

Hulpmiddelen:
BiNaS en niet-grafisch rekenapparaat

Naam:

Voortgangstoets

NAT

5 VWO

Week 47

SUCCES!!!

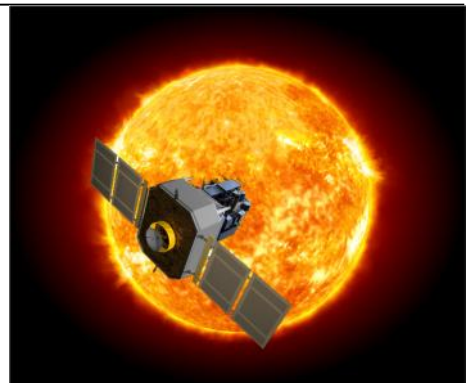
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Opgave 1

Lees het artikel.

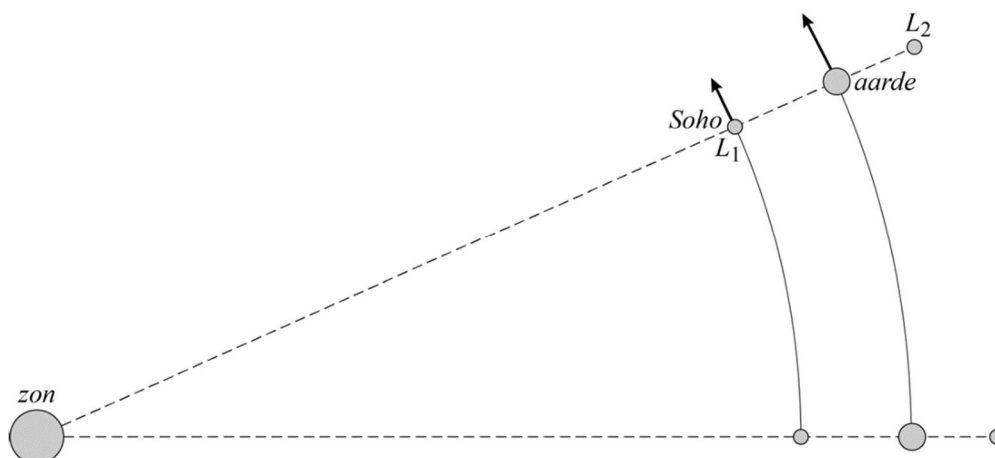
Hoe kan men rustig in de ruimte parkeren?

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 onderstaande afbeelding. In deze afbeelding zijn twee posities van de aarde, L_1 en L_2 weergegeven, met een tussentijd van ongeveer drie weken. Onderstaande afbeelding is niet op schaal.



Voor de middelpuntzoekende kracht op de ruimtesonde geldt:

$$F_{\text{mpz}} = \frac{4\pi^2 \cdot m \cdot r}{T^2}$$

Hierin is:

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

a) Voer de volgende opdrachten uit.

- **Leid** bovenstaande formule af.
- **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 L₁ op 148 miljoen kilometer van de zon en heeft een massa van 1850 kg.

b) **Bereken** de middelpuntzoekende kracht die in L₁ 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 bovenstaande afbeelding.

c) **Bereken** de grootte van elk van deze gravitatiekrachten.

Opgave 2

Om aan de gravitatiekracht van een hemellichaam te ontsnappen moet een raket de zogenaamde ontsnappingsnelheid bereiken.

Toon aan dat de ontsnappingsnelheid voldoet aan onderstaand verband:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$$

Hierin is:

- v de ontsnappingsnelheid in m/s;
- G de gravitatieconstante;
- M de massa van het hemellichaam waaraan het voorwerp moet ontsnappen in kg;
- R de straal van het hemellichaam waaraan het voorwerp moet ontsnappen in m.

Opgave 3

Op de verbindingslijn tussen aarde en maan bevindt zich een punt waar een satelliet geen netto gravitatiekracht ondervindt, omdat de aarde net zo hard aan de satelliet trekt als de maan.

De afstand van middelpunt aarde tot middelpunt maan noemen we d. De afstand van middelpunt aarde tot aan dit speciale punt noemen we r.

Toon aan dat voor de afstand r onderstaand verband geldt.

$$r = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{m_{\text{maan}}}{m_{\text{aarde}}}}}$$

