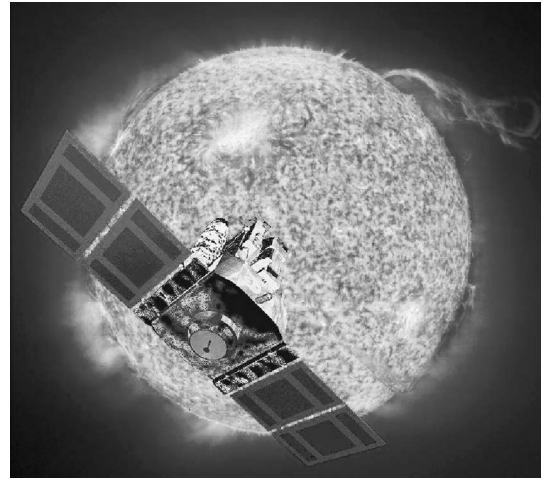


## Parkeren in de ruimte

Lees het artikel.

### Hoe kan men rustig in de ruimte parkeren?

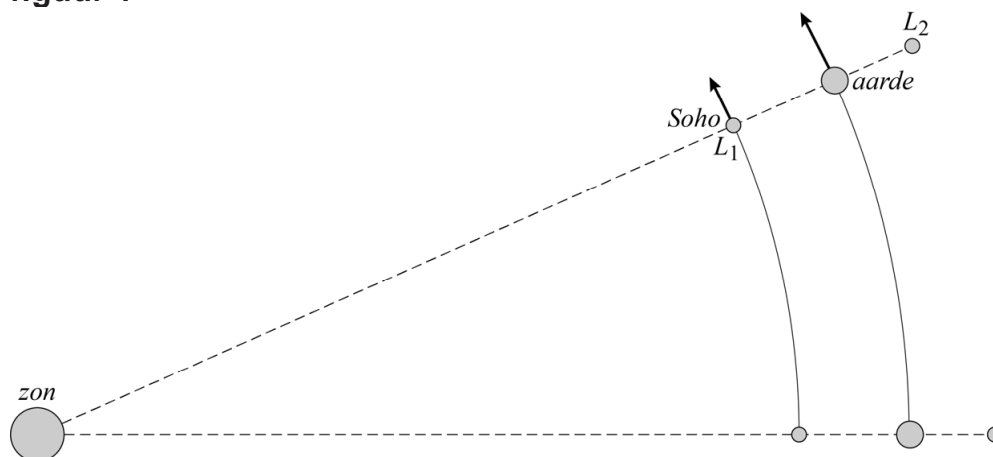
De baan van een satelliet om de zon wordt continu verstoord door de aantrekkingskracht van een nabije planeet. In de buurt van elke planeet zijn echter een paar punten waarin een satelliet stabiel om de zon kan draaien, zonder dat zijn afstand tot de planeet verandert. Dit zijn de zogeheten Lagrangepunten. Ruimtesonde Soho gebruikt één van deze punten om de zon goed te observeren.



In deze opgave bestuderen we de twee Lagrangepunten  $L_1$  en  $L_2$  die dichtbij de aarde liggen.

De ruimtesonde Soho bevindt zich in  $L_1$ . In  $L_1$  heeft Soho net als de aarde een omlooptijd om de zon van één jaar.  $L_1$  bevindt zich tussen de aarde en de zon op 1,5 miljoen kilometer van de aarde. Zie figuur 1. In deze figuur zijn twee posities van de aarde,  $L_1$  en  $L_2$  weergegeven, met een tussentijd van ongeveer drie weken. Figuur 1 is niet op schaal.

figuur 1



Voor de middelpuntzoekende kracht op de ruimtesonde geldt:

$$F_{\text{mpz}} = \frac{4\pi^2 m r}{T^2} \quad (1)$$

Hierin is:

- $m$  de massa van de ruimtesonde in kg
- $r$  de straal van de baan in m
- $T$  de omlooptijd in s

- 4p 5 Voer de volgende opdrachten uit.
- Leid formule (1) af met behulp van formules uit een tabellenboek.
  - Leg met deze formule uit of Soho zonder de aanwezigheid van de aarde bij dezelfde omlooptijd verder van of dichterbij de zon zou staan.

Soho bevindt zich in  $L_1$  op 148 miljoen kilometer van de zon en heeft een massa van 1850 kg.

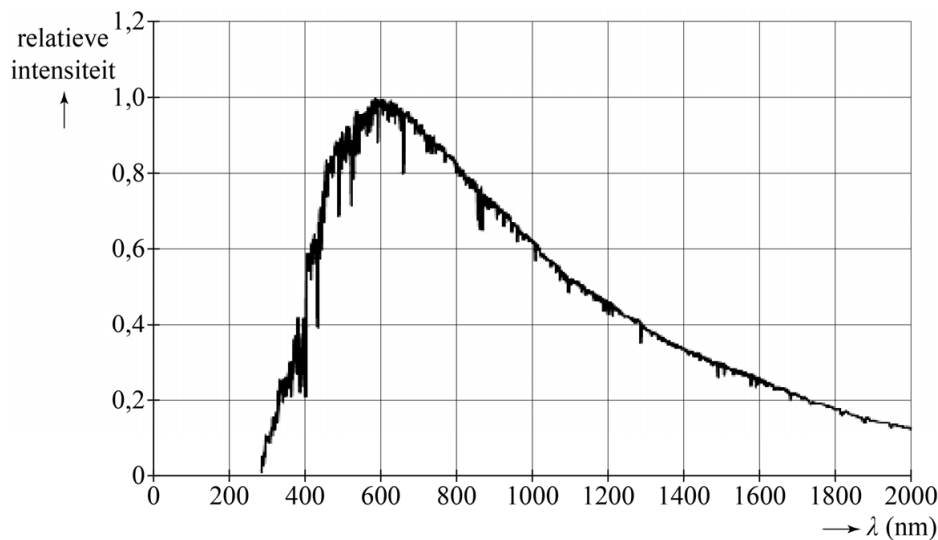
- 2p 6 Bereken de middelpuntzoekende kracht die in  $L_1$  op Soho moet werken.

De middelpuntzoekende kracht op Soho wordt geleverd door de gravitatiekracht van de zon en die van de aarde samen. Zie ook figuur 1.

- 4p 7 Bereken de grootte van elk van deze gravitatiekrachten.

Soho bestudeert onder andere zonnevlekken. Dit zijn donkere vlekken op het oppervlak van de zon. Het spectrum van een zonnevlek is weergegeven in figuur 2.

**figuur 2**



- 2p 8 Bepaal de temperatuur van deze zonnevlek. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Lagrangepunt  $L_2$  bevindt zich op 1,5 miljoen kilometer afstand van de aarde aan de 'buitenkant' van de aardbaan. Zie figuur 1.  $L_2$  draait in één jaar met de verbindingsslijn aarde-zon mee.  $L_1$ , de aarde en  $L_2$  blijven in hun baan dus steeds op één lijn liggen.

In de tabel op de uitwerkbijlage worden vier grootheden van  $L_1$  en  $L_2$  met elkaar vergeleken.

- 3p 9 Geef in de tabel op de uitwerkbijlage van elke grootheid van  $L_1$  aan of deze in vergelijking met dezelfde grootheid van  $L_2$  groter, gelijk of kleiner is.

## uitwerkbijlage

- 9 Geef van elke grootheid van  $L_1$  aan of deze in vergelijking met dezelfde grootheid van  $L_2$  groter, gelijk of kleiner is.

Kies uit:   $>$    $=$    $<$

baanstraal	$r(L_1)$		$r(L_2)$
omlooptijd	$T(L_1)$		$T(L_2)$
baansnelheid	$v(L_1)$		$v(L_2)$
middelpuntzoekende kracht	$F_{\text{mpz}}(L_1)$		$F_{\text{mpz}}(L_2)$