

## Opgave 2 Energie voor verre reizen

Lees onderstaand artikel.

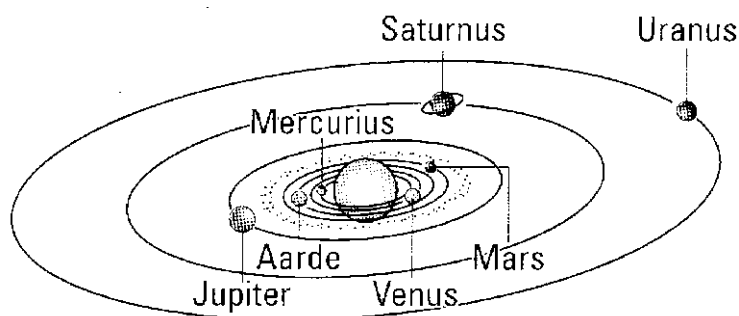
artikel

### Kernenergie voor Cassini

In oktober 1997 is vanaf het Amerikaanse ruimtevaartcentrum Cape Canaveral de Cassini-sonde gelanceerd voor een reis naar de planeet Saturnus. De sonde zal in juli 2004 bij de planeet met de ringen aankomen.

Gedurende vier jaar verblijft de onbemande sonde in een baan om Saturnus. De sonde gaat metingen verrichten die doorgestuurd worden naar de aarde. De Cassini heeft elektrische energie nodig voor de apparatuur. Zonnepanelen zijn daarvoor niet geschikt; de sonde is uitgerust met een zogenaamde RTG.

De afkorting RTG staat voor 'radio-isotope thermo-electric generator'. In de RTG wordt warmte geleverd door radioactief verval van plutonium. Die warmte wordt gebruikt voor het opwekken van elektriciteit. De Cassini heeft 33 kg van de isotoop plutonium-238 aan boord. Hiermee wordt gedurende de elf jaar durende missie een vrijwel constant elektrisch vermogen van 885 watt geproduceerd.



naar: NRC Handelsblad, oktober 1997

De sonde zendt gegevens naar de aarde door middel van radiosignalen. Deze verplaatsen zich met de lichtsnelheid.

Als de sonde bij de planeet Saturnus aankomt, is zijn afstand tot de aarde  $1,4 \cdot 10^{12}$  m.

- 3p **7**  Bereken de tijd die de signalen er dan over doen om de aarde te bereiken.
- 2p **8**  Leg uit waarom zonnepanelen niet geschikt zijn voor de elektriciteitsopwekking van de Cassini-sonde.

Plutonium-238 heeft een halveringstijd van 88 jaar en zendt bij verval  $\alpha$ -straling uit.

- 3p **9**  Geef de vergelijking van het verval van plutonium-238.

Bij het verval van een plutonium-238-kern komt een hoeveelheid energie vrij van  $9,0 \cdot 10^{-13}$  J.

Het plutonium-238 van de Cassini-sonde heeft een activiteit van  $2,1 \cdot 10^{16}$  Bq. Bij deze activiteit levert de RTG een elektrisch vermogen van 885 W.

- 5p **10**  Bereken het rendement waarmee de RTG de energie die vrijkomt bij het radioactief verval, omzet in elektrische energie.

In de toekomst worden misschien onbemande ruimtereizen uitgevoerd naar naburige sterren. Die ruimteschepen zullen enkele duizenden jaren onderweg zijn.

Tijdens die reizen zal steeds elektriciteit nodig zijn voor de meetapparatuur.

- 2p **11**  Is bij dergelijke reizen een RTG met plutonium-238 een geschikte bron voor de elektriciteitsvoorziening? Licht je mening toe.