

Coronaovergangen van planeten

Onder een coronaovergang verstaan wij een totale zonsverduistering waarbij tevens Venus of Mercurius tegen de zonnecorona geprojecteerd staat. Een dergelijk verschijnsel komt slechts tot stand bij een zeer toevallige samenloop van verschillende astronomische gebeurtenissen en is derhalve uiterst zeldzaam. In dit artikel worden de achtergronden van dit, althans theoretisch gezien, interessante verschijnsel toegelicht.

In de avond en nacht van 3 juni 1769 vond er een astronomisch verschijnsel plaats waar de sterrenkundigen van die tijd al jaren reikhalzend naar hadden uitgekeken. Er zou namelijk een benedenconjunctie van de planeet Venus plaatsvinden, waarbij de planeet zó dicht langs het centrum van de zon zou trekken dat hij geruime tijd als een zwart schijfje tegen de verlichte zon zichtbaar zou zijn. Een dergelijk verschijnsel noemt men een Venusovergang. Omdat men wist dat waarnemingen van zo'n overgang vanaf verschillende plaatsen op aarde het in principe mogelijk maken met grote nauwkeurigheid de afstand aarde-zon te bepalen, werden er een groot aantal expedities voor uitgerust – zo nam de ontdekkingsreiziger James Cook de overgang vanaf Tahiti waar. Na de overgang van 1639 (die slechts door twee mensen gezien is) en die van 1761, was dit de derde keer dat men Venus voor de zon langs zag trekken; voor de volgende gelegenheid zou men tot 1874 geduld moeten hebben. Helaas bleken Venusovergangen bij nader inzien toch minder geschikt voor het bepalen van de afstand aarde-zon, zodat de hooggespannen verwachtingen op dit punt niet geheel uitkwamen.

Nu heeft de overgang van 1769 een merkwaardig vervolg gehad dat weinig bekend is. Zo'n zes uur na het einde ervan vond er namelijk een ander astronomisch verschijnsel plaats: een zonsverduistering die o.a. in Scandinavië totaal was. In deze totaliteitszone kon men dus andermaal, zij het voor korte tijd, Venus zien, nu echter terwijl hij tegen de zonnecorona geprojecteerd was! De planeet moet er in een telescoop uitgezien hebben als een gitzwart schijfje met een ragdunne helderverlichte rand (fig. 2). Of er inderdaad waarnemingen zijn gedaan van dit wonderlijke verschijnsel, dat wij een

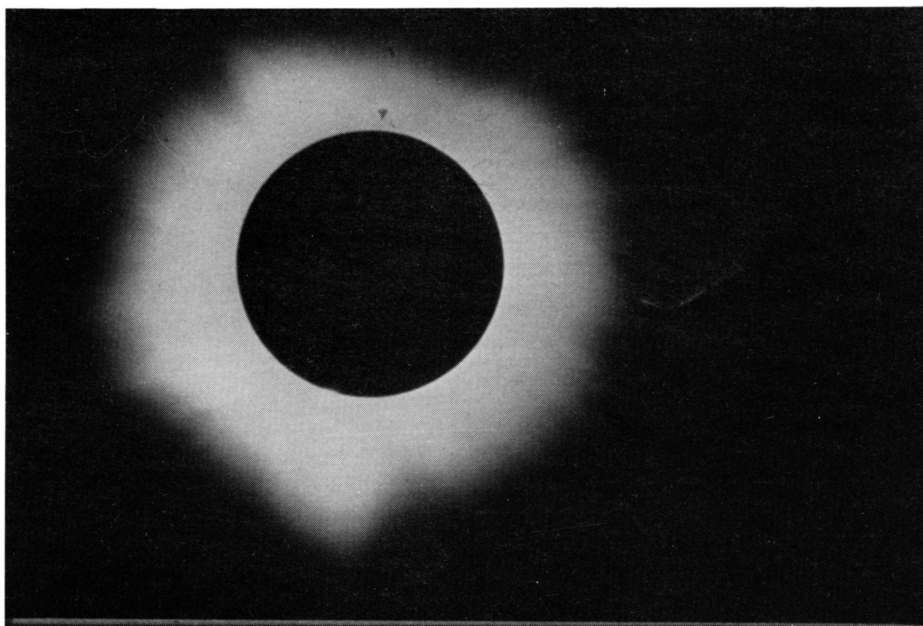


Fig. 1. De totale zonsverduistering van 7 maart 1970 in Mexico. Tijdens zo'n eclips wordt de corona zichtbaar, die zo'n miljoen maal lichtzwakker is dan de zonnenschijf zelf.

coronaovergang zullen noemen, is mij niet bekend.

Zo'n coronaovergang is duidelijk het gevolg van een zeer toevallige samenloop van omstandigheden, namelijk het bijna gelijktijdig optreden van een totale zonsverduistering en een nauwe benedenconjunctie van een binnenplaneet met de zon. Het lijkt aannemelijk dat een coronaovergang van Venus ook met het blote oog zichtbaar zal zijn, terwijl voor Mercurius een kijker onontbeerlijk zal zijn. Om nu af te spreken wat we wel of niet een coronaovergang noemen, moet men weten waar de zonnecorona ophoudt. In tegenstelling tot de zonnenschijf zelf is de corona niet scherp begrensd (fig. 1), zodat men een grens moet definiëren. Voor ons doel lijkt het redelijk de grens van de corona op één zonsdiameter van de rand te stellen, dus op zo'n $0^{\circ},75$ van het middelpunt van de zon. Slechts als een planeet zich op kortere afstand tot de zon bevindt, is een coronaovergang mogelijk.

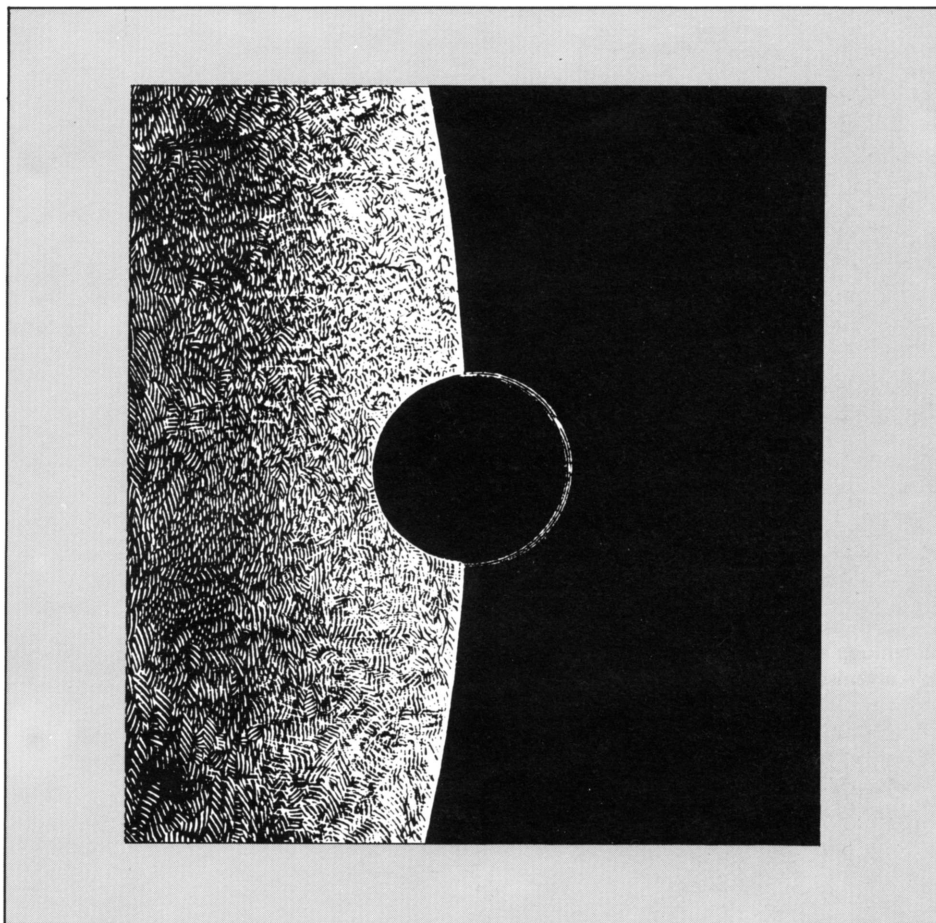
Wanneer kunnen coronaovergangen optreden?

Zoals bekend bestaat er een periodiciteit

De corona kan gemakkelijk tot op één zonsdiameter van de rand van de zon worden waargenomen.

van 8 jaar waarna de onderlinge stand van Venus, de aarde en de zon vrijwel weer gelijk is. Deze periodiciteit is zó nauwkeurig dat hij zelfs in staat is Venusovergangen te beschrijven: ze komen doorgaans in paren met 8 jaar tussenpose voor. Voorbeelden zijn 1761-1769, 1874-1882, 2004-2012 etc. Helemaal volmaakt is zo'n periodiciteit natuurlijk ook weer niet, en het blijkt dat de baan van Venus over de zonnenschijf na 8 jaar zo'n $0^{\circ},35$ verschoven is. Hieruit ziet men al direct dat er nooit meer dan twee Venusovergangen met 8 jaar tussenruimte kunnen optreden: de zonsdiameter is slechts een halve graad. Wèl is het zo dat de reeksen waarbij Venus tot minder dan $0^{\circ},75$ van het middelpunt van de zon nadert, en dus een coronaovergang mogelijk wordt, langer zijn: deze tellen 4 of 5 gevallen, waarbij de middelste(n) tevens Venusovergangen zijn. Zo hebben wij bijvoorbeeld mogelijke coronaovergangen in 1996, 2004, 2012 en 2020. In geen van deze gevallen treedt er echter kort genoeg vóór of na de benedenconjunctie een totale zonsverduistering op, zodat deze reeks niets oplevert (Natuurlijk kan men wèl vanuit satellieten Venus op

Fig. 2. De verlichte rand van Venus, zoals waargenomen tijdens de overgang van 8 december 1874. Dit verschijnsel schijnt voor het eerst te zijn gerapporteerd in 1761 door de Russische geleerde Lomonosov, die toen al suggereerde dat het een gevolg was van de breking van licht in de Venus-atmosfeer.



bijv. 10 juni 1996 tegen de zonnecorona geprojecteerd zien, maar vanaf de aarde zelf lukt dit niet. De conjunctie van 1996 is inderdaad de eerste gelegenheid waarbij zo'n waarneming althans vanuit een aardse satelliet mogelijk wordt).

Terwijl er tussen de jaren 0 en 3000 slechts 42 Venusovergangen plaats vinden, bedraagt het aantal benedenconjuncties dat tot een coronaovergang aanleiding kan geven iets meer dan honderd. De kans dat er dan ook nog op het juiste moment een totale zonsverduistering optreedt is bijzonder klein, hetgeen wel blijkt uit de totale 'oogst' van coronaovergangen van Venus: behalve die van 1769 is er nog maar één geval, en wel op 6 juni 2263. Ook in het hieropvolgende millenium komt er geen enkel geval bij, ook niet als men de grens van de corona wat ruimer kiest. Overigens treedt er in 2263 slechts een *corona*overgang van Venus op, en geen gewone overgang over de zonneshijf zelf: dit gebeurt 8 en 16 jaar eerder. In figuur 3 zijn de posities van Venus tijdens de totale zonsverduisteringen van 1769 en 2263 getekend.

Coronaovergangen van Mercurius

Behalve coronaovergangen van Venus zijn er natuurlijk ook coronaovergangen van Mercurius mogelijk. Omdat overgangen van Mercurius over de zonneshijf minder zeldzaam zijn dan die van Venus, zou men verwachten dat ook zijn coronaovergangen veelvuldiger zijn. Toch blijkt ook hier het aantal gevallen tussen de jaren 0 en 4000 bedroevend laag te zijn: slechts in 3269 en 3853 is er een te zien. Niettemin is *dit* aantal eigenlijk precies wat we zouden mogen verwachten: het aantal van twee coronaovergangen van Venus is in feite veel méér dan men statistisch gezien zou moeten krijgen, omdat er gemiddeld gesproken maar eens in de 14000 jaar zo iets mag optreden! Wij kunnen dus stellen dat 'wij' geluk hebben, omdat er in 'onze' tijd niet minder dan *twee* coronaovergangen van Venus te zien zijn. Coronaovergangen van Mercurius moeten gemiddeld om de 1500 jaar optreden, zodat het aantal van twee tussen de jaren 0 en 4000 niet bepaald een uitschieter is. Overigens treedt er in de gehele onderzochte periode geen enkele zonsverduistering op terwijl er nog een Venus- of Mercuriusovergang over de zonneshijf bezig is.

Tenslotte nog dit: Zoals al eerder gezegd kan men wel vanaf ruimtevoertuigen foto's bemachtigen van Venus of Mercurius, geprojecteerd tegen de corona. Wel moet men daarvoor het juiste tijdstip afwachten. Wellicht neemt men nog wel eens de moeite om zulks te doen, zodat wij niet tot 2263, maar tot bijv. 1996 behoeven te wachten. Of men inderdaad ooit zal overwegen zo iets te doen, is natuurlijk een grote vraag.

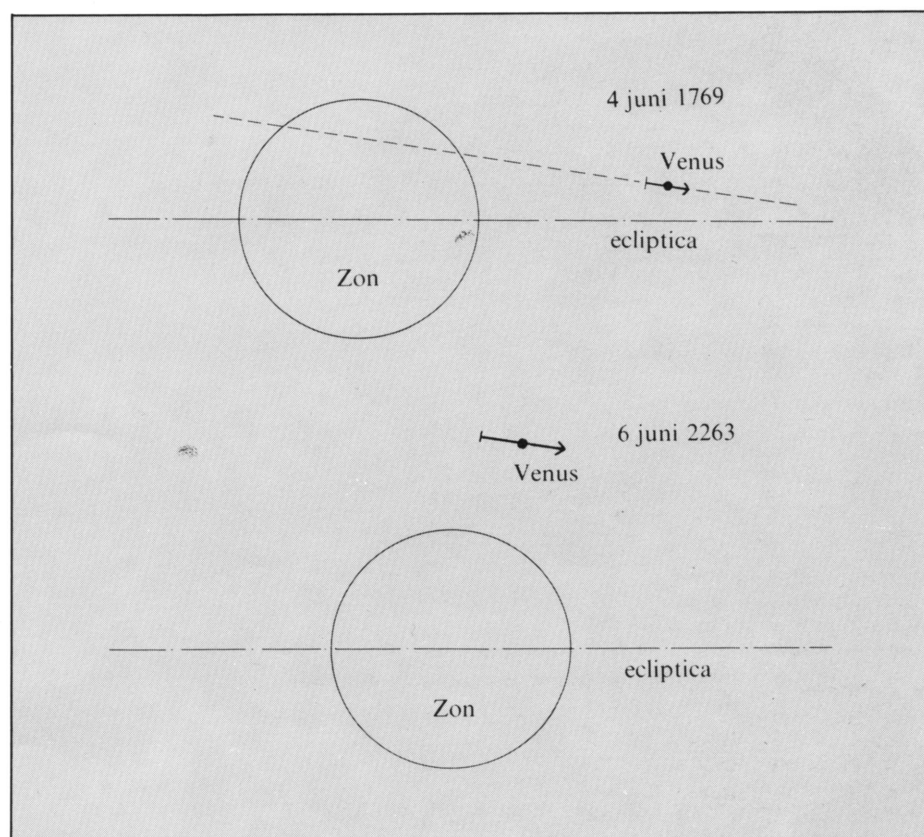


Fig. 3. Positie van Venus tijdens de zonsverduistering van 1769 en 2263. Gedurende de tijd dat de maanschaduw de aarde raakt verandert deze positie enigszins, zoals aangegeven met het getrokken lijntje. Venus bevindt

zich in beide gevallen vóór de corona en tekent zich er tegen af. In 1769 gebeurde de eclips vlak na een overgang van Venus over de zonneshijf, zoals uit de weergegeven baan blijkt.