

## Opgave 2 Pioneer-10

### 5 maximumscore 4

voorbeeld van een berekening:

Voor een cirkelbaan geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$ .

Invullen levert:  $\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM}{r^2}$ . Omschrijven en invullen levert:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}{5,09 \cdot 10^{11}}} = 1,61 \cdot 10^4 \text{ ms}^{-1}.$$

(Deze snelheid is kleiner dan de werkelijke snelheid.)

- inzicht dat voor een cirkelbaan geldt:  $F_{\text{mpz}} = F_{\text{g}}$  1
- gebruik van  $F_{\text{mpz}} = m \frac{v^2}{r}$  en van  $F_{\text{g}} = G \frac{mM}{r^2}$  1
- opzoeken van  $G$  en  $M$  1
- completeren van de berekening 1

### 6 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De aantrekkingskracht van de zon kan de kromming van de baan verklaren. Zolang er een snelheidscomponent loodrecht op de verbindinglijn bestaat, zal de baan gekromd zijn. De draaiing van de aarde heeft geen blijvende werking. (Het standpunt van Tim is dus natuurkundig juist, dat van Maaïke niet.)

- inzicht dat de gravitatiekracht van de zon de kromming van de baan veroorzaakt 1
- inzicht dat de draaiing van de aarde de baan niet kan beïnvloeden 1

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

**7 maximumscore 3**

uitkomst:  $t = 1,7 \cdot 10^6$  (jaar) = 1,7 miljoen (jaar)

voorbeeld van een berekening:

$$s = vt \text{ met } s = 650 \cdot 10^{15} \text{ m} = 4,34 \cdot 10^6 \text{ AE.}$$

$$v = 2,6 \text{ AE per jaar} \rightarrow t = \frac{4,34 \cdot 10^6}{2,6} = 1,7 \cdot 10^6 \text{ jaar.}$$

- gebruik van  $s = vt$  1
- omrekenen van meter naar AE of omgekeerd 1
- completeren van de berekening 1

**8 maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:

Tim heeft gelijk. Door de gravitatie van het zonnestelsel beweegt Pioneer-10 nagenoeg de hele tijd / de hele afstand tot Aldebaran met een snelheid lager dan 2,6 AE per jaar.

- inzicht dat Pioneer-10 een heel groot deel van de tijd / van de afstand tot Aldebaran aflegt met snelheid lager 2,6 AE per jaar 1
- conclusie dat Tim gelijk heeft 1

*Opmerking*

*Bij een antwoord zonder toelichting geen scorepunten toekennen.*

**9 maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

De downlink draaggolf heeft een frequentie van

$$\left(\frac{240}{221}\right) 2,11 \text{ GHz} = 2,29 \text{ GHz.}$$

Voor de grootste frequentie van de uplink geldt:

$$f = 2,11 \cdot 10^9 + 20 \cdot 10^6 = 2,13 \cdot 10^9 \text{ Hz.}$$

Voor de kleinste frequentie van de downlink geldt:

$$f = 2,29 \cdot 10^9 - 20 \cdot 10^6 = 2,27 \cdot 10^9 \text{ Hz.}$$

(De grootste frequentie in de uplink is dus kleiner dan de kleinste frequentie in de downlink.)

- inzicht dat voor de downlinkfrequentie geldt:  $f = \left(\frac{240}{221}\right) 2,11 \text{ GHz}$  1
- in rekening brengen van de bandbreedte 1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking*

*Als 40 MHz in plaats van 20 MHz gebruikt wordt: geen aftrek.*

Vraag	Antwoord	Scores
<b>10</b>	<b>maximumscore 2</b>	
	voorbeeld van een antwoord:	
	Twee signalen in hetzelfde kanaal zullen elkaar door de gelijke frequentie tengevolge van interferentie hinderlijk storen.	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat de storing het gevolg is van interferentie / sommeren van golven</li> <li>• inzicht dat bij een gelijke frequentie de interferentie sterk is / uitdoving kan optreden</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p>
<b>11</b>	<b>maximumscore 3</b>	
	voorbeeld van een afleiding:	
	$F_w = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = \rho \frac{\Delta V}{\Delta t} v = \rho A \frac{\Delta x}{\Delta t} v = A \rho v^2$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>(\Delta)m = \rho(\Delta)V</math> gebruikt moet worden</li> <li>• inzicht dat <math>(\Delta)V = A(\Delta)x</math> gebruikt moet worden</li> <li>• completeren van de afleiding</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<b>12</b>	<b>maximumscore 3</b>	
	uitkomst: $\rho = 2,36 \cdot 10^{-16} \text{ kg m}^{-3}$	
	voorbeeld van een berekening:	
	$F = ma = A \rho v^2 \rightarrow 241 \cdot 8,74 \cdot 10^{-10} = \pi \cdot 1,37^2 \rho (1,23 \cdot 10^4)^2 \rightarrow$ $\rho = 2,36 \cdot 10^{-16} \text{ kg m}^{-3}.$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inzicht dat <math>F = ma = A \rho v^2</math></li> <li>• gebruik van <math>A = \pi r^2</math> met <math>r = 1,37 \text{ m}</math></li> <li>• completeren van de berekening</li> </ul>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>