

PHEMU 2021 – havaintokampanja

Kampanjan nimi **PHEMU** tulee ranskan sanoista **Phénomène mutuel**.

Maasta katsottuna kuu peittää toisen kuun tai kuun varjo pimentää toisen kuun.

Tarkoituksena on havaita Jupiterin suurten kuiden keskinäisiä ilmiöitä.

PHEMU 2021 – havaintokampanja

- Jupiterin ekvaattorin kaltevuus ekliptikan suhteen on $3,1^\circ$.
- Kuiden ratatasot poikkeavat ekvaattorin tasosta vain vähän.
- Kuuden vuoden välein kuiden ratatasot kulkevat Auringon tai Maan kautta. Tämän vuoden jälkeen seuraavan kerran vuosina 2026 ja 2027.
- Havainnot auttavat parantamaan tietoja kuiden radoista.
- Peittymiset ja pimennykset ovat hitaita tapahtumia, jotka saattavat kestää yli kaksi tuntia.

PHEMU 2021 – IMCCE

- IMCCE, Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides on laatinut kampanjaa varten verkkosivun:
- <http://nsdb.imcce.fr/multisat/nsszph517he.htm>
- Havaintopaikan numero katsotaan luettelosta tai valitaan Maan keskipisteen numero 500. Havaintopaikkoja on kaikkiaan 2259 kpl.
- Suomesta luetteloon ovat päässeet mm. Turku (3 kpl), Helsinki, Nyrölä, Hankasalmi ja Taurus Hill Observatory.
- Kevolalle löytyy 39 tapahtumaa, joista havaittavia on seitsemän kappaletta.
- Sivuston käyttö on yksinkertaista.

PHEMU 2021 – IMCCE

- Planet Observatory N: 064 - Turku-Kevola Mutual events of satellites:
- Date h m s Type Dur(m) Impact m Δm limb(") dist(") Planet($^{\circ}$) Sun($^{\circ}$) Moon phase
- 2021 1 7 9 43 27 10 17 10 2E1 33.7 0.163 5.1 0.634 12.71 2.58 : 6.227 6.749 0.427
- 2021 8 1 22 0 49 0 5 35 3O2 124.8 0.997 4.0 0.000 149.17 : 13.587 -11.633 0.415
- 2021 8 8 20 13 42 21 18 44 3E2 65.0 0.635 4.0 0.205 84.22 7.68 : 7.523 -8.759 0.034
- 2021 8 9 3 37 8 4 44 41 3E2 67.5 0.343 4.0 0.465 174.12 6.66 : 1.049 6.862 0.050
- 2021 8 30 19 2 52 19 15 28 3E2 12.6 0.766 4.0 0.120 205.20 13.26 : 8.834 -9.963 0.470

Jupiterin kuiden keskinäisiä tapahtumia Kevolan observatoriossa tammikuussa ja elokuussa 2021. Imcce:n verkkosivu antoi taulukon tiedot. Tapahtumaan osallistuvat kuut ja tapahtuman tyyppi ovat sarakkeessa Type: 3E2 (3O2) kertoo, että Ganymedes pimentää (peittää) Europan.

PHEMU 2021 – OCCULT

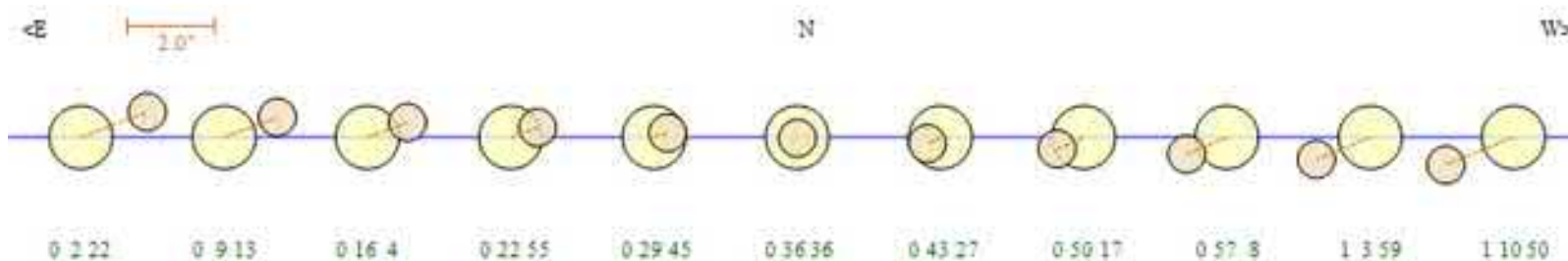
- Jupiterin kuiden keskinäisiä ilmiöitä laskee myös Occult-ohjelma.
- Lähtötietoina ovat aikaväli kuukauden tarkkuudella sekä rajoitetaanko etsintä annetulle paikalle.
- Saturnuksen kuiden välisiä tapahtumia näkyy runsaasti 2024–2026.
- Uranuksella on runsaasti tapahtumia vuosina 2048–2050.

Pimennys 28.4.1968

- Vuosikirja Der Sternenhimmel 1968 kertoi, että Europa peittää Ganymedeksen 28.4.1968 klo 1.37 Keski-Euroopan aikaa.
- Matti Suhonen havaitsi sitä silloisen Ursan Lahden paikallisosaston Pirttiharjun tähtitornin 150 mm:n kaukoputken 165-kertaisella suurennuksella.
- Havaintojen aikana klo 2.18–3.04 Europa ja Ganymedes sulautuivat yhdeksi pisteeksi, jonka kirkkaus laski peittymisen aikana jonkin verran.
- Myöhemmin kuut näkyivät taas erillään. Niiden järjestys oli kuitenkin vaihtunut.
- Pimennys päättyi luoteisella taivaalla neljän asteen korkeudessa.

Pimennys 28.4.1968

- Year M D h m s Event Type Ph Dur dMag %Ill Sep PA MinD
- 1968 4 28 0 36 36 (II) occ (III) A 2875 0.3 77.2 33.0 286 0.019 7
- Occult-ohjelma antoi tapahtuman ajankohdaksi klo 0.37 UT eli klo 2.37 Suomen aikaa. Tapahtuman kesto oli 48 minuuttia.



Europa peitti Ganymedeksen 28.4.1968 klo 2.37. Ganymedes pysyi koko ajan näkyvissä Europan takana. Kyseessä oli rengasmaisen peittyminen.

PHEMU 2021 – OCCULT

- Year M D h m s Event Type Ph Dur dMag %Ill Sep PA MinD Alt
- 2021 8 1 23 4 9* (III) occ (II) P 7691 0.1 92.6 161.5 246 1.107 17
- 2021 8 1 23 4 9* (III) occ (II) P 1769 0.1 92.6 161.5 246 1.107 17
- 2021 8 8 20 46 6 (III) ecl (II) P 3759 0.4 69.3 100.1 245 0.808 11
- 2021 8 30 19 9 9 (III) ecl (II) E 751 0.1 92.2 229.8 248 1.032 10

Jupiterin kuiden keskinäiset tapahtumat Helsingissä elokuussa 2021.

Ph: P on osittainen peittyminen tai pimennys, E on puolivarjopimennys.

Sep: pimentyvän tai peittyvän kuun etäisyys Jupiterin keskipisteestä.

PA: pimentyvän tai peittyvän kuun suunta Jupiterin keskipisteestä.

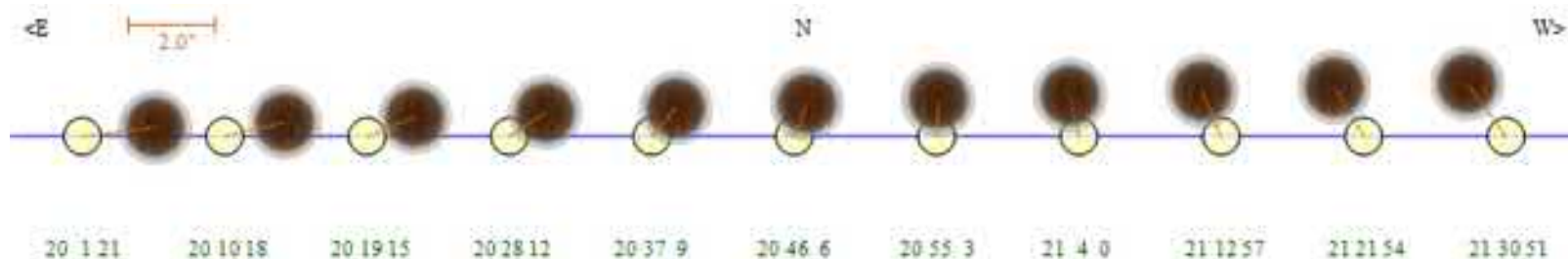
MinD: pimentyvän kuun ja pimentävän kuun varjon keskipisteiden väli kaarisekunteinä tai peittävän ja peittyvän kuun keskipisteiden väli.

Tähti (*) sekuntisarakkeen vieressä kertoo, että ennusteen laskelma ei suppene.

PHEMU 2021 – olosuhteet

- Jupiter on vuonna 2021 matalalla. Kuiden keskinäisiä ilmiöitä tapahtuu tammikuun alun ja marraskuun puolivälin välisenä aikana.
- Suurimman osan vuodesta Jupiter on hyvin lähellä horisonttia. Lisäksi valoisa kesätaivas estää tapahtumien näkymistä. Jupiter oli konjunktiossa 29.1.2021.
- Tapahtumia voidaan Suomessa havaita vain elokuussa: kaksi peittymistä ja kaksi pimennystä.

PHEMU21 – esimerkki



Ganymedes pimentää Europan 8.8.2021 klo 23.01 – 24.31. Musta ympyrä on Ganymedeksen varjo. Harmaa rengas on puolivarjo. Kellertävä ympyrä on Europa. Ganymedeksen varjo osuu vain pienelle osalle Europan pintaa. Punertavan janan pituus on kaksi kaarisekuntia.

Ganymedes peittää Europan kokonaan klo 21.05–21.57. Keskikohta on klo 21.31. Jupiterin korkeus tapahtuman aikana on $-5,2^\circ$ – $+1,1^\circ$. Tapahtuman keskikohtaan aikana korkeus on $-2,2^\circ$.

PHEMU21 – esimerkki

Ganymedes pimentää Europan 8.8.2021 SkyMap 2005 Lite -ohjelman näkemänä.



Kallisto – Io väli on 4,5',
Io – Ganymedes/Europa-väli on 2,2'.

Kuut Jupiterin vasemmalla puolella: Kallisto (kuvan ulkopuolella) ja Io. Kuut Jupiterin oikealla puolella: Ganymedes ja Europa.

PHEMU 2021 – havaintovälineet

- Jupiterin kuut ovat kirkkaita, mag 4,4 – 5,5.
- PHEMU15-kampanjan aikana havaintoja on tehty 7 cm:n läpimittaisella kaukoputkellakin.
- Yleisesti on käytetty 15, 20 ja 28 cm:n halkaisijoita.
- Polttovälit ovat olleet 66–225 cm. Lyhimmät polttovälit on saatu aikaan polttovälin lyhentäjällä.

PHEMU – havaintojen teko

- Kaukoputken näkökentässä tulee olla ainakin yksi kuu, joka ei osallistu tapahtumaan.
- 8.8.2021 Jupiteria ei saa pois kuva-alalta.
- Kuiden valon tulee jakautua usean pikselin alueelle.
- Taustataivasta voidaan tummentää punaisella suotimella.
- Jupiterin loistoa voidaan himmentää metaanisuoitimella.

PHEMU 2021 – havaintovälineet

- Analoginen videokamera Watec 910HX ja aikaleimalaite, esim. vuonna 2011 julkistettu IOTA-VTI-aikaleimalaite.
- Digitaalinen videokamera QHY174M-GPS. Kamera sisältää aikaleimatoiminnan.
- Koska kaukoputki seuraa kohdetta useita minutteja, jalustan tulee olla suunnattu tarkasti taivaan napaan.

WATEC WAT-910HX-RC-videokamera

- **Astroshop.eu:**
-
- Hinta 659 euroa
- Toimitusaika kuukausi
-
- Kameran paino 150 g
- Ohjainyksikön paino 210 g
-
- Pienin valaistus: 20 μ lx, F1,4
-
- Soveltuu asteroidien peittymisten havaitsemiseen.
-
- Tarvitsee aikaleimalaitteen.

Kamera ja ohjainyksikkö



QHYCCD-174M-GPS-kamera

- Kuva-ala 11,3×7 mm.
- Oheisohjelma EZCAT-QT.
- Suositeltava ohjelma on SharpCap.
- USB-kaapeli on metrin mittainen. Jatkokaapeli on tarpeen. Liittimet ovat hentoja.
- Hinta yli 1000 euroa.



PHEMU 2021 – ohjelmat

- Saatavilla on ainakin ohjelmat FireCapture, IOTA_VideoCapture, Limovie, OccuRec, SharpCap and VirtualDub.
- Ohjelmat tukevat useita analogisia ja digitaalisia kameroita ja tallettavat tiedot useissa kuvamuodoissa.
- Osa ohjelmista muodostaa hyvin suuria tiedostoja.

PHEMU21 – lähteitä

- JOA2018_2.pdf, osoitteesta iota-es.de/joafree.html
- Christoph Bittner: QHYCCD-174M-GPS CMOS Camera for Occultation Work
- Analogiset kamerat tarvitsevat aikaleimalaitteet. QHYCCD-174M-GPS on uusi kamera, jossa on sisäinen GPS-vastaanotin. Kamera lisää jokaiseen kuvaan tarkan aikaleiman.

PHEMU21 – lähteitä

- JOA2020_2.pdf, osoitteesta iota-es.de/joafree.html
Oliver Klös: IOTA/ES-Workshop QHY174M-GPS
- JOA2020_4.pdf, osoitteesta iota-es.de/joafree.html
Jean-Eudes Arlot and Nikolai Emelyanov: The Campaign of Observation of the Mutual Occultations and Eclipses of the Galilean Satellites of Jupiter in 2021
- JOA2021_1.pdf, osoitteesta iota-es.de/joafree.html
- Alex Pratt and Nikolai Wünsche: Participating in PHEMU21