ZONSVERDUISTERINGEN OP BESTELLING in TOLDIJK

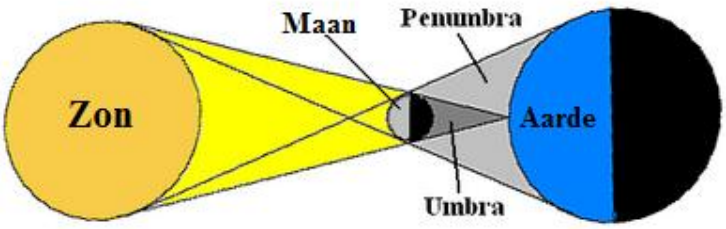
Op 29 maart 2015 om 9:30 uur was het weer eens zover: in Nederland zouden we weer eens getuigen kunnen zijn van een gedeeltelijke zonsverduistering. Ook in Toldijk stonden we die morgen in de startblokken. De weersvoorspelling op de dag ervoor was bemoedigend, er waren voldoende eclipsbrilletjes ingekocht en de zonnekijker stond 'op scherp'. Maar het werd een grote teleurstelling: de hele morgen was de mist de spelbreker. Bij alle sterrenwachten in Nederland, ook in Toldijk, konden de eclipsbrilletjes van de neus blijven. Dat de bezoekers aan het Achterhoeks Planetarium niet helemaal met lege handen naar huis gingen, is te danken aan de onverwoestbare drang van Henk Olthof om het onzichtbare zichtbaar te maken.

Dit alles neemt niet weg dat we de gedeeltelijke verduistering van 2015 snel zullen vergeten. De jeugd van de 20-er jaren moest het doen met de verhalen van de ouderen. Die herinneren zich nog wel de gedeeltelijke zonsverduistering van 30 juni 1954. En wellicht van eerder, want er zijn ook gedeeltelijke zonsverduisteringen geweest in 1961, 1966 en 1999. Gedeeltelijke verduisteringen genoeg, een totale zonsverduistering blijkt een zeldzaamheid te zijn. We moeten in Nederland terug naar 3 mei 1715! En de volgende staat pas op de rol voor 7 oktober 2135. Wie daar niet op kan wachten kan nog wel een ringvormige verduistering vanuit zijn tuinstoel waarnemen op 23 juli 2093. Maar dat is het dan wel. We moeten het doen met gedeeltelijke verduisteringen.

Kortom, een totale zonsverduistering is blijkbaar een nogal zeldzaam verschijnsel en vervolgens is de ene verduistering de andere niet. Daar gaat dit artikel over.

Hoe ontstaat een zonsverduistering?[1]

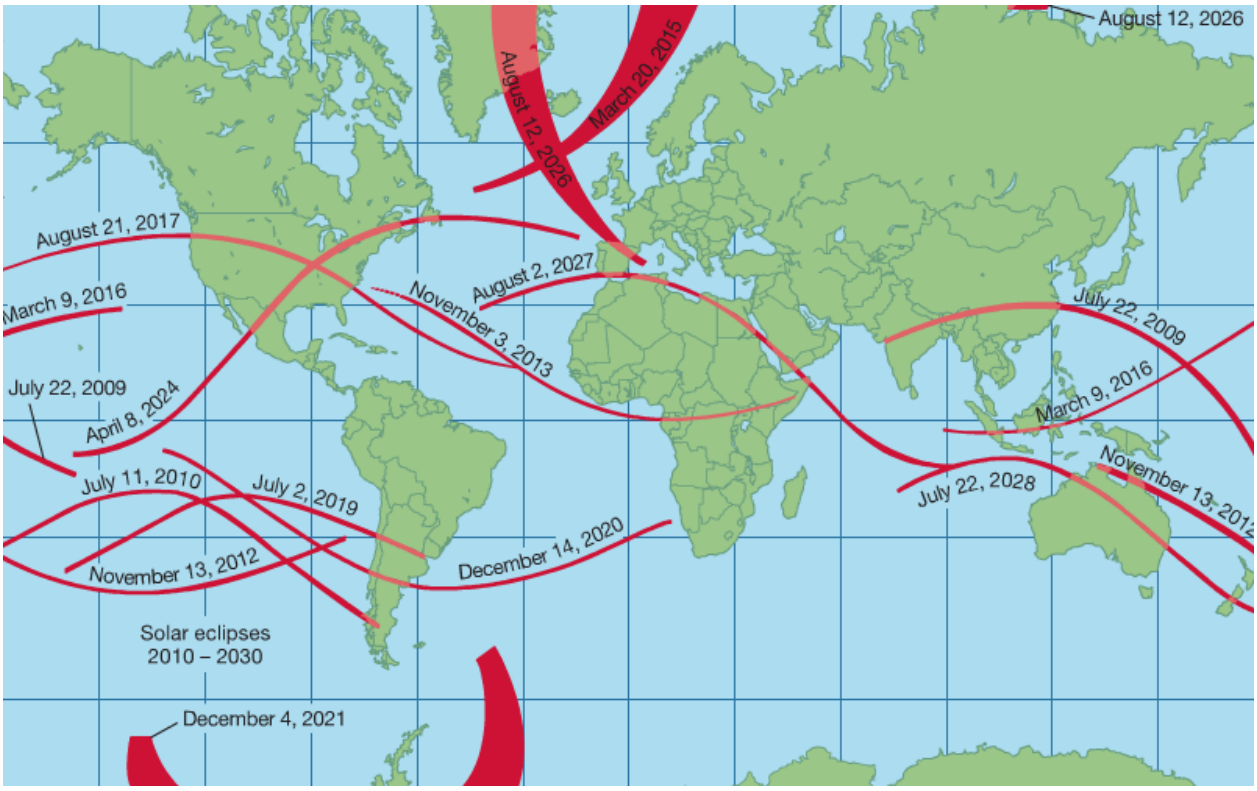
Een zonsverduistering (of eclips*)* vindt plaats wanneer de maan precies tussen de aarde en de zon schuift. Vanaf de aarde gezien staat de maan dan voor de zon en verduistert (of eigenlijk: bedekt) deze. Aangezien het licht van de maan de weerkaatsing is van het zonlicht en de maan bij een zonsverduistering tussen de zon en de aarde in staat, kijken we bij een zonsverduistering vanaf de aarde tegen de niet-verlichte kant van de maan aan. Een zonsverduistering vindt dus altijd plaats bij nieuwemaan! De tekening maakt dat duidelijk.



(bron: Ohio-State.edu)

Als de maan precies tussen de zon en de aarde staat, bedekt de maan het licht van de zon. In een klein gebied (maximaal maar 700 km breed!) zal de verduistering totaal zijn, in een veel groter gebied zal een gedeelte van de zon nog langs de maan schijnen en is er dus een gedeeltelijke zonsverduistering.

[1] De website Hemel.waarnemen.com is de belangrijkste bron geweest voor dit artikel.



Overzicht van de banen van een totale verduistering voor de jaren 2010 tot 2030. Elk spoor toont het pad van de umbra van de maan over het aardoppervlak gedurende de verduistering. Let wel, op de kaart geven de rode lijnen een vertekend beeld. De aarde is nu eenmaal een bol. Als je er een kaart van wilt maken, moet je het gebied rond de polen 'uitrekken'. De lijnen worden dan breder. (bron: uitg. Pearson)

Dat er een totale zonsverduistering kan optreden is toeval. De donkere kegel op de tekening moet namelijk de aarde raken. Als de maan ook maar iets verder van de aarde af zou staan, zou de zwarte driehoek (umbra of kernschaduw) in de tekening de aarde niet bereiken en hebben we alleen gedeeltelijke zonsverduisteringen (in het penumbra). Zo is het ook in werkelijkheid. De zon staat 400x zo ver van de aarde als de maan. En laat de zon nu toevallig ook ongeveer 400x zo groot zijn als de maan![2] Hierdoor raakt de umbra nog net de aarde en hebben we op aarde in een smalle zone af en toe (maximaal één of twee keer per jaar) ergens op de wereld een totale zonsverduistering.

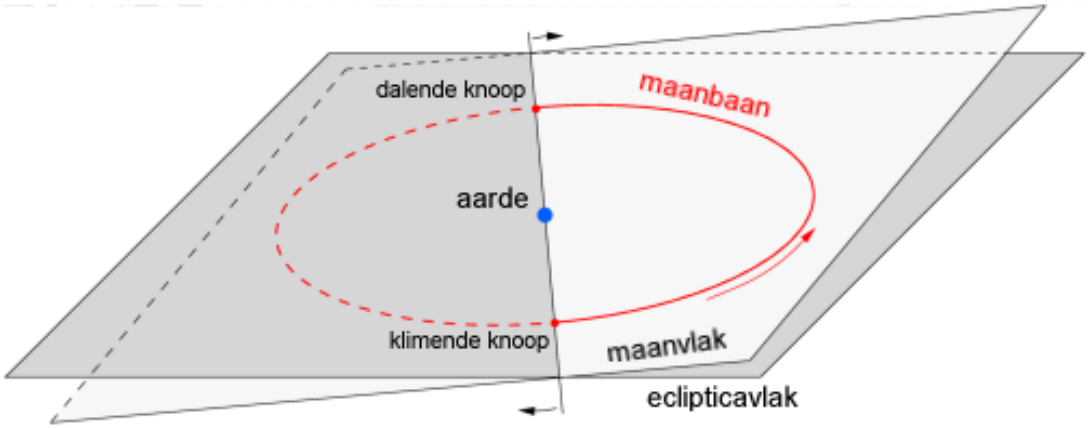
Rondje aarde

Zoals u weet draait de maan zijn rondje om de aarde. Daar doet die dan ongeveer 28 dagen over. Vanaf de aarde gezien draait de maan dus twaalf keer per jaar voor de zon langs. En elke keer als de maan in de richting van de zon staat, kijken wij tegen de niet-verlichte kant van de maan aan: nieuwemaan. Maar dan zou er eigenlijk 12x per jaar een zonsverduistering moeten plaatsvinden, want als de maan voor de zon staat, zal de maan het licht van de zon wegnemen. Echter, een zonsverduistering is een behoorlijk uitzonderlijk natuurverschijnsel. U kunt dat aflezen op de wereldkaart hierboven.

Hoe kan dat?

Dat niet iedere nieuwemaan een zonsverduistering oplevert, heeft te maken met het feit dat het vlak waarin de maan om de aarde draait, een hoek maakt met het vlak waarin de aarde om de zon draait (de ecliptica). De tekening hieronder geeft dat weer.

[2] Dat is ook de reden dat de maan vanaf de aarde even groot lijkt als de zon. De zon is 400 keer groter dan de maan, maar staat wel 400 keer verder weg. Grootte en afstand heffen elkaar op.



Knopenlijn van de maanbaan (bron: volkssterrenwacht Urania, België)

De maanbaan (de baan van de maan om de aarde) wijkt ongeveer 5° af van het eclipticavlak (de baan van de aarde om de zon). Hierdoor staat de maan vanaf de aarde gezien bij nieuwemaan meestal net boven of net onder de zon en dekt de maan daardoor de zon niet af. Alleen als de maan van ons uit gezien precies voor de zon langs gaat, dus als de maan op de punten staat waarop de maanbaan de ecliptica kruist, kan er een zonsverduistering plaatsvinden. In de tekening zijn die punten aangeven als 'dalende knoop' en 'klimmende knoop'. Uit de wereldkaart hierboven blijkt dat dat niet zo vaak plaatsvindt. Maar daar zijn we er nog niet mee, want op het kaartje ziet u dat de banen van een totale verduistering - dus de banen waarbij het umbra de aarde raakt - niet altijd even breed zijn. De breedte loopt uiteen van pakweg 700 km tot 0 km. Eén van de oorzaken hiervan is eenvoudig te verklaren. Rond de polen zal de baan van de verduisteringen veel breder zijn dan rond de evenaar, omdat de zon het aardoppervlak rond de polen onder een kleinere hoek verlicht. Dat geeft bredere schaduwen. Maar dat is niet alles, er is veel meer aan de hand. Zowel de baan van de maan om de aarde als de baan van de aarde om de zon zijn geen cirkelbanen maar ellipsen. In onze winter staat de aarde daardoor 2% dichter bij de aarde dan in onze zomer[3]. Voor de maan is de afwijking groter (zo'n 10%)[4]. De invloed van de afwijking van de aardbaan op de breedte van een totale verduistering is minimaal, maar de ellipsvorm van de maanbaan speelt wel een rol. Als de maan dicht bij ons staat (perigeum) zal de baan van de verduistering breder zijn; de kernschaduw (umbra) bestrijkt een groter deel van de aarde.

ringvormige verduistering (bron: uitg. Pearson)

En als de maan bij een verduistering ver weg staat (apogeum) zal de baan smal zijn; de kernschaduw (umbra) raakt het oppervlak van de aarde net. Sterker nog, de maan kan zo ver weg staan dat de kegel de aarde helemaal niet raakt. Als de maan dan volledig voor de zon langstrekt, blijft er een ring van licht zichtbaar over (ringvormige verduistering).

[3] Dit klinkt tegenstrijdig. In januari, in onze winter, staat de aarde het dichtst bij de zon en een half jaar later, in onze zomer, het verst van de zon af. De ellipsbaan van de aarde heeft dus blijkbaar geen invloed op de seizoenen. Het perihelium (peri betekent dichtbij, en helios betekent zon) is het punt in de baan van een planeet waar de afstand tot de zon het kleinst is. Het tegenovergestelde punt heet het aphelium.

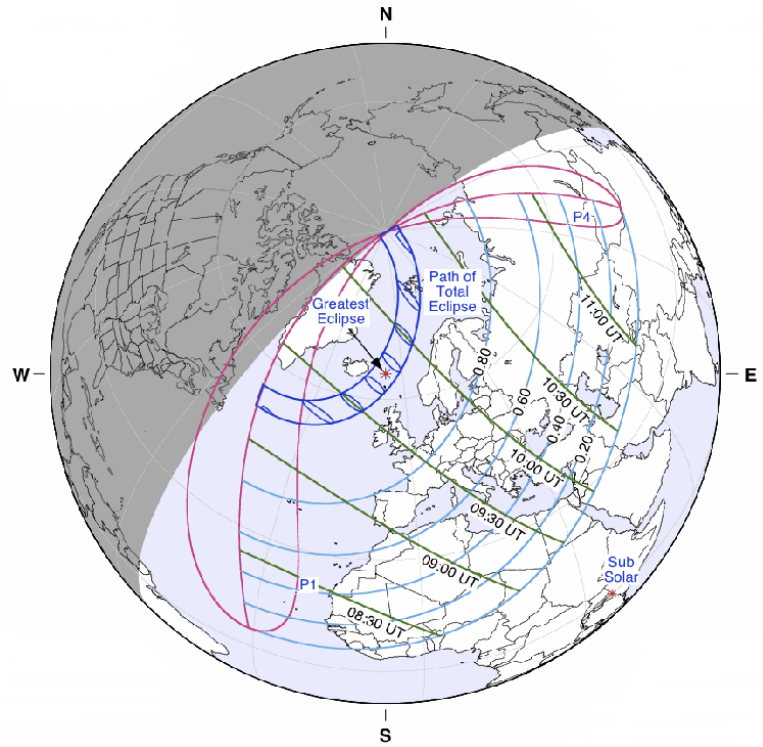
[4] Is het u wel eens opgevallen? De maan lijkt niet altijd even groot te zijn. Naast gezichtsbedrog speelt het verschil in afstand een grote rol. Soms lijkt de maan 5% groter dan de zon en dan weer kleiner (tot 9%).

Voor de liefhebber

In de loop van het bestaan van de aarde zijn het aantal totale verduisteringen drastisch afgenomen en wel om de volgende reden.

De aarde is niet veel ouder dan de maan. De grote-inslaghypothese is de meest aanvaarde wetenschappelijke theorie voor het ontstaan van de maan. Men denkt dat de aarde niet lang na de vorming van het zonnestelsel getroffen werd door hemellichaam ter grootte van de planeet Mars, de proto-planeet Theia. Door deze inslag kreeg de aarde zijn huidige afmeting en is de maan ontstaan, veel dichter bij de aarde dan die tegenwoordig staat. Daarna verwijderde de maan zich van de aarde, momenteel zo'n 3,8 cm per jaar. Als we aannemen dat dit proces zich altijd met dezelfde snelheid heeft voltrokken en dat de ellipsen van de maan- en aardbaan niet veranderd zijn (wat niet helemaal klopt), kunnen we schatten dat ongeveer 950 miljoen jaar geleden de maan zo dicht bij de aarde stond, dat iedere zonsverduistering totaal was. De kernschaduw bedekte de hele aarde.

De hoeveelheid draaiing van het aarde-maansysteem moet constant blijven volgens een natuurkundewet (Wet van behoud van impulsmoment). Kijk maar eens naar een kunstschaatsster die haar armen intrekt en daardoor sneller gaat draaien. De aarde strekt juist een 'arm' (de maan) uit en gaat daardoor langzamer draaien. De aarde draait door de getijdenwerking van zon en maan anderhalve milliseconde per eeuw langzamer rond haar as[5] en de maan draait daardoor in een steeds grotere baan om de aarde.



Over ongeveer 450 miljoen jaar zal de maan zover van de aarde staan, dat de maan vanaf de aarde gezien te klein is om nog een totale zonsverduistering te kunnen veroorzaken. De punt van de kernschaduw raakt de aarde niet meer. Iedere 'totale' verduistering zal dan ringvormig zijn.

De zonsverduistering van 20 maart 2015

Op vrijdag 20 maart 2015 was het weer eens zo ver: tussen 09:29 en 11:47 uur vond er een gedeeltelijke zonsverduistering plaats. Tijdens het maximum, om 10:36 uur, bedekte de maan 84,3 % van de zon. Aangezien de maan ten noordwesten langs de zon trekt, werden deze percentages groter naarmate je je noordelijker bevond. (Zelfs in Nederland is het verschil in percentage verduistering meetbaar: Maastricht 'slechts' 82,1 % , Amsterdam 84,7%). Dit was niet voldoende om het donker te maken in onze streken, maar meer dan voldoende om te worden opgemerkt met het blote oog. Voor een totale verduistering moest je naar het noorden

[5] De aarde draait dus steeds langzamer, de dagen lengen en de klok raakt van slag. De aarde zal ooit één en dezelfde kant naar de zon gericht hebben, net zo als dat nu het geval is met de maan met dezelfde kant naar de aarde. De aarde draait dan in één jaar één keer om haar eigen as. Maar de zon is dan allang uitgedoofd, waardoor er geen enkel leven meer op aarde is (over 4,5 miljard jaar).

afreizen. De baan sleept voor een groot deel over de oceaan, maar op Spitsbergen of de Faeröer Eilanden had u goed gezeten.

De mate van maximale bedekking op 20 maart voor het noordelijk halfrond is op de aardbol hierboven af te lezen. De blauwe baan is de baan van de totale eclips. Bij de groene lijnen ziet u percentages staan. U ziet dat de 80%-lijn bijna over Nederland loopt.

Zonsverduistering in het Achterhoeks Planetarium

In Toldijk hoeft u voor een volledige zonsverduistering echter niet tot 2135 te wachten. Daar kan de zon op afroep verduisterd worden.

Henk Olthof zou Henk Olthof niet zijn als de zonsverduistering niet in één van de gebouwen aan de Hoogstraat te zien zou zijn. In de koepel "De wereld op zijn kop", het zuidelijk halfrond, heeft Henk een mechaniek ingebouwd, waarmee een totale zonsverduistering te simuleren is. In een versneld tempo zien we in de wand van de koepel de maan voor de zon langs schuiven voor een totale zonsverduistering. Als de zon dan helemaal verduisterd is, zien we om de schaduw van de maan heen de rode gloed van de corona van de zon oplichten. Een bijzonder hemelverschijnsel, dat alleen zichtbaar is bij een totale zonsverduistering.

De corona is de hete atmosfeer rondom de zon, die zich uitstrekt over miljoenen kilometers. De temperatuur in de corona is meer dan 1.000.000 °C. Zij is normaal niet zichtbaar, omdat het licht van de zon de rode gloed overschijnt. Maar bij een totale zonsverduistering is de lichtkrans van de corona waarneembaar.

Voor degenen die op 2015 maart in de Hoogstraat naar de gedeeltelijke zonsverduistering kwamen kijken, was het behelpen. Nadat om ongeveer half elf ten teken dat er een zonsverduistering nabij was, de bellen van het planetarium (de replica van het Eisinga Planetarium) begonnen de rinkelen, hebben de bezoekers in de koepel van de ‘Zuidelijke Hemel’ de simulatie van een zonsverduistering kunnen aanschouwen. Daar moesten ze het daar mee doen. Maar dat was altijd nog meer dan de overige Nederlanders te zien kregen. Door de mist ging het zicht op de zonsverduistering de mist in.