

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Radarcontrole

1 maximumscore 3

uitkomst: $f = 3,3 \cdot 10^{10}$ Hz

voorbeeld van een berekening:

Uit $c = f\lambda$ volgt $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{9,0 \cdot 10^{-3}} = 3,3 \cdot 10^{10}$ Hz.

- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- opzoeken van de lichtsnelheid 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Slechts een klein gedeelte van de uitgezonden radargolven raakt de auto en kan worden teruggekaatst / maar een klein gedeelte van de golven die worden teruggekaatst bereiken het radarapparaat.

Door het dopplereffect wordt de golflengte kleiner (, omdat de auto nadert en fungeert als bewegende bron in de richting van de waarnemer).

- oorzaak van de veel kleinere amplitudo 1
- oorzaak van de kleinere λ 1

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

3 maximumscore 4

uitkomst: $v = 90 \text{ (km h}^{-1}\text{)}$

voorbeeld van een bepaling:

$$\Delta T = 180 \cdot 10^{-6} \text{ s. Dus } \Delta f = \frac{1}{\Delta T} = 5,56 \cdot 10^3 \text{ Hz.}$$

$$\Delta f = \frac{2v}{\lambda} \text{ Omschrijven levert}$$

$$v = \frac{\Delta f \lambda}{2} = \frac{5,56 \cdot 10^3 \cdot 9,0 \cdot 10^{-3}}{2} = 25 \text{ ms}^{-1} = 90 \text{ km h}^{-1}.$$

- bepalen van ΔT (met een marge van $4 \mu\text{s}$) 1
- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ 1
- omrekenen van ms^{-1} naar km h^{-1} 1
- completeren van de bepaling 1

4 maximumscore 2

voorbeeld van een uitleg:

De component van de snelheid in de richting van het radarapparaat is kleiner dan de snelheid. Dus geeft de formule een te kleine waarde voor v .

- inzicht dat de component in de richting van het radarapparaat kleiner is dan de snelheid 1
- consequente conclusie 1

5 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Uitgang 1 van teller A staat steeds $\frac{1}{40}$ seconde aan en $\frac{1}{40}$ seconde uit. Dus de aan/uit-ingang van teller B staat krijgt gedurende $\frac{1}{40}$ seconde een hoog signaal waardoor teller B pulsen telt.

Als uitgang 1 van teller A laag wordt, gaat er via de invertor een hoog signaal naar de reset van teller B waardoor deze gereset wordt.

- inzicht dat uitgang 1 van teller A staat steeds $\frac{1}{40}$ seconde aan en $\frac{1}{40}$ seconde uit staat 1
- inzicht dat de aan/uit-ingang van teller B dus gedurende $\frac{1}{40}$ seconde een hoog signaal krijgt 1
- inzicht dat de reset van teller B daarna een hoog signaal krijgt 1

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

6 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als binnen $\frac{1}{40}$ seconde 128 pulsen geteld worden, komt dit overeen met een frequentie van $40 \cdot 128 = 5120 \text{ Hz} = 5,1 \text{ kHz}$. Dus bij deze frequentie (en hoger) geeft uitgang 128 van teller B een hoog signaal aan het fotoestel.

- omrekenen van het aantal pulsen in $\frac{1}{40}$ seconde naar de frequentie 1
- completeren van de redenering 1

methode 2

Als er $5,1 \cdot 10^3$ pulsen per seconde zijn, zijn dat in $\frac{1}{40}$ seconde

$\frac{5,1 \cdot 10^3}{40} = 128$ pulsen. Dus bij 128 (en meer) pulsen geeft uitgang 128 van teller B een hoog signaal aan het fotoestel.

- omrekenen van de frequentie naar het aantal pulsen in $\frac{1}{40}$ seconde 1
- completeren van de redenering 1

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

Opgave 2 Het mysterie van de verdwenen zonneneutrino's

7 maximumscore 5

uitkomst: $8,26 \cdot 10^{28}$ neutrino's

voorbeeld van een berekening:

Per seconde zendt de zon $3,90 \cdot 10^{26}$ J energie uit.

Per reactie komt $26,8 \text{ MeV} = 26,8 \cdot 1,602 \cdot 10^{-13} = 4,293 \cdot 10^{-12}$ J energie vrij.

Per seconde komen dus $2 \frac{3,90 \cdot 10^{26}}{4,293 \cdot 10^{-12}} = 1,817 \cdot 10^{38}$ neutrino's vrij.

Bij de aarde hebben deze neutrino's zich verdeeld over een oppervlakte gelijk aan $4\pi r^2$, met r de afstand tussen aarde en zon.

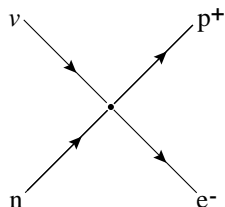
Op de aarde vallen alleen neutrino's binnen een oppervlakte gelijk aan πR^2 , met R de straal van de aarde. Per seconde ontvangt de aarde:

$$\frac{\pi R^2}{4\pi r^2} \cdot 1,817 \cdot 10^{38} = \frac{(6,378 \cdot 10^6)^2}{4(1,496 \cdot 10^{11})^2} \cdot 1,817 \cdot 10^{38} = 8,26 \cdot 10^{28} \text{ neutrino's.}$$

- inzicht dat het aantal reacties per seconde = $2 \frac{\text{vermogen van de zon}}{\text{energie per reactie}}$ 1
- inzicht in factor 2 1
- inzicht dat deze neutrino's zich verdelen over een bol met als straal de afstand tussen de zon en de aarde 1
- inzicht dat het om de neutrino's gaat die op een cirkel vallen met als straal de straal van de aarde 1
- completeren van de berekening 1

8 maximumscore 2

antwoord:



- juiste deeltjes links en rechts 1
- juiste pijlen links en rechts 1

Vraag	Antwoord	Scores
9	<p>maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: De reactie van β^--verval luidt: $n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}$. De gegeven reactie $\nu + n \rightarrow p^+ + e^-$ kan hieruit worden afgeleid door kruising van het anti-neutrino.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht in de juiste reactie van het β^--verval 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • toepassen van de juiste symmetrie-operatie(s) 	1
10	<p>maximumscore 4 uitkomst: 2,224 MeV</p> <p>voorbeeld van een berekening: Bij splitsing van de deuteriumkern is de massatoename: $\Delta m = m_p + m_n - m_D = (1,007276 + 1,008665 - 2,014102 + 0,000549)u = 0,002388u$. Het energieverlies van het neutrino is dus: $\Delta E = 0,002388 \text{ u}c^2 = 0,002388 \cdot 931,49 \text{ MeV} = 2,224 \text{ MeV}$.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $\Delta m = m_p + m_n - m_D$ en opzoeken van de benodigde massa's 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • in rekening brengen van de elektronmassa's 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van $\Delta E = \Delta mc^2$ of gebruik van $1u = 931,49 \text{ MeV}$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • completeren van de berekening 	1
11	<p>maximumscore 4 voorbeeld van een antwoord: Bij de terugval van het neutron is de vrijkomende energie: $\Delta E = \frac{h^2}{8mL^2}(2^2 - 1^2) = \frac{3(6,63 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 1,675 \cdot 10^{-27} \cdot (10^{-14})^2} = 9,8 \cdot 10^{-13} = 6 \text{ MeV}$. Het vrijkomende foton is volgens Binas tabel 19B dus een gammafoton.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • gebruik van de deeltje-in-een-doosformule met de juiste waarden voor m en L 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $\Delta E = \frac{h^2}{8mL^2}(2^2 - 1^2)$ 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • completeren van de berekening 	1
	<ul style="list-style-type: none"> • opzoeken van de mogelijke energieën voor gamma-fotonen 	1

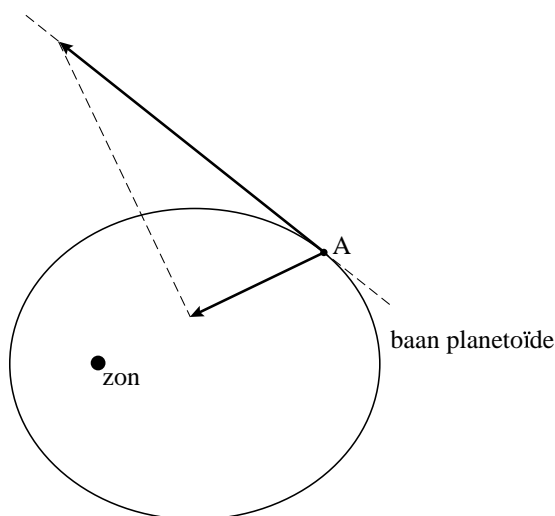
Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

Opgave 3 Planetoïde

13 maximumscore 3

uitkomst: $v = 18 \text{ km s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:



De snelheidsvector heeft de richting van de raaklijn aan de ellips. De lengte van de snelheidsvector is 2,25 keer zo groot als de component in de richting van de zon, dus $v_A = 2,25 \cdot v_{\text{zon}} = 2,25 \cdot 8,0 = 18 \text{ km s}^{-1}$.

- inzicht dat v de richting heeft van de raaklijn aan de baan 1
- construeren van de snelheidsvector in A rakend aan de baan 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Als een kandidaat de component van de gegeven vector in de richting van de stippellijn construeert: maximaal 1 punt toekennen.

14 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De totale energie is constant. Dichter bij de zon heeft een planetoïde minder gravitatie-energie dan verder weg van de zon. Dus is de kinetische energie en daarmee de snelheid dichterbij de zon groter dan verder weg van de zon.

- inzicht in de wet van behoud van energie 1
- inzicht dat de gravitatie-energie kleiner is dichterbij de zon 1
- consistente conclusie 1

Opmerking

Wanneer beredeneerd met de wetten van Kepler: geen aftrek.

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

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_g$.

Invullen levert:

$$1,9 \cdot 10^{10} \cdot 3,7 \cdot 10^4 - 280 \cdot 10^3 \cdot 1,3 \cdot 10^4 = (1,9 \cdot 10^{10} + 280 \cdot 10^3)v_g$$

Dit levert: $v_g = 3,7 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}$.

De snelheid is dus niet of nauwelijks veranderd.

- gebruik van $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_g$ 1
- gebruik van de juiste tekens bij de snelheden 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de gravitatiekracht door de aarde geldt: $F_{g \text{ aarde}} = \frac{GmM_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2}$.

Voor de gravitatiekracht door de zon geldt: $F_{g \text{ zon}} = \frac{GmM_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2}$.

We vergelijken $\frac{GmM_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2}$ met $\frac{GmM_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2}$, dus $\frac{M_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2}$ met $\frac{M_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2}$.

$$r_{\text{aarde}} = 5,38 \cdot 10^8 + 6,378 \cdot 10^6 = 5,444 \cdot 10^8 \rightarrow \frac{M_{\text{aarde}}}{r_{\text{aarde}}^2} = \frac{5,976 \cdot 10^{24}}{(5,444 \cdot 10^8)^2} = 2,02 \cdot 10^7$$

$$r_{\text{zon}} = 1,496 \cdot 10^{11} + 5,444 \cdot 10^8 = 1,501 \cdot 10^{11} \rightarrow \frac{M_{\text{zon}}}{r_{\text{zon}}^2} = \frac{1,989 \cdot 10^{30}}{(1,501 \cdot 10^{11})^2} = 8,83 \cdot 10^7$$

Dus de zon trekt TU24 sterker aan dan de aarde.

- gebruik van $F_g = \frac{GmM}{r^2}$ 1
- opzoeken van de massa's van de aarde en de zon 1
- opzoeken van de afstanden tot de aarde en de zon 1
- completeren van de berekeningen 1

Opmerking

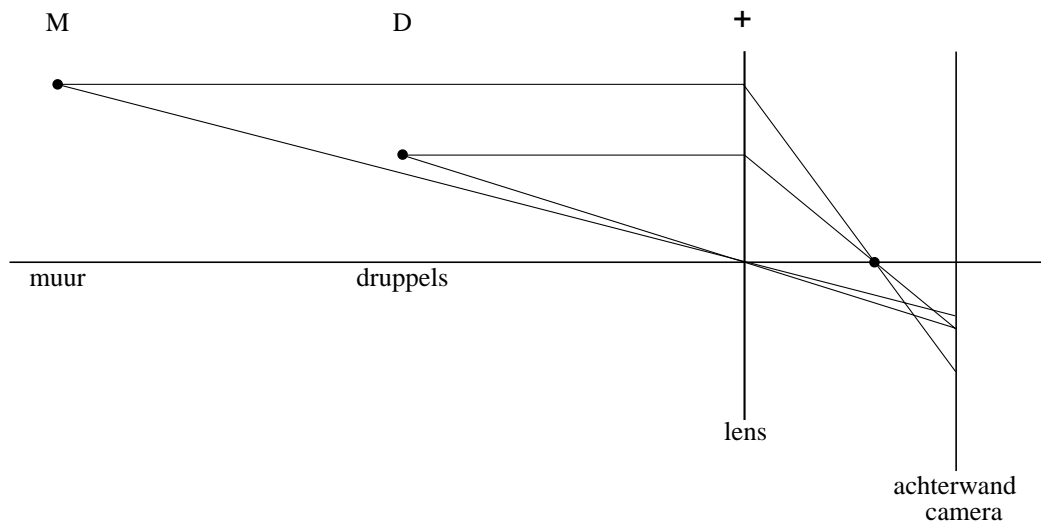
Wanneer de kandidaat geen rekening houdt met de straal van de aarde en/of bij de zon geen rekening houdt met de afstand van TU24 tot de aarde: geen aftrek.

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

Opgave 4 Regendruppels

17 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:



Het beeldpunt van de bakstenen ligt niet op achterwand van de camera. Hierdoor is het beeld niet scherp.

- construeren van het beeld van punt D op de achterwand van de camera 1
- aangeven van de plaats van een brandpunt 1
- construeren van het beeld van punt M 1
- inzicht dat het beeldpunt van de bakstenen niet op achterwand van de camera valt / inzicht dat op de achterwand van de camera een lichtvlek van de bakstenen valt 1

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

18 maximumscore 4

antwoord: $k = \frac{8\rho_w g}{3\rho_1 c_w}$.

voorbeeld van een afleiding:

Bij constante snelheid geldt: $F_w = F_z$ zodat $\frac{1}{2}c_w\rho_1Av^2 = mg$.

Voor de massa van de druppel geldt $m = \rho_w V = \rho_w \frac{4}{3}\pi r^3$.

Voor het frontale oppervlak van de druppel geldt $A = \pi r^2$.

Invullen geeft: $\frac{1}{2}c_w\rho_1\pi r^2v^2 = \rho_w \frac{4}{3}\pi r^3g$.

Omschrijven levert $v^2 = \frac{8\rho_w g}{3\rho_1 c_w}r$. Dus $k = \frac{8\rho_w g}{3\rho_1 c_w}$.

- inzicht dat $F_z = F_w$ 1
- inzicht dat $mg = \frac{1}{2}c_w\rho Av^2$ 1
- gebruik van $m = \rho V$ 1
- completeren van de afleiding 1

19 maximumscore 5

uitkomst: $d = 3,8$ mm

voorbeeld van een bepaling:

De lengte van het spoor gemeten aan de hand van de bakstenen en de voegen is 29 cm.

De vergroting van de druppelsporen is de helft van de vergroting van de bakstenen. De werkelijke lengte van het spoor is dus 14,5 cm.

De snelheid van de druppel is dan $v = \frac{s}{t} = \frac{0,145}{\frac{1}{60}} = 8,7 \text{ ms}^{-1}$.

$v^2 = 4,0 \cdot 10^4 r$. Hieruit volgt $r = \frac{(8,7)^2}{4,0 \cdot 10^4} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Dus $r = 1,9$ mm en $d = 3,8$ mm.

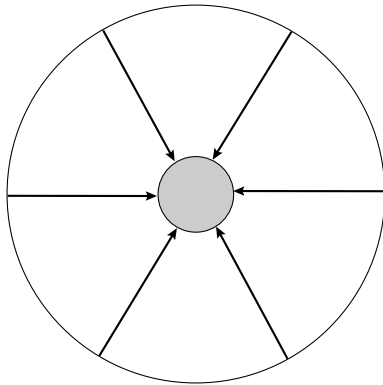
- bepalen van de lengte van het spoor (met een marge van 2 cm) 1
- juist gebruik van de factor $\frac{1}{2}$ 1
- gebruik van $v = \frac{s}{t}$ 1
- gebruik van $v^2 = 4,0 \cdot 10^4 r$ 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
20	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Voor het verdampen is warmte nodig. De benodigde warmte wordt onttrokken aan de druppel. Dat betekent dat de temperatuur van de druppel zal dalen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat er warmte nodig is voor het verdampen van water • inzicht dat deze warmte aan de druppel onttrokken wordt • consequente conclusie 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
21	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: $\Delta T = 0,23 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>voorbeeld van een berekening: Tijdens het vallen wordt het verlies aan zwaarte-energie omgezet in warmte, zodat $mg\Delta h = cm\Delta T$.</p> <p>Invullen geeft $\Delta T = \frac{g\Delta h}{c} = \frac{9,81 \cdot 100}{4,18 \cdot 10^3} = 0,23 \text{ }^\circ\text{C}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $Q = \Delta E_z = mg\Delta h$ • gebruik van $Q = cm\Delta T$ en opzoeken van c van water • inzicht dat m wegvalt of berekenen van de massa van de waterdruppel • completeren van de berekening 	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 5 Plasmalamp

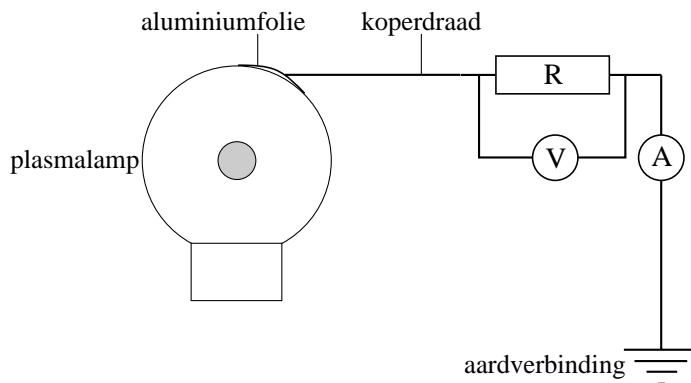
22 **maximumscore 2**
voorbeeld van een tekening:



- tekenen van rechte regelmatig verdeelde lijnen tussen de glazen bol en de metalen elektrode 1
- richting van de pijlen naar de metalen elektrode gericht 1

Opmerking
Als de kandidaat de lijnen doortekent tot in de metalen elektrode: niet aanrekenen.

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



- tekenen van een spanningsmeter parallel aan R 1
- tekenen van een stroommeter in serie met R 1
- completeren van de schakeling 1

Vraag	Antwoord	Scores
24	<p>maximumscore 3</p> <p>voorbeeld van een uitleg: Op het moment dat de binnenkant van de bol positief wordt, wordt (door elektrische influentie) het aluminiumfolie negatief. Er stromen dan elektronen van aarde naar het aluminiumfolie. De stroomrichting is dan gericht van het aluminiumfolie naar aarde.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het aluminiumfolie een lading krijgt tegengesteld aan de lading in de bol 1 • inzicht dat er door de geleidende verbinding van aarde naar het aluminiumfolie elektronen stromen 1 • inzicht dat de stroomrichting hieraan tegengesteld is 1 	
25	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Als de gasdruk laag is, is de gemiddelde afstand tussen de moleculen relatief groot en is dus de vrije weglengte groot. De elektronen kunnen dan tussen opeenvolgende botsingen voldoende snelheid (kinetische energie) krijgen om elektronen uit de schil van een heliumatoom te slaan dus om heliumatomen te ioniseren.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij lage gasdruk de vrije weglengte relatief groot is 1 • inzicht dat een grote vrije weglengte een grotere kinetische energie tot gevolg heeft 1 	
26	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: Het aantal moleculen is $2,2 \cdot 10^{21}$.</p> <p>voorbeeld van een berekening: Voor het gas in de bol geldt de algemene gaswet $\frac{pV}{T} = nR$.</p> <p>Het aantal mol $n = \frac{pV}{RT} = \frac{0,10 \cdot 1,0 \cdot 10^5 \cdot 0,90 \cdot 10^{-3}}{8,315 \cdot 291} = 3,72 \cdot 10^{-3}$ mol.</p> <p>n mol bevat $nN_A = 3,72 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,2 \cdot 10^{21}$ moleculen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • gebruik van de algemene gaswet 1 • inzicht dat $p = 0,10 \cdot 1,0 \cdot 10^5$ Pa 1 • inzicht dat het aantal moleculen gelijk is aan nN_A en opzoeken van N_A 1 • completeren van de berekening 1 	