

Opgave 4 Voyager-2

Op 20 augustus 1977 werd door de NASA, vanaf Cape Canaveral in Florida, een raket gelanceerd waarmee de ruimtesonde Voyager-2 in een baan langs de buitenplaneten werd gebracht. Het doel van deze missie was om deze planeten van dichtbij te bestuderen.

De totale massa van de raket met ruimtesonde was bij de start $6,3 \cdot 10^5$ kg. De stuwkracht van de raket was bij de start $11,7 \cdot 10^6$ N.

- 3p 16 Bereken de versnelling van de raket op het moment dat hij net los kwam van de grond.



In figuur 1 is met een stippelijijn de baan aangegeven die de Voyager-2 inmiddels heeft afgelegd.

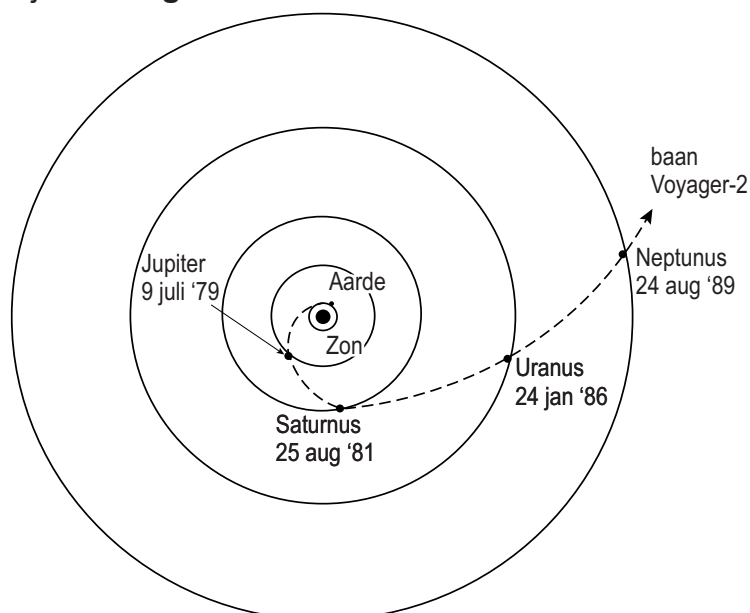
figuur 1

De Voyager-2 werd door elke planeet die hij passeerde, zodanig van richting veranderd dat hij koers zette naar de volgende planeet.

Op 9 juli 1979 passeerde Voyager-2 de planeet Jupiter op een afstand van $5,7 \cdot 10^5$ km.

De massa van de Voyager-2 is 722 kg.

- 3p 17 Bereken de grootte van de gravitatiekracht van Jupiter op de Voyager-2 op die afstand.



In de figuur op de uitwerkbijlage is de baan van de Voyager-2 om Jupiter schematisch getekend. Op de baan zijn drie letters A, B en C aangegeven.

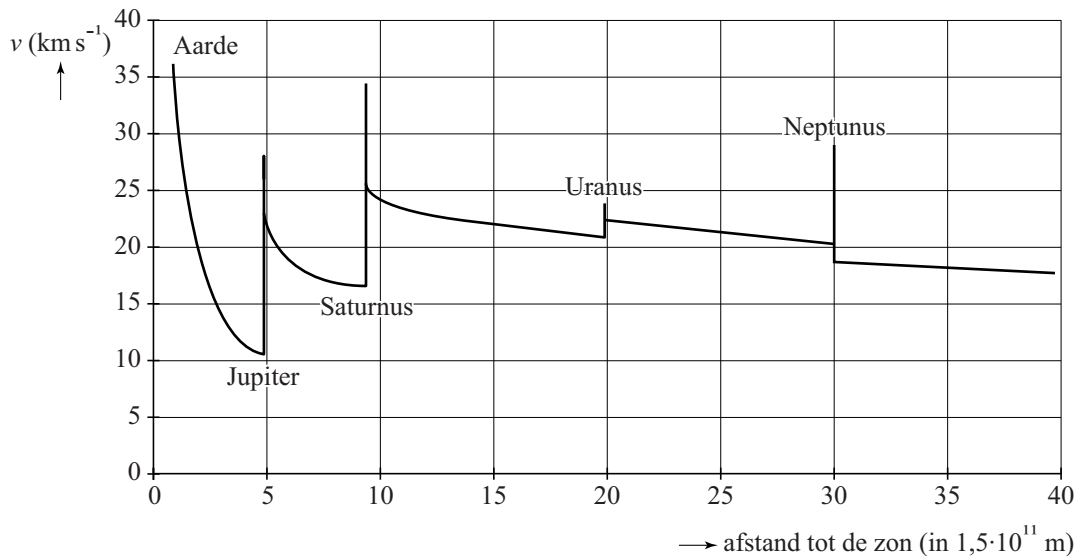
- 2p 18 Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met een pijltje de richting van de gravitatiekracht van Jupiter op de Voyager-2 aan in de punten A, B en C.

De reis van de Voyager-2 was alleen mogelijk omdat de buitenplaneten bij de lancering op een geschikte plaats stonden. In de figuur op de uitwerkbijlage is de positie van Uranus bij de lancering op 20 augustus 1977 al gegeven. Alle planeten draaien om de zon tegen de richting van de klok in.

- 4p 19 Bereken waar Neptunus in augustus 1977 stond en geef die positie aan in de figuur op de uitwerkbijlage. Gebruik tabel 31 van Binas.

In figuur 2 is te zien hoe, volgens de NASA, de snelheid van de Voyager-2 verandert als functie van de afstand tot de zon. Met “de snelheid van de Voyager-2” wordt in deze opgave de snelheid bedoeld waarmee de Voyager-2 zich van de zon verwijderd.

figuur 2



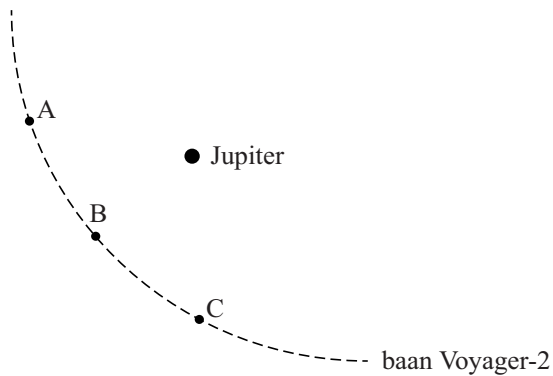
- 2p **20** Leg uit waarom de snelheid van de Voyager-2 tussen de aarde en Jupiter eerst afneemt.
- 2p **21** Geef van elk van onderstaande uitspraken over figuur 2 aan of ze waar of niet waar zijn.
- De helling van een raaklijn aan de grafiek stelt de versnelling van de Voyager-2 voor.
 - De oppervlakte onder de grafiek stelt de afgelegde afstand van de Voyager-2 voor.
 - De snelheid van de Voyager-2 neemt na het passeren van Neptunus toe.

De Voyager-2 koerst momenteel in de richting van de ster Sirius A. Veronderstel dat de Voyager-2 met constante snelheid beweegt en veronderstel dat Sirius A stilstaat.

- 3p **22** Geef een beredeneerde schatting van de tijd in jaren die Voyager-2 er over zou doen om deze ster te bereiken. Gebruik tabel 32B van Binas en figuur 2.

uitwerkbijlage

18



19

