

Leoniden in het spoor van komeet 55P/Tempel-Tuttle

E.P.Bus¹

1. Eerste Spoorstraat 16, NL-9718 PB Groningen

English summary

Radio observations at 72.11 MHz of the Leonids 1997 showed strong activity the fourth year in a row. Only one peak was monitored around 10h50m UT on November 17 at Solar longitude 235°.16. This is exactly at the same position as monitored for the first peak in 1996.

Activity around Solar longitude 235°.27, observed as a narrow peak of high activity in 1996, was not observed in 1997 because of the very unfavourable antenna-geometry after 12h UT. The 1995, 1996 and 1997 observations suggest a minimum around Solar longitude 235°.20. All solar longitudes refer tot equinox 2000.0.

Also the creation and disappearance of cometary dust trails is briefly discussed. The survival time of cometary dust trails is typically about 60 years because the solar radiation pressure and by frequent perturbing planetary encounters disperses the dust particles considerably. The dust trails of long-periodic comets disperse entirely before the next return. However, every periodic comet produces a new dust trail by the next renewal of the comet's activity near its perihelion [1].

For planning observations this year consider that the moment of maximum activity could be later than the predicted time on November 17, 19h 43m UT [4]. In 1833 the maximum activity was about 0.4 hours later, in 1866 about 1.6 hours later and in 1966 about 1.2 hours later than the predicted time of passage through the comet's orbital plane [1,13,15].

Leoniden 1997

Voor de vierde keer in successie zijn de Leoniden met de radiowaarneemmethode waargenomen en vertoonden ze opnieuw hoge activiteit in de periode 15 t/m 18 november. Op 15,16 en 18 november was de waarneempriode gelegen tussen 6h en 11h UT. Op 17 november lag de waarneempriode tussen 4h50m en 14h10m UT.

Reflecties, onmiskenbaar afkomstig van Leoniden, werden reeds op 15 november geregistreerd. De activiteit lag in deze periode op ongeveer >1 Leonide per uur.

In de morgenuren van de 16^e was de activiteit reeds duidelijk toegenomen. Hierbij werd over de gehele waarneempriode gemiddeld >3 Leoniden per uur geregistreerd.

Op de 17^e, de maximumdag, werden reeds vóór aanvang van de waarnemingen, al duidelijke langdurige reflecties gehoord. De activiteit bleef gedurende de gehele waarneempriode hoog, vooral het grote aantal langdurige reflecties van >7 seconden (128) en >20 seconden (68) was zeer opvallend. Men moet echter wel bedenken dat volgens de theorie [2] dit alleen Leoniden kunnen zijn met een visuele helderheid van ongeveer mag-

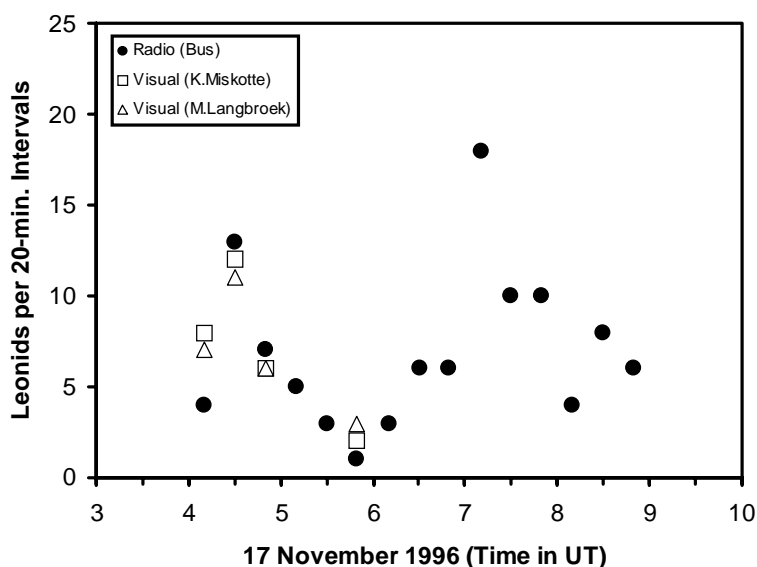


Figure 1. The similarity of the visual uncorrected counts of the Leonids (brighter than $m_{vis} + 2$) and the uncorrected counts of the Leonids by radio in 1996. The results are in close agreement with the theory [2].

nitude +2 en helderder. De Leoniden-waarnemingen van 1996 van Marco Langbroek en Koen Miskotte lijken deze theorie te bevestigen (figuur 1). Met de reductie van de waarnemingen werden dezelfde procedures gevolgd als in voorgaande jaren en hieruit

blijkt dat er dit jaar maar één piek is waargenomen, hoewel het eerst leek dat ertussen 8h en 9h hoge activiteit aanwezig was.

Dit laatste blijkt waarschijnlijk een waarnemingsartefact te zijn. Als de Leonidenradiant een zenitafstand

heeft van ongeveer 40° en deze radiant staat ten westen van de lijn tussen de zender en ontvanger, dan zijn de reflecties zeer langdurig. Bij nadere analyse blijken er maar 12 reflecties in dit uur verantwoordelijk te zijn voor maar liefst 42 minuten reflectietijd. Dit fenomeen is waarschijnlijk ook verantwoordelijk voor pieken gemeld door o.a. K. Suzuki [3] en L. Foschini *et al.* [4]. Na dit tijdstip wordt de gemiddelde reflectieduur korter door het steeds ongunstiger worden van de antennegeometrie.

Een werkelijk piek is waargenomen rond 10h50m UT bij een Zonslengte van $235^\circ.16$. Dit is precies dezelfde positie als waargenomen voor de eerste piek in 1996. Eventuele activiteit rond zonslengte $235^\circ.27$, waargenomen in 1996 als een smalle piek van hoge activiteit in Spanje, kon dit jaar niet worden bevestigd omdat de antennegeometrie na 12h UT zeer ongunstig stond en de radiant, voor het middelpunt van de lijn zender en ontvanger, rond 13h40m UT ondergaat.

De waarnemingen van 1995, 1996 en 1997 suggereren een minimum rond zonslengte $235^\circ.20$ (zie figuur 2).

Op 18 november was de Leonidenactiviteit hoger dan op de 16° . Gedurende deze gehele waarnemingsperiode was de gemiddelde activiteit >6 Leoniden per uur.

In het spoor van de komeet

Sinds de ontdekking van komeet 55P/Tempel-Tuttle in maart 1997 [5] zijn professionele waarnemingen van de komeetkern bekend [6].

Hieruit volgt dat de absolute helderheid in deze periode ongeveer magnitude $V_0 = 16,8$ is (zie noot). En dit was helderder dan verwacht. Uit V_0 kunnen we de grootte van een komeetkern berekenen. Als we de kern van komeet 1P/Halley als uitgangspunt nemen met een $V_0 = 14$, dan vinden we voor komeet Tempel-Tuttle een diameter van ongeveer drie kilometer. Met deze diameter valt de Leonidenkomeet in de categorie van middelgrote actieve periodieke kometen.

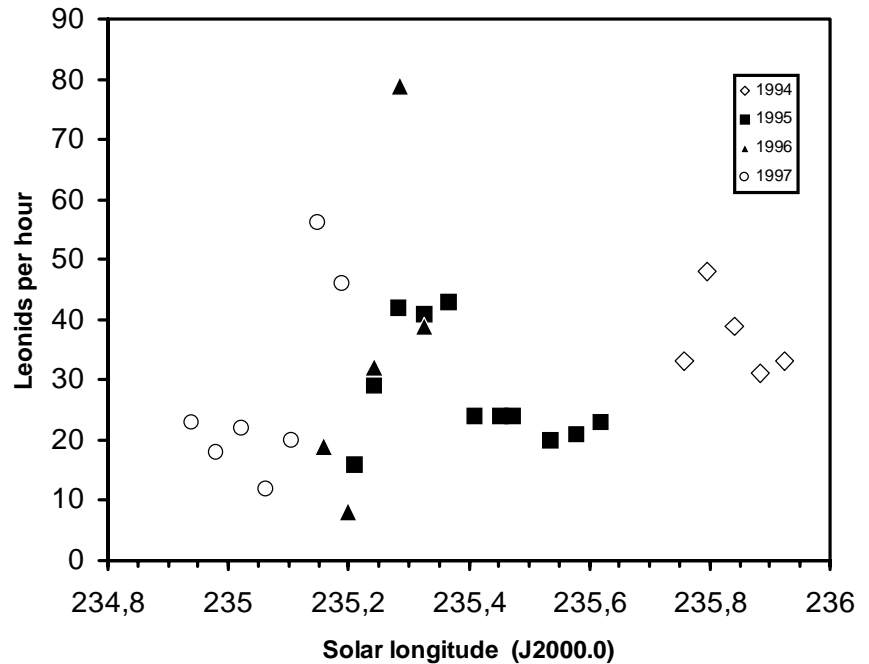


Figure 2. Corrected counts for 60-minute periods of the 1994 Leonids (open diamonds), the 1995 Leonids (filled squares), the 1996 Leonids (filled triangles) and the 1997 Leonids (open circles). All observations are corrected for dead-time, sporadics and observability function.

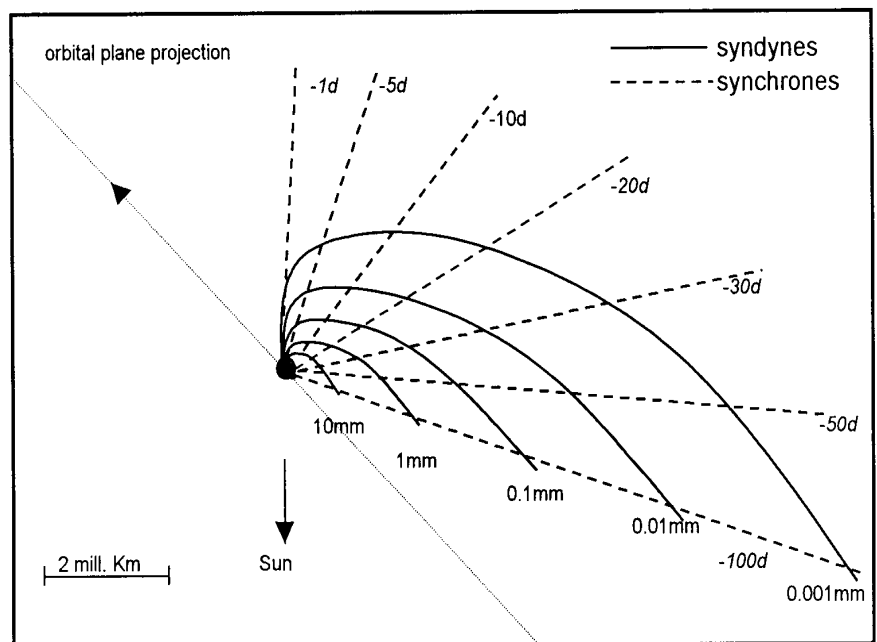


Figure 3. Schematic representation of a comet's dusttail projected perpendicular to the orbital plane. A curve called a synchrone (dashed curves), which is the position of a group of particles ejected at the same instant but have a broad range of sizes. A curve called syndyne (solid curves), which is an instantaneous curve on which one finds continuously emitted particles with the same size. The greater the particle size the closer it follows the comet's orbit.

Stof

Elke actieve komeet produceert naast gas ook stof. Hieronder zijn stofarme en stofrijke kometen. In de actieve fase van de komeet laat deze een prominent spoor van stof achter zich. In 1983 werden verscheidene van deze stofsporen bij kometen door IRAS ontdekt.

Als in de actieve fase van de komeet het stofspoor wordt gevormd, divergeren de stofdeeltjes vrijwel onmiddellijk uit hun oorspronkelijke banen waarbij dit proces voornamelijk wordt veroorzaakt door de stralingsdruk van de zon een in mindere mate door hun oorspronkelijk uitstroomsnelheid vanaf de komeetkern. De bijdragen van beide effecten is afhankelijk van de deeltjesgrootte, de samenstelling en vorm van het stofdeeltje. Hoe kleiner het stofdeeltje hoe meer deze in het begin wordt beïnvloed door de uitstroomsnelheid en later door de stralingsdruk.

Alle stofdeeltjes worden met het uitstromende gas vanaf de oppervlakte van de komeetkern meegevoerd. De kleinste stofdeeltjes komen het verst weg van de komeetkern voordat de stralingsdruk het overneemt, terwijl de grootste stofdeeltjes dicht in de buurt van de komeetkern blijven en vrijwel de komeetbaan blijven volgen [7,8] (Zie ook figuur 3).

De levensduur van deze stofsporen behorend bij kort-periodieke kometen bedraagt zo'n 60 jaren en voor kometen met veel langere omlooptijden is bij een volgende periheliumdoorgang vrijwel niets meer van dit stofspoor over [1].

Als een komeet door de zwaartekracht van een planeet in een andere baan wordt getrokken, hoofdzakelijk Jupiter, dan heeft dit meestal voor het stofspoor desastreuze gevolgen. Het stofspoor wordt losgekoppeld van de komeet en de individuele stofdeeltjes worden verder verspreid in het zonnestelsel. En aangezien kometen regelmatig in de buurt komen van planeten en het gebied groot is waarin de zwaartekracht van een planeet haar

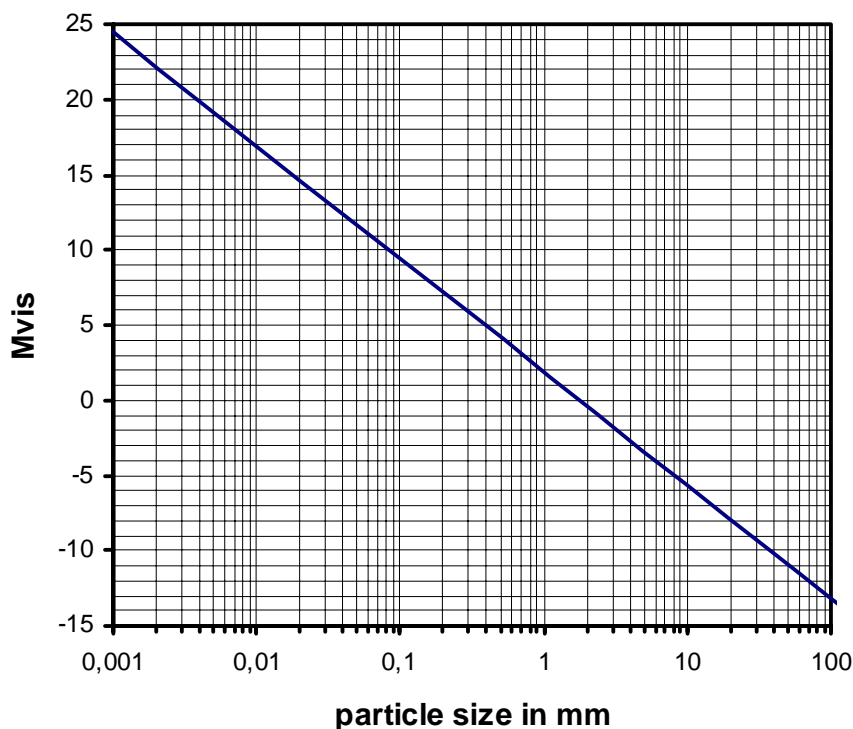


Figure 4. Approximate relationship between particle size in mm and the visual brightness of a meteor. The brightness of a meteor is dependent on the speed, mass and density of the particle.

invloed uitoefent, dan is in vrij korte tijd het gehele stofspoor verdwenen. Als de komeet bij een volgende passage weer activiteit vertoont ontstaat weer een nieuw stofspoor.

Zeer waarschijnlijk is tijdens de laatste omloop van de Leonidenkomeet weer een nieuw stofspoor ontstaan. Professionele waarnemers hebben bij Tempel-Tuttle in januari en februari 1998 aanwijzingen van stofuitstoot gevonden. [9,10,11]. Hierdoor is Leonidenactiviteit voor de komende omlopen wellicht weer verzekerd.

Doorkruist nu de aarde zo'n stofspoor dan zien we aan de nachthemel hiervan de gevolgen. De stofdeeltjes treden met een hoge snelheid tussen ongeveer 72 en 12 km/sec de dampkring binnen en komen op een hoogte van ca. 120-80km in botsing met de luchtdeeltjes in de dampkring. Door de ontstane wrijving wordt de bewegingsenergie van het intredende stofdeeltje omgezet in warmte en "ver-

damp". Het dampspoor die hierbij ontstaat wordt tot lichten gebracht. Het resultaat hiervan zien we als een kortdurend lichtspoor aan de sterrenhemel, een meteor.

De helderheid van zo'n meteor is afhankelijk van de snelheid, grootte, massa en de samenstelling van het stofdeeltje [12]. De relatie wordt in figuur 4 ruwweg weergegeven.

Tijdens haar omloop om de zon doorkruist de aarde op gezette tijden stofsporen en in deze periode zien we dan meer meteoren dan gemiddeld. Tijdens het maximum van de Boötiden (moederobject onbekend), Perseïden (komeet 109P/Swift-Tuttle) en de Geminiden (planetoïde 3200 Phaethon), kunnen we dan zo'n 100-150 meteoren per uur zien. Dit is 10 à 15 keer hoger dan voor een gemiddelde nacht. We spreken van een meteorenstorm, als de Aarde in een stofspoor terecht komt waarbij de dichtheid meer dan 100 keer groter is dan in een ge-

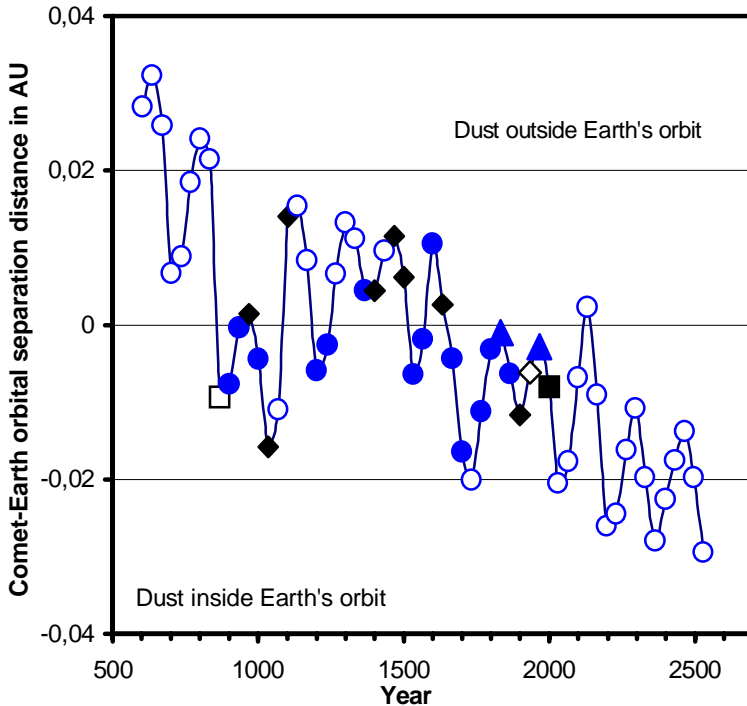


Figure 5. Minimum distances between the orbit of comet 55P/Tempel-Tuttle and the Earth. [14] The recorded activity of the Leonids is given only for the year of highest activity [15]. Dots represent Leonid storms and black diamonds are showers. The triangles represent exceptional storms (1833 and 1966). Open circles are years (until 1998) of not recorded (high) activity. However, this does not necessarily mean that (high) activity was absent. For instance, in 1932 (open diamond) it was around full moon and perhaps the weather was bad, or records are lost forever or are not discovered yet. The black square marks the 1998 position.

middelste nacht. In deze eeuw is dit fenomeen vier keer met zekerheid waargenomen. De Draconiden (komeet 21P/Giacobini-Zinner) in 1933 en 1946 en de Leoniden in 1965 en 1966 [1,13].

Hoe dicht de Aarde de komeetbaan nadert, des te meer meteoren kunnen we dan te zien krijgen. Vooral als de komeetbaan net iets binnen de aardbaan is gesitueerd. Omdat het stofspoor altijd naar buiten divergeert, kan de aarde de grootste hoeveelheid aan stofdeeltjes tegenkomen. De baan van komeet 55P/Tempel-Tuttle ligt in de huidige periode op zo'n 1,2 miljoen kilometer binnen de aardbaan (Zie ook figuur 5). Dit zorgt ervoor dat in Azië op 17 november 1998 weer een Leonidenregen kan gaan optreden.

Echter dienen we wel met het volgende rekening te houden. Het maximum

is 1833 zo'n half uur, in 1866 meer dan anderhalf uur en in 1966 meer dan één uur na de knooppassage opgetreden [1,13].

Op 17 november 1998 om 19h43m UT passeert de aarde het baanvlak van komeet Tempel-Tuttle bij zonslengte 235°.27 [14]. Wellicht kunnen West-Europese waarnemers in de vroege nachtelijke uren van 18 november van een mogelijke verlating profiteren.

Voor de waarnemers die de laatste verschijning van komeet Tempel-Tuttle niet hebben gezien, het volgende. Telkens als ze een Leonide waarnemen, zien ze een stukje komeet voorbij flitsen. Uiteraard kunnen ze ook actie gaan ondernemen voor de nacht van 29/30 november in het jaar 2397. Dan kan zowel de komeet als een object van magnitude +5 nabij δ Leo worden gezien met wellicht ook

nog een Leonidenregen. De maan is dan rond het eerste kwartier en zal rond het maximum van de Leoniden nabij de horizon staan.

Met dank aan Marco Langbroek en Koen Miskotte voor hun Leoniden-waarnemingen van 1996.

Noot: $V_o = V - 5 \log (r * \Delta)$. Hierbij is V de waargenomen helderheid en r en Δ is de afstand van de komeetkern tot de zon en de aarde in AE. De waargenomen V is gecorrigeerd voor de fasehoek.

Voor een niet actieve kern wordt juist geen H_{10} berekend. Als een niet actieve kern de zon nadert zal de H_{10} waarde steeds lager worden. De V_o waarde wordt juist toegepast voor een reflecterend hemellichaam.

Referenties

- [1] Kresák, L., *Astron. Astrophys.*, **279**, 646-660, 1993
- [2] McKinley, D.W.R., *Meteor Science and Engineering*, 1961
- [3] Suzuki, K., *IAU Circular No.* 6772, 1997
- [4] Foschini, L., *et al.*, *WGN*, 26:1 pp. 13-19, 1998
- [5] Hainaut, O.R., *et al.*, *IAU Circular No.* 6579, 1997
- [6] *Minor Planet Electronic Circulars*, 1997
- [7] Brandt, J.C., en R.D. Chapman, *Introduction to Comets*, 1981
- [8] Rob van de Weg, *Kometendag te Bussloo*, 18 oktober 1997
- [9] Fomenkova, M., *et al.*, *IAU Circular No.* 6821, 1998
- [10] Hayward, T.L., and M.S. Hanner, *IAU Circulaire No.* 6824, 1998
- [11] Lynch, D.K., and R.W. Russell, *IAU Circular No.* 6828, 1998
- [12] Peter Jenniskens, *Privé correspondentie*
- [13] Jenniskens, P., *Astron. Astrophys.* **295**, 206-235, 1995
- [14] Yeomans, D.K., K.K. Yau en P.R. Weissman, *Icarus* **124**, pp. 407-413, 1996
- [15] Yeomans, D.K., *Icarus* **47**, pp. 492-499, 1981