

## Beoordelingsmodel

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

### Opgave 1 Couveuse

**1 maximumscore 4**

uitkomst:  $R_1 = 1,4 \cdot 10^3 \Omega$

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

$$R_{\text{NTC}} = 415 \Omega; I = \frac{U_{\text{NTC}}}{R_{\text{NTC}}} = \frac{0,70}{415} = 1,69 \cdot 10^{-3} \text{ A.}$$

$$R_{\text{tot}} = \frac{U}{I} = \frac{3,00}{1,69 \cdot 10^{-3}} = 1,78 \cdot 10^3 \Omega.$$

$$R_1 = R_{\text{tot}} - R_{\text{NTC}} = 1,78 \cdot 10^3 - 415 = 1,36 \cdot 10^3 \Omega = 1,4 \cdot 10^3 \Omega.$$

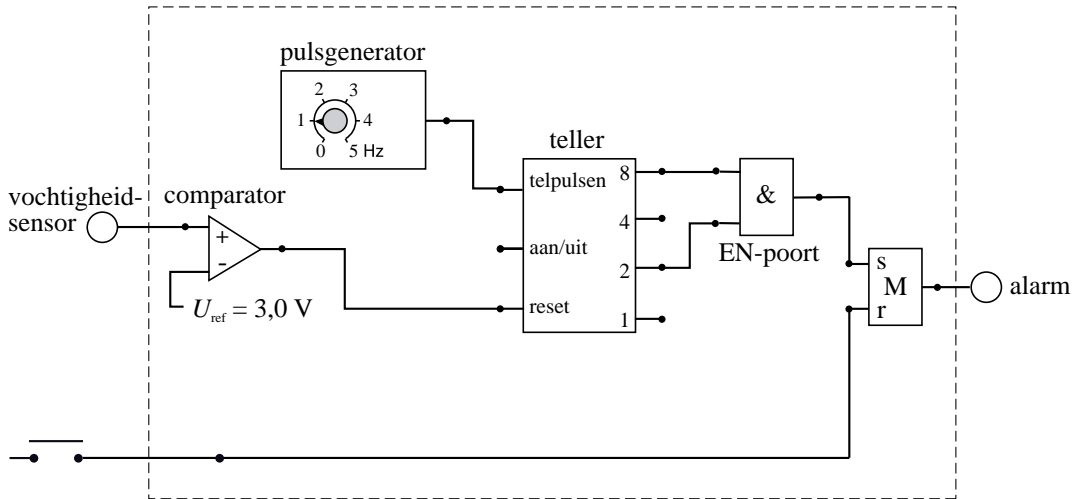
- aflezen  $R_{\text{NTC}}$  (met een marge van  $1 \Omega$ ) 1
- inzicht dat  $I = \frac{U_{\text{NTC}}}{R_{\text{NTC}}}$  1
- inzicht dat  $R_1 = R_{\text{tot}} - R_{\text{NTC}}$  1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> $R_{\text{NTC}} = 415 \, \Omega; I = \frac{U_{\text{NTC}}}{R_{\text{NTC}}} = \frac{0,70}{415} = 1,69 \cdot 10^{-3} \, \text{A.}$ $U_1 = 3,00 - 0,70 = 2,30 \, \text{V.}$ $R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{2,30}{1,69 \cdot 10^{-3}} = 1,36 \cdot 10^3 \, \Omega = 1,4 \cdot 10^3 \, \Omega.$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aflezen <math>R_{\text{NTC}}</math> uit de grafiek (met een marge van <math>1 \, \Omega</math>)</li> <li>• gebruik van <math>I = \frac{U_{\text{NTC}}}{R_{\text{NTC}}}</math></li> <li>• berekenen van <math>U_1</math></li> <li>• completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
	<p>methode 3</p> $R_{\text{NTC}} = 415 \, \Omega.$ <p>De twee weerstanden staan in serie en vormen een spanningsdeler zodat</p> $\frac{R_1}{R_{\text{NTC}}} = \frac{U_1}{U_{\text{NTC}}} \rightarrow \frac{R_1}{415} = \frac{3,00 - 0,70}{0,70} \rightarrow R_1 = 1,36 \cdot 10^3 \, \Omega = 1,4 \cdot 10^3 \, \Omega.$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aflezen <math>R_{\text{NTC}}</math> uit de grafiek (met een marge van <math>1 \, \Omega</math>)</li> <li>• inzicht dat <math>\frac{R_1}{R_{\text{NTC}}} = \frac{U_1}{U_{\text{NTC}}}</math></li> <li>• completeren van de bepaling</li> </ul>	<p>1</p> <p>2</p> <p>1</p>
<b>2</b>	<b>maximumscore 3</b>	
	voorbeelden van een antwoord:	
	<p>methode 1</p> <p>Als de temperatuur toeneemt, neemt de weerstand van de NTC af. Omdat de verhouding van de spanningen gelijk is aan de verhouding van de weerstanden neemt dus ook de spanning over de NTC af.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht in de werking van de NTC</li> <li>• inzicht dat de verhouding van de spanningen gelijk is aan de verhouding van de weerstandswaarden</li> <li>• consequente conclusie</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Als de temperatuur toeneemt, neemt de weerstand van de NTC af. Door de lagere weerstand van de NTC is de vervangingsweerstand van de serieschakeling kleiner en de stroomsterkte groter. De spanning over <math>R_1</math> neemt dus toe, zodat voor de NTC minder spanning overblijft.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht in de werking van de NTC</li> <li>• inzicht in toename van de stroomsterkte</li> <li>• consequente conclusie</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>3</b>	<p><b>maximumscore 2</b></p> <p>voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Als de temperatuur lager wordt dan <math>37,0\text{ }^\circ\text{C}</math>, wordt de sensorspanning groter dan <math>0,70\text{ V}</math>. De uitgang P van de comparator zal hoog zijn en daarom is er tussen P en Q geen invertor nodig.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de sensorspanning groter wordt dan <math>0,70\text{ V}</math> als de temperatuur lager wordt dan <math>37,0\text{ }^\circ\text{C}</math></li> <li>• consequente conclusie</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>4</b>	<p><b>maximumscore 5</b></p> <p>uitkomst: <math>t = 1,3 \cdot 10^2\text{ s}</math></p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Voor de benodigde warmte geldt: <math>Q = (C\Delta T)_{\text{couveuse}} + (cm\Delta T)_{\text{lucht}}</math>.</p> <p>De massa van de lucht kan berekend worden met <math>m = \rho V</math>. Invullen geeft:</p> $Q = 2,5 \cdot 10^3 \cdot 1,5 + 1,00 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 0,17 \cdot 1,5 = 3,75 \cdot 10^3 + 281 = 4,03 \cdot 10^3\text{ J.}$ <p>De benodigde tijd kan berekend worden met <math>t = \frac{Q}{P}</math>, zodat</p> $t = \frac{4,03 \cdot 10^3}{30} = 1,3 \cdot 10^2\text{ s.}$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>Q_{\text{totaal}} = Q_{\text{couveuse}} + Q_{\text{lucht}}</math></li> <li>• gebruik van <math>Q_{\text{lucht}} = cm\Delta T</math> met <math>c_{\text{lucht}}</math> opgezocht en <math>m_{\text{lucht}} = \rho V</math></li> <li>• gebruik van <math>Q_{\text{couveuse}} = C\Delta T</math></li> <li>• inzicht dat <math>t = \frac{Q_{\text{totaal}}}{P}</math></li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

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



- uitgang comparator verbonden met de reset van de teller 1
- gebruik van een geheugencel 1
- uitgang 2 en 8 verbonden met een EN-poort 1
- completeren van de schakeling 1

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

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

## Opgave 2 Kingda Ka

### 6 maximumscore 4

uitkomst:  $a_{\max} = 3,8g$  (met een marge van  $0,2g$ )

voorbeeld van een bepaling:

De maximale versnelling is gelijk aan de steilheid van de steilste raaklijn.

$$a_{\max} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{70-0}{2,6-0,7} = \frac{70}{1,9} = 36,8 \text{ ms}^{-2}. \text{ Dit is } \frac{36,8}{9,8(1)} = 3,8g.$$

- inzicht dat  $a$  de steilheid van het  $(v,t)$ -diagram is 1
- gebruik van  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  1
- inzicht dat de bepaalde steilheid gedeeld moet worden door  $9,8(1)$  1
- completeren van de bepaling 1

### 7 maximumscore 4

uitkomst:  $1,1 \cdot 10^2 \text{ m}$  (met een marge van  $5 \text{ m}$ )

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

De oppervlakte onder het  $(v,t)$ -diagram is ongeveer  $22,5$  hokjes.

Een hokje komt overeen met  $0,5 \cdot 10 = 5 \text{ m}$ .

De afgelegde afstand is dus  $22,5 \cdot 5 = 112,5 = 1,1 \cdot 10^2 \text{ m}$ .

- inzicht dat de afgelegde afstand de oppervlakte is onder het  $(v,t)$ -diagram 1
- juiste schatting van het aantal hokjes met een marge van  $1$  hokje 1
- inzicht dat één hokje overeenkomt met  $5 \text{ m}$  1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

De gemiddelde snelheid tussen  $t = 0 \text{ s}$  en  $t = 3,0 \text{ s}$  is gelijk aan

$$\frac{56}{2} = 28 \text{ ms}^{-1}.$$

De afgelegde afstand is dan  $28 \cdot 3 = 84 \text{ m}$ . De afstand die afgelegd wordt tussen  $t = 3,0 \text{ s}$  en  $t = 3,5 \text{ s}$  is gelijk aan  $0,5 \cdot 57 = 28,5 \text{ m}$ .

De totale afstand is gelijk aan  $84 + 28,5 = 112,5 = 1,1 \cdot 10^2 \text{ m}$ .

- bepalen van de gemiddelde snelheid 1
- bereken van de afgelegde afstand tussen  $t = 0 \text{ s}$  en  $t = 3,0 \text{ s}$  1
- bepalen van de afstand tussen  $t = 3,0 \text{ s}$  en  $t = 3,5 \text{ s}$  1
- completeren van de bepaling 1

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

**8 maximumscore 3**

uitkomst:  $P_{\text{gem}} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ W}$

voorbeeld van een bepaling:

$$P_{\text{gem}} = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\Delta t} \text{ dus: } P_{\text{gem}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 3,1 \cdot 10^3 \cdot 56,9^2}{3,5} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ W.}$$

- inzicht dat het gemiddelde vermogen gelijk is aan  $\frac{\Delta E_k}{\Delta t}$  1
- gebruik van  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- completeren van de bepaling 1

**9 maximumscore 3**

uitkomst: 16%.

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Als de trein naar boven beweegt, wordt bewegingsenergie omgezet in zwaarte-energie en warmte.

Voor de bewegingsenergie geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,1 \cdot 10^3 \cdot (56,9)^2 = 5,02 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Voor de zwaarte-energie op de top geldt:

$$E_z = mgh = 3,1 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 139 = 4,23 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Er mag dus hoogstens  $5,02 \cdot 10^6 \text{ J} - 4,23 \cdot 10^6 \text{ J} = 0,79 \cdot 10^6 \text{ J}$  worden omgezet in warmte.

Dit is  $\frac{0,79 \cdot 10^6}{5,02 \cdot 10^6} \cdot 100\% = 16\%$  van de oorspronkelijke bewegingsenergie.

- inzicht dat de bewegingsenergie wordt omgezet in zwaarte-energie en warmte 1
- gebruik van  $E_z = mgh$  en  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als bij de vorige vraag  $E_k$  foutief berekend is en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Als de trein naar boven beweegt, wordt bewegingsenergie omgezet in zwaarte-energie en warmte. Voor het gedeelte van <math>E_k</math> dat moet worden omgezet in <math>E_z</math> geldt: <math>\frac{E_z}{E_k} = \frac{mgh}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{2gh}{v^2} = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 139}{(56,9)^2} = 0,84 = 84\%</math>.</p> <p>Er mag dus maximaal 16% worden omgezet in warmte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de bewegingsenergie wordt omgezet in zwaarte-energie en warmte <span style="float: right;">1</span></li> <li>• inzicht dat <math>\frac{E_z}{E_k} = \frac{mgh}{\frac{1}{2}mv^2}</math> bepaald moet worden <span style="float: right;">1</span></li> <li>• completeren van de berekening <span style="float: right;">1</span></li> </ul> <p><i>Opmerking</i>  <i>Als bij de vorige vraag <math>E_k</math> foutief berekend is en die waarde hier is gebruikt: geen aftrek.</i></p>	
<b>10</b>	<b>maximumscore 1</b> antwoord: John	

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

### Opgave 3 Gasmeter

#### 11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Het totale volume gas dat per jaar wordt afgenomen is

$$7 \cdot 10^6 \cdot 2000 = 1,4 \cdot 10^{10} \text{ m}^3.$$

5% hiervan is teveel:  $0,05 \cdot 1,4 \cdot 10^{10} = 7,0 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ .

We betalen dus  $7,0 \cdot 10^8 \cdot 0,60 = 4,20 \cdot 10^8 = 420$  miljoen euro teveel.

(Honderden miljoenen euro's is inderdaad een redelijke schatting.)

- inzicht dat het totale afgenomen volume berekend moet worden 1
- in rekening brengen van 5% 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Wanneer is aangenomen dat in de gegeven 2000 m<sup>3</sup> al 5% te veel is opgenomen: goed rekenen.*

#### 12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Gasmoleculen hebben niet de eigenschap om uit te dijen bij hogere temperatuur.

Het volume van het gas neemt toe bij hogere temperatuur (omdat de gemiddelde snelheid van de moleculen toeneemt).

- inzicht dat gasmoleculen niet uitzetten 1
- inzicht dat het volume van het gas toeneemt 1

#### 13 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Volgens de algemene gaswet geldt voor een bepaalde massa van een

hoeveelheid gas:  $\frac{pV}{T} = nR$ .

Bij een hogere temperatuur (en dezelfde druk) is het volume van een mol gas dus groter. In dit grotere volume zitten evenveel moleculen als voorheen in het kleinere volume. Dus is het aantal moleculen per m<sup>3</sup> kleiner. Een consument die per m<sup>3</sup> betaalt, krijgt dus minder moleculen voor hetzelfde geld.

- inzicht dat uit de algemene gaswet volgt dat het volume van eenzelfde aantal moleculen gas groter is bij een hogere temperatuur 1
- completeren van de uitleg 1

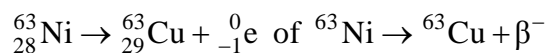
Vraag	Antwoord	Scores
14	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>uitkomst: <math>V = 2,06 \cdot 10^3 \text{ m}^3</math></p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Bij gelijke druk geldt: <math>\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}</math> zodat <math>V_2 = \frac{T_2 V_1}{T_1} = \frac{288 \cdot 2000}{280} = 2,06 \cdot 10^3 \text{ m}^3</math>.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}</math></li> <li>• omrekenen van graad Celsius naar Kelvin</li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

### Opgave 4 Nucleaire batterijen

**15 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:



- Cu als vervalproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts kloppend 1

**16 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Als de  $\beta^{-}$ -deeltjes in het koperplaatje terechtkomen, wordt dit negatief geladen. Door het uitzenden van de elektronen is het plaatje met nikkel positief geladen. Plus- en minladingen trekken elkaar aan, waardoor het koperplaatje op het trilplaatje in de richting van het plaatje met nikkel beweegt.

Als het koperplaatje het plaatje met nikkel raakt, worden beide ontladen en het koperplaatje veert weer terug. (Dit proces herhaalt zich voortdurend.)

- inzicht dat het koperplaatje negatief en het plaatje met nikkel positief geladen worden 1
- inzicht dat plus- en minladingen elkaar aantrekken 1
- inzicht dat de plaatjes ontladen als ze elkaar raken 1

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

**17 maximumscore 4**

uitkomst:  $m = 2,0 \cdot 10^{-5}$  (kg)

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt:  $A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$ . Hieruit volgt:

$$N(t) = A(t) \frac{t_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} = 5,0 \cdot 10^{10} \cdot \frac{85 \cdot 3,15 \cdot 10^7}{0,693} = 1,93 \cdot 10^{20}.$$

De massa van één nikkel atoom is  $62,9 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 1,04 \cdot 10^{-25}$  kg.

De totale massa is dus:  $m = 1,93 \cdot 10^{20} \cdot 1,04 \cdot 10^{-25} = 2,0 \cdot 10^{-5}$  kg.

- opzoeken van  $t_{\frac{1}{2}}$  en omrekenen naar seconde 1
- berekenen van de massa van één nikkelatoom 1
- inzicht dat  $m_{\text{totaal}} = Nm_{\text{Ni-atoom}}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als voor de atoommassa 63 u is genomen: geen aftrek.*

**18 maximumscore 4**

uitkomst:  $P_{\text{elektrisch}} = 2,0 \cdot 10^{-5}$  W

voorbeeld van een berekening:

$$P_{\text{kern}} = AE_{\beta} = 5,0 \cdot 10^{10} \cdot 62 \cdot 10^3 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 4,97 \cdot 10^{-4} \text{ W}.$$

Dan geldt:  $P_{\text{elektrisch}} = 0,040 \cdot 4,97 \cdot 10^{-4} = 2,0 \cdot 10^{-5}$  W.

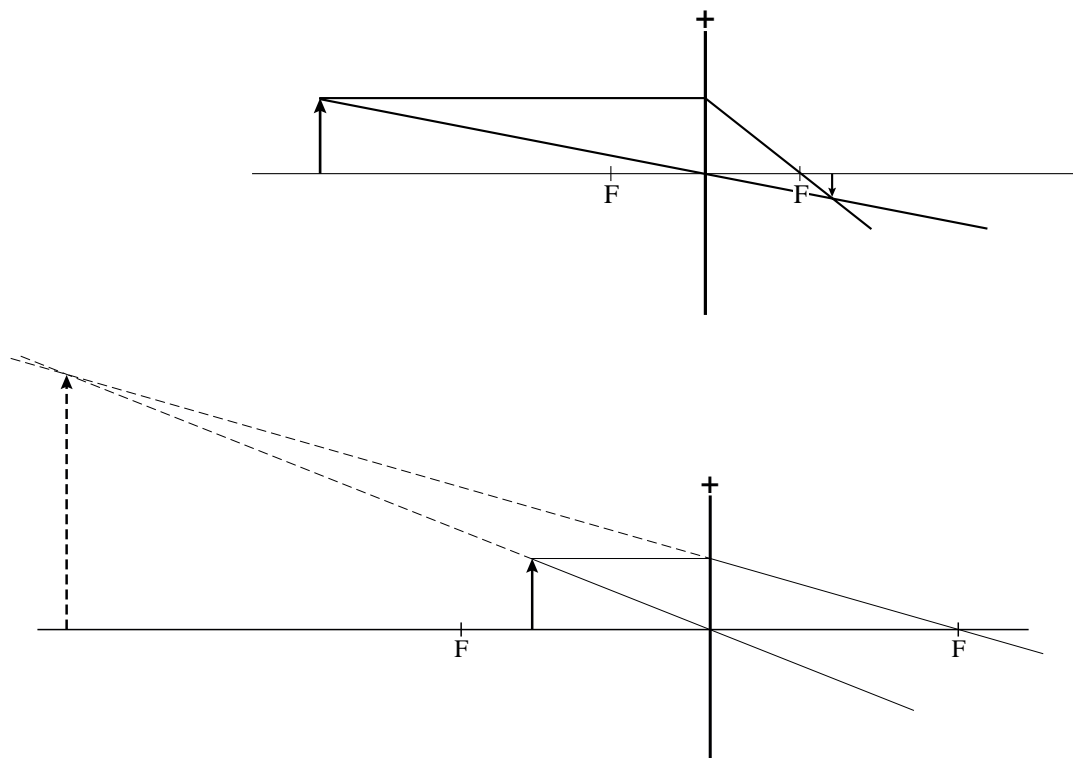
- inzicht dat  $P_{\text{kern}} = AE_{\beta}$  1
- omrekenen van keV naar J 1
- in rekening brengen van het rendement 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
<b>19</b>	<p><b>maximumscore 3</b>  uitkomst: <math>t = 13</math> jaar</p> <p>voorbeeld van een berekening:</p> <p>Er geldt: <math>N(t) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}</math>.</p> <p>Invullen van <math>\frac{N(t)}{N(0)} = 0,90</math> levert: <math>0,90 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}</math>.</p> <p>Met <math>t_{\frac{1}{2}} = 85</math> jaar geeft dit <math>t = 12,92 = 13</math> jaar.</p>	
•	gebruik van $N(t) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}}$	1
•	inzicht dat $\frac{N(t)}{N(0)} = 0,90$	1
•	completeren van de berekening	1

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

### Opgave 5 Minister

20 **maximumscore 5**  
voorbeeld van een antwoord:



Uit de constructies bij een positieve lens blijkt dat het beeld of omgekeerd en verkleind is, of rechtopstaand en vergroot is. Het beeld van de minister in het brillenglas is rechtopstaand en verkleind en hoort dus niet bij een positieve lens.

- construeren van het beeld in de eerste figuur 1
- tekenen van twee constructiestralen in de tweede figuur 1
- construeren van het beeld in de tweede figuur 1
- conclusie op grond van de eerste figuur 1
- conclusie op grond van de tweede figuur 1

21 **maximumscore 1**  
antwoord: bijziend

Vraag	Antwoord	Scores
<b>22</b>	<p><b>maximumscore 3</b></p> <p>voorbeeld van een uitleg:</p> <p>Het (virtuele) beeld dat door het brillenglas van het hoofd van de minister wordt gevormd, bevindt zich dichterbij (het fototoestel) dan het hoofd van de minister zelf. Het fototoestel beeldt de twee dus met een andere (lineaire) vergroting af op (het negatief van) de foto. Dus de verhouding die Joke bepaalt, is niet de (lineaire) vergroting van het brillenglas.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• inzicht dat het beeld van de minister zich dichterbij (het fototoestel) bevindt dan de minister zelf</li><li>• inzicht dat de twee voorwerpsafstanden verschillen / inzicht dat er sprake is van perspectivische vertekening</li><li>• consequente conclusie</li></ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

### Opgave 6 Spaken van een fietswiel

#### 23 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er ontstaat een staande golf tussen twee vaste uiteinden. In de grondtoon is de lengte van de spaak  $l = \frac{1}{2}\lambda = 30 \text{ cm}$ , dus  $\lambda = 60 \text{ cm} = 0,60 \text{ m}$ .

Voor de voortplantingssnelheid van golven in een spaak geldt:  $v = f\lambda$ .

Invullen levert  $v = 300 \cdot 0,60 = 180 \text{ ms}^{-1}$ .

- inzicht dat  $l = \frac{1}{2}\lambda$  1
- gebruik van  $v = f\lambda$  1
- completeren van de berekening 1

#### 24 maximumscore 2

antwoord:  $F_s = 6,5 \cdot 10^2 \text{ N}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de voortplantingssnelheid geldt:  $v = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$

$$v = 180 \text{ ms}^{-1}; m_l = \frac{6,00 \cdot 10^{-3}}{0,30} = 2,00 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Invullen levert:  $F_s = 180^2 \cdot 2,00 \cdot 10^{-2} = 6,5 \cdot 10^2 \text{ N}$ .

- inzicht dat  $m_l = \frac{\text{massa}}{\text{lengte}}$  1
- completeren van de berekening 1

#### 25 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

Als de spaak strakker gespannen wordt, neemt de spankracht toe. Uit de formule volgt dat dan ook de snelheid van de golven in de spaak toeneemt. Omdat de golflengte gelijk blijft, neemt de frequentie en dus de toonhoogte van de spaak toe.

- inzicht dat  $v = \lambda f = \sqrt{\frac{F_s}{m_l}}$  1
- completeren van de uitleg 1

## Bronvermeldingen

---

- Opgave 2      naar: de Gelderlander, 21 mei 2005  
Opgave 3      naar: de Volkskrant, april 2007