

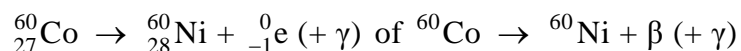
Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Doorstralen van fruit

1 maximumscore 3

antwoord:



- elektron rechts van de pijl 1
- Ni als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

2 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De dracht van β -straling (in fruit) is klein.

(De bovenste laag fruit absorbeert alle β -straling.)

3 maximumscore 2

uitkomst: De halveringsdikte is 12 cm (met een marge van 0,5 cm).

voorbeeld van een bepaling:

De halveringsdikte is de dikte van de laag die 50% van de straling doorlaat.

In de grafiek is af te lezen dat deze dikte 12 cm is.

- inzicht dat de halveringsdikte de dikte van de laag is die 50% van de straling doorlaat 1
- completeren van de bepaling 1

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

Opgave 2 Zelfgemaakte stroommeter

6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De noordpool van de magneet draait weg van de spoel.

Omdat twee gelijknamige polen elkaar afstoten, is het uiteinde van de spoel dat zich bij de magneet bevindt een noordpool.

- constatering dat de noordpool van de magneet wegdraait van de spoel 1
- inzicht dat twee gelijknamige polen elkaar afstoten en conclusie 1

7 maximumscore 2

uitkomst: $B_{\text{spoel}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

voorbeelden van een bepaling:

methode 1

In de figuur geldt: $\tan 29^\circ = \frac{B_{\text{spoel}}}{B_{\text{aarde}}}$, waarin $B_{\text{aarde}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

Hieruit volgt dat $B_{\text{spoel}} = B_{\text{aarde}} \tan 29^\circ = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,554 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

- inzicht dat $\tan 29^\circ = \frac{B_{\text{spoel}}}{B_{\text{aarde}}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

methode 2

De vector \vec{B}_{aarde} is 3,6 cm lang.

Een lengte van 1,0 cm komt dus overeen met $\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{3,6} = 0,50 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

De vector \vec{B}_{spoel} is 2,0 cm lang dus $B_{\text{spoel}} = 2,0 \cdot 0,50 \cdot 10^{-5} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

- bepalen van de schaal van de vectoren 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
8	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De steilheid van de grafiek tussen 1 A en 2 A is (veel) kleiner dan tussen 0 A en 1 A. Daardoor zijn tussen 1 A en 2 A verschillen in stroomsterkte slecht meetbaar / is tussen 1 A en 2 A de gevoeligheid van de meter (erg) klein.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de steilheid van de grafiek tussen 1 A en 2 A kleiner is dan tussen 0 A en 1 A • inzicht dat daardoor tussen 1 A en 2 A verschillen in stroomsterkte slecht meetbaar zijn / tussen 1 A en 2 A de gevoeligheid van de meter klein is 	<p>1</p> <p>1</p>
9	<p>maximumscore 5</p> <p>uitkomst: $R = 1,4 \Omega$</p> <p>voorbeeld van een berekening: Voor de weerstand van de draad geldt: $R = \rho \frac{\ell}{A}$, waarin $\rho = 17 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$, $\ell = 40 \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{2} D$ met $D = 12,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ en $A = \pi r^2$ met $r = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Dus $\ell = 40 \cdot 2\pi \cdot 6,25 \cdot 10^{-2} = 15,7 \text{ m}$ en $A = \pi(0,25 \cdot 10^{-3})^2 = 1,96 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$. Hieruit volgt dat $R = 17 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{15,7}{1,96 \cdot 10^{-7}} = 1,4 \Omega$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$ • opzoeken van ρ • inzicht dat $\ell = 40 \cdot \pi D$ met $D = 12,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ • inzicht dat $A = \pi r^2$ met $r = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ • completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 3 Ionenmotor

10 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De kracht van ionenmotor is kleiner dan de zwaartekracht op de satelliet.

(De satelliet zou dus niet van de aarde kunnen loskomen.)

11 maximumscore 3

uitkomst: $v = 6,65 \cdot 10^3$ m/s

voorbeeld van een berekening:

In deze situatie geldt:

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{1}{2}mg, \text{ waarin } r = 9,02 \cdot 10^6 \text{ m en } g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

Hieruit volgt dat $v = \sqrt{0,5 \cdot 9,81 \cdot 9,02 \cdot 10^6} = 6,65 \cdot 10^3$ m/s.

- gebruik van $F_c = \frac{mv^2}{r}$ 1
- inzicht dat $F_c = \frac{1}{2}mg$ met $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ 1
- completeren van de berekening 1

12 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta t = 5,3 \cdot 10^3$ s

voorbeelden van een berekening:

methode 1

In deze situatie geldt:

$$F\Delta t = m\Delta v, \text{ waarin } F = 7,0 \cdot 10^{-2} \text{ N, } m = 370 \text{ kg en } \Delta v = 1,0 \text{ m/s.}$$

$$\text{Hieruit volgt dat } \Delta t = \frac{m\Delta v}{F} = \frac{370 \cdot 1,0}{7,0 \cdot 10^{-2}} = 5,3 \cdot 10^3 \text{ s.}$$

- gebruik van $F\Delta t = m\Delta v$ 2
- completeren van de berekening 1

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

methode 2

Voor de versnelling van de satelliet geldt:

$$a = \frac{F}{m}, \text{ waarin } F = 7,0 \cdot 10^{-2} \text{ N en } m = 370 \text{ kg.}$$

$$\text{Dus } a = \frac{7,0 \cdot 10^{-2}}{370} = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2.$$

Voor de versnelling geldt ook:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ waarin } a = 1,89 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}^2 \text{ en } \Delta v = 1,0 \text{ m/s.}$$

$$\text{Hieruit volgt dat } \Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{1,0}{1,89 \cdot 10^{-4}} = 5,3 \cdot 10^3 \text{ s.}$$

- inzicht dat $a = \frac{F}{m}$ 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van de berekening 1

13 maximumscore 3

uitkomst: $U = 1,7 \cdot 10^2 \text{ V}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de xenon-ionen geldt: $qU = \frac{1}{2}mv^2$, waarin $q = e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,
 $m = 2,18 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ en $v = 16 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

$$\text{Hieruit volgt dat } U = \frac{mv^2}{2q} = \frac{2,18 \cdot 10^{-25} \cdot (16 \cdot 10^3)^2}{2 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} = 1,7 \cdot 10^2 \text{ V.}$$

- inzicht dat $qU = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- opzoeken van e 1
- completeren van de berekening 1

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

Opgave 4 Lensverwarming

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De schakeling bestaat uit twee parallelle takken van twee in serie geschakelde weerstanden.

De weerstand van één tak is $120 + 120 = 240 \Omega$.

De weerstand van twee parallel geschakelde weerstanden van

$$240 \Omega \text{ is } \frac{240}{2} = 120 \Omega.$$

- inzicht dat de schakeling bestaat uit twee parallelle takken van twee in serie geschakelde weerstanden 1
- inzicht dat de weerstand van één tak $120 + 120 = 240 \Omega$ is 1
- inzicht dat de weerstand van twee parallel geschakelde weerstanden van 240Ω gelijk is aan 120Ω of berekenen van R_v met $\frac{1}{R_v} = \frac{1}{240} + \frac{1}{240}$ 1

Opmerking

Een antwoord in de trant van “ $(120 + 120 + 120 + 120)/4 = 120$ ”: 0 punten.

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De stroomsterkte door elke weerstand is even groot (en de weerstanden zijn even groot). In elke weerstand wordt dus per seconde evenveel warmte ontwikkeld.

- inzicht dat de stroomsterkte door elke weerstand even groot is 1
- conclusie dat in elke weerstand per seconde evenveel warmte ontwikkeld wordt 1

16 maximumscore 3

uitkomst: $U = 14 \text{ V}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Er geldt: $P = UI$ en $U = IR$, waarin $P = 1,6 \text{ W}$ en $R = 120 \Omega$.

Door substitueren van I volgt hieruit dat

$$1,6 = \frac{U^2}{120}, \text{ dus } U = \sqrt{1,6 \cdot 120} = 14 \text{ V.}$$

- gebruik van $P = UI$ en $U = IR$ 1
- substitueren van I 1
- completeren van de berekening 1

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

methode 2

Voor het vermogen geldt: $P = \frac{U^2}{R}$, waarin $P = 1,6 \text{ W}$ en $R = 120 \Omega$.

Hieruit volgt dat $1,6 = \frac{U^2}{120}$, dus $U = \sqrt{1,6 \cdot 120} = 14 \text{ V}$.

- inzicht dat $P = \frac{U^2}{R}$ 2
- completeren van de berekening 1

methode 3

Voor het vermogen geldt:

$P = I^2 R$, waarin $P = 1,6 \text{ W}$ en $R = 120 \Omega$, dus $I = \sqrt{\frac{1,6}{120}} = 0,115 \text{ A}$.

Uit $P = UI$ volgt dat $U = \frac{P}{I} = \frac{1,6}{0,115} = 14 \text{ V}$.

- berekenen van I uit $P = I^2 R$ 1
- gebruik van $P = UI$ 1
- completeren van de berekening 1

17 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Bij een temperatuurdaling van $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ verliest de lens in 1,5 minuut 190 J warmte. Dat warmteverlies moet worden aangevuld door de warmte die het verwarmingselement toevoert aan de lens.

Daarvoor geldt: $Q = Pt$, waarin $P = 1,6 \text{ W}$ en $t = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ s}$.

Het verwarmingselement voert dus in 1,5 minuut $1,6 \cdot 90 = 144 \text{ J}$ warmte toe.

Tijdens zo'n nacht kan het verwarmingselement de temperatuur van de lens niet op $20 \text{ }^\circ\text{C}$ houden.

- inzicht dat de lens bij een temperatuurdaling van $1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ 190 J warmte verliest 1
- inzicht dat dit warmteverlies moet worden aangevuld door het verwarmingselement 1
- omrekenen van minuten naar seconden 1
- berekenen van de toegevoerde warmte en consistente conclusie 1

Vraag	Antwoord	Scores
	<p>methode 2</p> <p>Bij een temperatuurdaling van $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ verliest de lens in 1,5 minuut 190 J warmte.</p> <p>Per seconde is dit verlies: $P_{\text{verlies}} = \frac{190}{1,5 \cdot 60} = 2,11\text{ J/s}$.</p> <p>Het verwarmingselement voert per seconde 1,6 J toe. Tijdens zo'n nacht kan het verwarmingselement de temperatuur van de lens niet op $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ houden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de lens bij een temperatuurdaling van $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 190 J warmte verliest 1 • inzicht dat dit warmteverlies moet worden aangevuld door het verwarmingselement 1 • omrekenen van minuten naar seconden 1 • berekenen van P_{verlies} en consistente conclusie 1 	
	<p>methode 3</p> <p>Bij een temperatuurdaling van $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ verliest de lens in 1,5 minuut 190 J warmte.</p> <p>Per seconde voert het verwarmingselement 1,6 J toe.</p> <p>Het verhogen van de temperatuur met $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ duurt dus $t = \frac{190}{1,6} = 119\text{ s}$.</p> <p>Dat is langer dan $1,5 \cdot 60 = 90\text{ s}$. Tijdens zo'n nacht kan het verwarmingselement de temperatuur van de lens niet op $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ houden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de lens bij een temperatuurdaling van $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 190 J warmte verliest 1 • inzicht dat dit warmteverlies moet worden aangevuld door het verwarmingselement 1 • omrekenen van minuten naar seconden (of omgekeerd) 1 • berekenen van de opwarmtijd en consistente conclusie 1 	

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

18 maximumscore 4

antwoord:

	<i>P</i> blijft gelijk	<i>P</i> wordt nul	<i>P</i> wordt kleiner	<i>P</i> wordt groter
R_1		X		
R_2		X		
R_3	X			
R_4	X			

per juist geplaatst kruisje

1

Opmerkingen

- Als bij R_1 en R_2 zowel ‘*P* wordt nul’ als ‘*P* wordt kleiner’ zijn aangekruist: goed rekenen.
- Als bij R_1 en R_2 alleen ‘*P* wordt kleiner’ is aangekruist: niet goed rekenen.

Opgave 5 Watertank

19 maximumscore 3

uitkomst: Dat is 5,2 dagen.

voorbeeld van een berekening:

Voor de inhoud van de cilinder geldt:

$$V = \pi r^2 h, \text{ waarin } r = 0,60 \text{ m en } h = 1,6 \text{ m.}$$

$$\text{Hieruit volgt dat } V = \pi(0,60)^2 \cdot 1,6 = 1,81 \text{ m}^3.$$

Het aantal dagen dat een volle tank het dorp van water kan voorzien, is

$$\text{gelijk aan } \frac{\text{de inhoud van de tank}}{\text{het gemiddelde verbruik per dag}} = \frac{1,81}{0,350} = 5,2.$$

- inzicht dat $V = \pi r^2 h$ 1
- inzicht dat het aantal dagen gelijk is aan $\frac{\text{de inhoud van de tank}}{\text{het gemiddelde verbruik per dag}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als bij de beantwoording van vraag 9 een fout is gemaakt in de berekening van *A* en deze fout hier opnieuw wordt gemaakt: geen aftrek.

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

20 maximumscore 4

uitkomst: Dat duurt $2,7 \cdot 10^2$ s.

voorbeeld van een berekening:

De massa van $1,0 \text{ m}^3$ water is $0,998 \cdot 10^3$ kg (of $1,0 \cdot 10^3$ kg).

Als dit water $7,0$ m stijgt, neemt de zwaarte-energie toe met

$$mg\Delta h = 0,998 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 7,0 = 6,85 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

Voor het vermogen van de pomp geldt:

$$P = \frac{\Delta E_z}{t}, \text{ waarin } P = 250 \text{ W en } \Delta E_z = 6,85 \cdot 10^4 \text{ J.}$$

Hieruit volgt dat het $\frac{\Delta E_z}{P} = \frac{6,85 \cdot 10^4}{250} = 2,7 \cdot 10^2$ s duurt om $1,0 \text{ m}^3$ water de tank in te pompen.

- inzicht dat de massa van $1,0 \text{ m}^3$ water $0,998 \cdot 10^3$ kg (of $1,0 \cdot 10^3$ kg) is 1
- inzicht dat $\Delta E_z = mg\Delta h$ 1
- inzicht dat $t = \frac{\Delta E_z}{P}$ 1
- completeren van de berekening 1

21 maximumscore 2

uitkomst: De gevoeligheid van de sensor is $2,4 \text{ V/m}$ (met een marge van $0,1 \text{ V/m}$).

voorbeeld van een bepaling:

De gevoeligheid van de sensor is gelijk aan de steilheid van de grafiek.

$$\text{Deze is } \frac{3,8}{1,6} = 2,4 \text{ V/m.}$$

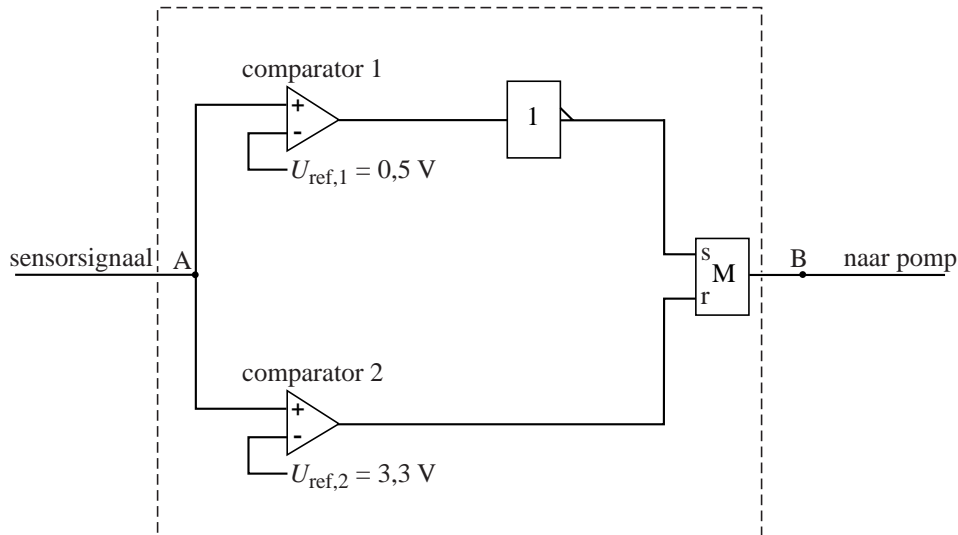
- inzicht dat de gevoeligheid van de sensor gelijk is aan de steilheid van de grafiek 1
- aflezen van de grafiek en completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als de reciproque waarde is bepaald: maximaal 1 punt.

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

22 maximumscore 4
voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat een invertor moet worden aangesloten op de comparator met de laagste referentiespanning 1
- verbinden van de uitgang van die comparator (via de invertor) met de set van een geheugencel 1
- verbinden van de uitgang van de andere comparator met de reset van de geheugencel en de uitgang van de geheugencel met B 1
- aflezen van de twee referentiespanningen (elk met een marge van 0,1 V) 1

Opmerkingen

- Voor een schakeling die ten dele goed functioneert (de pomp slaat op het juiste moment aan of slaat op het juiste moment af): 2 punten.
- Voor een schakeling waarbij het waterniveau op 1,4 m wordt gehandhaafd: 2 punten.
- Voor alle andere niet naar behoren functionerende schakelingen: maximaal 2 punten.

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

Opgave 6 Krabnevel

23 maximumscore 3

uitkomst: $v_{\text{gem}} = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de gemiddelde snelheid geldt: $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, waarin

$\Delta s = 5,5 \text{ lichtjaar} = 5,5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 5,20 \cdot 10^{16} \text{ m}$ en

$\Delta t = 954 \text{ jaar} = 954 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,01 \cdot 10^{10} \text{ s}$.

Hieruit volgt dat $v_{\text{gem}} = \frac{5,20 \cdot 10^{16}}{3,01 \cdot 10^{10}} = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

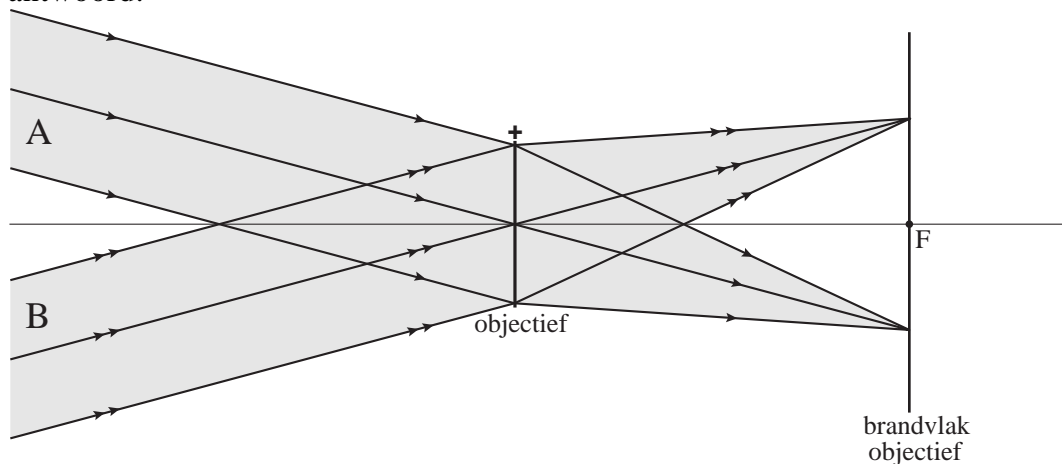
- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 1
- inzicht dat $\Delta t = 954 \text{ jaar}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Als voor Δs 11 lichtjaar is ingevuld: geen aftrek.
- Uitkomsten in andere eenheden, bijvoorbeeld lichtjaar per jaar: goed rekenen.

24 maximumscore 3

antwoord:



- tekenen van een lichtstraal door het midden van de lens 1
- tekenen van de twee randstralen van een bundel naar het juiste punt op het brandvlak 1
- completeren van de constructie 1

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

25 maximumscore 3

uitkomst: Het aantal pixels dat informatie over de Krabnevel bevat is $3,53 \cdot 10^4$.

voorbeeld van een berekening:

De oppervlakte van het beeld van de Krabnevel is

$$\pi r^2 = \pi \left(\frac{1,57 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 = 1,936 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.$$

Het aantal pixels dat informatie over de Krabnevel bevat is gelijk aan

$$\frac{\text{de oppervlakte van het beeld}}{\text{de oppervlakte van een pixel}} = \frac{1,936 \cdot 10^{-6}}{5,48 \cdot 10^{-11}} = 3,53 \cdot 10^4.$$

- gebruik van de formule voor de oppervlakte van een cirkel 1
- inzicht dat het aantal pixels gelijk is aan $\frac{\text{de oppervlakte van het beeld}}{\text{de oppervlakte van een pixel}}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

Als bij de beantwoording van vraag 9 of 19 een fout is gemaakt in de berekening van A en deze fout hier opnieuw wordt gemaakt: geen aftrek.

26 maximumscore 3

uitkomst: De afstand tot de Krabnevel is $6,0 \cdot 10^{19}$ m of $6,3 \cdot 10^3$ lichtjaar.

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor de vergroting geldt ook: $N = \frac{\text{grootte van het beeld (BB')}}{\text{grootte van het voorwerp (LL')}},$

waarin $BB' = 1,57 \cdot 10^{-3}$ m en $LL' = 11$ lichtjaar.

$$\text{Dus } N = \frac{1,57 \cdot 10^{-3}}{11 \cdot 3,0 \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 1,51 \cdot 10^{-20}.$$

Omdat $N = \frac{f}{v}$, waarin $f = 0,90$ m, volgt hieruit dat

$$v = \frac{f}{N} = \frac{0,90}{1,51 \cdot 10^{-20}} = 6,0 \cdot 10^{19} \text{ m}.$$

- inzicht dat $N = \frac{\text{grootte van het beeld}}{\text{grootte van het voorwerp}}$ 1
- berekenen van N 1
- completeren van de berekening 1

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

methode 2

Voor de vergroting geldt ook: $N = \frac{\text{grootte van het beeld (BB')}}{\text{grootte van het voorwerp (LL')}}'$

waarin $BB' = 1,57 \cdot 10^{-3}$ m en $LL' = 11$ lichtjaar.

Omdat $N = \frac{f}{v}$, waarin $f = 0,90$ m, volgt hieruit dat

$$v = \frac{f}{BB'} LL' = \frac{0,90}{1,57 \cdot 10^{-3}} \cdot 11 = 6,3 \cdot 10^3 \text{ lichtjaar.}$$

- inzicht dat $N = \frac{\text{grootte van het beeld}}{\text{grootte van het voorwerp}}$ 1
- inzicht dat $v = \frac{f}{BB'} LL'$ 1
- completeren van de berekening 1

27 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Toen de Chinese sterrenkundigen hun waarneming deden, was het licht van de supernova al heel lang onderweg geweest. Ate heeft dus gelijk.

- inzicht dat het licht van de supernova heel lang onderweg was geweest toen de Chinese sterrenkundigen hun waarneming deden 1
- conclusie 1

Opmerking

Een antwoord zonder uitleg: 0 punten.