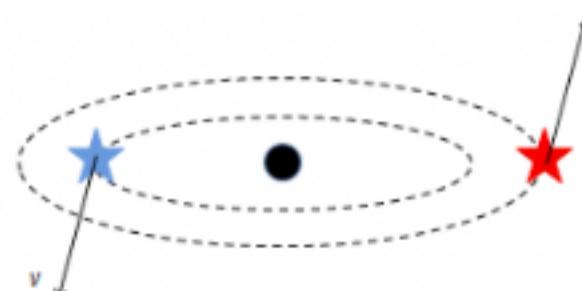


**Opgave 22**

- a Het sterrenstelsel waarin de twee sterren zich bevinden, beweegt met een bepaalde snelheid naar de aarde toe of van de aarde af. Je corrigeert eerst de rood- of blauwverschuiving van de individuele sterren voor de verschuiving als gevolg van de beweging van het gehele sterrenstelsel. Vervolgens kun je de snelheid bepalen waarmee ze binnen het sterrenstelsel bewegen. Als de ene ster dan naar je toe en de andere van je af beweegt, dan kan dit wijzen op een beweging rond een zwart gat. Zie figuur 12.5.



Figuur 12.5

22 Zwarte gaten zenden geen zichtbaar licht uit, maar kunnen indirect worden opgespoord door naar hun effecten te kijken. Als twee sterren vlak bij elkaar staan, verwacht je dat ze dezelfde rood- of blauwverschuiving vertonen, want die is het gevolg van de beweging van het gehele sterrenstelsel. Is de ene ster meer richting rood verschoven en de andere meer richting blauw, dan kan dit wijzen op een zwart gat tussen deze twee sterren in.

- a Leg uit waarom dit verschijnsel kan wijzen op de aanwezigheid van een zwart gat.

Een vergelijkbare methode wordt gebruikt voor het zoeken naar exoplaneten. Dit zijn planeten die zich buiten ons zonnestelsel bevinden. Wanneer een exoplaneet in een baan om een ster draait, dan voert de ster hierdoor zelf ook een kleine cirkelvormige beweging uit.

- b Verklaar deze cirkelvormige beweging met een van de wetten van Newton.

- c Leg uit dat het uitvoeren van een cirkelbeweging door een ster leidt tot een dopplereffect.

Sommige exoplaneten hebben een dampkring. Om de samenstelling daarvan te bepalen, wordt het spectrum opgenomen als de planeet voor zijn ster langs beweegt.

- d Leg uit hoe de spectraalanalyse dan informatie geeft over de samenstelling van de dampkring van de exoplaneet.

- b Voor het uitvoeren van een cirkelbeweging is een middelpuntzoekende kracht nodig. De middelpuntzoekende kracht wordt geleverd door de gravitatiekracht. Volgens de derde wet van Newton heeft elke kracht een tegengestelde en even grote reactiekracht. Een exoplaneet oefent dus een even grote gravitatiekracht op de ster uit als de gravitatiekracht waarmee de ster de planeet in zijn baan houdt. Dit is de middelpuntzoekende kracht op de ster die leidt tot een cirkelvormige beweging van de ster.
- c Als de ster een cirkelbeweging uitvoert, dan beweegt de ster afwisselend naar de aarde toe en van de aarde af. Omdat de ster een bron van licht is, zal er dopplereffect optreden in het uitgezonden licht.
- d Als het licht van de ster door de dampkring van de exoplaneet gaat, absorberen elementen die aanwezig zijn in de dampkring bepaalde golflengten van het licht. Hierdoor ontstaan er extra zwarte lijnen in het absorptiespectrum, die wijzen op de aanwezigheid van deze elementen in de dampkring.