

Rob's Nieuwsbrief - 59

over sterrenkunde en het heelal

mei 2019

De Vervolgcurcus gestart!

Lekker bezig!

Ik ben momenteel lekker bezig. De planisferen zijn geproduceerd en afgeleverd aan de klanten en ik ben fysiek eindelijk uit die winterdip gekomen. Ik werk nu hard om wat 'losse eindjes' af te werken, voor ik aan mijn nieuwe boek begin (zie verder). Verder loopt de *Vervolgcurcus* als een trein: we hebben nu de eerste twee lessen achter de rug.

Losse eindjes...

Wat die losse eindjes betreft gaat het voor nu vooral om de Nederlandse en Engelse handleidingen bij de leuke, bijzondere *Astroset Maan en Planeten*. Dat is een Nederlands product, maar de modellen waaruit de set bestaat (het *Tafelplanetarium* en het *Aarde-Maan model*) bevatten niet veel tekst. Dus met een Engelse handleiding, mét vertaling van de Nederlandse termen op de modellen, kunnen ook andersstaligen de set gebruiken. Ik had al een Nederlandse *Gebruikshandleiding* gemaakt, van 16 pagina's. Eind april heb ik de Engelse vertaling ervan (de User Guide) afgerond en ter correctie opgestuurd naar Wendy, van **Curious Minds Science Shop**, een Brits bedrijf dat leuke science dingen verkoopt en ook onze producten in het Verenigd Koninkrijk distribueert. Het vertalen was een enorme klus. Ik heb ook een index toegevoegd aan beide handleidingen, voor het gemak van de lezer. In de Engelse versie is de laatste pagina voor de vertaling van namen en begrippen.

Solar System scale model

In dezelfde vaart ben ik die dag begonnen met de vertaling van de kaartjes voor een Engelse versie van mijn *Zonnestelselmodel* (uit 2015), het 'Solar System scale model'. We gaan Engelse

versies uitbrengen, in kleine oplagen vanwege de beperkte ruimte in ons magazijn, van dat Zonnestelselmodel en alle posters. Die laatste moeten nog even wachten. Er zullen ook vier nieuwe posters bij zitten, die overigens ook in het Nederlands zullen worden uitgegeven.

De opzet van de Engelse versie wordt iets anders, namelijk in één set van 32 kaartjes (het Nederlandse model bestaat uit twee sets van 16 kaartjes – ZS1 en ZS2). Daarnaast komt er een set met aanvullende kaartjes, zoals die welke men nu gratis kan downloaden op onze website, maar dan natuurlijk fraai gedrukt. Die komt er ook in het Nederlands. Vanwege de kleine oplagen zullen de kaartjes niet zo goedkoop worden als de twee Nederlandse sets.

Planisferen

De afgelopen maand hebben we de planisferen voor twee klanten kunnen produceren en afleveren, terwijl onze vriendin en monteuse Anneke ook de 2000 nieuwe, eigen Franse planisphères (PLN-47F, 9e druk; zie kader op pag. 2) heeft gedaan. Alle drie zijn in de gloednieuwe 'full colour' uitvoering gemaakt. Dat wil zeggen zoals onze vierkante planisfeer (PLN-NL), maar dan weer een verbeterde versie... De andere planisferen zijn voor het Dark Sky Park Lauwersmeer (PLN-DSPL, Staatsbosbeheer) en de telescopenwinkel Cosmik in Barcelona (PLN-CAT). Die laatste is in het Catalaans: onze **17e taalversie!**

Nieuw boek

Ondertussen probeer ik dus de ruimte (in mijn agenda en in mijn hoofd) te krijgen voor de start met het nieuwe boek. Het zal waarschijnlijk *Zelf sterrenkijken* gaan heten, en wordt een uitgebreide versie van het hoofdstuk 'Waarnemen per seizoen' in mijn boek *Genieten van de sterrenhemel*. Ik moet nu eerst beginnen met het zo in 'stukken' te verdelen van de sterrenhemel dat ik per seizoen (winter, lente, enz.) drie hoofdstukjes kan maken, dus twaalf in totaal. In elk hoofdstukje beschrijf ik dan een type object (sterrenstelsels, dubbelsterren, planetaire nevels e.d.) en komt er een kort Grieks mythologisch verhaaltje over de dan zichtbare sterrenbeelden. Het gaat leuk worden!

Vervolgcurcus

Op 3 en 10 april waren de eerste twee lessen van de 'Vervolgcurcus', een vervolg op mijn eigen cursus (die in september weer begint) en andere basiscursussen. De cursus wordt gegeven door de professoren Ed van den Heuvel en Henny Lamers, terwijl Govert Schilling de

Deze nieuwsbrief verschijnt circa tien maal per jaar en bevat:

- * De sterrenhemel van de maand
- * Nieuws en leuke weetjes over het heelal;
- * Leuke en leerzame lesactiviteiten voor scholen;
- * Nieuws over Rob Walrecht Productions;
- * Speciale aanbiedingen.

Je kunt je aan- of afmelden via www.walrecht.nl.

Foto met... zonder licht!

Zwart gat 'gefotografeerd'

Op 10 april werd bekendgemaakt dat men een 'foto' had gemaakt van een zwart gat. Het gaat om het superzware zwarte gat in het sterrenstelsel M87. En het gaat ook niet om een echte foto, maar om een afbeelding samengesteld uit computerbewerkingen van radiodata van acht radiotelescopen. En wat we vooral zien is gebrek aan 'licht', ofwel aan straling. Zie het artikel elders in deze nieuwsbrief.

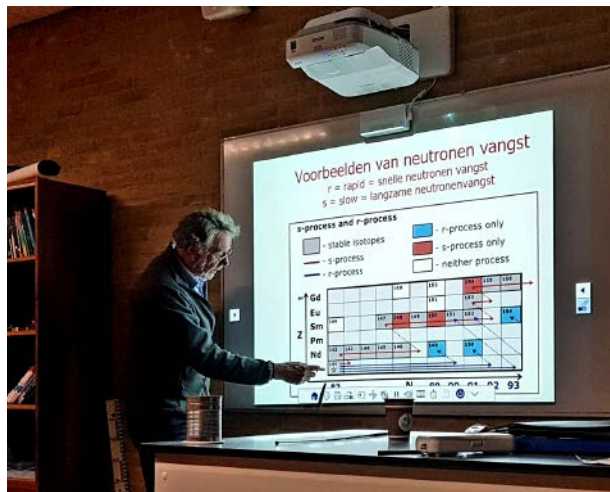


Kies naam voor KBO OR10

Je kunt nu helpen een naam te kiezen voor het grootste (bekende) naamloze object van het Zonnestelsel, 2007 OR10. Het is een object in de Kuiper gordel, het gebied voorbij de baan van Neptunus. Het is mogelijk ca. 1250 km groot. Zijn baan ligt tussen 5 en 15 miljard km van de Zon.

Je kunt kiezen uit drie namen: *Gonggong* (een Chinese watergod), *Holle* (een Germaanse godin van veel dingen, w.o. landbouw; als Frau Holle ook bekend van de sprookjes!), en *Vili* (een Noordse godheid, broer van Odin). Ga naar <https://2007or10.name/> om je keuze te maken.

Linksonder: Henny bezig met zijn les over het ontstaan van de elementen (en isotopen). Ook voor mij erg leerzaam! En hij doet het ook erg leuk. Ik heb een perfect sprekersteam verzameld!



Codes planisferen

De planisfeer voor Nederland en België kwam al uit in 1985. Bij de derde druk in 1992 kwam de nu bekende vierkante, kartonnen uitvoering op de markt. De eerste twee oplagen waren geheel van kunststof, maar dat werd toen al onbetaalbaar.

Toen ik in 1994 de eerste andere versies maakte, de Nederlandse 'vakantieplanisferen' en de eerste Engelse versies, kwam de behoefte om alle delen goed te coderen, om geen fouten te maken. Ik koos voor een systeem bestaande uit de ontwerpbreedte (dus de geografische breedte), gecombineerd met een of meer letters voor de taal. Daarbij nam ik de Engelse ontwerpen als basis, dus bijv. PLN-40 is een Engelse planisphere voor 40°NB. Ik was destijds al van plan om uiteindelijk Engelse planisferen voor de gehele bewoonde wereld te maken (van 65°NB tot 45°ZB). De op pag. 1 genoemde PLN-47F is de Franse planisphere voor 47°NB: netjes in het centrum van het land.

Maatwerkplanisferen krijgen óf een code waarin de naam zit (denk maar aan de PLN-DSPL die wij net hebben geleverd: van Dark Sky Park Lauwersmeer), óf, als het een eerste versie is in een andere taal, de code zoals we voor onze eigen uitgaven gebruiken. Dat is overigens niet goed gegaan met de Catalaanse planisfeer... Die zou eigenlijk als code moeten hebben: PLN-40CAT.

Rechtsonder: de foto van de 'kattenkop'. Je moet misschien een beetje afstand nemen om het te zien, maar dan is het ook niet te missen!

Hieronder: een foto van de hele komeet (4 km 'groot'), met bij de rode pijl de Claudia Alexander Gate, die je rechts ziet. Zij was een planeetgeleerde van NASA/JPL die bij het Europese project betrokken was. Ze stierf in juli 2015 aan de gevolgen van borstkanker.



laatste les geeft, op 29 mei. Er zijn maar liefst 36 cursisten!

Henny Lamers trapt af, met zijn les Sterren. Inderdaad hetzelfde onderwerp als les 9 in mijn eigen cursus, maar hij kan nu dieper ingaan op dat onderwerp omdat de cursisten allemaal al het nodige weten. Het was een geweldige les, en volgens de mensen die ik erna sprak voldeed het geheel aan de verwachtingen en wensen!

Het is altijd leuk om wetenschappers over hun vak te horen praten, en ik leer er ook nog eens van. Het was erg gezellig, ook door de humor en het enthousiasme van Henny.

Les 2: het ontstaan van alle elementen

Op 10 april was les 2, ook van Henny, over het ontstaan van de elementen. Ook dat zit verweven in mijn eigen cursus, maar Henny pakte goed uit en gaf een zeer helder en leerzaam overzicht van het ontstaan van alle elementen. Ik heb er heel veel van geleerd!

Nu is het even stil, maar op 8 mei pakken we de draad weer op. Dan geeft Ed van den Heuvel zijn eerste les: *Relativiteitstheorie*. Op 15 mei geeft Henny dan zijn derde les, *Melkwegstelsels: bouwstenen van het heelal*. Op 22 mei geeft Ed zijn tweede les, *Zwaartekrachtsgolven: rimpelingen in de ruimte* en Govert Schilling is dan hekkensluis op 29 mei, met *Exoplaneten en de speurtocht naar leven*.

Cursus najaar: extra gericht op docenten!

Op 11 september begint onze cursus 'Leer het heelal begrijpen' weer. Ik heb er nu al zin in (hoewel eerst nog het boek af moet).

Die cursus biedt een zeer degelijke basis qua kennis over het heelal en is geschikt voor mensen van allerlei pluimage: voor docenten van de basisschool, leraren natuurkunde, PA-BO-studenten, liefhebbers die op sterrenwachten en sterrenkundeclubs voorlichting willen gaan geven en veel meer.

Ik wil me nu extra te gaan inzetten om meer docenten te 'werven'. **Onderwijs** blijft toch mijn grote drijfveer – daar is de cursus ooit voor opgezet! Al zolang ik dit werk doe (ruim 40 jaar!) heb ik me vooral gericht op het onderwijs. Als we jongeren willen inspireren, prikkelen om voor een wetenschappelijke en/of technische richting te kiezen, moet het zaadje op jonge leeftijd worden gelegd! Na duizenden gastlessen te hebben gegeven werd dat werk wat moeilijker toen mijn gezondheid minder werd. En daarom besloot ik in 2010, toen mijn boekenserie *Genieten van de sterrenkunde* klaar was, een cursus sterrenkunde op te zetten, om de docenten voldoende sterrenkundekennis en vooral ook begrip te geven. Een leerkracht die de cursus heeft gevolgd kan de rest van haar of zijn carrière het onderwerp sterrenkunde met vertrouwen behandelen.

Die cursus van docenten zit organisatorisch anders in elkaar dan de cursus die in september begint, maar is inhoudelijk gelijk: de wetenschap is niet anders! En het is lastig voor een klein bedrijf om een cursus voor docenten te realiseren... Onderwijsorganisaties laten je er gewoon niet tussen!

Dus ken je docenten in je omgeving, wijs ze dan vooral op deze cursus!

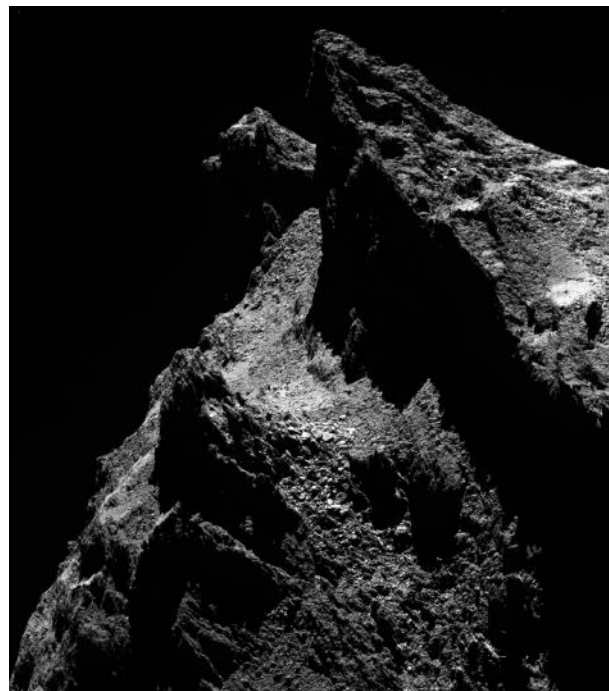
Voor meer sterrenkunde op school!

Rosetta-komeet

Kattenkop

Er is weer een fraaie opname van de Rosetta-komeet uitgebracht. Het lijkt op een kattenkop, met twee oren. Het zijn twee pieken die samen een soort 'poort' maken, naar de in 2015 aan borstkanker overleden Rosetta Project Scientist Claudia Alexander de Alexander Gate genoemd. Het zijn klippen op de grens tussen de gebieden Serqet en Anuket regions, op de 'kop' van de komeet. De foto werd gemaakt op 6 oktober 2014, van 18,6 km afstand. Het is een van de bijna 70.000 opnamen die de Rosetta met de HiRes OSIRIS maakte en die nu beschikbaar komen.

Na het boek *Zelf sterrenkijken* (krijgt als code B06, zie pag. 1) ga ik een ander boek maken: *Kleine werelden van het zonnestelsel* (B07). Het zal gaan over Vesta, Ceres, Pluto en zijn manen en de Rosetta-komeet, kleine zonnestelselobjecten die vanaf 2014 zijn bezocht door ruimtesondes. Het zal op die manier een update worden voor mijn uitgebreidere *Genieten van het zonnestelsel* (B02), dat al een beetje verouderd is.



Eerste foto zwart gat!

Doorbraak, bewijs geleverd!

We leven in een bijzondere tijd. In 2012 werd na bijna een halve eeuw het higgsdeeltje gevonden. In 2015 zagen we voor het eerst scherpe beelden van Ceres (114 jaar na de ontdekking) en Pluto (85 jaar na de ontdekking). Einsteins **algemene relativiteitstheorie** voorspelde zwaartekrachtgolven, die in 2015 voor het eerst werden geregisteerd.

En nu, 100 jaar nadat die theorie door waarnemingen tijdens een zonsverduistering werd bevestigd (zie kader), hebben we ook het zichtbare bewijs dat de door zijn theorie voorspelde zwarte gaten echt bestaan! Men heeft het superzware zwarte gat in het enorme sterrenstelsel M87 'gefotografeerd'. Niet door (zichtbaar) licht op de gevoelige plaat vast te leggen, maar in radiostraling. En dat zwarte gat... zie je helemaal niet! Daar komt namelijk geen licht vandaan!

Bekendmaking

Op 10 april kreeg ik een hele reeks persberichten, van de ESO, NASA en andere organisaties, over die eerste foto van een zwart gat. En je weet misschien nog dat het in alle journaals aan bod kwam, met die intrigerende foto (wat zie je eigenlijk?).

Het is dan ook heel bijzonder, zoals Heino Falcke van de Radboud Universiteit zegt: 'Een nieuw tijdperk is aangebroken, waarin de ultieme grens van ruimte en tijd geen abstract concept meer is, maar een meetbare realiteit'. Heino Falcke is onderzoeksleider en de man die 20 jaar geleden het idee kreeg voor de opname.

Grootste radiotelescoop ter wereld

Zijn plan werd uiteindelijk opgepakt, doordat er inmiddels ook de technische middelen beschikbaar waren en het hem lukte om speciaal voor het maken van een 'foto' een bijzonder samenwerkingsverband op te zetten. We hebben het dan over radioastronomie, met een radiotelescoop die straling opvangt op lange golflengten – in dit geval 1,3 mm. En het is een

erg grote radiotelescoop: zo groot als de aarde! Dat kan door acht 'gewone' radiotelescopen, op zes locaties, verspreid over de hele wereld, 'aan elkaar te koppelen'. Dat klinkt simpeler dan het is, bij het project waren 200 mensen uit 20 landen betrokken. Alleen al het testen en plaatsen van de apparatuur, vaak in de meest barre omstandigheden, kostte jaren.

Zo krijg je de Event Horizon Telescope (EHT, zie kader), en de techniek die dan wordt gebruikt is Very Long Baseline Interferometry (VLBI), met dus een grote **basislijn**: de afstanden tussen de uiterste telescopen. Interferometrie betekent dat de 'beelden' (data) van meerdere (radio) telescopen worden samengevoegd. De waarnemingen werden in 2017 gedaan, waarbij alles foutloos ging en het weer erg meezat.

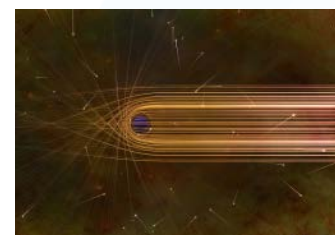
Data, heel veel data

Het leverde zo'n 5 miljard MB aan data op (ofwel 5000 jaar aan continue MP3 files), hoewel het ging om slechts vier dagen aan waarnemingen. Die data werd op (een halve ton aan) speciale helium-gevulde harde schijven opgeslagen. En vervolgens naar twee gespecialiseerde supercomputers gebracht – één op het Max Planck Institute for Radio Astronomy in Bonn, de andere van het MIT Haystack Observatory, bij Boston. Daar werden de beelden (tot op een biljoenste seconde) samengevoegd en heel zorgvuldig tot een afbeelding verwerkt, gebruik makend van *state of the art* software die men speciaal voor dit doel ontwikkelde.

Vier groepjes van jonge, pas begonnen astronomen en technici gingen aan de slag met de algoritmen naar eigen keuze om beelden te maken van de data. Eén team had al een 'foto' na 30 minuten. Het samenvoegen van die vier afbeeldingen kostte heel veel meer tijd, omdat het moeilijk was te onderscheiden wat zeker (echt) was, en wat het bijproduct van de 'favoriete' stukjes van een bepaald algoritme. Uiteindelijk koos men voor een afbeelding die met alle vier de methodes verschijnt.

Animatie ontstaan schaduw

Op internet vond ik een fraaie animatie die goed laat zien hoe de zwarte cirkel (schaduw) en de heldere ring ontstaan. Hieronder zie je een plaatje van de vorming van de fotoring (zie pag. 4), de animatie staat op onze Links-pagina: www.walrecht.nl/nl/links



Buiging van het licht door de zwaartekracht

Met zijn algemene relativiteitstheorie kon Einstein onder andere voorspellen dat licht wordt afgebogen door objecten met veel zwaartekracht, zoals de zon. Tijdens een zonsverduistering zou je dat moeten kunnen zien, als sterren achter de zon toch zichtbaar zijn. Op 29 mei 1919 was er een zonsverduistering waarbij twee teams astronomen paraat waren, een op Principe Eiland (aan de westkust van Afrika) en een in Sobral, in Brazilië. De resultaten bevestigden Einsteins theorie!

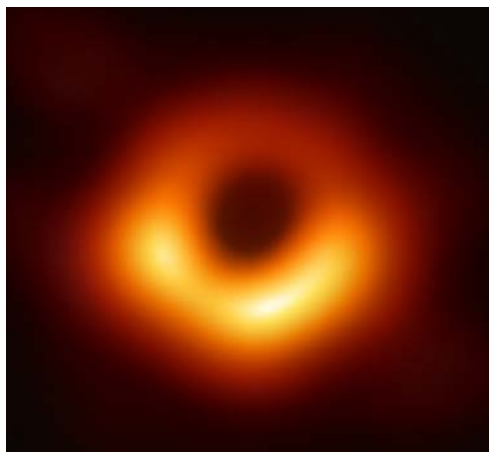
Event Horizon Telescope (EHT)

Dit project bestaat uit de volgende radiotelescopen: de Europese ALMA (Atacama Large Millimeter Array) en APEX (Atacama Pathfinder Experiment) in Chili; de JCMT (James Clerk Maxwell Telescope) en SMA (Submillimeter Array) op Mauna Kea, Hawaii; LMT (Large Millimeter Telescope) in Mexico; de IRAM 30m millimeter radio telescope op Pico Veleta in Spanje; de SMT (Submillimeter Telescope) in Arizona; en de SPT (South Pole Telescope), bij het Amundsen-Scott South Pole Station, in Antarctica.

Linksonder: een artist impressie van het superzware zwarte gat in M87, inclusief de 'jets'.

Rechtsonder: de 'foto' die over 100 jaar weer wordt gepubliceerd, als men herdenkt dat hij dit jaar voor het eerst aan de wereld werd getoond. Want zo belangrijk is dit eerste beeld van een zuperzwaar zwart gat.

Foto's: ESO.



Messier-objecten

Messier 87 werd door de Franse astronoom Charles Messier opgenomen in zijn catalogus van nevels, die in 1781 uitkwam. Men noemde alle wazige vlekjes die men aan de hemel zag 'nevels'. Ze hadden toen nog geen idee van sterrenstelsels, bolvormige sterrenhopen, ster-vormingsgebieden en dergelijke. Wel kende men kometen, en catalogi als die van Messier werden gebruikt om die nevels niet te verwarren met nieuwe kometen. We korten Messier af tot 'M', vandaar M87. Er zijn 110 M-objecten maar latere catalogi bevatten duizenden nevels. En de Gaia-catalogus bestaat uit de 1,1 miljard sterren die deze ruimtetelescoop heeft bestudeerd.

Linksonder: infraroodopname (Spitzer Space Telescope) van M87, het helderste stelsel hier. Het is geen **spiraalstelsel** zoals de Melkweg, maar een **elliptisch stelsel**. Het lijkt arm aan gas- en stofwolken, maar je ziet wel de **relativistische jets** die vanuit het centrale deel van het stelsel wegschieten. De **inzet boven:** die jets zijn duizenden lj lang. De helderste jet, rechts, gaat onze kant op. Aan de linkerkant zie je een zwakkere boog van materiaal, veroorzaakt door de schokgolf van de (hier onzichtbare) jet die de andere kant op beweegt. De **inzet onder** is de historische foto waarover dit artikel gaat. Foto: Spitzer.

Rechtsonder: de kern van M87, met zijn blauwe plasma jet duidelijk zichtbaar. Het is een compositie van beelden in zichtbaar licht en infrarood. Foto: Hubble Space Telescope

Waarnemingshorizon

Zwarte gaten zijn rare dingen, die zich niets aantrekken van de gewone natuurkunde. In een zwart gat is heel veel massa samengeperst tot een heel klein en oneindig compact object: een **singulariteit**. Zijn zwaartekracht is zo groot dat zelfs elektromagnetische straling (zoals licht en radiostraling) er niet aan kan ontsnappen als het te dichtbij komt. En licht heeft de hoogste snelheid die we kennen: ca. 300.000 km/s. De grens waarbinnen licht verdwijnt, noemen we de **waarnemingshorizon** (event horizon). Maar de invloed van zwarte gaten op hun omgeving is groter, op schalen honderden miljoenen malen groter dan die van de waarnemingshorizon! Zwarte gaten vervormen de ruimtetijd, en verhitten materiaal (gas) in de buurt tot waanzinnige temperaturen. Dat komt doordat dat materiaal sterk wordt aangetrokken door het zwarte gat en daardoor wordt versneld. Hoe meer snelheid gas heeft, des te meer energie het krijgt en des te heter het daardoor wordt. Het gas zendt daarbij licht uit over het gehele elektromagnetisch spectrum, van röntgen- tot radiostraling.

Fotonring

Dichtbij de waarnemingshorizon kunnen de fotonen tijdelijk worden ingevangen in een baan om het zwarte gat, wat we een **fotonring** noemen. Daarna ontsnapt zo'n foton om onze telescopen te bereiken. Maar als het gloeiendhete gas naar het zwarte gat valt, dus voorbij de waarnemingshorizon komt, bereikt het ons nooit. Die effecten tezamen leveren iets op dat men de **schaduw** van een zwart gat noemt: een donkere cirkel, omgeven door een heldere ring (zie kader pag. 3).

Schaduw van een zwart gat

Heino Falcke: 'Als een zwart gat is ingebed in een helder gebied, zoals een schijf van gloeiend gas, dan verwachten we dat het zwarte gat een donker gebied veroorzaakt, vergelijkbaar met

een **schaduw**. Iets dat wordt voorspeld door Einsteins algemene relativiteitstheorie, maar dat we nooit eerder konden zien. Die schaduw wordt veroorzaakt door de afbuiging van het licht door de zwaartekracht en het invangen van licht door de waarnemingshorizon, en leert ons veel over deze fascinerende objecten. En het heeft ons in staat gesteld de enorme massa van M87's zwarte gat te meten'.

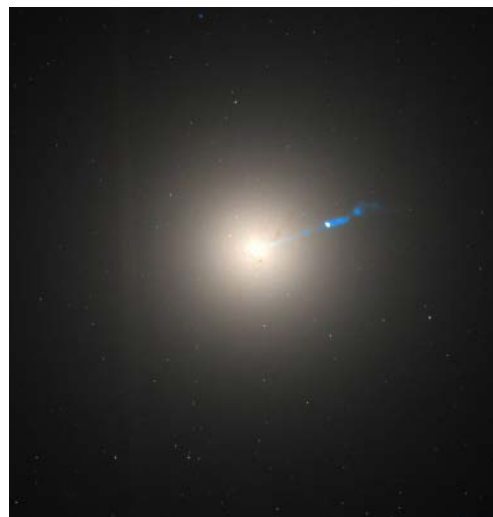
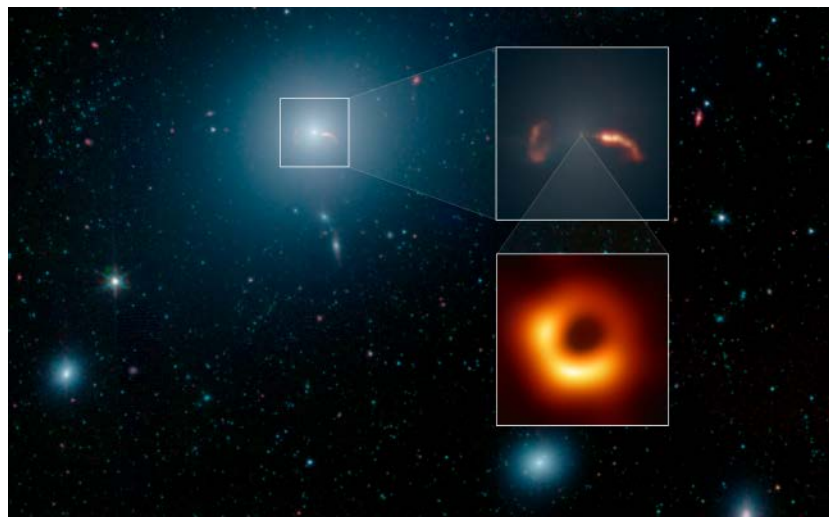
Dichtbij het krijgen van een beeld van een zwart gat dan die schaduw kunnen we nooit komen, want binnen de waarnemingshorizon kan licht immers niet ontsnappen. De schaduw is ca. 40 miljard km in diameter, ongeveer 2,5 maal zo groot als de waarnemingshorizon. Hoe zwaarder een zwart gat, des te groter de schaduw.

Het zwarte gat van M87

M87 (of Messier 87, zie kader) is een enorm elliptisch sterrenstelsel op 53 miljoen lj afstand, in het sterrenbeeld Maagd (Virgo). Hij behoort tot de grootste van een groep van 2500 stelsels die we de Virgo Cluster noemen en die groep is de grote buur van onze eigen Lokale Groep van sterrenstelsels (ca. 50 stuks).

M87 is een van de grootste (zwaarste) stelsels die we kennen. Zijn diameter is 240.000 lj, ruim tweemaal zo groot als de Melkweg. Zijn totale massa is misschien 200 maal die van het Melkwegstelsel. M87's superzware zwarte gat was een aantrekkelijk doel voor het EHT-project omdat de schaduw door zijn gigantische massa een van de grootst waarneembare is vanaf de aarde. Het is een van de helderste radiobronnen.

De meeste sterrenstelsels hebben een superzwaar zwart gat, evenredig met hun totale massa. Het Melkwegstelsel heeft een zwart gat van 4 miljoen **zonsmassa** (de massa van de zon is 1 zonsmassa). M87 heeft een massa van 6,5 **miljard** zonsmassa: 1625 maal zo zwaar! Zwarte gaten sturen langs hun rotatie-as ook



jets weg, bundels van geïoniseerde materie met **relativistische** snelheden: snelheden die de lichtsnelheid benaderen. Die van M87 zijn enkele duizenden lj lang en fraai gefotografeerd door de Hubble Space Telescope (pag. 4). Aanvullende analyse van de EHT-data kan helpen te begrijpen hoe zwarte gaten die jets uitsturen.

Wat de foto van het zwarte gat laat zien

Het licht (eigenlijk radiostraling!) uit het centrum van de foto is voor eeuwig onttrokken aan het waarneembare heelal. Het lijkt een object maar dat is het niet. Niet precies tenminste. Het is een soort put, waarin het licht is verdwenen. Dat licht is er nog wel, maar wij kunnen het nooit zien. Die zwarte cirkel is aan de hemel 0,000 04 boogseconde in diameter, vergelijkbaar met een 2 euromunt op Cyprus, gezien vanuit Amersfoort.

Je zult denken dat de binnenkant van de ring van materiaal die je rond de zwarte cirkel ziet de waarnemingshorizon is, maar dat is ook niet zo. Je ziet de fotonring die 2,5 maal groter is dan de waarnemingshorizon. Licht dat voorbij de fotonring beweegt kan de invloed van het zwarte gat niet ontlopen. We zien dat licht niet, want het bereikt ons niet!

De ring rond de fotonring is helder omdat de materie erin uiteen wordt getrokken, bij miljarden graden Celsius, door het gulzige zwarte gat. De ring is onderaan helderder, omdat het licht daar onze kant op beweegt, en de bovenkant van ons af. Je kent dit verschijnsel van het dopplereffect, bekend van de sirene van een ambulance met haast: geluid dat naar ons toe beweegt heeft een kortere golflengte (hogere toon) dan geluid dat van ons af beweegt. Bij de radiostraling levert dat dit effect op. Het vertelt ons dat het materiaal hier roteert, rond het zwarte gat, terwijl het wordt opgezogen.

Het licht (dus hier de radiostraling) komt niet slechts van de zijkant van het zwarte gat, maar van daarachter, ervóór, vanuit alle richtingen. Wij zien alleen het 'licht' dat onze kant wordt

gestuurd, niet wat in allerlei andere richtingen wordt verstrooid. Het effect is dat wij vanuit een bepaald punt die cirkelvormige schaduw te zien krijgen. En dat werkt alleen in radiostraling, andere golflengten worden geabsorbeerd door (heet) gas en plasma.

Ook foto van Sgr A*

Het was de bedoeling geweest om in april 2017 ook een afbeelding te verkrijgen van het centrum van ons eigen Melkwegstelsel, waarin een superzwaar zwart gat schuilgaat van 4 miljoen zonsmassa. Dat object heet Sagittarius A*, of Sgr A* (het ligt in de Boogschutter). Aangezien de South Pole Telescope gedurende de zuidelijke winter, van april tot oktober, gesloten was kon men dat pas in december 2017 doen. Binnenkort kunnen we dus ook een foto van 'ons eigen zwarte gat' verwachten! Ook dat zal een groots moment zijn. Even wachten dus nog. M87 en Sgr A* zijn de enige twee zwarte gaten met schaduwen die we kunnen detecteren met netwerken op Aarde, zoals de EHT. Om het aantal bruikbare zwarte gaten uit te breiden zouden we een netwerk van radiotelescopieën in de ruimte moeten plaatsen. Als we de **geo-stationaire** baan voor dat doel gebruiken, de baan op 36.000 km van de aarde waarin we weer- en communicatiesatellieten hebben geparkeerd, wordt de basislijn ruwweg zesmaal zo groot als die van de EHT (de aarde) en ziet men schaduwen van zwarte gaten die tienmaal zo klein zijn als die van M87. Dat wordt dus nog even sparen...

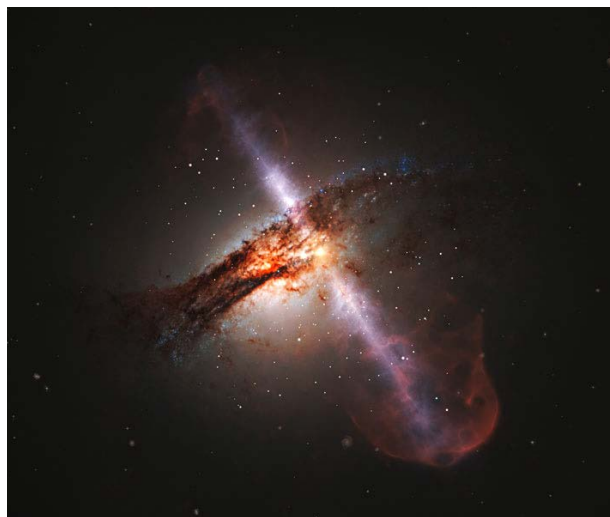
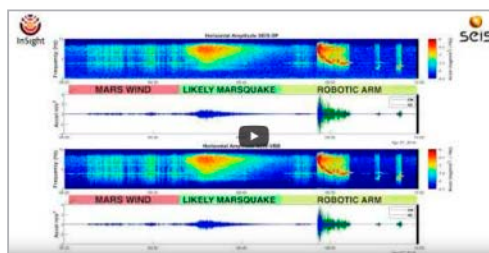
InSight detecteert Marsbeving

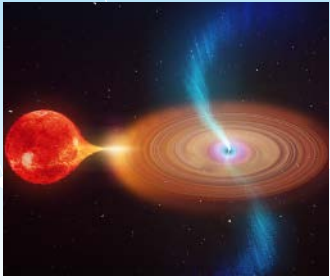
InSight's seismometer, die op 19 december 2018 op het Marsoppervlak werd gezet, heeft voor het eerst een vermoedelijke 'Marsbeving' geregistreerd. Dat was op 6 april, op de 128e dag dat de lander op Mars staat, en het signaal was erg zwak. Het instrument meet ook de wind en de bewegingen van de robotarm, die beweegt om foto's te nemen, maar dit is de eerste keer dat geluid uit het inwendige van de rode planeet lijkt te komen. De onderzoekers zijn nog bezig de data te bestuderen om de exacte oorzaak van het signaal te bepalen. Op onze [Linkspagina](#) kun je het geluid horen.

Midden, boven: het signaal.
Midden, onder: deze koepel is een 'schild' om de seismometer tegen wind en straling te beschermen. Foto's NASA.

Linksonder: een zgn. artist's impression die laat zien hoe de relativistische ('high-speed') jets uit een superzwaar zwart gat eruit zouden zien. Deze ontstaan als gevolg van gas dat naar het roterende zwarte gat valt. Een deel daarvan bereikt het zwarte gat, de rest stroomt met hoge snelheid weg, ongeveer langs de rotatie-as. Die jets zenden sterke radiostraling uit. Credit: ESA/Hubble, L. Calçada (ESO).

Hieronder: ook het Melkwegstelsel heeft zo'n superzwaar zwart gat en hier zie je de grootste röntgenuitbarsting die ooit is waargenomen (door de Chandra X-ray Observatory, in 2015). De inzet is van een magnetar, een neutronenster met een sterk magnetisch veld, die dicht bij Sgr A* ligt. Foto NASA.





Zwart gat sproeit plasma rond
Data van de Integral, de Europese gamma-ruimtetelescoop die al sinds 2002 actief is, leert ons een vreemd zwart gat beter te begrijpen. Het gaat om het zwarte gat in V404 Cygni, een dubbelster op 8000 lj in de Zwaan, die in 1989 zeer actief werd. Daarna doofde hij weer uit, om in 2015 plots weer zéér actief te worden: het was korte tijd het helderste röntgenobject aan de hemel! Het ding spuugt in het wilde weg supersnelle jets van plasma uit en dat is vreemd: meestal zijn dat mooie, rechte bundels (zie pag. 5). Het zwarte gat zuigt materiaal in van de begeleidende gewone ster. Dat gas verzamelt zich in een 10 miljoen km grote schijf rond het zwarte gat en die schijf is geheld ten opzichte van de rotatie-as van het gat. Daardoor wiebelt het binnenste deel van de schijf, als een tol die afremt. Het gevolg is dat bij een uitbarsting (als er opeens heel veel materiaal in het gat valt) gesteurd, als een waterslang die je te vroeg los laat...

Linksonder: Young maakte vanuit de CSM deze foto van de ontplooiende LM.

Midden, onder: nadat de 'descent stage', de remraket die bij de maanlanding nodig is, was afgestoten, kwam de LM weer terug met de 'ascent stage'. Die laatste was nodig om een bemanning vanaf de maan weer terug te brengen naar de CSM. De descent stage viel uiteindelijk op de maan te pletter.



50 jaar na Apollo

In Rob's Nieuwsbrief 55 (december-januari) schreef ik over de Apollo 8 missie, de kerstvlucht. Ik vertelde toen dat Apollo 7 de eerste bemande Apollo-vlucht was en een test van de Apollo Command and Service Module (CSM). Hierbij gebruikte men de kleinere Saturn 1B raket. Apollo 8 deed datzelfde maar in een baan om de maan, en was de eerste met de Saturn V. Iets dergelijks deed men met de Apollo's 9 en 10, als voorbereiding voor de daadwerkelijke landing op de maan, met Apollo 11. Apollo 9, in maart 1969, was de derde bemande Apollo-vlucht en de tweede met de Saturn V (die op alle latere Apollo-vluchten werd gebruikt). Deze missie van tien dagen was bedoeld om de CSM én de Lunar Module (LM) te testen, nog in een lage aardbaan. De test betrof vooral het loskoppelen en uit elkaar bewegen van de CSM en (bemande!) LM, het testen van de LM-motoren en het daarna weer koppelen ('docking') van de LM, zoals nodig was bij de echte maanlanding. De astronauten waren Commander James McDivitt, CSM Pilot David Scott, and LM Pilot Rusty Schweickart. De missie was een compleet success.

Apollo 10

Apollo 10 was dus de tweede Apollo-vlucht naar de maan en de generale repetitie voor de maanlanding. Het Apollo 9-programma werd herhaald, maar dan in een baan om de maan, en natuurlijk zonder een maanlanding. De lancering was op 18 mei 1969 (twee maanden vóór Apollo 11) en de missie duurde acht dagen. Men daalde met de LM af tot 15,6 km boven het maanoppervlak, tot het punt waar de remraket zou moeten ontsteken bij een landing. Tijdens de terugreis bereikte de CSM een snelheid van 39.987 km/u: de hoogste snelheid ooit van een bemand ruimtevaartuig! Apollo 10 en 11 waren de enige Apollo-missies met een 'all veteran crew'. De bemanning van Apollo 10 was commander Thomas Stafford, CSM Pilot John Young en LM Pilot Eugene Cernan. Alle drie werden ze commander op latere vluchten: Young op Apollo 16, Cernan op Apollo 17 en Stafford van het Amerikaanse deel van het Apollo-Soyuz Test Project.



Hemel van mei 2019

Overzicht

De zichtbaarheid van de heldere planeten en de fasen van de maan voor deze periode, informatie afkomstig uit de **Sterrengids**. Dat is een interessante jaargids en een must voor wie de verschijnselen aan de hemel van dag tot dag wil volgen: www.sterrengids.nl/.

Maanfasen mei 2019

Nieuwe maan	5 mei, 13:48 u MEZT
Eerste kwartier	12 mei, 05:49 u MEZT
Volle maan	18 mei, 16:20 u MEZT
Laatste kwartier	26 mei, 04:09 u MEZT

Perigeum:	14 mei, 0 u MEZT, 369.009 km
Apogeum:	26 mei, 14 u MEZT, 404.137 km

	1 mei	31 mei
Zonsopkomst	6:10 MEZT	5:26 MEZT
Zonsondergang	21:04 MEZT	21:49 MEZT

Planeten

Voor de planeten geven we het sterrenbeeld waarin ze halverwege deze periode staan, plus de **rechte klimming** (RA, in astronomische uren) waarmee je de locatie van de planeet in de buurt van de ecliptica kan opzoeken. De **declinatie** is dan niet echt nodig.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Vissen/Ram/Stier	niet zichtbaar
Venus	Vissen/Ram	1:54 u
Mars	Stier/Tweelingen	5:57 u
Jupiter	Slangendrager	17:26 u
Saturnus	Boogschutter	19:27 u
Uranus	Ram	niet zichtbaar
Neptunus	Waterman	23:18 u

De planeten

Mercurius is deze maand niet te zien, hij is op 21 mei in **bovenconjunctie** (met de zon).

Venus is 'morgenster' maar komt slechts 45 min vóór de zon op, in het O-ONO. Dat maakt Venus niet zo goed waarneembaar.

Mars gaat na middernacht onder. Zoek hem 's avonds in het W-NW. Hij is van ongeveer magnitude 2, ongeveer de helderheid van de poolster (niet zo opvallend). Op 8 mei komt de maan tot op 3° ten zuiden van Mars maar dan is het dag. Bekijk het daarom in de avond-schemering van 7 mei, al is de afstand dan wat groter.

Jupiter komt eerst pas na middernacht op maar aan het eind van de maand is hij al in de avondschemering en de verdere avond en nacht te zien, als het helderste object in de Slangendrager. De planeet komt niet zo hoog aan de hemel, hij **culmineert** ('gaat door het zuiden') op 15° boven het zuiden.

De vier **grote manen van Jupiter** (de **Galileïsche satellieten**) staan op 8 mei allemaal ten westen van de planeet, vanaf Jupiter: Io, Ganymedes, Europa en Callisto. Op 26-27 mei staan ze alle vier ten oosten van Jupiter, van binnen naar buiten: Io, Europa, Callisto en Ganymedes. Volgde van afstand tot de planeet: Io, Europa, Ganymedes en Callisto.

Saturnus komt in de tweede helft van de nacht op en culmineert twee uur na Jupiter.

Uranus is deze maand nog niet zichtbaar.

Neptunus komt aan het eind van de nacht op en is dan in de vroegste schemering even in de Waterman te vinden. Met een kijker.

De **maan** bezoekt van 19 tot 23 mei sterren en planeten.

19e: de rode ster Antares (Schorpioen), 8° ten noorden

20e: Jupiter, 2° ten noorden (komen na 23 u op)

22e: Nunki (Boogschutter), bekijk dit in de ochtend-schemering, ik schat 3° ten noorden.

23e: Saturnus, rond middernacht, 2° ten ZO.