 1 1</p>
	<p><i>Opmerking</i> <i>Als <math>c = 3,00 \cdot 10^8</math> m/s gebruikt is, geen aftrek.</i></p>	
27	A	
28	C	
29	A	