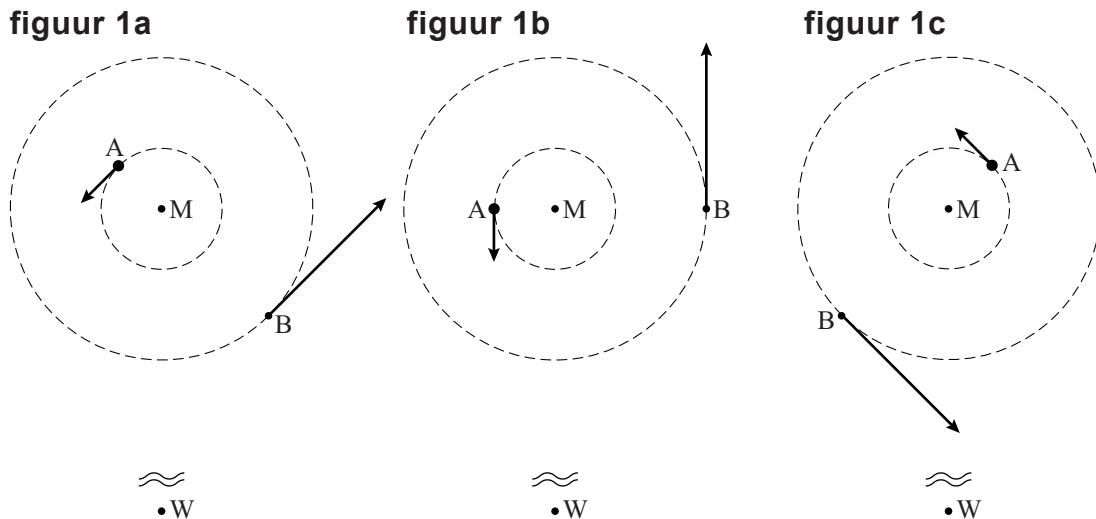


## Opgave 2 Spectroscopische dubbelster

Er zijn sterren die lijken te bestaan uit één object, maar bij nadere beschouwing deel uit maken van een zogenaamd 'dubbelstersysteem'. Bij een dubbelstersysteem bewegen twee sterren A en B in concentrische cirkels met middelpunt M zoals in figuur 1a, 1b en 1c is aangegeven. Figuur 1 is niet op schaal. Waarnemer W staat in werkelijkheid heel ver weg.



- 1p 6 A en B liggen op een lijn die steeds door M gaat.  
Geef de reden dat A en B dezelfde omlooptijd hebben.

Er zijn dubbelstersystemen waarbij A en B één ster lijken te zijn, zelfs als je er met een telescoop naar kijkt. Dat het toch om een dubbelster gaat, kan men afleiden uit het spectrum van het licht dat de sterren uitstralen. Door het dopplereffect vindt bij de lijnen van het spectrum van deze sterren tegelijkertijd roodverschuiving en blauwverschuiving plaats.

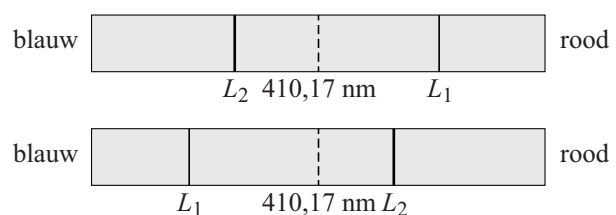
**In het vervolg van de opgave nemen we aan dat de aarde met waarnemer W in het draaivlak van A en B ligt en dat M niet ten opzichte van de aarde beweegt.**

Men bestudeert de spectraallijn  $H_\delta$  die bij een stilstaande ster een golflengte  $\lambda = 410,17$  nm heeft.

- 1p 7 Tussen welke waarden van  $n$  vindt de overgang plaats die hoort bij lijn  $H_\delta$ ? Zie tabel 21 in BINAS.

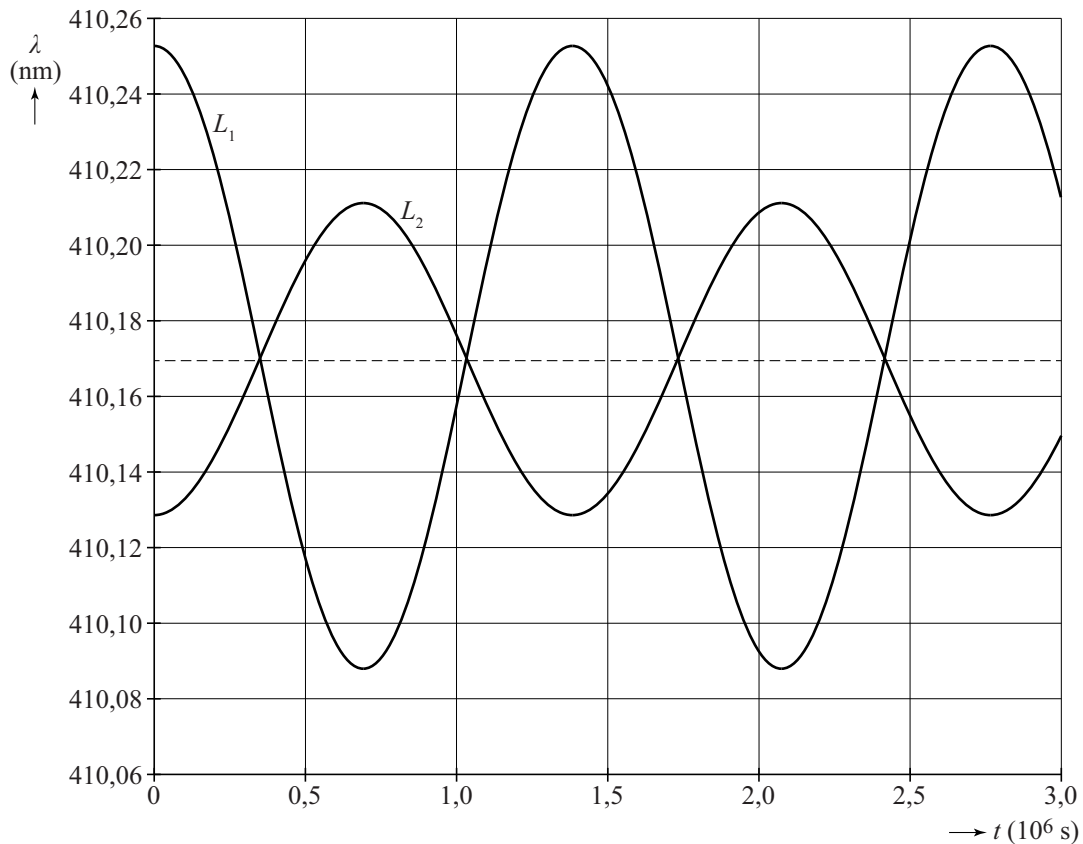
Bij dubbelsterren is de  $H_\delta$ -lijn gesplitst in twee  $H_\delta$ -lijnen die in de loop van de tijd verschuiven. Zie figuur 2. De lijn  $\lambda = 410,17$  nm is gestippeld weergegeven.

figuur 2



In figuur 3 zijn waargenomen golflengtes van de  $H_\delta$ -lijnen van de sterren A en B weergegeven als functie van de tijd. Ook hier is de lijn  $\lambda = 410,17$  nm gestippeld.

**figuur 3**



2p **8** Leg uit dat het golflengteverloop  $L_2$  afkomstig is van ster A.

2p **9** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage een punt b op lijn  $L_1$  dat overeenkomt met de situatie van figuur 1b en geef een toelichting.

Uit figuur 3 kan men bepalen dat voor de baanstralen geldt:

$$r_A = 6,6 \cdot 10^9 \text{ m en } r_B = 13,2 \cdot 10^9 \text{ m.}$$

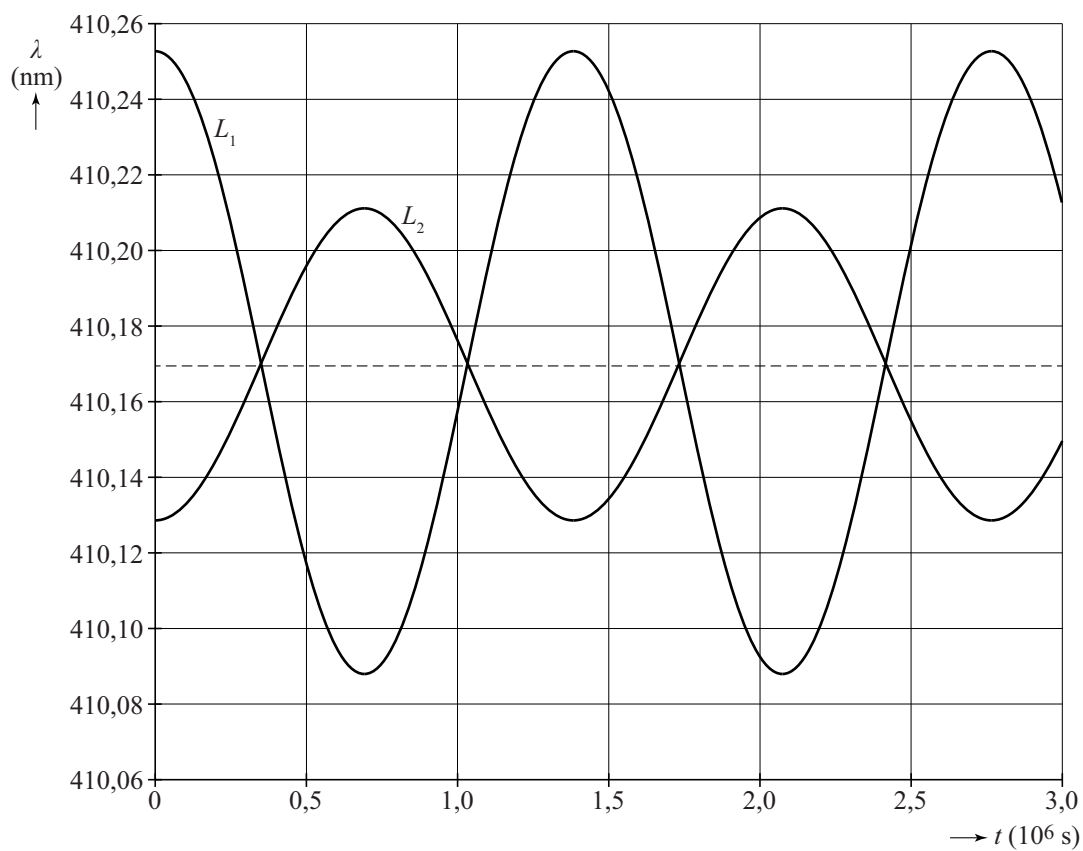
5p **10** Voer deze bepaling uit. Bepaal daartoe eerst de waarden van  $v_A$  en  $v_B$  uit het dopplereffect.

De middelpuntzoekende kracht op beide sterren wordt geleverd door de gravitatiekracht.

4p **11** Voer de volgende opdrachten uit:

- Leg uit dat de middelpuntzoekende kracht op beide sterren gelijk is.
- Bepaal de verhouding van de massa's van de sterren A en B.

9



Toelichting: .....

.....

.....

.....

.....