

Robs Nieuwsbrief - 60

over sterrenkunde en het heelal

juni 2019

Lekker bezig!

Cursus start weer en 60e Robs Nieuwsbrief!

Ik heb redelijk veel kunnen doen in mei, en als ik dit schrijf moet ik alleen nog deze nieuwsbrief maken vóór ik aan mijn boek kan beginnen. Verder ben ik begonnen met de PR-campagne voor mijn cursus 'Leer het heelal begrijpen', die in september weer van start gaat. Na de zo succesvolle uitvoeringen van 2017 en 2018 ben ik erg benieuwd of ik weer voldoende cursisten bijeenkrijg om van start te gaan. Ik heb er in elk geval nu al zin in!

Overigens zie je hierboven dat dit de 60e Robs Nieuwsbrief is, toevallig voor de maand waarin ik 60 word!

Op naar een nieuw boek

Een nieuw boek is altijd wel een 'ding' voor mij om op te starten. Hoewel *Zelf sterrenkijken* inhoudelijk niet zo moeilijk zal zijn om te schrijven, gaat het nu vooral om de structuur: welke onderwerpen behandel ik en welke niet; wat is dan de beste opbouw; welke onderwerpen behandel ik in de inleiding en welke in de 12 hoofdstukjes; welke **objecten** behandel ik? Dat kost allemaal tijd en breinkracht...

Zolang ik nog klussen heb die ik per se wil afhebben voordat ik eraan begin, schuif ik dat boek echter maar vooruit; liefst één ding tegelijk. Die 'spoedklus' betreft het Zonnestelsel-model, het schaalmodel in kaartjes. Ik denk dat het interessant is om die ook in een Engelse uitvoering uit te brengen, omdat het een vrij uniek en zeer leerzaam model is.

Het Nederlandse *Zonnestelselmodel* bestaat uit twee gedrukte en gestante ('uitgesneden') sets, beide van 16 kaartjes: de basisset (MDL-ZS1) en de aanvullende set (MDL-ZS2). Inmiddels heb ik er echter veel nieuwe kaartjes (24!) voor ontworpen, voor: banen rond de zon, planeet-

ringen, komeet Encke, de planetoïden Pallas (de derde in grootte), Apophis (een bedreiging voor de aarde!) en 2012 TK7, een **trojaan**, die in dezelfde baan als de aarde beweegt; veertien TNO's (Trans Neptunian Objects: objecten die voorbij de baan van Neptunus om de zon bewegen) waaronder Ultima Thule en 2012 DR30 (die laatste staat in het schaalmodel op 2400 m van de model-Zon!). Verder een kaartje voor de hypothetische Planet Nine en twee kaartjes voor het planetenstelsel van de rode dwergster TRAPPIST-1.

Nieuwe sets

Die 24 nieuwe kaartjes ga ik nu ook uitbrengen, in een soort 'print on demand' systeem geprint (dus geen offsetdruk). Dat is vanwege de kosten en onze magazijnruimte. De kaartjes zullen dus relatief duurder zijn dan de gedrukte sets. Ze worden wel gestanst!

Naast die set van 24 kaartjes, komen in dezelfde uitvoering ook twee sets Engelstalige kaartjes uit: de combinatie van de beide gedrukte sets (ZS1 en ZS2, dus 32 kaartjes) én de 24 aanvullende kaartjes die er ook in het Nederlands komen.

Het vertalen naar het Engels van de in totaal 56 kaartjes was een werk waaraan ik ruim vier weken heb besteed, zij het niet fulltime, want dat is niet te doen. Ze liggen nu bij een Engelse dame van een bedrijf dat onze producten in het VK verspreid.

Vervolgcurriculum klaar

Deze maand waren de laatste vier lessen van de zesdelige Vervolgcurriculum. Die cursus blijkt een ongekend succes, ook door de wisselwerking tussen de sprekers en de zéér enthousiaste cursisten. Een geweldige ervaring!

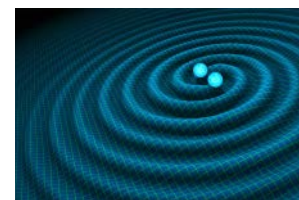
Deze nieuwsbrief verschijnt circa tien maal per jaar en bevat:

- * 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.

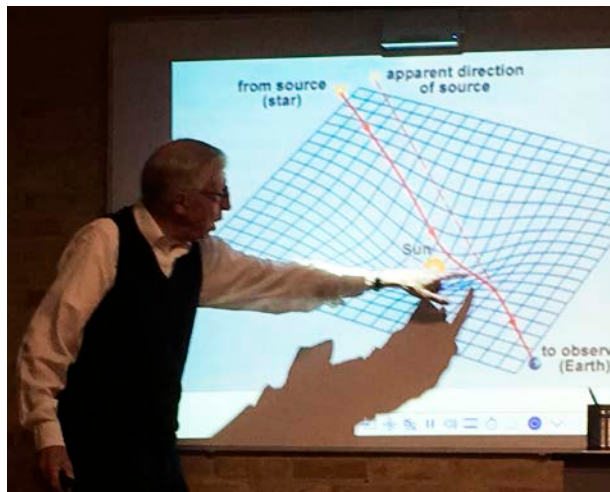
Dagelijks gravitatiegolven

In zijn les op 22 mei, over zwaartekrachtgolven, neutronensterren en zwarte gaten, vertelde prof. Ed van den Heuvel dat er nu ongeveer dagelijks zwaartekrachtgolven worden gedetecteerd, vooral van botsende zwarte gaten! Dat was verrassend om te horen. In december kon hij in mijn cursus 'Leer het heelal begrijpen' een overzicht van zes paren botsende zwarte gaten tonen. In de tussentijd is de apparatuur verbeterd en gaat het nu dus heel snel. Ongelooflijk, zo snel als dat gaat: nog geen vier jaar geleden detecteerde men voor het eerst zwaartekrachtgolven, en nu 'zien' we ze elk dag!



Linksonder: Ed van den Heuvel tijdens zijn les (of beter: college) over Relativiteit, op 8 mei. De foto van Peter van der Wijst is wat donker, omdat het lastig is foto's te maken tijdens een les.

Hiernaast: Govert Schilling heeft een zeer gedreven, energieke, bijna conference-achtige stijl van presenteren. Ik heb dat altijd heel knap gevonden, al vanaf onze gezamenlijke tijd in het Zeiss Planetarium Amsterdam. De les was één groot feest, net als de eerste vijf lessen. De cursisten waren heel tevreden (en willen méér!). Ik denk dat we allemaal het gevoel hebben: wat doen we volgende week woensdag?? Met dank aan Maurits voor het bewerken van de donkere foto's.



Hubble Legacy Field

In 1995 liet men de Hubble Space Telescope 10 dagen naar hetzelfde stukje van de hemel tuieren, in het sterrenbeeld Grote Beer. Die 1 miljoen seconden op de dure telescoop leverde de Hubble Deep Field op. Deze eeuw deed NASA het over met in 2003 de Great Observatories Origins Deep Survey (GOODS, met de Hubble, de Spitzer Space Telescope en de Chandra X-ray Observatory) en in 2004 de Hubble Ultra Deep Field (HUDF), beide op een gebied in het sterrenbeeldje Fornax (Oven), op ca. 3u 32m rechte klimming en -27° declinatie (het rode vierkant op foto linksonder). In 2012 kwam de Hubble eXtreme Deep Field (XDF), van een nog kleiner stukje (blauwe rechthoek).

En nu is er een mozaïek uitgebracht, waarin de data van 16 jaar is verwerkt: de Hubble Legacy Field (HLF). Het gaat dan om in totaal 7.500 Hubble foto's! Je ziet de foto rechts-onder, met links daarvan een uitvergroting van een stuk dat ik heb uitgekozen.

In totaal staan er 265.000 sterrenstelsels op dit 'kiesje', 30 maal zoveel als op de HUDF! De oudste zien we zoals ze er 13,3 miljard jaar geleden uitzagen: toen het heelal 500 miljoen jaar oud was!

Linksonder: een kaartje van de Hubble Legacy Field, met de gebieden die door de diverse surveys werden bekeken (geel: GOODS). Het Legacy-gebied zou precies in de volle maan passen (achtergrond). De gele lijnen tonen hetzelfde gebied op de foto's

Midden: uitvergroting van een deel van de grote foto. Waar je ook kijkt zie je sterrenstelsels, elk vlekje is er een, en bij deze resolutie zie je de meeste niet.

Rechtsboven: een kleine greep uit de stelsels die op de HSF staan, met de afstanden erbij, in miljarden lichtjaren. Een stelsel op bijv. 12,4 miljard lj zie je dus zoals het er 12,4 miljard jaar geleden uitzag!

Rechtsonder: de HLF.

De onderwerpen waren: De relativiteitstheorie (8 mei, Ed van den Heuvel), Melkwegstelsels: bouwstenen van het heelal (15 mei, Henny Lamers), Zwaartekrachtsgolven: rimpelingen in de ruimte (22 mei, Ed van den Heuvel) en Exoplaneten en de speurtocht naar leven (29 mei, Govert Schilling).

Het is onmogelijk hier even op te hoesten wat allemaal de revue passeerde. De beide professoren zijn begenadigde en inspirerende sprekers. Dat wordt versterkt door de persoonlijke verhalen en hun capaciteit om wat ze zeggen ook wetenschappelijk te onderbouwen, met formules zo nodig. Maar toch zijn zij in staat een mooi en helder verhaal aan een 'gewoon' (gevoerde amateurs en gulzige ex-cursisten) publiek te vertellen.

Govert hoeft ik uiteraard niet te introduceren. Ik ben al een fan van hem sinds we in het Zeiss Planetarium Amsterdam werkten, nu 37 jaar geleden! Kijk je trouwens wel naar zijn tv-serie *Govert naar de grenzen van het heelal*?

Inslag in New York!

Gevaar uit de ruimte

Gehoord over die grote inslag van een planeet in New York, vorige maand? Nee? Lees dan snel verder, maar eerst dit.

Op 30 juni is het weer **International Asteroid Day**. In 2016 en 2018 heb ik in dat kader een zogenaamde 'event' opgezet in Amersfoort, de laatste keer met meteorietdeskundige Leo Kriegsman. Dit jaar heb ik daar geen tijd voor, maar kijk later in juni voor eventuele Asteroid Day events in Nederland en België op <https://asteroidday.org/>.

NEA's: gevaarlijke planetoiden

Er zijn heel veel planetoiden met een baan die dicht in de buurt van de aarde komt: Near Earth Asteroids, of NEA's (of **NEO's**: Near Earth

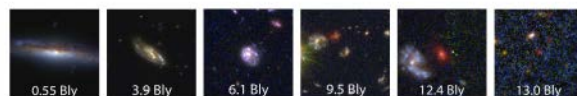
Objects). In april kwam de teller op maar liefst 20.000 van die NEA's en in het huidige tempo worden zo'n 150 per maand ontdekt. Een aantal dat nu snel zal stijgen, want Europa wil haar mogelijkheden om door de ruimte scherpende objecten te ontdekken en begrijpen flink vergroten. Dat moet gebeuren met de Europese **Flyeye** telescoop op Sicilië (2020; met 16 camera's, voor een breed beeldveld; het ding lijkt wat op een vliegenooch) en de **Test-Bed Telescope** (een automatische 56 cm telescoop in Chili). Dat is van fundamenteel belang om het gevaar van NEA's te verminderen.

Simulatie

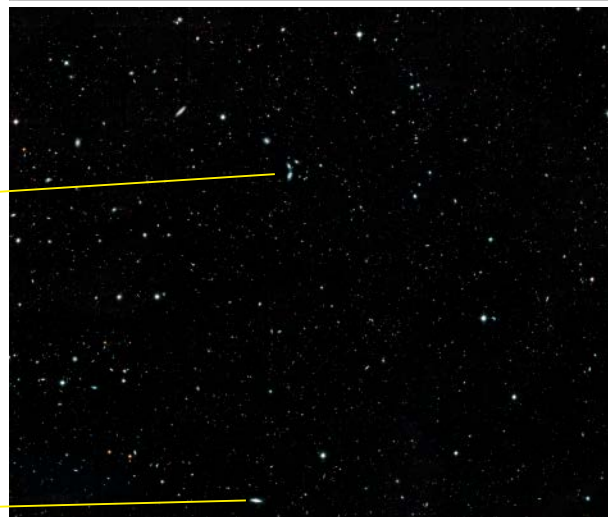
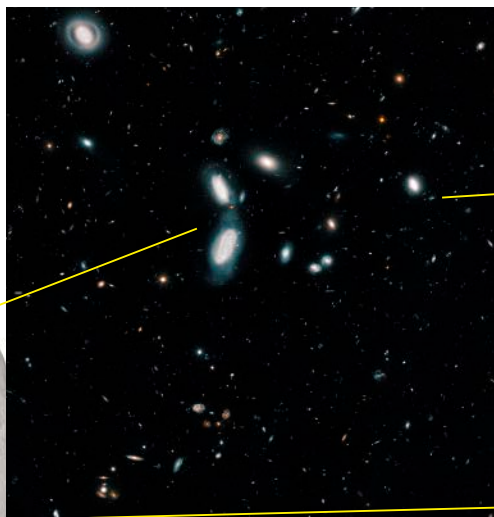
Van 29 april tot en met 3 mei hield de **International Academy of Astronautics (IAA)** voor de zesde maal de **Planetary Defense Conference**. Tijdens deze tweejaarlijkse conferentie komen experts uit de hele wereld bijeen om te discussiëren over de gevaren van planetoiden en kometen voor de aarde, en wat we ertegen kunnen doen.

Het ging gepaard met een langdurige simulatie: op 19 april werd 'bekendgemaakt' dat op 29 april een (fictieve, maar plausibele) inslag van een brokstuk van 60 meter groot zou plaatsvinden in Central Park in New York. Voor het eerst deed ESA regelmatig verslag van een dreigende 'inslag' via social media.

Het gevaar onderkennen en weten waar een object zal neerkomen is één ding, het voorkomen een heel ander. Maar je moet ergens beginnen. Wetenschappers en technici zijn druk bezig manieren te vinden om inslagen te voorkomen, maar men moet dan hoe dan ook eerst weten waar het gevaar vandaan komt!



Bly = billion light years: miljard lichtjaar



Kort nieuws

Actieve Maan

De Apollo astronauten plaatsten destijds seismometers op de Maanbodan, en tussen 1969 en 1977 werden daarmee vele trillingen gemeten. De meeste werden veroorzaakt door meteoriet-inslagen, getijdenkrachten en dergelijke. Maar er waren 28 ondiepe, verrassend krachtige bevingen met een onbekende oorzaak. Onderzoekers hebben nu een algoritme op de Apollo-data losgelaten, om de schattingen te verbeteren van locaties van de epicentra van de bevingen. Men heeft daardoor acht van die 28 bevingen kunnen verklaren: die lijken verband te houden met een netwerk van breuken. Het kenmerk van die breuken is dat ze uit steile klippen bestaan die tientallen meters boven het lagere landschap uitsteken. Die acht liggen binnen 30 km van een zo'n breuk.

De breuken zijn ontstaan omdat de maan geen platentektoniek heeft, zoals de aarde; de maan heeft maar één plaat, net als de meeste rotswerelden in het Zonnestelsel. Ze kan haar warmte alleen kwijt door langzaam af te koelen, en daarbij krimpt de maan. De maankorst wordt te ruim en krimpt mee. Het gevolg: 'rimpele', met breuklijnen en bevingen. Het ene deel van de breuk wordt opgestuwd (**horst**), over het andere deel heen (**slenk**); zie plaatje. Door de kraters te tellen (zie kader) en te schatten hoe lang het duurt voordat deze features zijn weggeërodeerd kon men bepalen dat de breuken nog geen 50 miljoen jaar oud zijn! Ook bleek dat 18 van de 28 ondiepe bevingen (zes van de acht) voorkwamen rond apogeum, als de maan het verst staat van de aarde. Wel bijzonder: als de zwaartekracht van de aarde het minst is, ondergaat de maan de grootste getijden 'stress'! Dat komt omdat de aardse aantrekkingskracht dan verdeeld wordt over een kleinere dwarsdoorsnede van de maan.

Maar het lijkt nu aangetoond: de maan is ruim 4 miljard jaar na haar ontstaan nog tektonisch actief! De actieve breuken kunnen vier of vijf

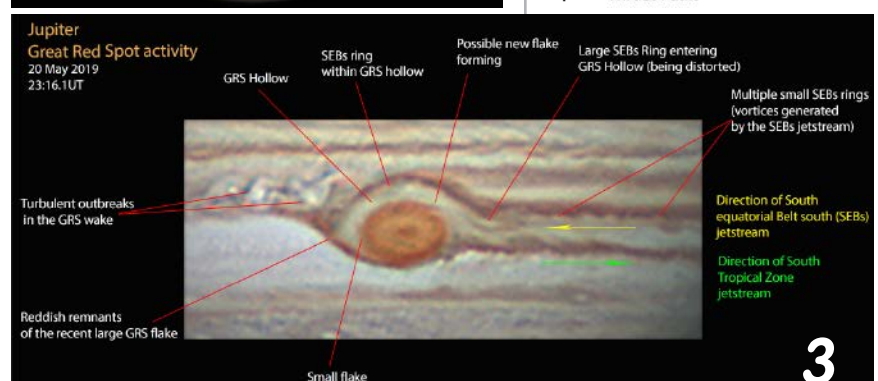
ondiepe bevingen per jaar veroorzaken. En dát is belangrijk om te weten voor toekomstige maanmissies. Je wilt immers niet in maanbevingsgebied landen.

De Grote Rode Vlek ontrafelt!

Er gebeurt iets op Jupiter. De Equatorial Zone (EZ), de gewoonlijk witte band van hogedruk, was al van kleur veranderd, tot geelbruin. En nu blijkt de Grote Rode Vlek (Great Red Spot: **GRS**) opeens alle aandacht op te eisen, door een ongewone wisselwerking met de South Equatorial Belt (SEB), die net onder de EZ zit. Die SEB lijkt materiaal uit de GRS te trekken, als 'pluimen'. Dat is niet nieuw, maar de mate waarin het gebeurt wel. Ongeveer eens per week scheidt een grote, ongeveer 10.000 km lange flard GRS-materiaal, een 'streamer', zich van de GRS om zich te vermengen met de wervelingen in de SEB. Een week later herhaalt dat proces zich. De streamers bevatten methaan, dat golflengten in nabij infrarood absorbeert, zodat features donkerder (in zichtbaar licht: bruin) worden.

Jupiter roteert, dus de GRS is niet altijd te zien. En het zicht is ook niet altijd goed op een bepaalde locatie. Daarom willen amateurastronomen samenwerken om Jupiter zo goed mogelijk in de gaten te houden. De situatie is nu erg gunstig: op 10 juni is de gasreus in oppositie en dan is hij vier maal zo helder als Venus, én het dichtst bij de aarde: op 'slechts' 640 miljoen km! Zelfs met kleine telescopen kun je de stormen, banden en manen zien.

De GRS was in 2004 nog 40.000 km breed: drie 'aardes' naast elkaar! Nu kan er nog juist één in. Men denkt dat wij nog meemaken dat hij verdwijnt.

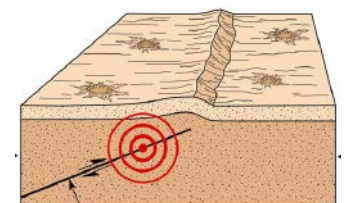


Landschappen dateren

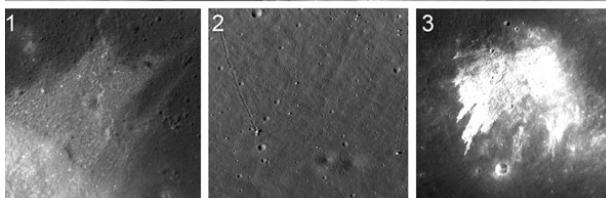
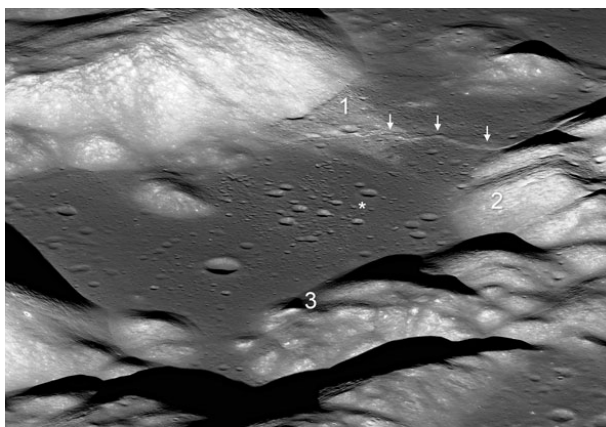
Het dateren van het landschap van de maan, Mercurius en andere rotswerelden gebeurt onder ander door kraters te tellen. De zwaarst bekraterde oppervlakken stammen nog uit het begin van het Zonnestelsel, de tijd van het Oerbombardement. De maanzeeën (dat zijn inslagbekkens) stammen ook uit die tijd, en ontstonden na reusachtige inslagen, toen magma uit het binnenste van de maan door breuken (ontstaan bij de inslag) naar buiten kwam. Daarna viel het aantal inslagen drastisch terug. Het aantal kraters in gebied zegt daardoor iets over de leeftijd ervan: hoe ouder het is, des te meer inslagen zijn er geweest.

Linksonder: Apollo 17 landde in Taurus-Littrow Valley (asterisk). Dwars door de vallei loopt de Lee-Lincoln breuk (pijlen). De maanbevingen zorgden voor enorme lawines (1 en 3) en grote rotsblokken die van de bergen afrolen lieten sporen achter (2). **Midden, boven:** Jupiter op 20 mei 2019, in infrarood gefotografeerd door © Clyde Foster, Zuid-Afrika.

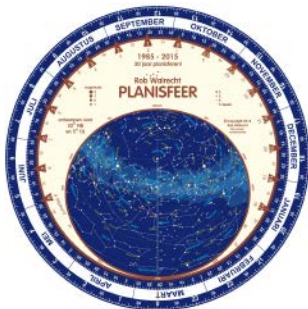
Rechtsonder: dit diagram van Clyde Foster toont de zones en gordels in Jupiter's atmosfeer, en de recente ontwikkelingen (GRS: Great Red Spot). **Hieronder:** omdat de maan afkoelt, krimpt ze, maar de korst is hard en krijgt breuken. De korstdelen schuiven daar over elkaar heen. Net als bij de subductie van tektonische platen op Aarde gaat dat niet gladjes. Op het 'schuurvlak' kunnen bevingen ontstaan als de boel losschiet.



opschuivende breuk



Jarig, dus een cadeautje!
Ik word deze maand 60. Tijd dus voor een cadeautje voor mijn trouwe lezers!
Tot en met 16 juni kun je de 70 cm **Superplanisfeer** bestellen voor slechts € 160,-! Dat is **90 euro korting!!**
Het gaat om 6 exemplaren (om die '6' erin te houden), dus wees er snel bij!
Dit product staat op de website nog voor € 249,-; stuur even een e-mail naar info@walrecht.nl als je interesse hebt!
) Exclusief verzendkosten!



Oceanen toch door kometen?
Waar komt het water uit onze oceanen vandaan? Ooit dacht men dat kometen, die groten-deels uit waterijs bestaan, de bron waren. Het Rosetta-onderzoek wees echter uit dat het water van die komeet anders is dan dat van de blauwe planeet. En nu zijn er weer aanwijzingen dat kometen tóch de oorsprong zijn van het water! Water bestaat uit twee atomen waterstof en een atoom zuurstof: H_2O . Maar waterstof is er in twee vormen: gewone waterstof (met in de kern een proton) en zware waterstof (deuterium, met een proton en een neutron). Oceaanwater heeft een specifieke verhouding $H_2O:D_2O$, en die (van het oppervlak!) van de Rosetta-komeet was anders. Onderzoekers vonden in de coma van de komeet 46P/Wirtanen (zie Nieuwsbrief 55) een verhouding zoals in ons zee-water. Het maakt dus uit wélk waterijs je onderzoekt!

Hieronder: 'Oumuamua heeft een vreemde vorm: een sigaar of een pannenkoek. We hebben er echter geen foto's van. Dit is een artist impression.



Tauriden

In juni 2019 komt de aarde dichtbij (9 miljoen km) het centrum van de Tauriden, een meteorenzwerm waar we in november 2032 precies doorheen bewegen. De laatste keer dat we zo dichtbij dat centrum waren was in 1975.

De Tauriden bestaan uit stof, gruis en kiezels, achtergelaten door de komeet 2P/Encke (die '2P' zegt dat het de 2e Periodieke komeet was waarvan de periodiciteit werd vastgesteld; de komeet van Halley is '1P'). We noemen die deeltjes en brokken **meteoroiden**, en als die met hoge snelheid met de dampkring botsen leveren ze de fraaie lichtsporen (**meteoren**) en zelfs heldere vuurbollen op (als iets op Aarde valt is het een **meteoriet**). In 2005 en 2015 was de 'sterrenregen' erg fraai. In 1975 werd de maan getroffen door meteoroiden, wat de Apollo seismometers veelvuldig deden uitslaan!

Dat deed onderzoekers vermoeden – of vrez – dat de Tauriden niet alleen uit klein grut bestaan, maar misschien ook uit grote objecten. Op 30 juni 1908 schoot een 100 m groot object in de atmosfeer, waar het op 5 tot 10 km hoogte boven het Toengoeska-dal explodeerde. Het was de grootste explosie van een meteoroid die de mens heeft meegemaakt, en het maaide 80 miljoen bomen om. Men heeft de planetoïde (vanaf 1 m diameter noem je het zo) terug kunnen traceren tot de Tauriden-zwerm. Dit 'event' is trouwens de reden waarom Asteroid Day op 30 juni is (zie pag. 2)! Waarom zouden er zulke grote brokken zitten in de zwerm? Die moet toch uit gruis en kiezelsteentjes bestaan? Een populaire hypothese is dat 10-20.000 jaar geleden een enorme, 100 km grote komeet in het binnenste zonnestelsel uiteen is gevallen en daarbij een mix van grote en kleine fragmenten heeft opgeleverd, waarvan Encke er een is.

Als de Tauriden inderdaad de bron zijn van Toengoeska-klasse 'impactors' moeten we dat natuurlijk weten. De korte afstand in juni biedt de beste mogelijkheden om met telescopen het aantal NEO's (zie pag. 2) die zich tussen het gruis van de zwerm verschuilen te bepalen, en de maximale afmetingen ervan, ruim vóór 2032.

Wat is 'Oumuamua?

Dit object, dat in 2018 langs de zon scheerde (zie de nummers 53 en 55), bewoog eerst miljarden jaren door de interstellaire ruimte, en kreeg een hyperbolische baan, terug de ruimte in. Het is nu ter hoogte van Saturnus.

Men weet nog steeds niet wat het is: men zag geen komeetactiviteit en het object versnelde meer dan de gravitatie van de zon verklaren kan. Tenzij het een dichtheid heeft van 0,0015 g/cm³, zo licht als lucht! Misschien is het een fragment van een komeet, bestaande uit waterstofijs (een nooit waargenomen, theoretische stof, zelfs voorgesteld als bestanddeel van donkere materie; waterstof bevriest bij 20 K: -253°C) of een poreuze berg ijsstof.

Hemel van juni 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 juni 2019

Nieuwe maan	3 juni, 12:02 u MEZT
Eerste kwartier	10 juni, 07:59 u MEZT
Volle maan	17 juni, 10:31 u MEZT
Laatste kwartier	25 juni, 11:46 u MEZT

Perigeum:	8 juni, 1 u MEZT, 368.504 km
Apogeum:	23 juni, 10 u MEZT, 404.548 km

	5 juni	30 juni
Zonsopkomst	5:22 MEZT	5:23 MEZT
Zonsondergang	21:54 MEZT	22:03 MEZT

Op 21 juni, 17:54 u, begint de **astronomische zomer**! Dan is het **solstitium**, of de **zonnewende**, als de zon boven de Kreeftskierkring komt en we de langste dag hebben (niet de film, die gaat over 6 juni).

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	Stier/Tweelingen/Kreeft	7:40 u
Venus	Ram/Stier	4:47 u
Mars	Stier/Tweelingen	7:36 u
Jupiter	Slangendrager	17:08 u
Saturnus	Boogschutter	19:10 u
Uranus	Ram	2:13 u
Neptunus	Waterman	23:19 u

De planeten

Mercurius bereikt de 24e (1 uur) zijn **grootste oostelijke elongatie** en is de hele maand na zonsondergang te zien (NWN). Van 5 tot 23 juni gaat hij ruim anderhalf uur na de zon onder. Op de 18e is hij in **conjunctie** met Mars. Op de 4e, 19:00 u, staat hij 4° ten zuiden van de maan, laag boven het NW.

Venus is 'morgenster' en komt ruim 45 min vóór de zon op, in het O-ONO.

Mars verdwijnt langzaam in de ochtendschemering en gaat eind juni kort na 23 u onder. Op 5 juni, 18 u, staat Mars 2° N van de maan (NNW). Rond de 18e in conjunctie met Mercurius.

Jupiter is op de 10e in **oppositie** met de zon, zodat de planeet de hele nacht zichtbaar is: hij staat relatief erg dichtbij en is dus erg helder. Alleen... omdat hij laag boven de horizon staat valt de zichtbaarheid tegen. De nacht van 16/17 juni staat hij 2° W van de maan. De vier **Galileïsche satellieten** (manen):

12 juni (vanaf Jupiter gerekend): Io, Ganymedes en Callisto op één lijn ten oosten van de planeet; 26-27 juni: Io, Ganymedes, Europa en Callisto, ten oosten.

Saturnus komt nu steeds vroeger op, eind juni al in de avondschemering. De 19e, 's nachts, in conjunctie met de maan. Kijk ook op nachten eromheen! In andere delen van de wereld wordt Saturnus bedekt!

Uranus verschijnt weer, in het oosten, aan de ochtendhemel. Gebruik een (verre)kijker.

Neptunus komt laat in de avond op en staat bij dageraad in het ZO. De 22e is hij **stationair**. Gebruik een telescoop.