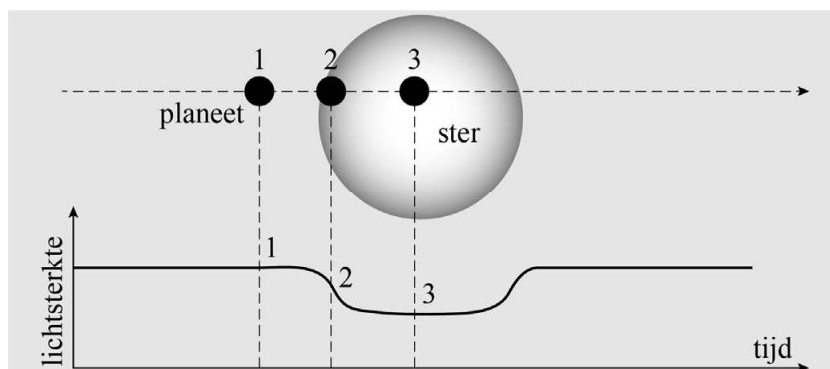


## Superaarde?

Astronomen zijn voortdurend op zoek naar planeten bij andere sterren dan de zon. Deze zogenaamde exoplaneten zijn niet zichtbaar met een telescoop. Ze kunnen ontdekt worden door een tijd lang de lichtsterkte van een ster te meten. Als deze lichtsterkte niet constant is, dan kan dat veroorzaakt worden door een exoplaneet die voor de ster langs beweegt en daarbij het licht van de ster gedeeltelijk tegenhoudt. Zie figuur 1. Deze figuur is niet op schaal.

**figuur 1**



Zo is bij de ster met de naam GJ1214 een exoplaneet ontdekt die de naam GJ1214b heeft gekregen. Er zijn veel verschillende soorten exoplaneten. Astronomen proberen exoplaneten te ordenen op basis van een aantal kenmerken. Zo kan ingeschat worden of een exoplaneet op de aarde lijkt en of er misschien leven mogelijk is. In figuur 2 staan enkele gegevens van exoplaneet GJ1214b.

**figuur 2**

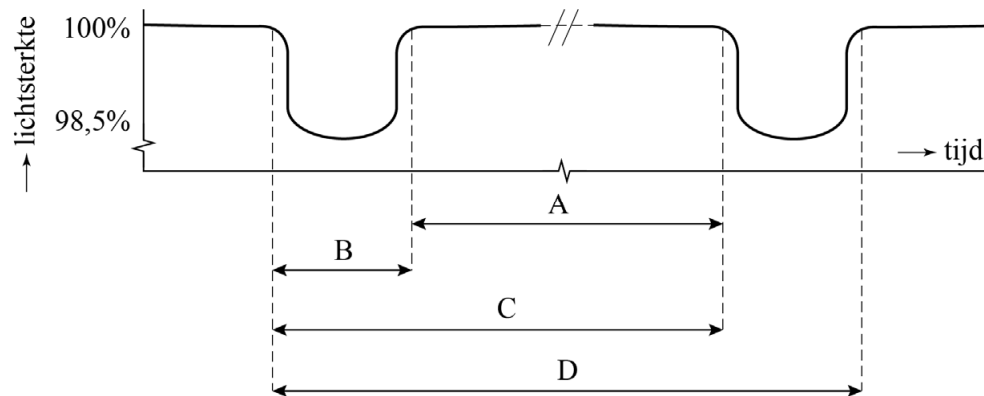
Exoplaneet GJ1214b	
massa	$6,50 \cdot M_{\text{aarde}}$
straal	$2,76 \cdot r_{\text{aarde}}$
omlooptijd rond ster	37,92 uur

De temperatuur aan het oppervlak van de ster is te bepalen door te meten aan het uitgezonden licht van de ster. Uit deze metingen blijkt dat de golflengte met de grootste intensiteit ( $\lambda_{\text{max}}$ ) ligt tussen  $9,2 \cdot 10^{-7}$  m en  $9,9 \cdot 10^{-7}$  m.

- 3p 1 Bereken de hoogste temperatuur die het oppervlak van ster GJ1214 kan hebben volgens deze metingen.

Door het deels afdekken van het zichtbare oppervlak van de ster neemt de waargenomen lichtsterkte af. In figuur 3 is de gemeten lichtsterkte van de ster uitgezet tegen de tijd. Met behulp van deze figuur is de omlooptijd van de exoplaneet rond de ster te bepalen. In de figuur staan vier pijlen.

figuur 3



- 1p 2 Welke pijl komt overeen met de omlooptijd van de planeet om de ster?
- A pijl A
  - B pijl B
  - C pijl C
  - D pijl D

De oppervlakte van het cirkelvormige aanzicht van de ster is  $6,487 \cdot 10^{16} \text{ m}^2$ . Uit de diepte van het dal in de lichtsterkte-metingen blijkt dat 1,50% hiervan is afgedekt door het cirkelvormige aanzicht van de planeet. Hiermee konden astronomen berekenen dat de straal van deze planeet 2,76 keer zo groot is als de straal van de aarde ( $r_{\text{aarde}} = 6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$ ).

- 3p 3 Toon dit met een berekening aan.

Om een exoplaneet te kunnen vergelijken met de aarde wordt onder andere de valversnelling  $g$  aan het oppervlak van die planeet bepaald. Deze valversnelling hangt af van de massa ( $M$ ) en de straal ( $r$ ) van de planeet.

- 4p 4 Voer de volgende opdrachten uit:

- Leid af dat geldt:  $g = \frac{GM}{r^2}$
- Bereken de grootte van  $g$  voor de planeet GJ1214b. Geef je antwoord in drie significante cijfers.

Astronomen zijn op zoek naar exoplaneten die lijken op de rotsachtige aarde. Als de massa en de straal van de planeet GJ1214b bekend zijn, kan de dichtheid van die planeet worden berekend en vergeleken met die van de aarde.

- 1p 5 Hoe groot is de dichtheid van planeet GJ1214b vergeleken met die van de aarde? Gebruik figuur 2.

A  $\rho_{\text{GJ1214b}} = \left(\frac{6,50}{2,76}\right) \cdot \rho_{\text{aarde}}$

B  $\rho_{\text{GJ1214b}} = \left(\frac{6,50^2}{2,76}\right) \cdot \rho_{\text{aarde}}$

C  $\rho_{\text{GJ1214b}} = \left(\frac{6,50^3}{2,76}\right) \cdot \rho_{\text{aarde}}$

D  $\rho_{\text{GJ1214b}} = \left(\frac{6,50}{2,76^2}\right) \cdot \rho_{\text{aarde}}$

E  $\rho_{\text{GJ1214b}} = \left(\frac{6,50}{2,76^3}\right) \cdot \rho_{\text{aarde}}$

Astronomen proberen exoplaneten in te delen op basis van hun kenmerken. Uit de bepaling van de dichtheid volgde dat planeet GJ1214b een rotsachtige samenstelling heeft. Een rotsachtige planeet krijgt de indeling ‘superaarde’ als de massa groter is dan de massa van de aarde, maar kleiner dan de massa van de planeet Uranus.

- 3p 6 Leg met behulp van een berekening, figuur 2 en het informatieboek uit of planeet GJ1214b een superaarde is.