

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

### Opgave 1

Cepheïden zijn zeer grote zeer heldere sterren waarvan stralingsvermogen periodiek varieert omdat de ster pulseert oftewel periodiek opzwellt en krimpt. Dit type sterren is vernoemd naar de eerste ster van dit soort die is ontdekt namelijk Delta Cepheï. Henrietta Leawitt heeft een relatie ontdekt tussen de gemiddelde waarde van het stralingsvermogen van Cepheïden en de periode van de helderheidsvariaties. Deze relatie luidt:

$$P_{\text{gem}} = 1,8 \cdot 10^{24} \cdot T$$

Hierin is  $P_{\text{gem}}$  het gemiddelde stralingsvermogen van de cepheïden in W en T periode van de variatie in het stralingsvermogen in s.

Van een Cepheïde in het Andromedastelsel varieert het stralingsvermogen zoals weergegeven in nevenstaand diagram. Het Andromedastelsel (M31) is het dichtstbijzijnde sterrenstelsel.

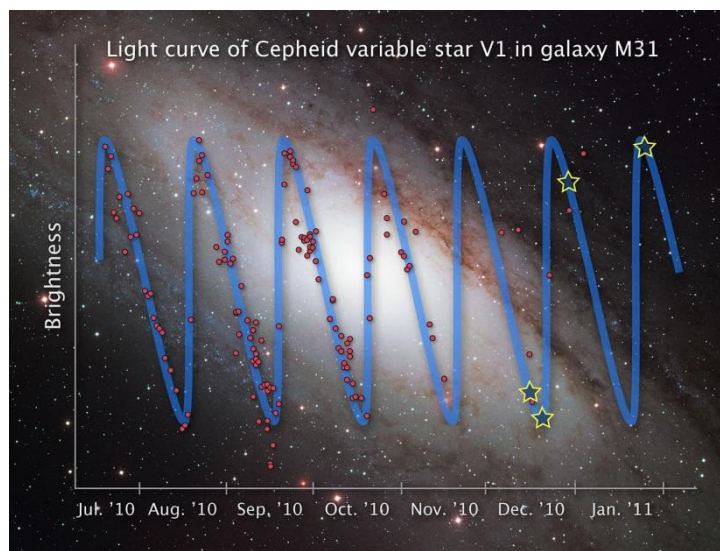
a) **Bepaal** het gemiddelde stralingsvermogen van deze ster in het Andromedastelsel.

De op aarde waargenomen stralingsintensiteit van deze ster bedraagt  $6,1 \cdot 10^{-16} \text{ W/m}^2$ .

b) **Bereken** de afstand waarop deze ster zich bevindt.

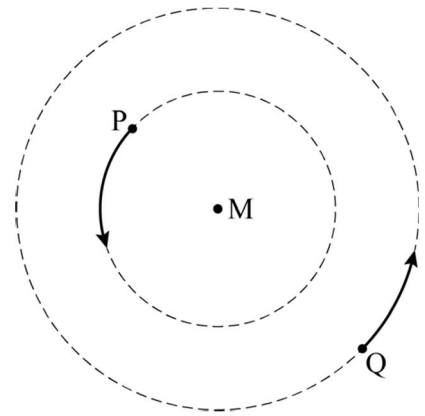
De V1 cepheïde is in de sterrenkunde een bekende ster omdat de afstandsbevestiging van deze ster ertoe heeft geleid dat men zich realiseerde dat niet alles wat aan de hemel staat tot ons melkwegstelsel behoort.

c) **Bereken** hoeveel keer zo groot de afstand tot V1 is vergeleken met de diameter van ons melkwegstelsel.



## Opgave 2

Sterren vormen soms een zogenaamd dubbelstersysteem. In een vereenvoudigd dubbelstersysteem bewegen twee sterren in eigen cirkelbanen om een gemeenschappelijk middelpunt M. Zie nevenstaande afbeelding.

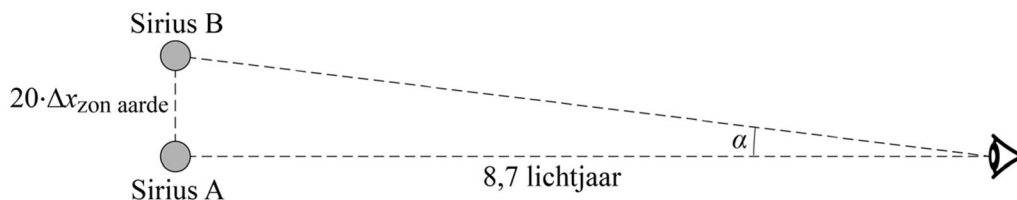
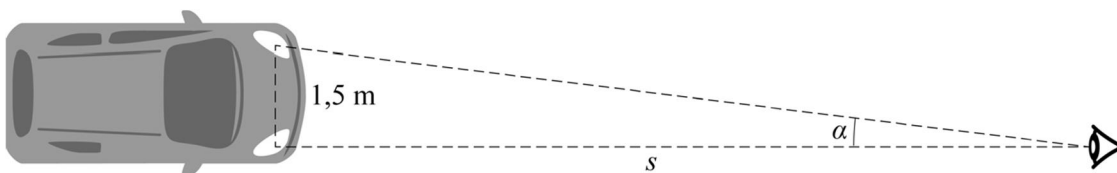


Sterren P en Q hebben dezelfde omlooptijd.

a) Zet in de tabel op de uitwerkbijlage in elke rij een kruisje in de juiste kolom.

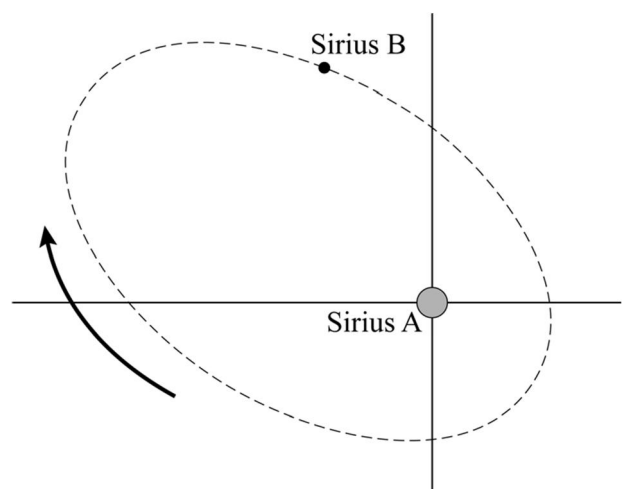
De ster Sirius lijkt in de tijd heen en weer te bewegen. In 1844 concludeerden astronomen hieruit dat Sirius een dubbelstersysteem is, bestaande uit Sirius A en Sirius B.

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



b) **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 nevenstaande afbeelding.



c) 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 onderstaande tabel. Gegevens van sterren worden vaak uitgedrukt in vergelijking met onze zon.

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.

d) **Bereken** met behulp van bovenstaande tabel 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 onderstaande tabel.

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	$8 \cdot M_{\text{zon}} < M_{\text{ster}}$	$1,0 \cdot 10^4 \text{ K} < T_{\text{ster}} < 6,0 \cdot 10^4 \text{ K}$

e) Toon met een **berekening** aan in welke categorie Sirius B valt. Gebruik daarbij de beide bovenstaande tabellen.

### Opgave 3

Een Boeing 747-300 (zie nevenstaande foto) is met 400 passagiers van Schiphol op weg naar de Verenigde Staten. De totale massa bedraagt  $3,8 \cdot 10^5$  kg.

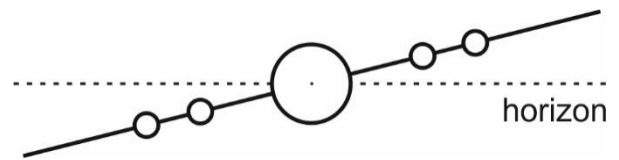


Vliegen is mogelijk omdat de vleugels van een vliegtuig door de langsstromende lucht een normaalkracht ondervinden die steeds loodrecht staat op het vlak van de vleugels. Op een zeker ogenblik vliegt het vliegtuig horizontaal in een rechte lijn met een constante snelheid. Het vlak van de vleugels is dan ook horizontaal.

De normaalkracht en de zwaartekracht grijpen beide aan in het zwaartepunt van het vliegtuig.

a) **Bereken** de grootte van de normaalkracht op het vliegtuig.

Boven Engeland laat de automatische piloot het vliegtuig een bocht maken met een straal van 25,0 km. Daartoe wordt het vliegtuig enkele graden om zijn lengte-as gedraaid. Dit draaien om de lengte-as noemt men "rollen". Bij het nemen van de bocht wil men het vliegtuig op dezelfde hoogte houden. Het blijkt dan noodzakelijk te zijn dat de snelheid van het vliegtuig wordt opgevoerd, zodat de normaalkracht toeneemt. In nevenstaande afbeelding is een (schematisch) vooraanzicht van het vliegtuig getekend.



Op de bijlage is deze figuur nogmaals weergegeven. De zwaartekracht en de voor de bocht benodigde middelpuntzoekende kracht op het vliegtuig zijn reeds in de juiste verhouding ingerekend.

- b) **Bepaal** met behulp van een constructie in de figuur op de bijlage de grootte van de normaalkracht  $F_n$  die het vliegtuig tijdens het nemen van de bocht van de lucht zal ondervinden.
- c) **Leg uit** waarom het noodzakelijk is dat de normaalkracht toeneemt als de hoogte van het vliegtuig tijdens het nemen van de bocht niet mag veranderen.
- d) **Bepaal** de grootte van de snelheid van het vliegtuig tijdens het nemen van deze bocht.

eigenschap	van ster P het grootst	van ster Q het grootst	voor ster P en Q gelijk
baanstraal			
baansnelheid			

