

## Sirius

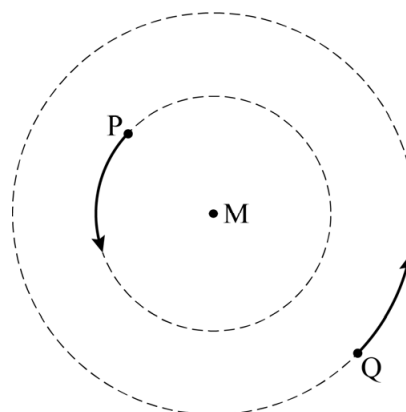
Sterren vormen soms een zogenaamd dubbelstersysteem.

In een vereenvoudigd dubbelstersysteem bewegen twee sterren in eigen cirkelbanen om een gemeenschappelijk middelpunt M. Zie figuur 1.

Sterren P en Q hebben dezelfde omlooptijd.

- 2p 5 Zet in de tabel op de uitwerkbijlage in elke rij een kruisje in de juiste kolom.

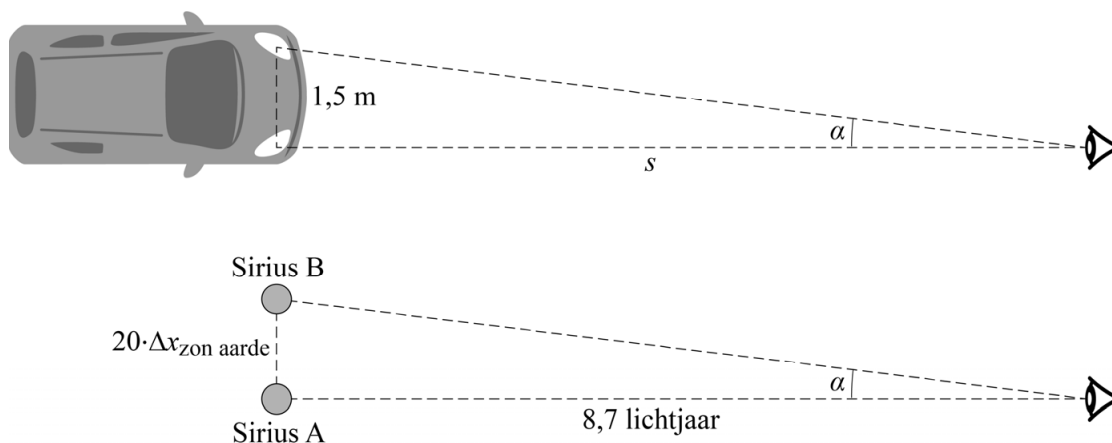
figuur 1



De ster Sirius lijkt in de tijd heen en weer te bewegen. In 1844 concludeerden astronomen hieruit dat Sirius een dubbelstersysteem is, bestaande uit Sirius A en Sirius B.

Dat de twee sterren van Sirius toen niet apart van elkaar werden waargenomen, komt doordat de hoek  $\alpha$  waaronder Sirius A en Sirius B vanaf de aarde gezien kunnen worden zeer klein is. Deze hoek kan worden vergeleken met de hoek waaronder koplampen van een auto gezien worden. De (gemiddelde) afstand tussen Sirius A en Sirius B is 20 keer zo groot als de afstand tussen de aarde en de zon. Sirius staat op 8,7 lichtjaar van de aarde. De afstand tussen twee koplampen is 1,5 m. Zie figuur 2.

figuur 2

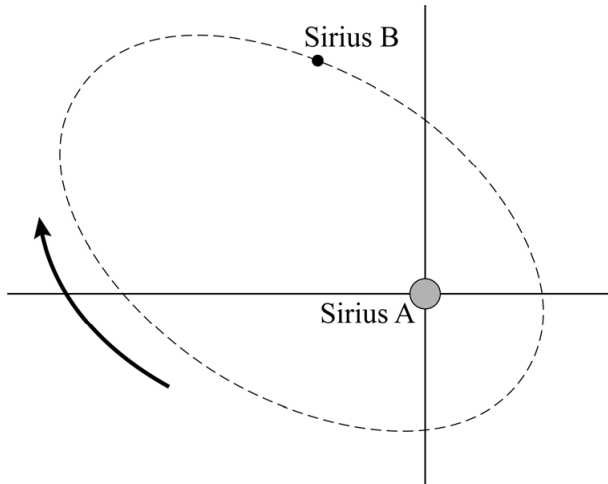


Sirius A en Sirius B worden onder een bepaalde hoek  $\alpha$  gezien vanaf de aarde.

- 3p 6 Bereken op welke afstand  $s$  van de waarnemer de auto moet staan om de koplampen onder dezelfde hoek  $\alpha$  te zien.

In 1862 werd met een verbeterde telescoop de kleinere Sirius B voor het eerst apart van Sirius A gezien. Daarna noteerden astronomen de positie van Sirius B ten opzichte van Sirius A. Sirius B beschrijft dan een baan om Sirius A met de wijzers van de klok mee. Deze baan is een ellips. Zie figuur 3.

**figuur 3**



- 4p    7    Voer de volgende opdrachten uit:
- Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de gravitatiekracht die Sirius B op Sirius A uitoefent als een pijl met een lengte van 3 cm.
  - Teken de gravitatiekracht die Sirius A op Sirius B uitoefent.
  - Leg uit of de snelheid van Sirius B ten opzichte van Sirius A in deze situatie toeneemt, afneemt of gelijk blijft.

Uit de waarnemingen waren diverse gegevens over Sirius A en Sirius B te bepalen. Zie figuur 4. Gegevens van sterren worden vaak uitgedrukt in vergelijking met onze zon.

**figuur 4**

| eigenschap             | Sirius A                      | Sirius B                      |
|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| massa                  | $2,063 \cdot M_{\text{zon}}$  | $1,018 \cdot M_{\text{zon}}$  |
| straal                 | $1,8 \cdot R_{\text{zon}}$    | $0,022 \cdot R_{\text{zon}}$  |
| $\lambda_{\text{max}}$ | $293 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ | $117 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ |

Een van de eigenschappen waarmee sterren onderling vergeleken worden is de dichtheid.

- 3p **8** Beredeneer met behulp van figuur 4 welke van de sterren (Sirius A of Sirius B) de grootste dichtheid heeft.

Sterren zijn op basis van hun eigenschappen in te delen in categorieën. Een vereenvoudigd overzicht van vijf categorieën sterren staat in figuur 5.

**figuur 5**

| categorie    | $m$                                                                       | $T$                                                                     |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| bruine dwerg | $0,01 \cdot M_{\text{zon}} < M_{\text{ster}} < 0,08 \cdot M_{\text{zon}}$ | $T_{\text{ster}} < 1,6 \cdot 10^3 \text{ K}$                            |
| rode dwerg   | $0,08 \cdot M_{\text{zon}} < M_{\text{ster}} < 0,5 \cdot M_{\text{zon}}$  | $2,3 \cdot 10^3 \text{ K} < T_{\text{ster}} < 3,5 \cdot 10^3 \text{ K}$ |
| witte dwerg  | $0,5 \cdot M_{\text{zon}} < M_{\text{ster}} < 1,4 \cdot M_{\text{zon}}$   | $3,5 \cdot 10^3 \text{ K} < T_{\text{ster}}$                            |
| rode reus    | $0,3 \cdot M_{\text{zon}} < M_{\text{ster}} < 8 \cdot M_{\text{zon}}$     | $T_{\text{ster}} < 4,75 \cdot 10^3 \text{ K}$                           |
| blauwe reus  | $8 \cdot M_{\text{zon}} < M_{\text{ster}}$                                | $1,0 \cdot 10^4 \text{ K} < T_{\text{ster}} < 6,0 \cdot 10^4 \text{ K}$ |

- 4p **9** Toon met een berekening aan in welke categorie Sirius B valt. Gebruik daarbij figuren 4 en 5.