

Lagrange égi porszívója és Kordylewski poláros porholdja



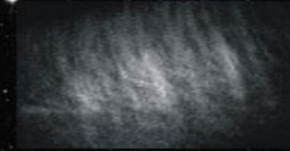
Sun

Horváth Gábor

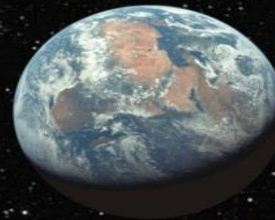
Környezetoptika Laboratórium, Biológiai Fizika Tanszék, ELTE



Moon



Kordylewski
dust cloud



Earth

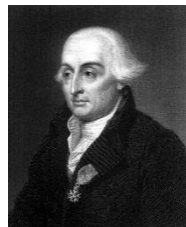
Síkbeli cirkuláris háromtest-probléma: (Euler-)Lagrange-pontok

Leonhard Euler (1767):

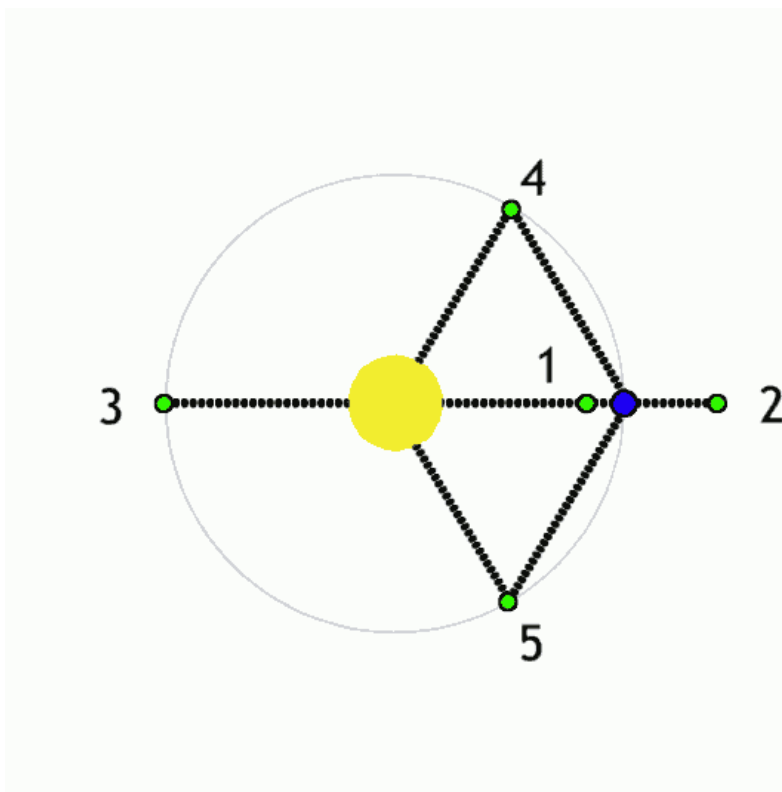
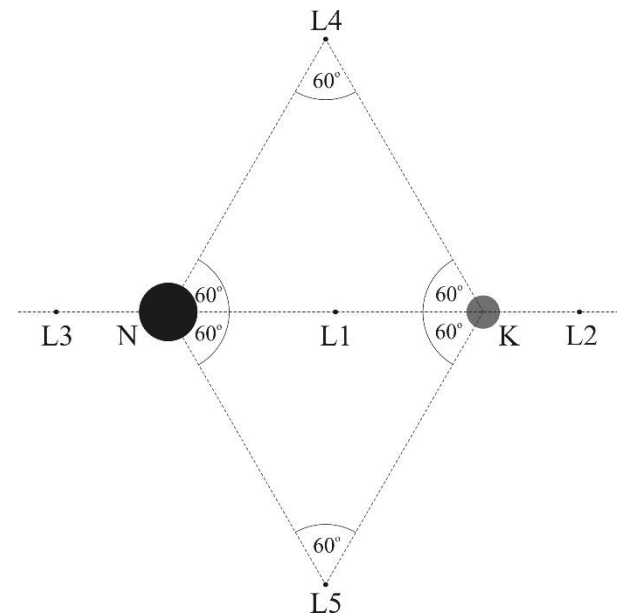


(E1)L1, (E2)L2, (E3)L3 pontok
instabilak

Joseph-Louis Lagrange (1772):



L4, L5 pontok
(in)stabilak



Ha $Q = m_{\text{kisebb}} / (m_{\text{kisebb}} + m_{\text{nagyobb}}) < Q^* = 0.03852$,
akkor L4 és L5 stabilak.

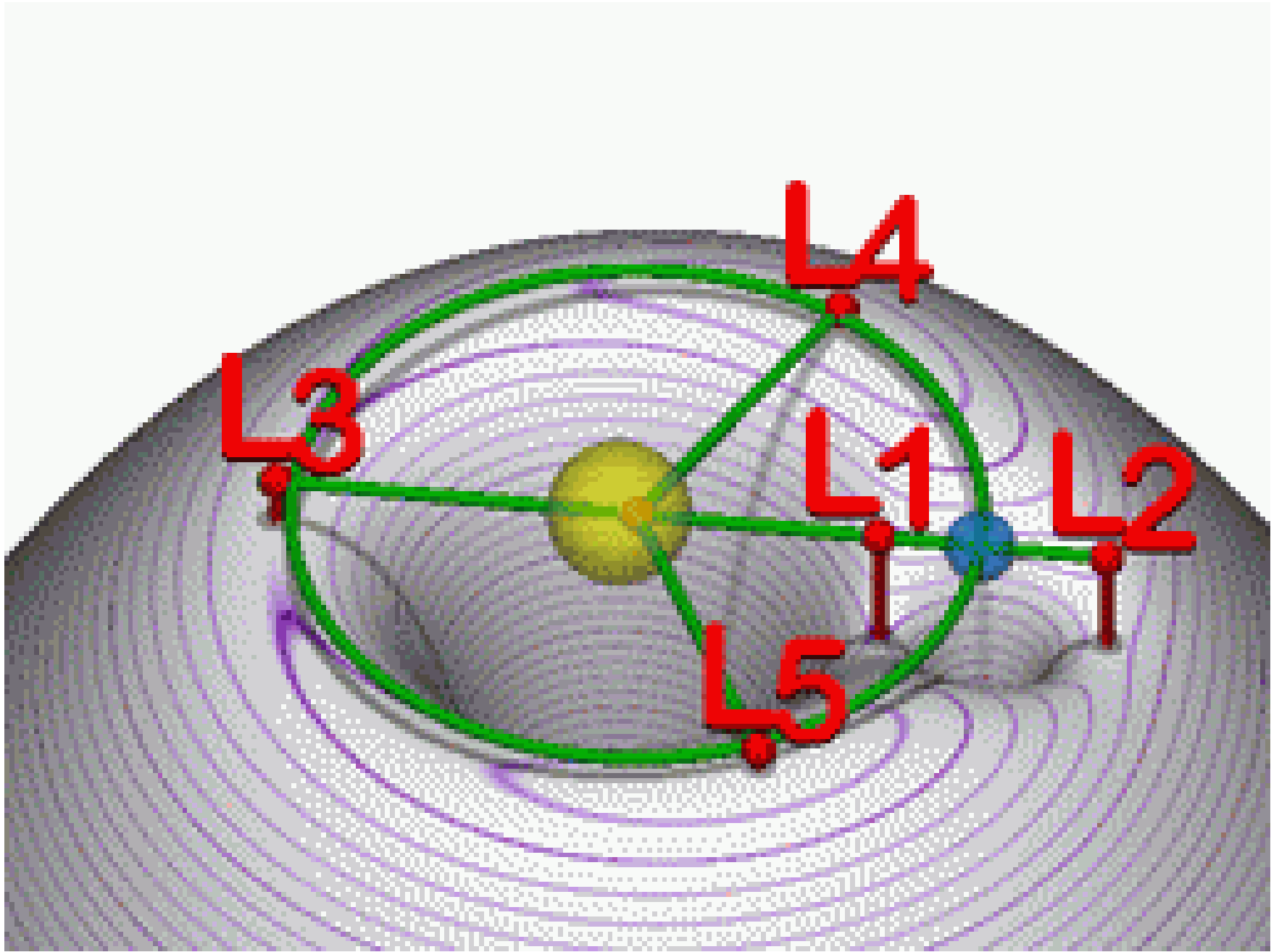
Ha $Q \geq Q^*$, akkor L4 és L5 instabilak.

Mivel

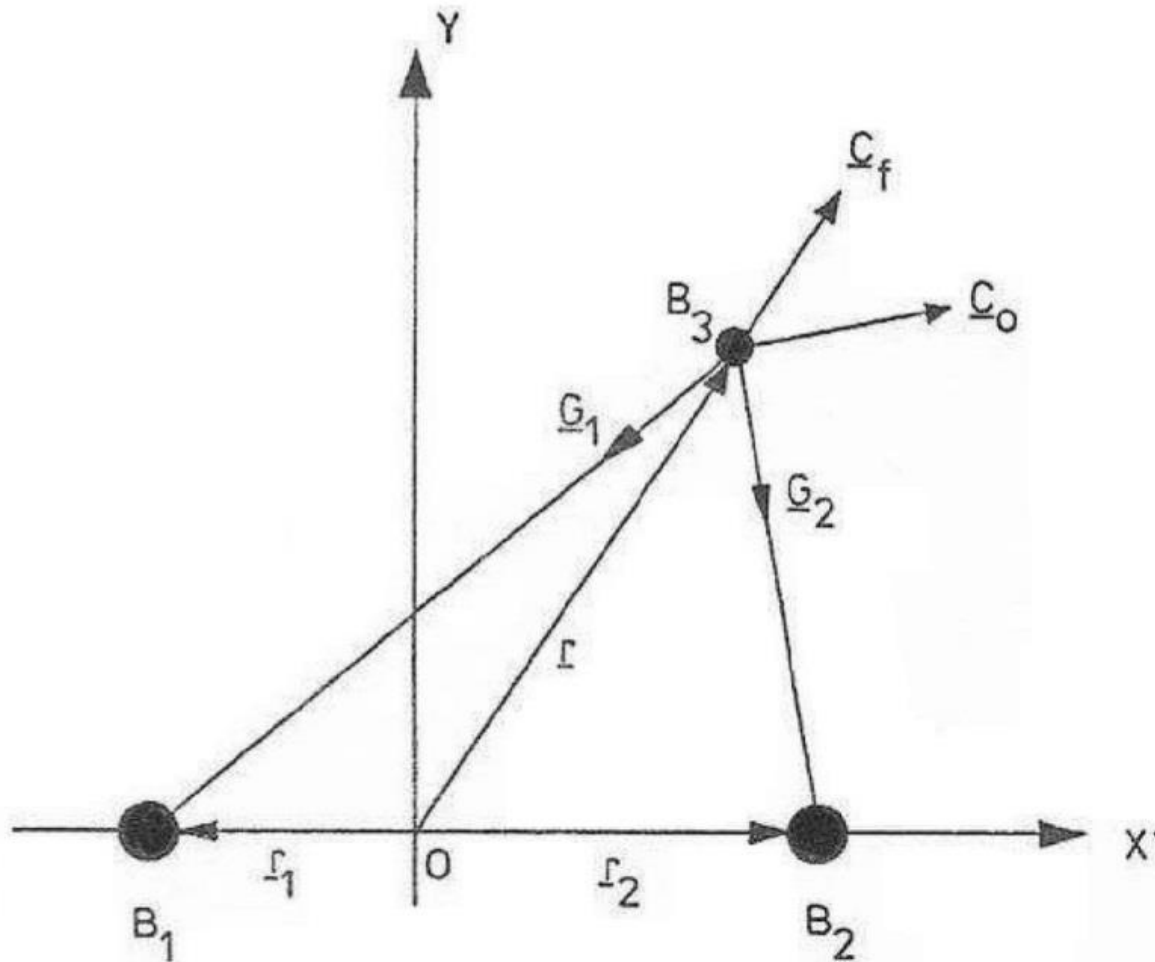
$$Q = m_{\text{Hold}} / (m_{\text{Hold}} + m_{\text{Föld}}) = 0.0123 < Q^* = 0.03852,$$

ezért L4 és L5 stabilak.

Lagrange-pontok ekvipotenciális felületei



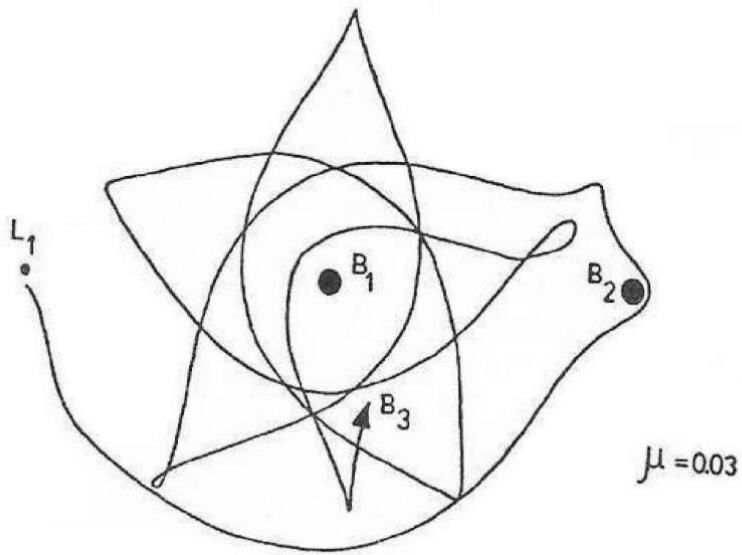
Síkbeli cirkuláris háromtest-probléma: Lagrange-pontok



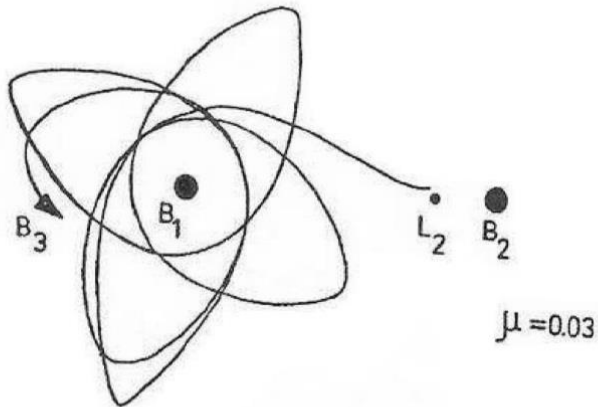
4. ábra Az m_1, m_2 tömegű, O körüli körpályákon keringő B_1, B_2 égitestekkel együttforgó 2 dimenziós koordináta-rendszerben vizsgált elhanyagolhatóan kis m ($\ll m_1, m_2$) tömegű B_3 por-szemre ható erők és az egyes tömegpontok helyvektora.

Instabil L_1 , L_2 és L_3 Lagrange-pontok

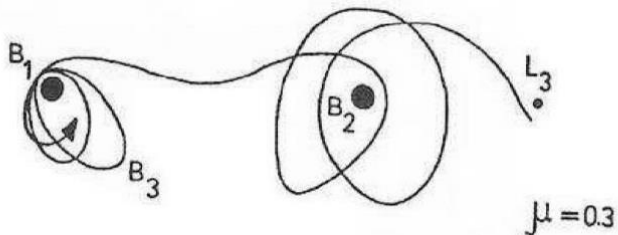
Instabil L_1 Lagrange-pont



Instabil L_2 Lagrange-pont

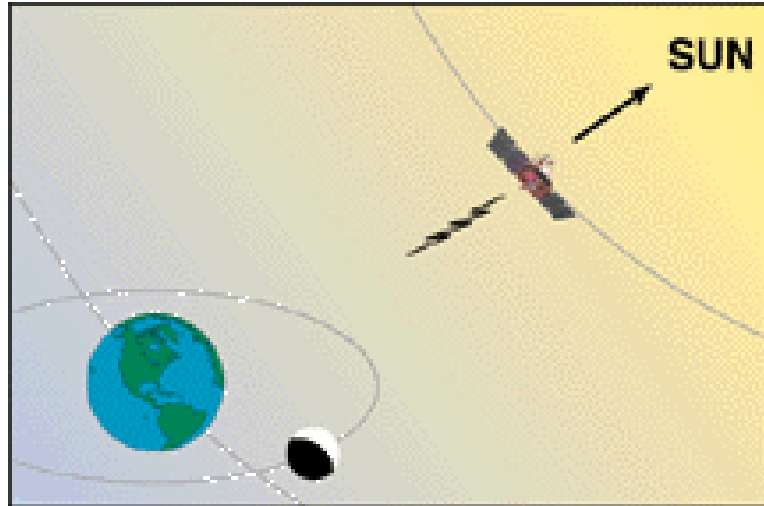


Instabil L_3 Lagrange-pont

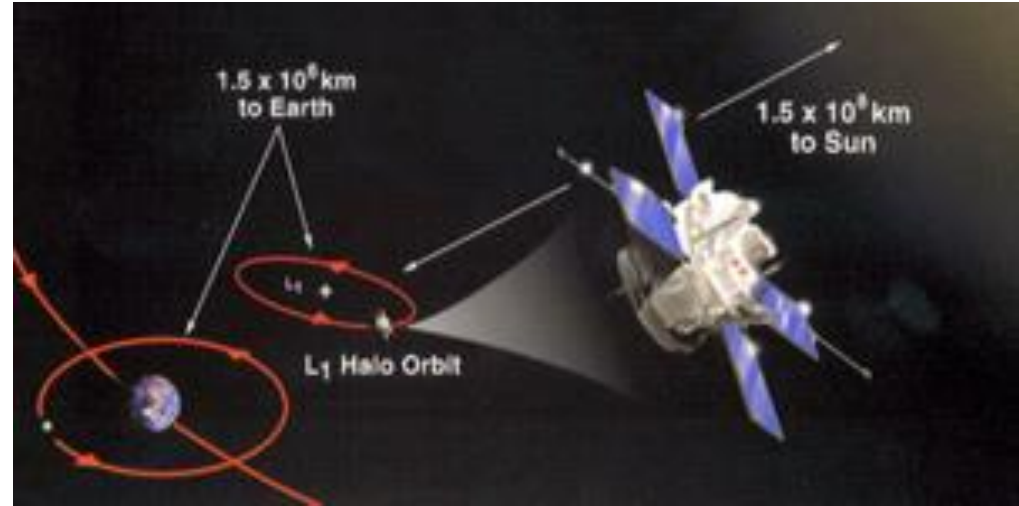


5. ábra Az instabil L_1 , L_2 és L_3 Lagrange-pontok közeléből zérus kezdősebességgel indított egy-egy porrészecske pályájának kezdeti szakaszai.

A Nap-Föld **instabil** L_1 Lagrange-pontjabeli űrszondák

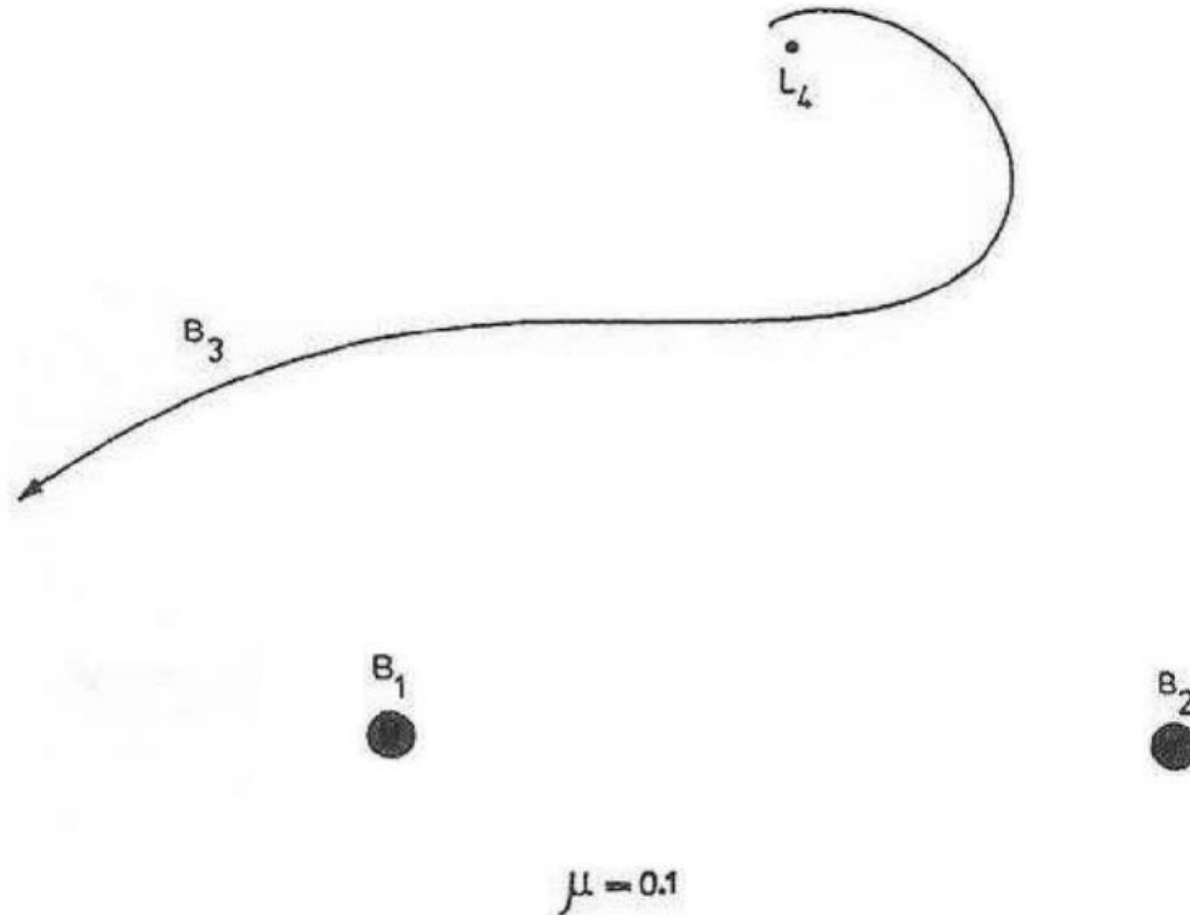


SOHO (Solar and Heliospheric Observatory, 1995) napszonda:
Nap, aszteroidák, űridőjárás



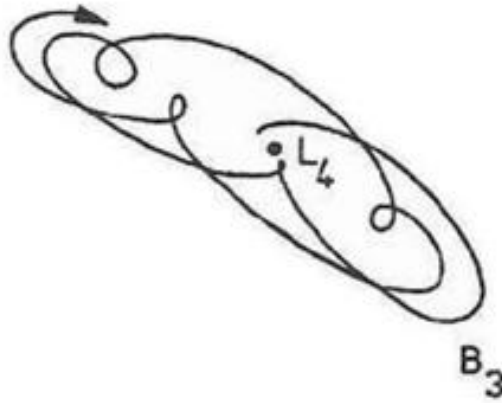
ACE (Advanced Composition Explorer, 1997) űrszonda

Instabil L_4 Lagrange-pont



7. ábra A $\mu > \mu_0$ választással instabillá tett L_4 Lagrange-féle librációs pont közeléből, a 6. ábra kezdő- és peremfeltételeivel megegyezően induló porrészecske pályájának kezdeti szakasza.

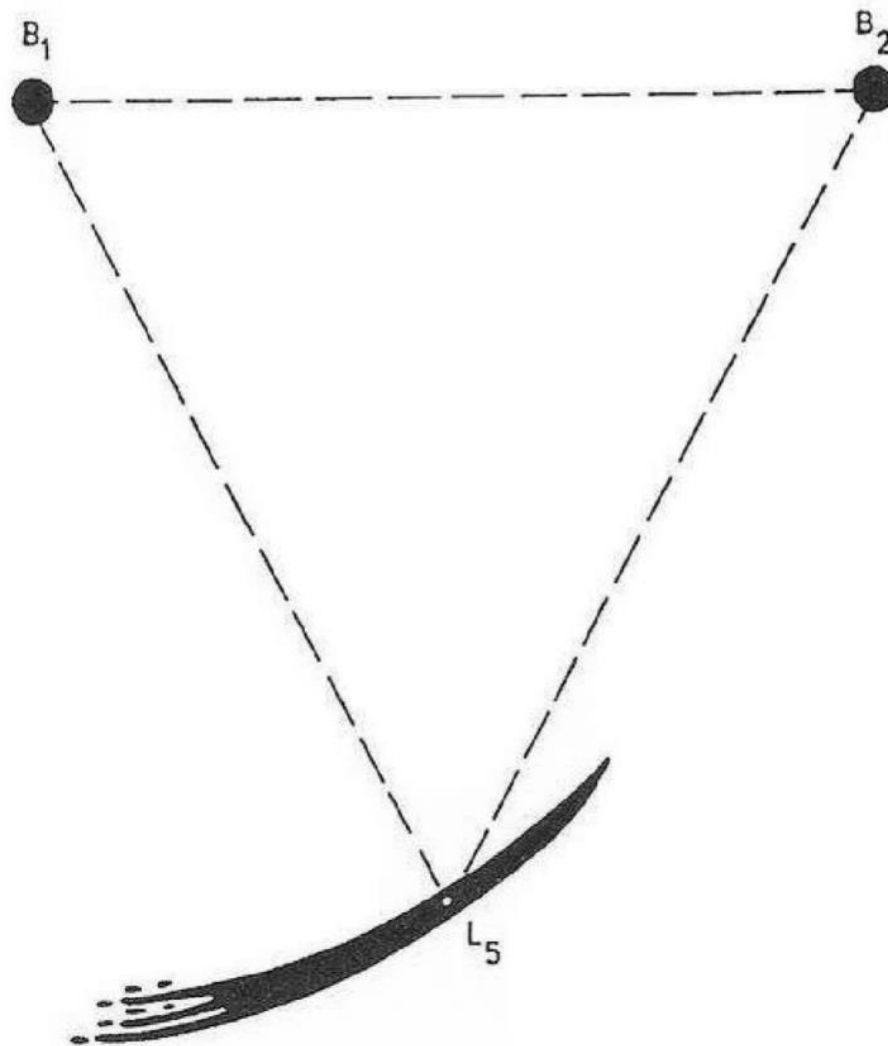
Stabil L_4 Lagrange-pont



$$\mu = 0.01$$

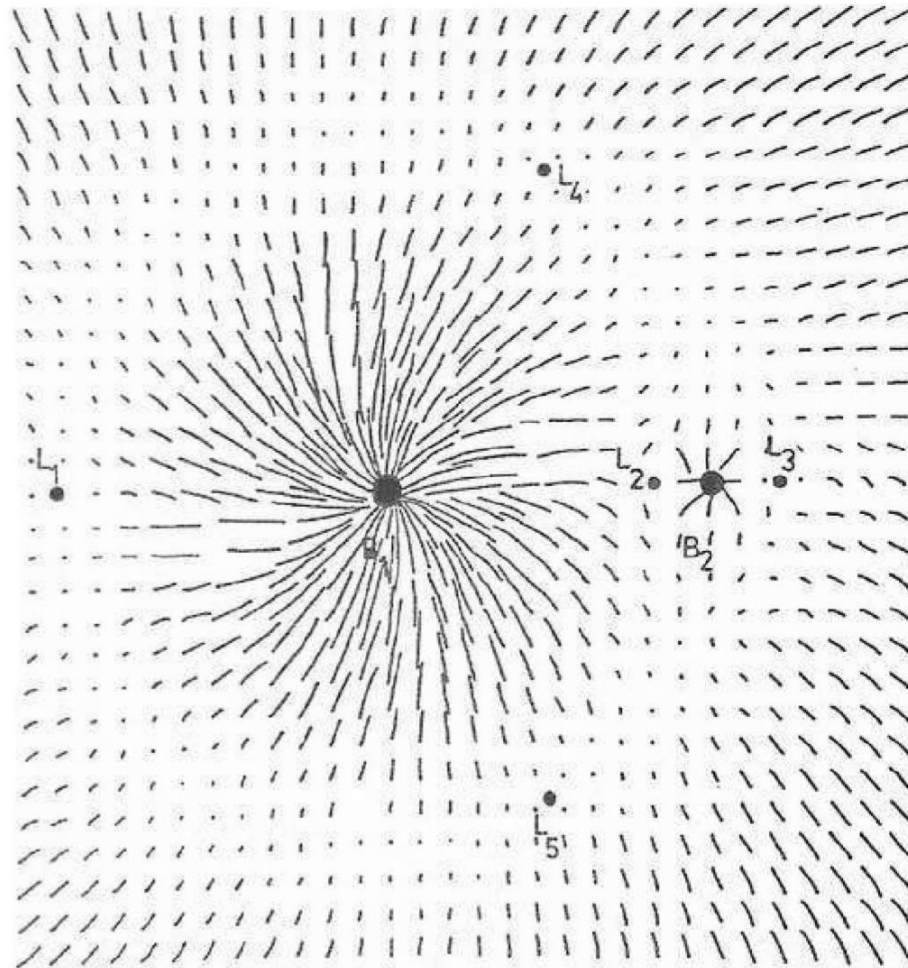
6. ábra A $\mu < \mu_0$ választással stabilá tett L_4 Lagrange-féle librációs pont közeléből nulla kezdősebességgel induló por-részecske hurkokból álló librációs pályájának kezdeti szakasza.

Stabil L_5 Lagrange-pont



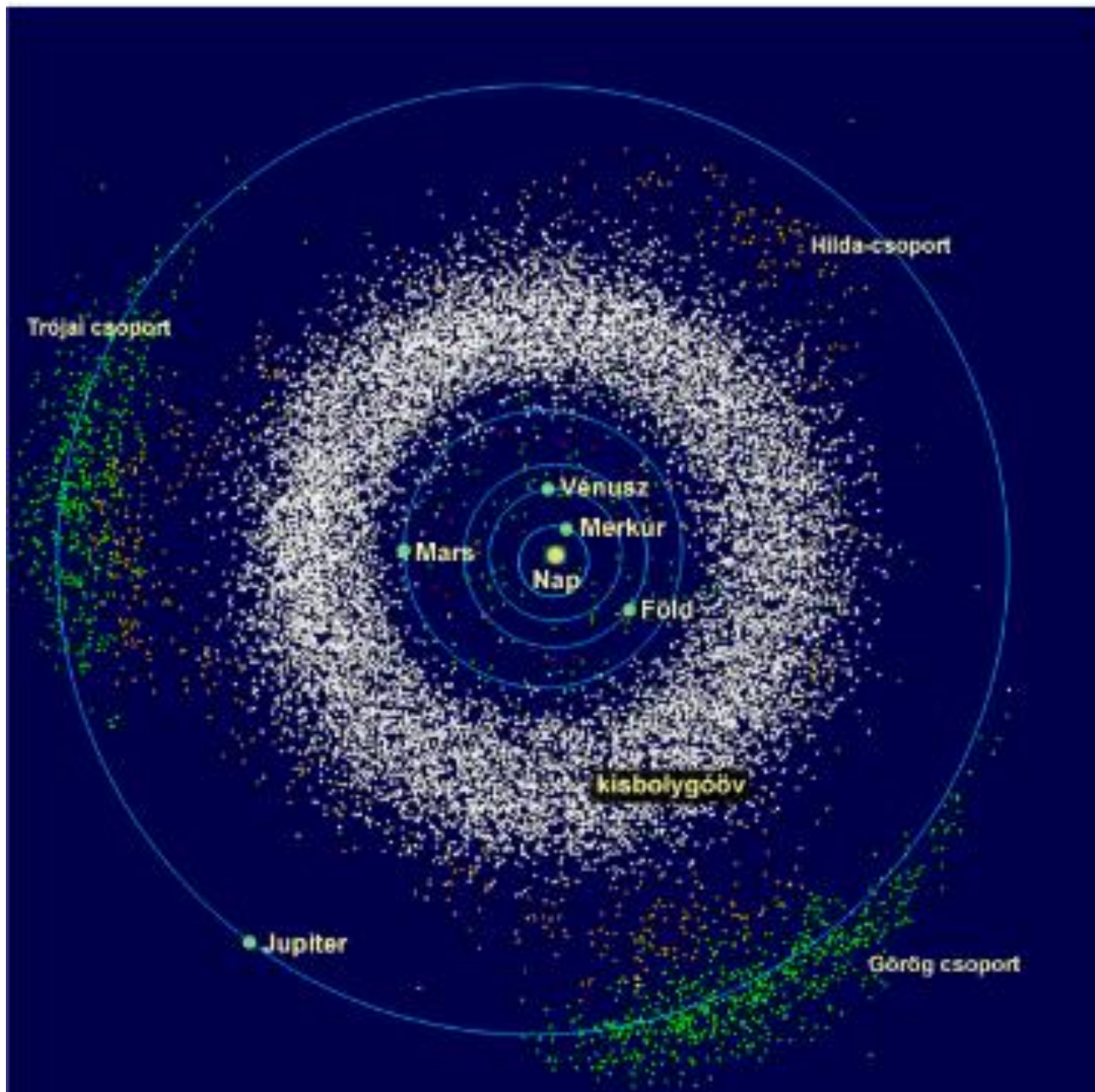
2. ábra A stabil ($\mu < \mu_0$) L_5 Lagrange-féle librációs pont körüli elnyúlt, kúrt alakú tartomány a CKHP és az EKHP esetén, sematikusán ([6,7] alapján), ahonnan zérus kezdősebességgel indítva B_3 -t, az librációs mozgást végez L_5 körül. Az ábra méretarányos.

Porfelhő + stabil L_4 és L_5 Lagrange-pontok



8. ábra 900 porszeméből álló, kezdetben együttforgó porfelhő, amelyben a részecskék négyzetes rácsban helyezkednek el, mint a Kordylewski-féle porholdak kialakulása számítógépes modellezésének egyik lehetséges kezdőállapota. Az ábra ezen porfelhő evolúciójának kezdeti szakaszát mutatja a porszemek pályájának feltüntetésével. Jól látható a kis elmozdulású porszemek alkotta semleges, gyűrű alakú zóna.

A Naprendszer **stabil L_4 és L_5** Lagrange-pontja körüli aszteroidok



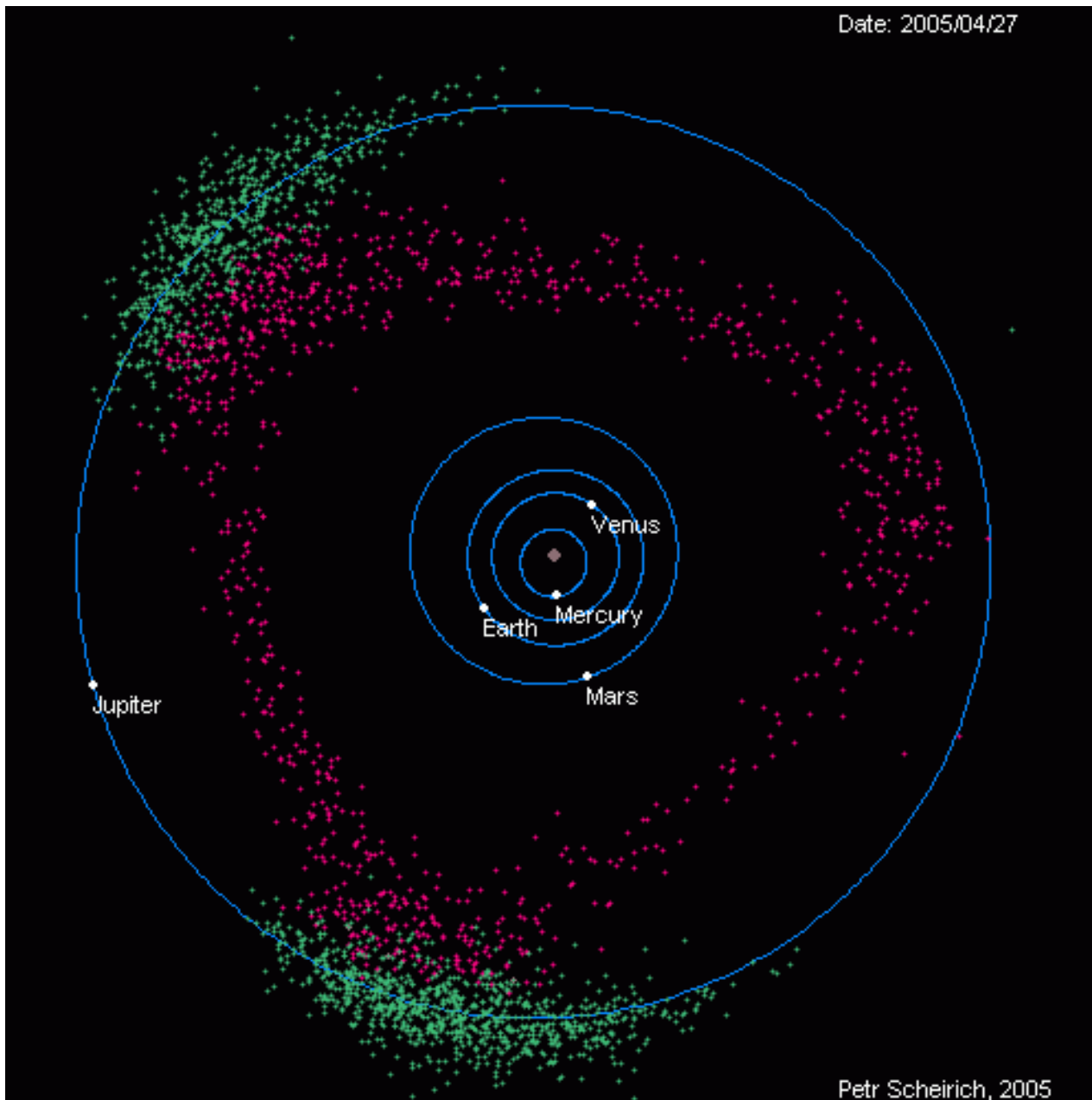
Jupiter - Nap
(L_4, L_5 : sok ezer aszteroid)

Mars - Nap
(L_4 : 1 aszteroid,
 L_5 : 3 aszteroid)

Neptunusz - Nap
(L_4 : 6 aszteroid,
 L_5 : 1 aszteroid)

Föld - Hold
(L_5 : 1 porfelhő ?)

A Nap és Jupiter stabil L_4 és L_5 pontjai inercia rendszerben

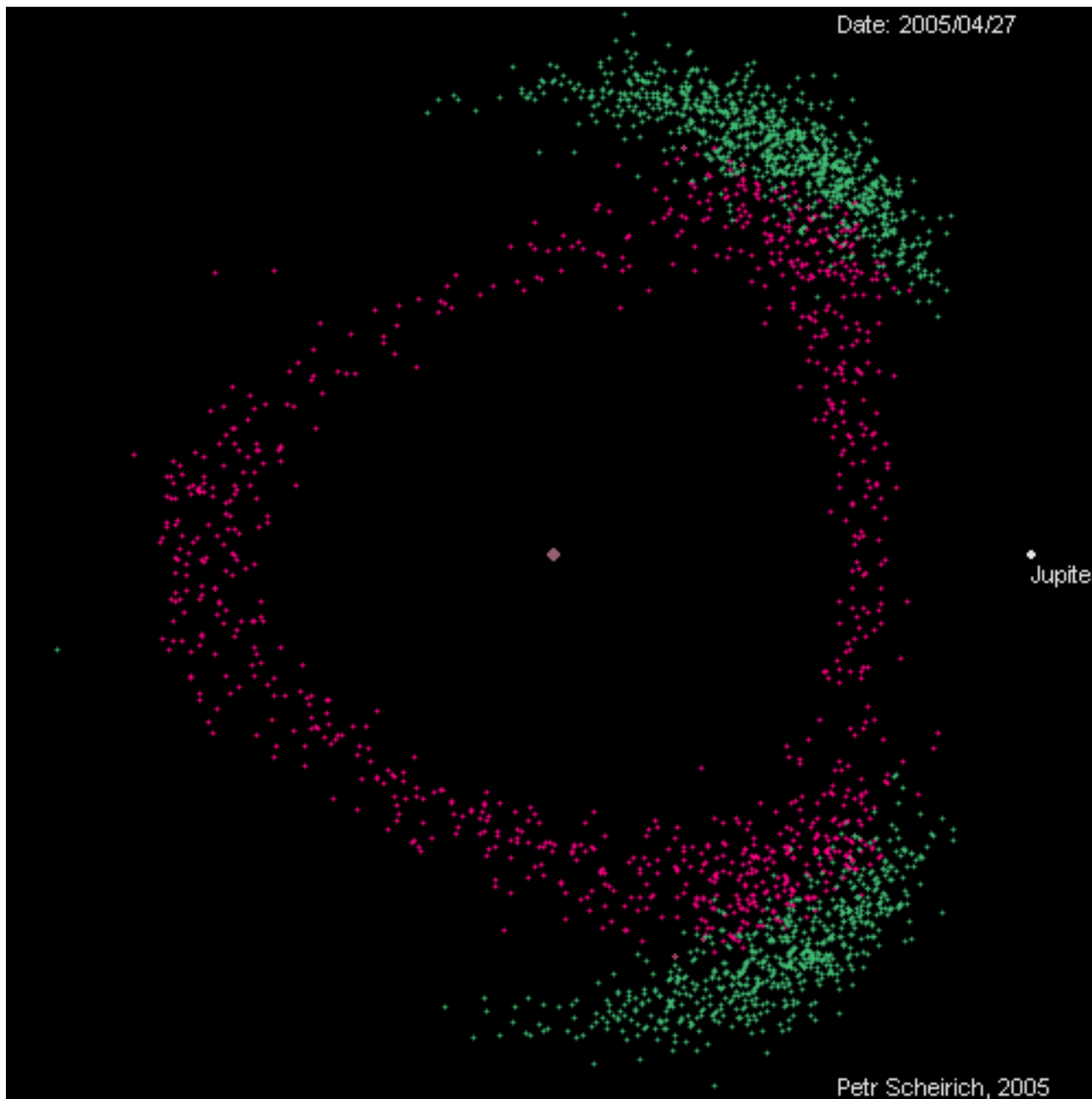


A Jupiter L_4 és L_5 pontja

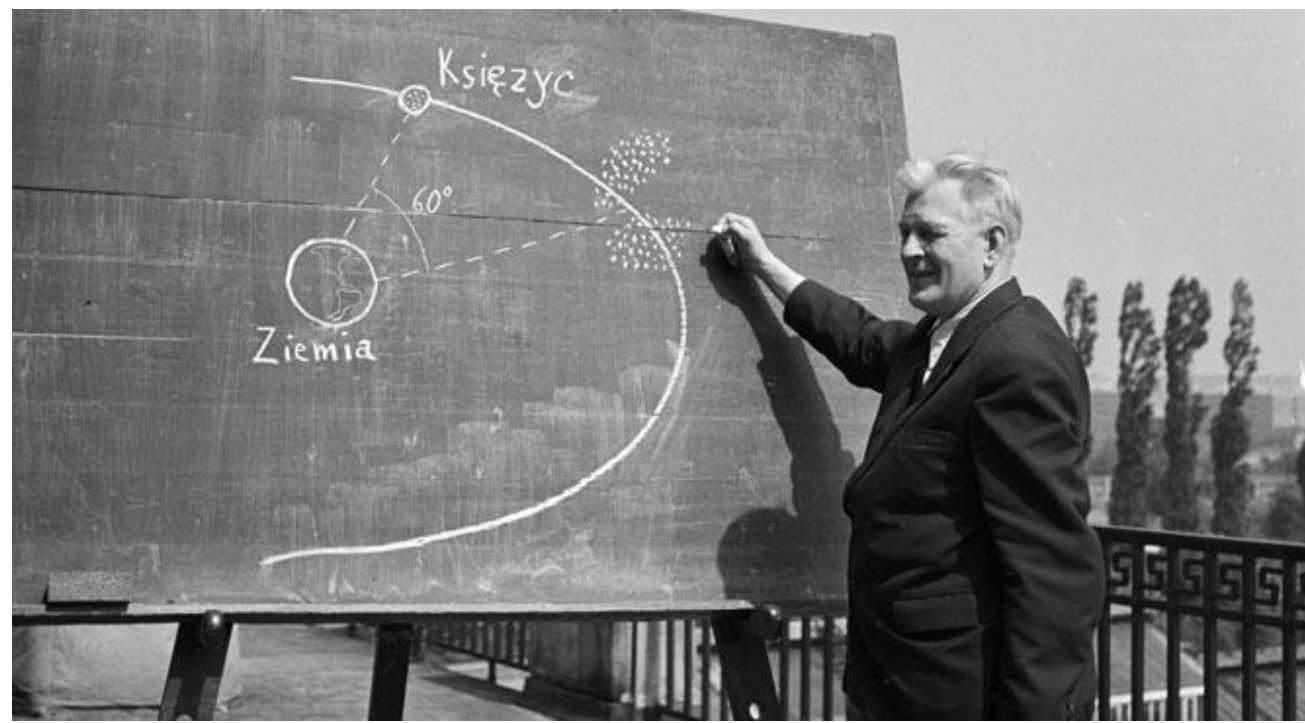
Sloan digitális
égboltfelmérés (SDSS)

„görögök”
és „trójaiak”

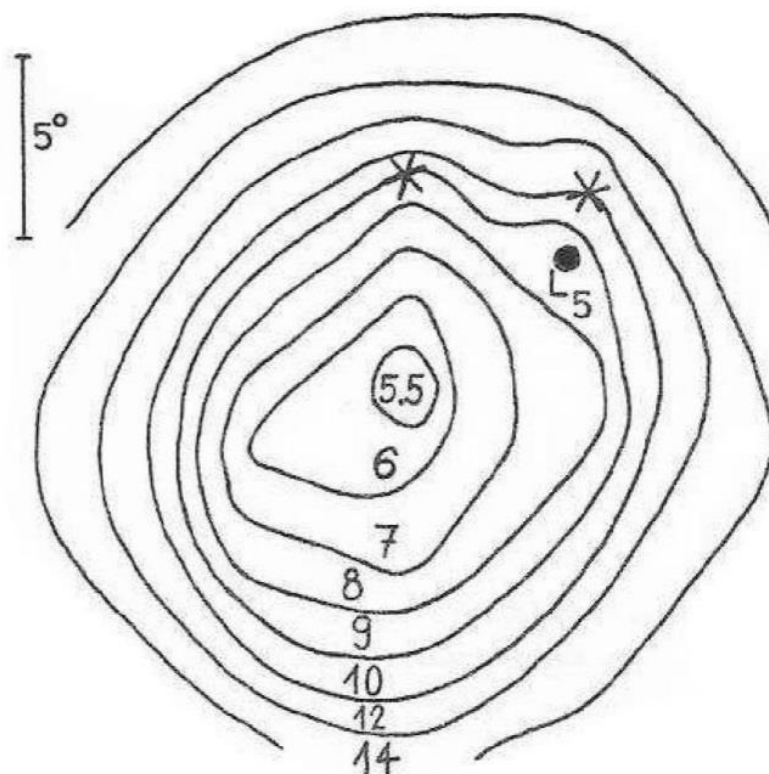
A Nap és Jupiter **stabil L_4 és L_5** pontjai együttforgó rendszerben



Kazimierz Kordylewski
lengyel csillagász
(1903 - 1981)



A Kordylewski-féle porhold fotometriai (fényképészeti) megfigyelése: 1961



* PORHOLD

3. ábra Az állandó fényintenzitáshoz tartozó görbék serege ([8] alapján) a Föld-Hold rendszerben. Az egyes görbékhez tartozó számok a fényintenzitást mutatják magnitúdóban. Az L_5 librációs pont az ún. ellenfény közelében van, s ez az ellenfény okozza a központi kifényesedést. Jól látható az L_5 stabil librációs pont körüli két kidudorodás a görbeseregben, ami a környezetnél nagyobb fényintenzitás miatt a bolygóközi por helyi sűrűsödésére utal. Elsőnek Kordylewski azonosította ezt a két sűrűsödési gócot a Föld porholdjaiként.

A Kordylewski-porhold észlelésére tett korábbi kísérletek

NASA (1966): repülőgépről szabadszemes kísérlet, volt porhold

Roosen (1966, 1968): nem talált porholdat

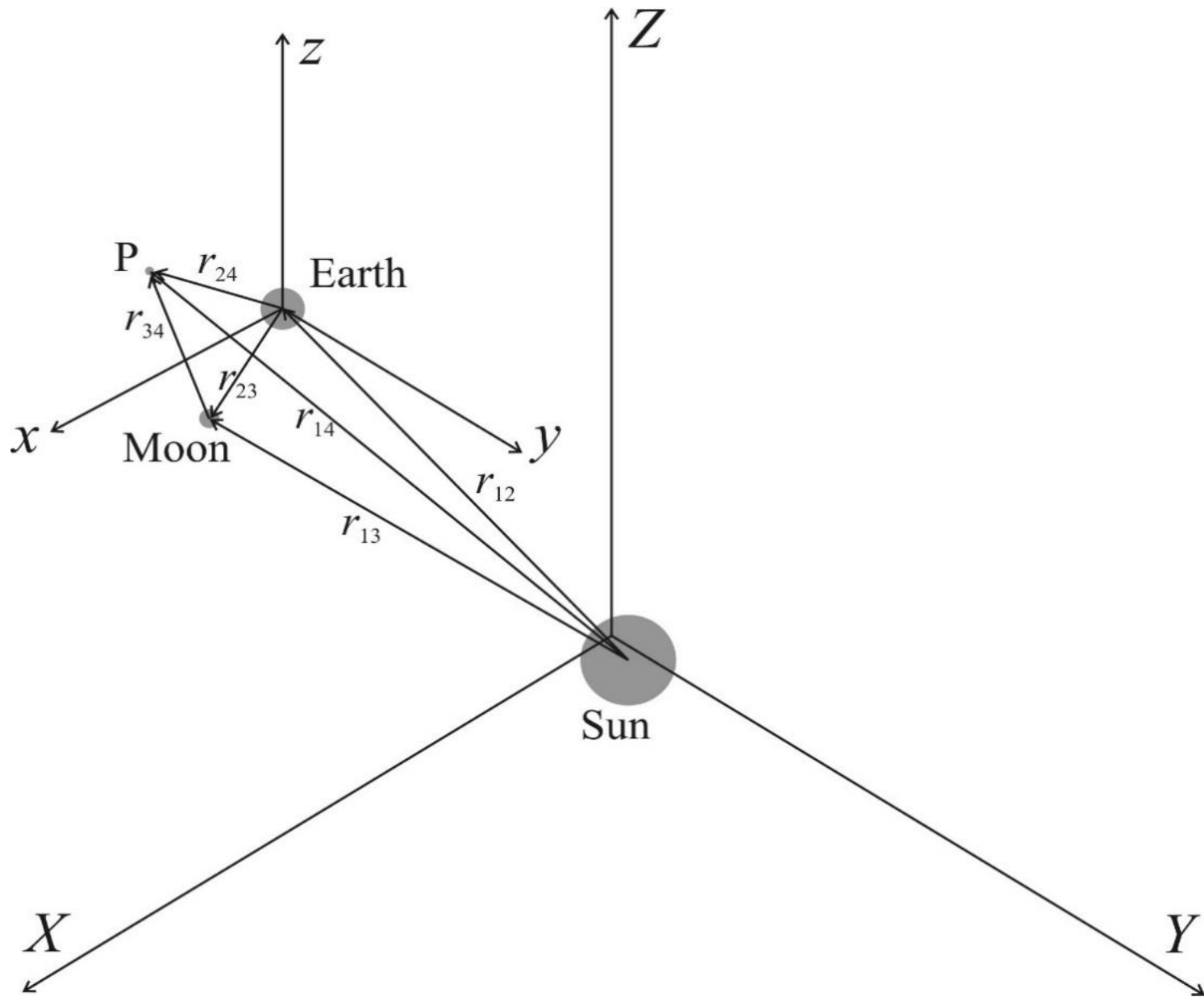
Wolff (1967): repülőgépről fényképezve nem talált porholdat

Roach (1975): létezett a porhold, kb. 6°

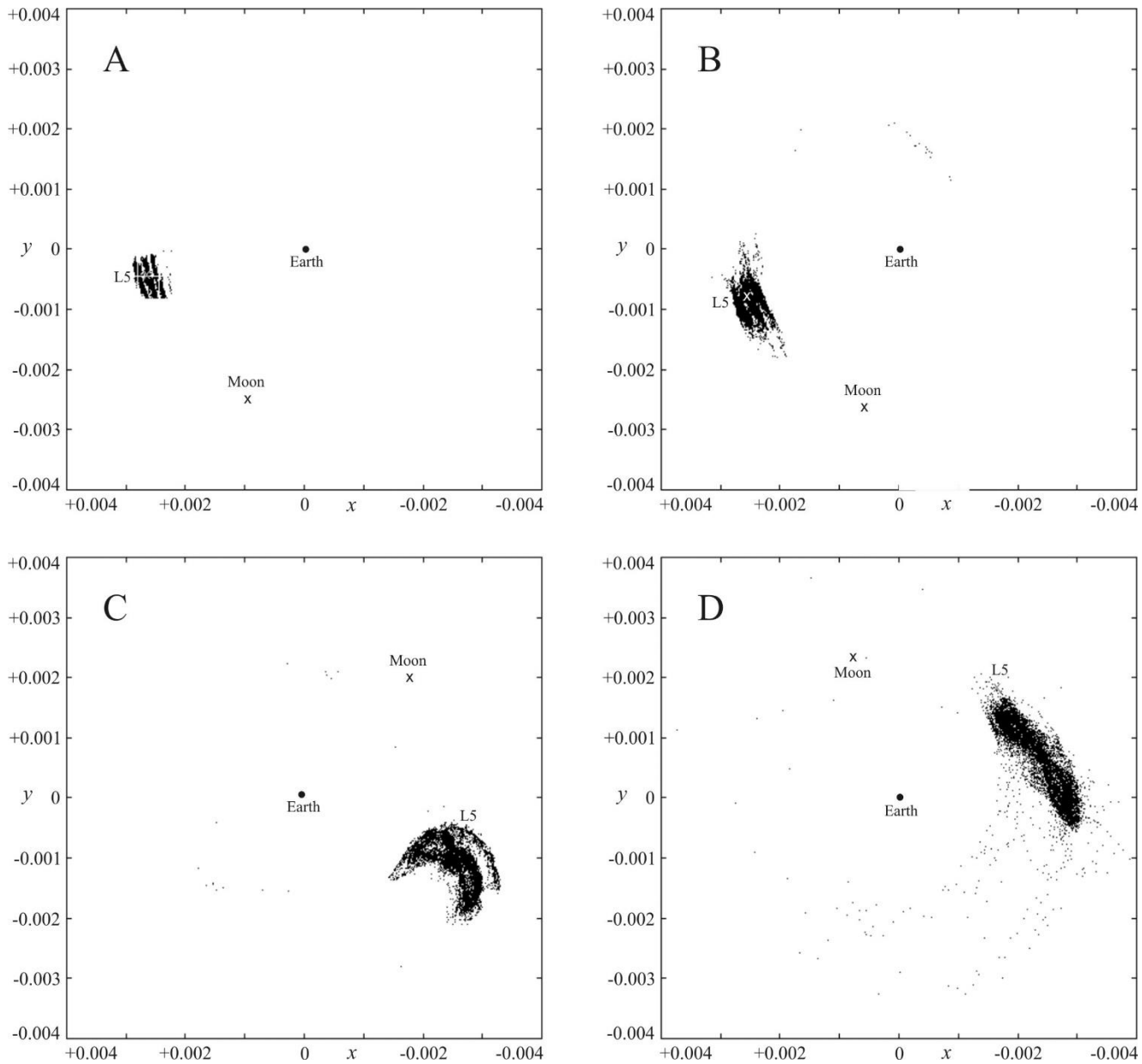
Valdes & Freitas (1983): fényképpel nem találtak porholdat

Winiarski (1989): távcsővel észlelte a porholdat

Japán HITEN műhold (1992): nem talált anyagsűrűsödést (porholdat)



Position vectors of components (Sun, Earth, Moon, P: particle) of the studied four-body problem in the barycentric ecliptic coordinate system. The x - y plane is the plane of the ecliptic, the x axis points towards the vernal equinox, r_{12} , r_{13} , r_{14} , r_{23} , r_{24} and r_{34} denote the vectors of the Sun-Earth, Sun-Moon, Sun-particle, Earth-Moon, Earth-particle and Moon-particle, respectively. The particle is in the vicinity domain V around the L5 Lagrange point. The sizes and distances are not to scale.



(A) Initial positions (black pixels) of the non-escaped trajectories of 1 860 000 particles started at $t_0 = 01:14$ (UT) on 22 August 2007 from the vicinity domain V around the L5 point in geocentric ecliptic coordinate system. (B-D) The positions (black pixels) of these particles (composing a particular dust cloud) after 28 (B), 1460 (C) and 3650 days (D). Earth: dot (center of the picture), L5 point: \times , Moon: \times . A given black pixel means that in that direction of view there is at least one particle.

**A Föld-Hold rendszer L4 és L5 Lagrange-pontja körüli porholdak
számítógéppel szimulált fejlődése**

2 Videoklipp:

[Kordylewski-L4+L5-2007-augusztus-22_441-darab_inercia.mp4](#)

[Kordylewski-L4+L5-2007-augusztus-22_441-darab-egyutt-forgo.mp4](#)



Slíz-Balogh Judit csillagvizsgálója

FORNAX 100 óragép-mechanika

MEADE 16" f/10 ACF

GPU 132/1050

Tokina AF 300/2.8 teleobjektív

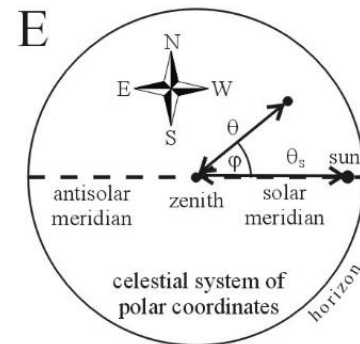
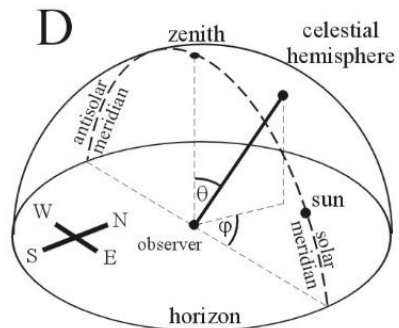
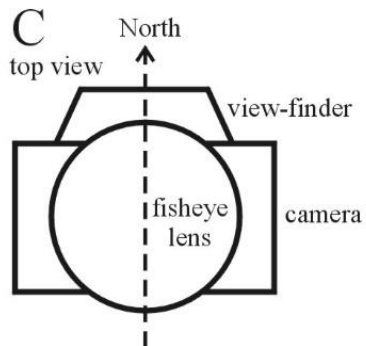
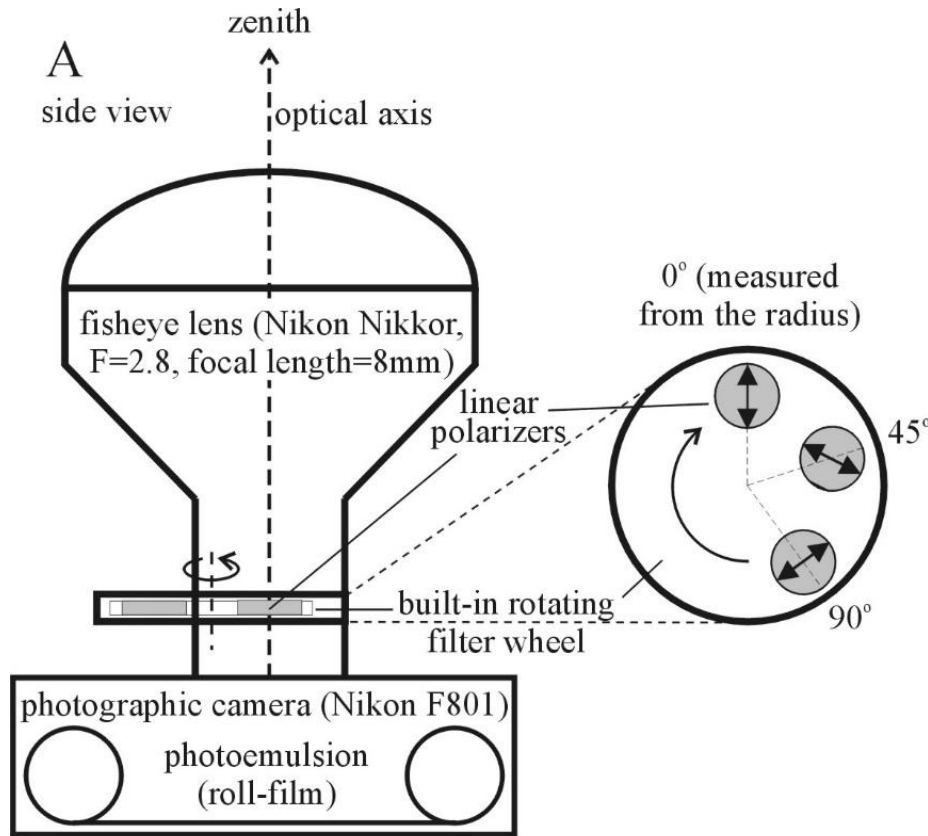
Samyang T3/100 teleobjektív

Moravian G3-11000 ABG CCD

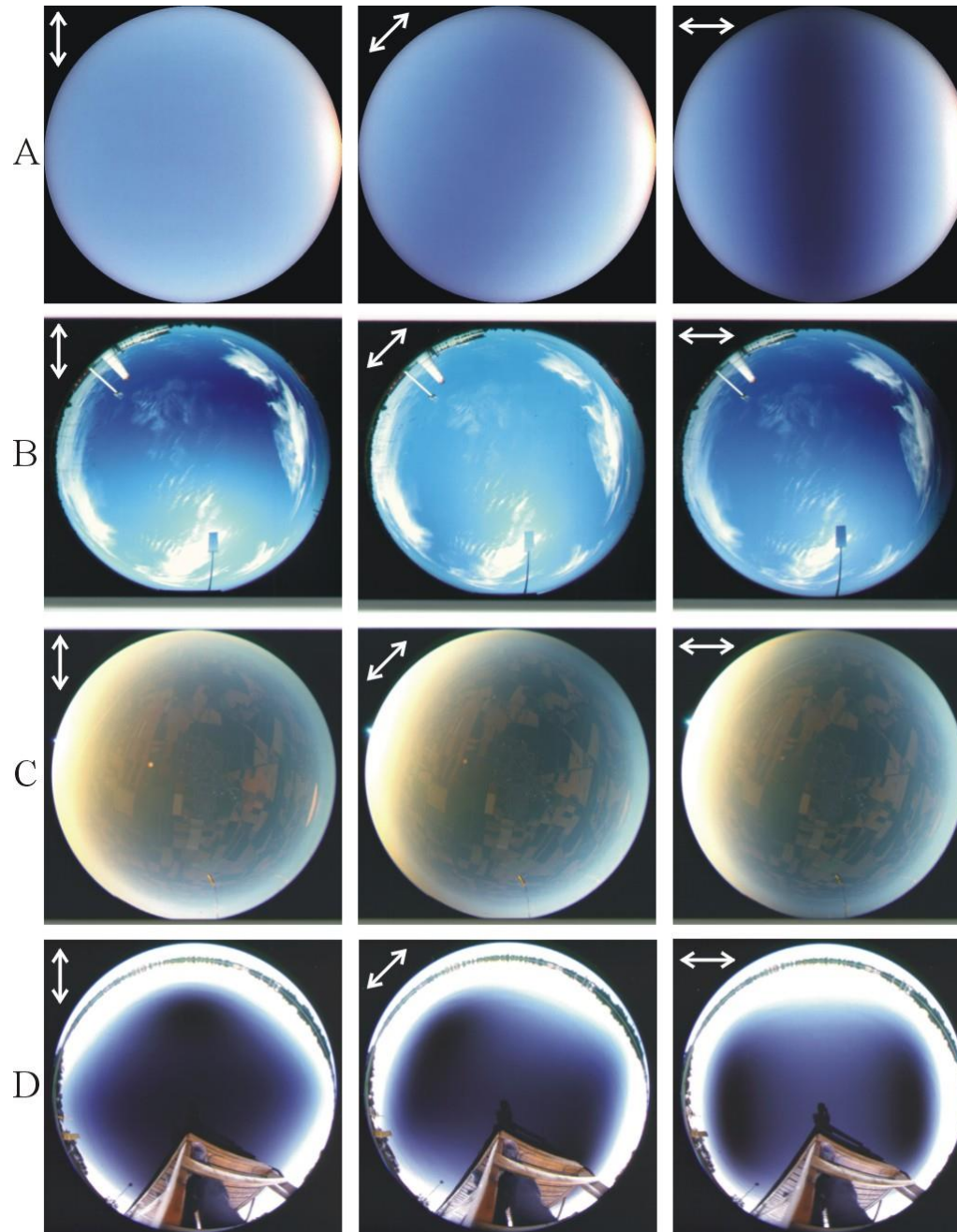
Távcsövek



180° látószögű képalkotó polarimetria

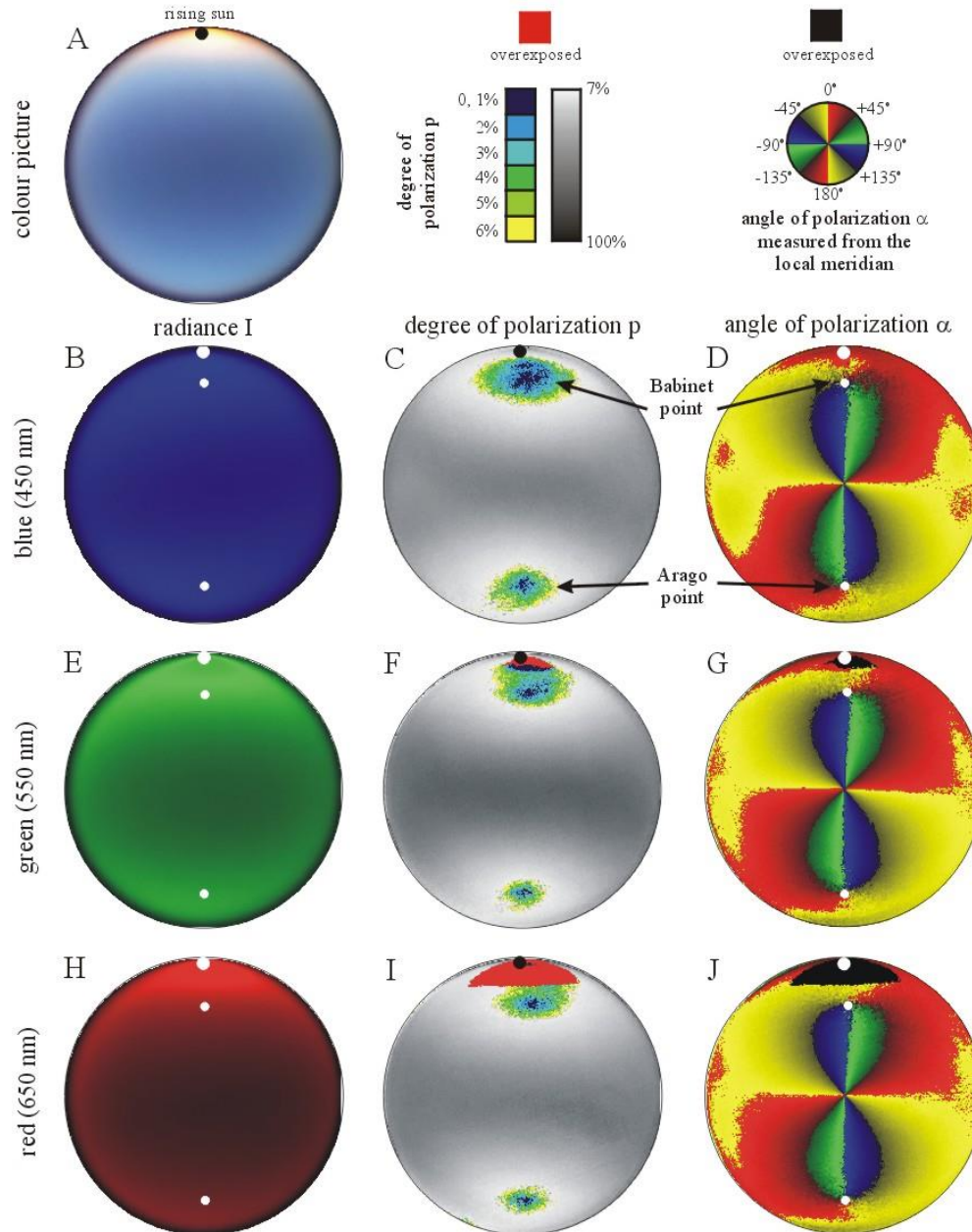


180° látószögű képalkotó polarimetria



Tiszta ég polarizációs mintázatai

downwelling skylight measured on the ground at sunrise



A földi légkör négy polarizálatlan (neutrális) pontja

Video-Clip-18_01.gif

Hot Air Balloon-Borne 180° Imaging Polarimetric Study of the Principal Neutral Points of Atmospheric Polarized Light

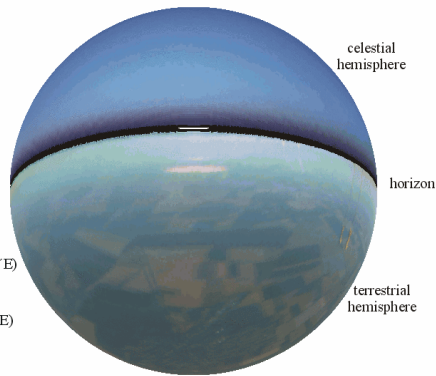
Crew on 28.06.2001:
Gábor Horváth
Balázs Bernáth
Bence Suhai
Attila Bakos (pilot)

Crew on 25.08.2001:
Gábor Horváth
Balázs Bernáth
András Barta
Attila Bakos (pilot)

Launching site:
Pákozd (47°13'N, 18°33'E)
Landing site:
Adony (47°06'N, 18°51'E)

created by:
Bence Suhai & Balázs Bernáth

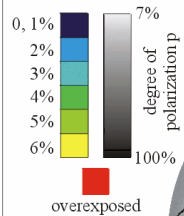
Biooptics Laboratory, Department of Biological Physics, Eötvös University,
H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1., Hungary, gh@arago.elte.hu



colour picture

Video-Clip-18_02.gif

Hot Air Balloon-Borne 180° Imaging Polarimetric Study of the Principal Neutral Points of Atmospheric Polarized Light

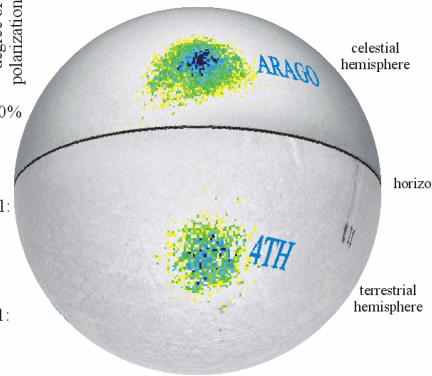


Crew on 28.06.2001:
Gábor Horváth
Balázs Bernáth
Bence Suhai
Attila Bakos (pilot)

Crew on 25.08.2001:
Gábor Horváth
Balázs Bernáth
András Barta
Attila Bakos (pilot)

created by:
Bence Suhai & Balázs Bernáth

Biooptics Laboratory, Department of Biological Physics, Eötvös University,
H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1., Hungary, gh@arago.elte.hu



Video-Clip-18_03.gif

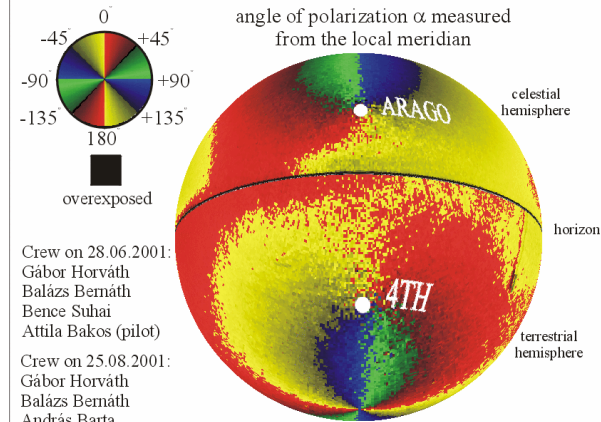
Hot Air Balloon-Borne 180° Imaging Polarimetric Study of the Principal Neutral Points of Atmospheric Polarized Light

Crew on 28.06.2001:
Gábor Horváth
Balázs Bernáth
Bence Suhai
Attila Bakos (pilot)

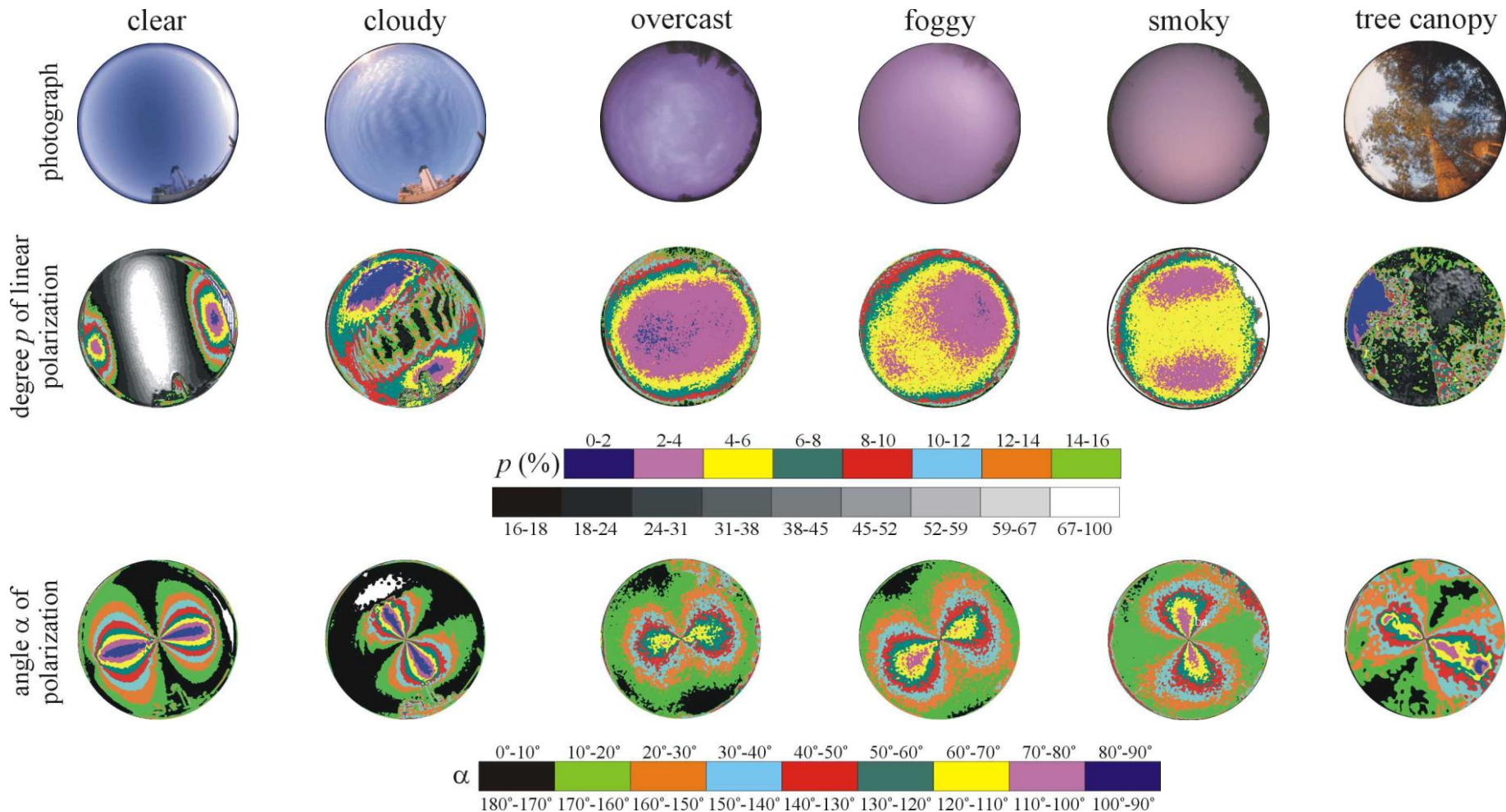
Crew on 25.08.2001:
Gábor Horváth
Balázs Bernáth
András Barta
Attila Bakos (pilot)

created by:
Bence Suhai & Balázs Bernáth

Biooptics Laboratory, Department of Biological Physics, Eötvös University,
H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1., Hungary, gh@arago.elte.hu



Az ég polarizációs szög-mintázata szinte független a meteorológiai helyzettől

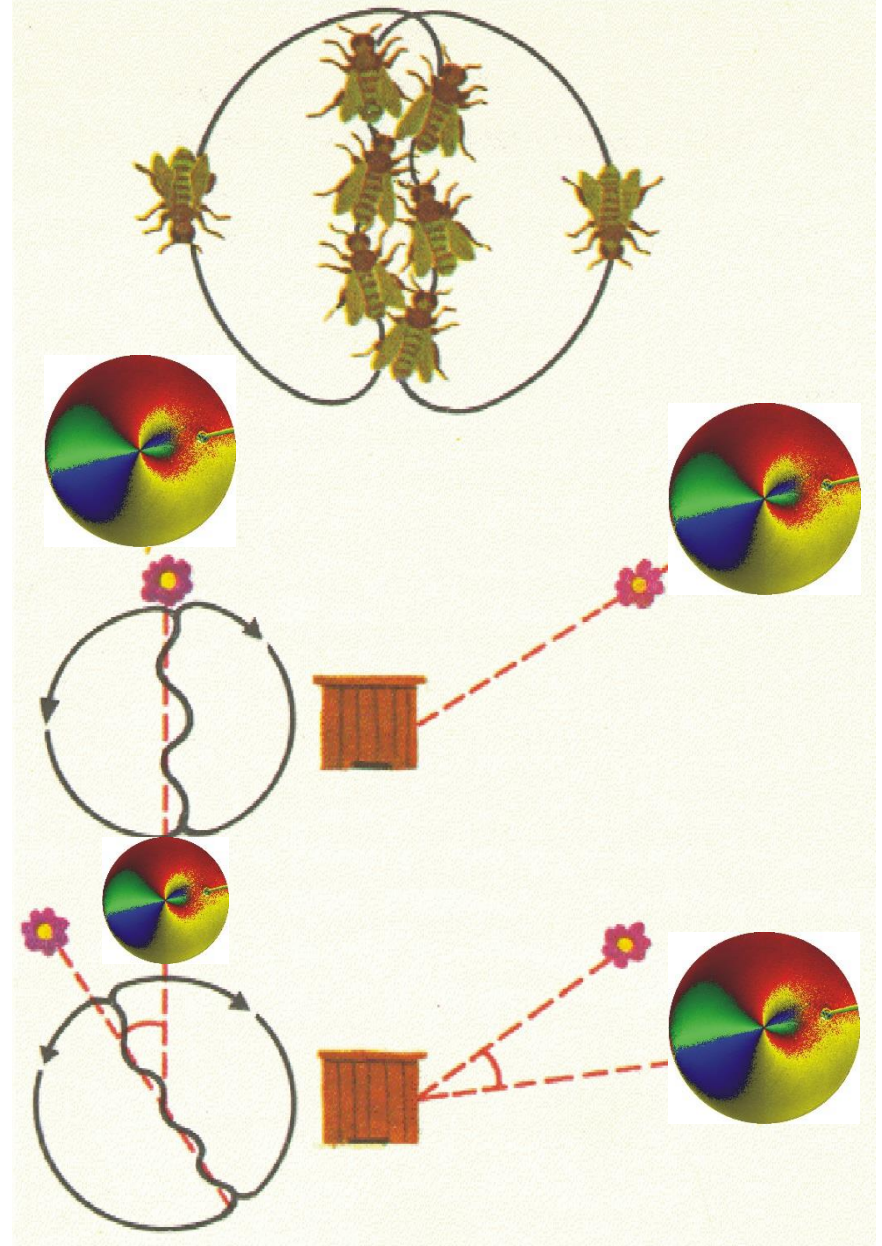


A háziméhek (*Apis mellifera*) tájékozódása az égbolt polarizációjának alapján: 1949 (Nobel-díj: 1973)

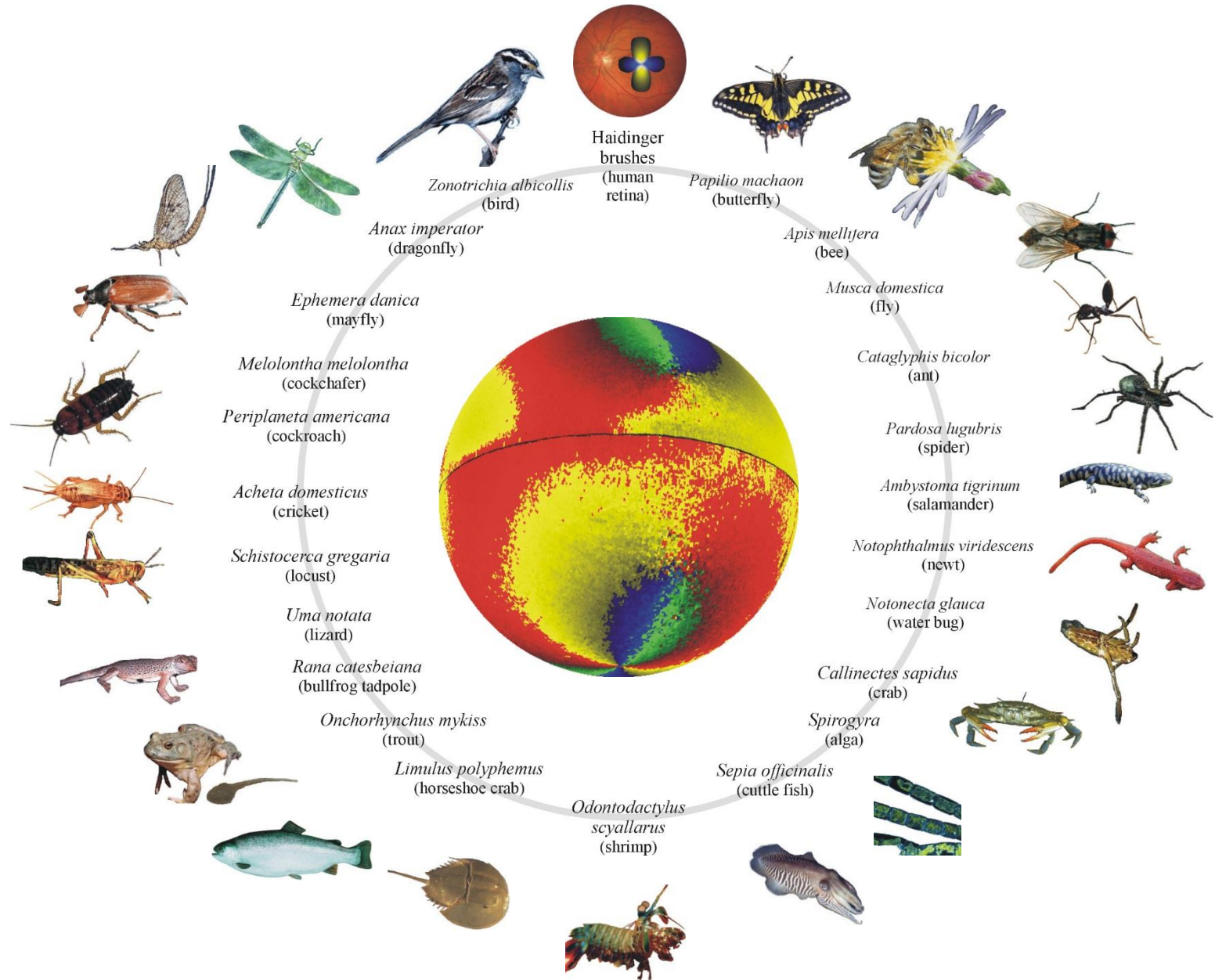


Karl von Frisch
(1886-1982)

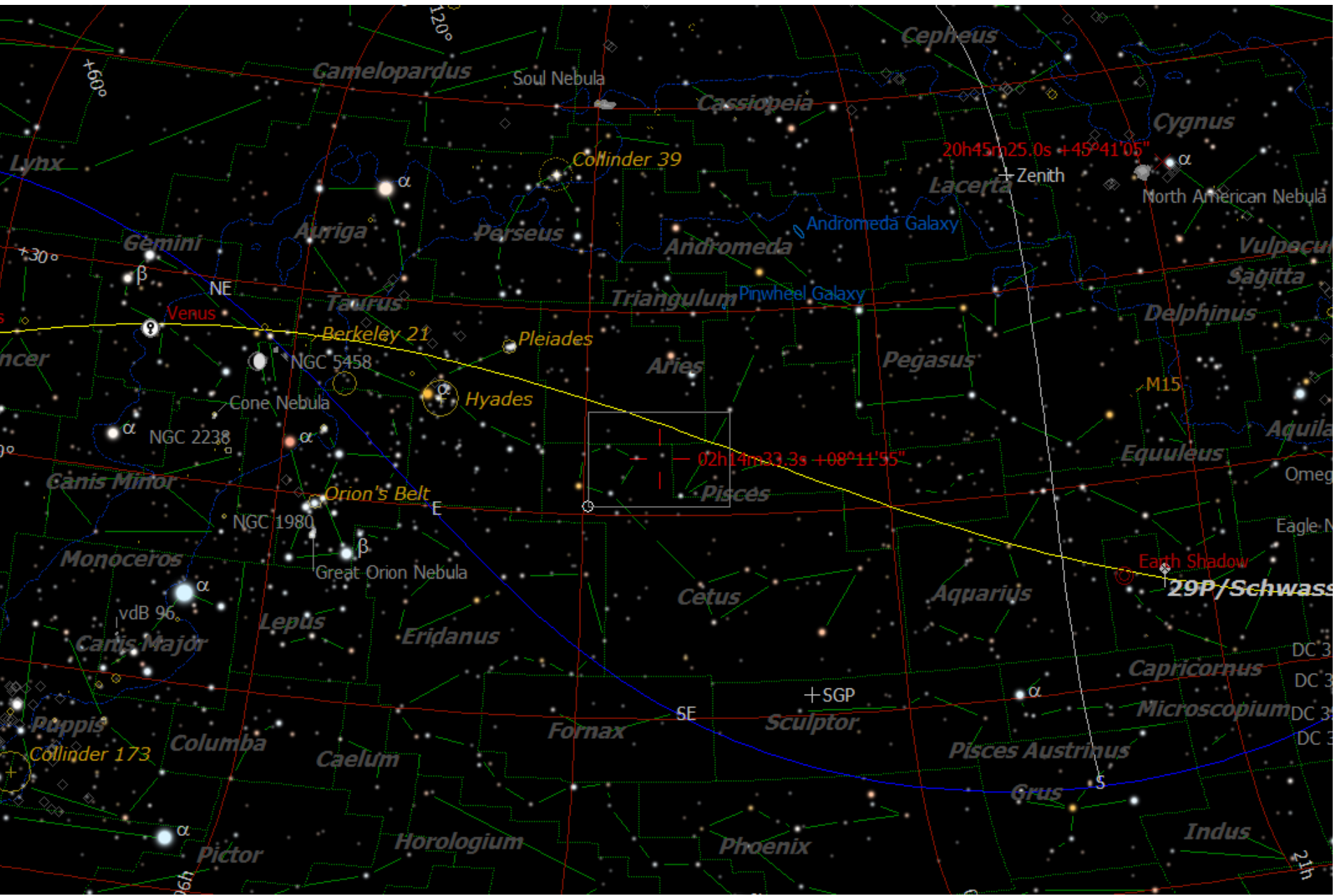
Karl von Frisch (1949) Die Polarisation des Himmelslichtes als orientierender Faktor bei den Tänzen der Bienen. *Experientia* 5: 142-148

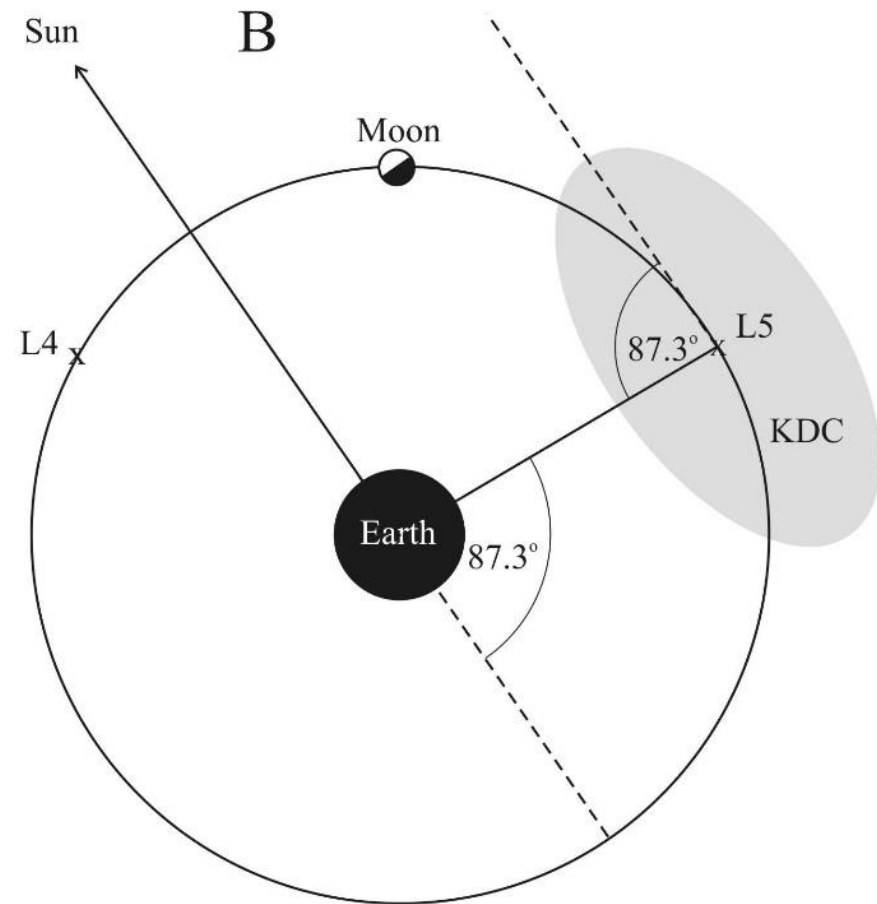
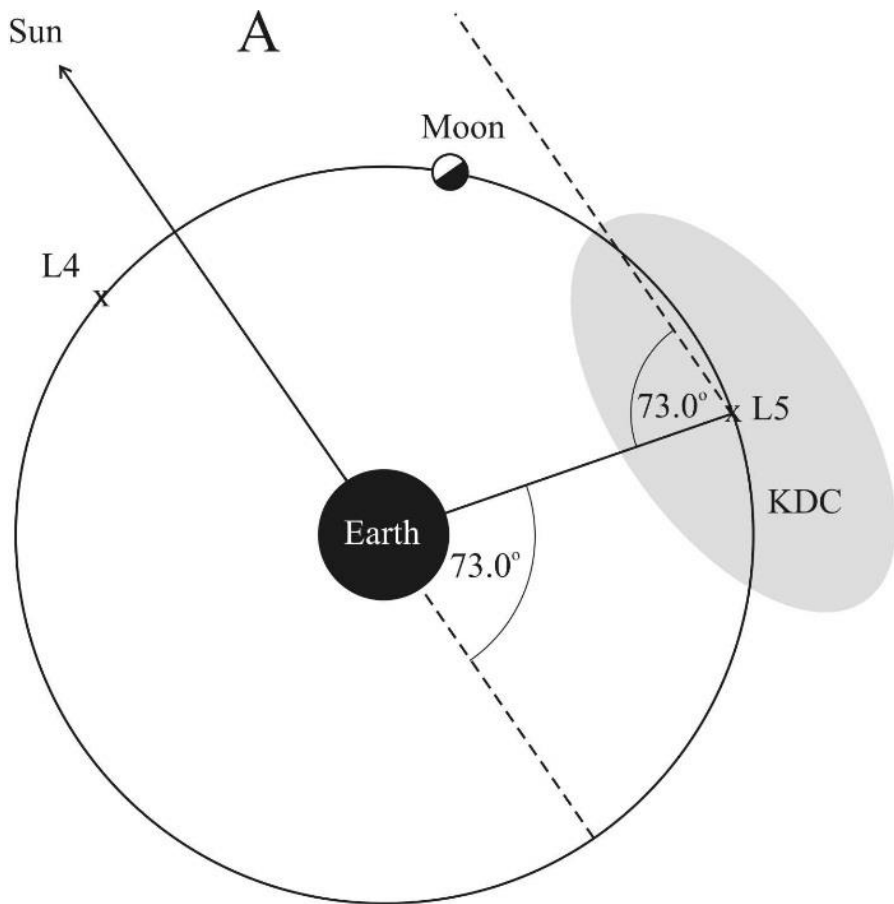


Polarizációérzékeny élőlények

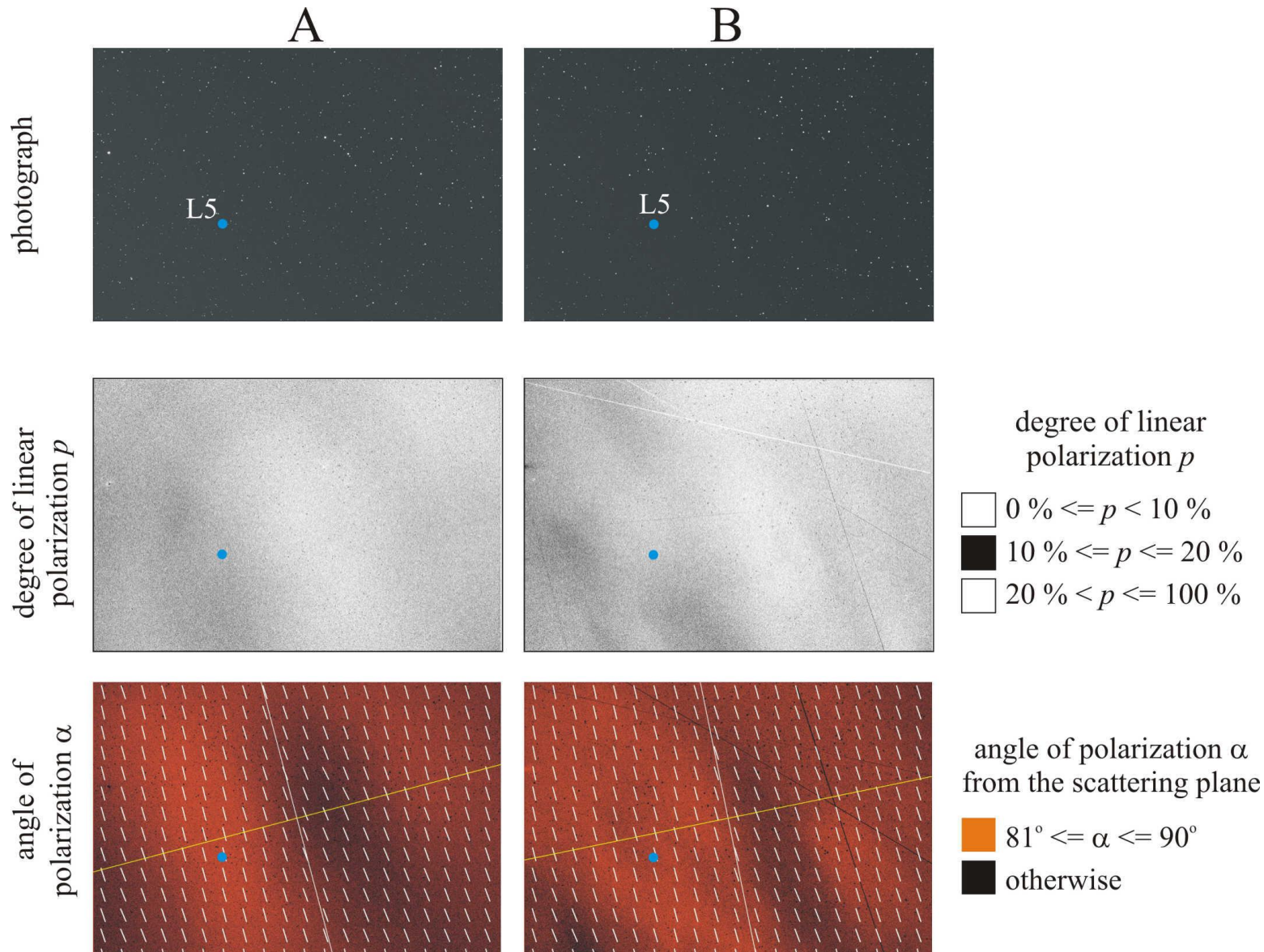


A Föld-Hold rendszer **stabil L5** Lagrange-pontja az égbolton





Positions of the Moon and the L5 Lagrange point of the Earth-Moon system in the plane of the Moon's orbit on [17 August 2017 at 23:29:67 UT](#) with 73.0° phase angle (A), and on [19 August 2017 at 01:14:15 UT](#) with 87.3° phase angle (B). Apart from the Earth and Moon, the relative dimensions are not up to scale. The Sun's direction is indicated by an arrow. KDC: Kordylewski dust cloud.

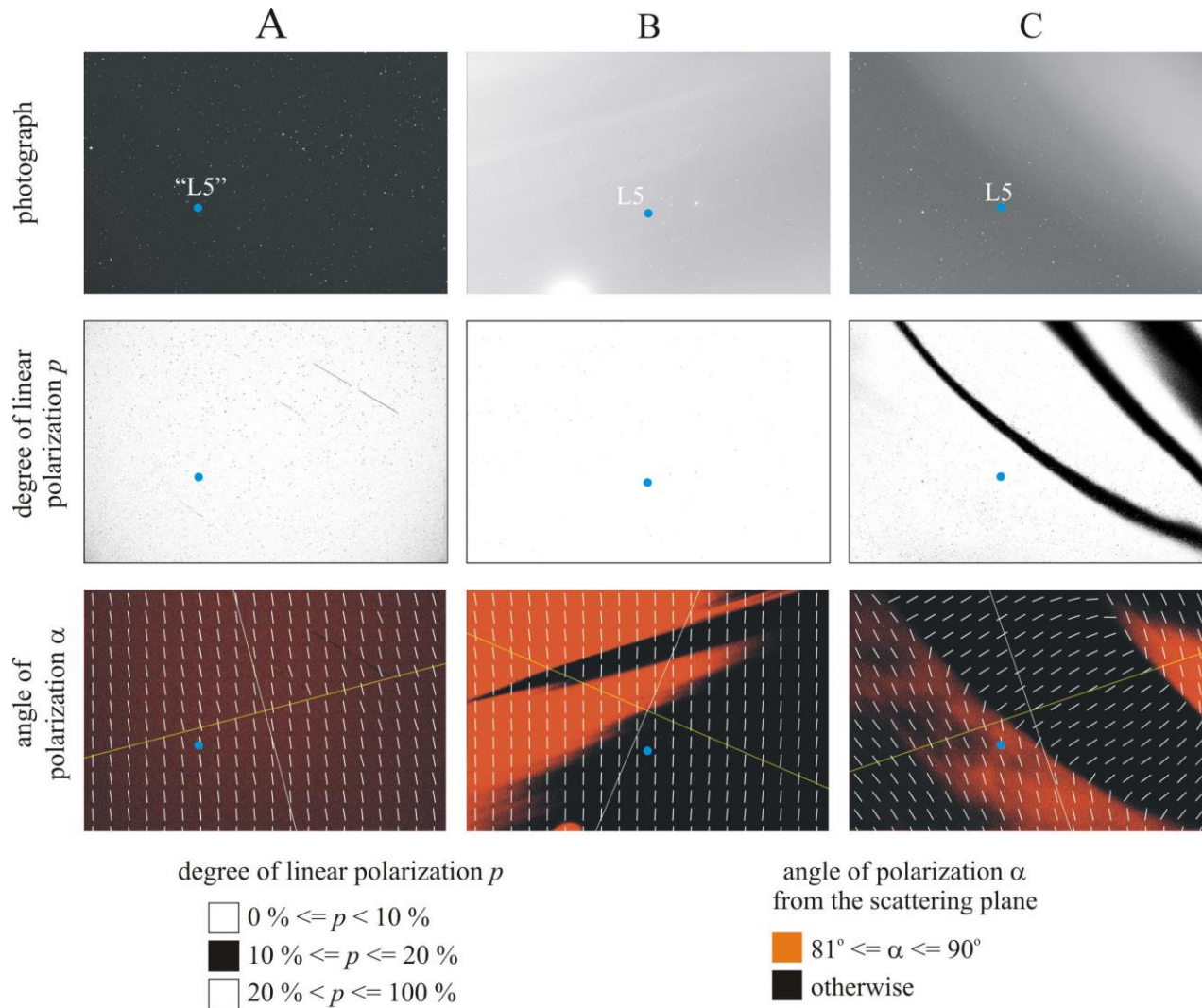


(A) Colour photograph, and patterns of radiance I , degree of linear polarization p and angle of polarization α (clockwise from the scattering plane) of the sky around the L5 Lagrange point of the Earth-Moon system measured by imaging polarimetry in the green (550 nm) spectral range at [23:29:67 UT on 17 August 2017](#) (picture center: RA = 2h12m28.2s, DE = 8° 3' 52.6'') (A), and at [01:14:15 UT on 19 August 2017](#) (RA = 3h11m23.36s, DE = 12° 21' 15.38'') (B). The position of the L5 point is shown by a blue dot.

In the α -patterns the short white bars represent the local directions of polarization, while the long yellow and white straight lines show the scattering plane and the perpendicular plane passing through the center of the picture, respectively. The Kordylewski dust cloud is visible in both the p -pattern (conglomerata of black pixels with $10 \% \leq p \leq 20 \%$) and the α -pattern (red pixels with $81^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$). The I -, p - and α -patterns are very similar in the red (650 nm) and blue (450 nm) spectral ranges. Apart from the perpendicular white and yellow straight lines, the straight tilted lines in the p - and α -patterns of B are traces of satellites.

Kontroll mérések:

(A) L5 pont nélkül, de **állatövi fényvel**, (B) **fátyolfelhő**, (C) repülőgép **kondenzcsíkja**



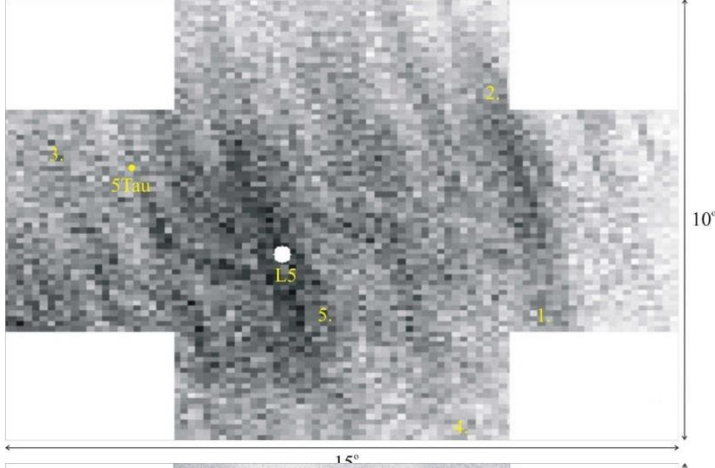
(A) As Figure 2 for the measurement performed at 23:43:17 UT on 16 October 2017 when the L5 point was not within this celestial window, therefore the blue dot "L5" shows the L5 position at 23:29:67 UT on 17 August 2017 (see Figure 2(A)). (B) Measurement at 21:51:30 UT on 8 June 2017 when a thin cirrus cloud covered this celestial window with the L5 point. (C) Measurement at 20:59:58 UT on 15 July 2017 when condensation trails of an airplane occurred in this celestial window with the L5 point.

Apart from the perpendicular white and yellow straight lines, the straight tilted lines in the p - and α -patterns are traces of satellites.

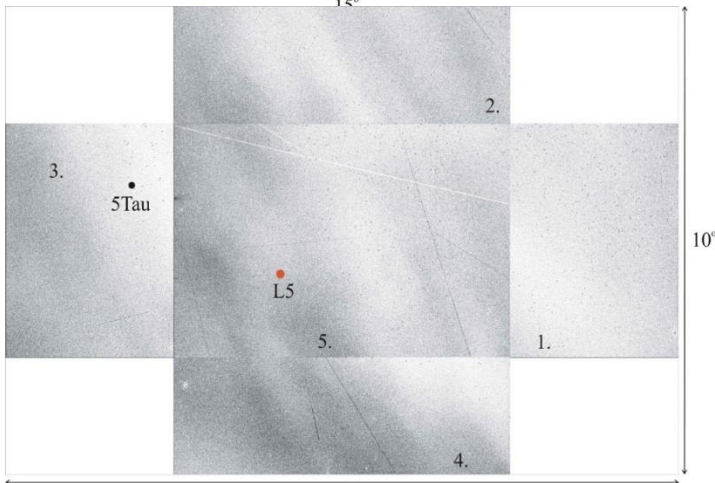
A Kordylewski-porhold mintázatai

számítógépes modell

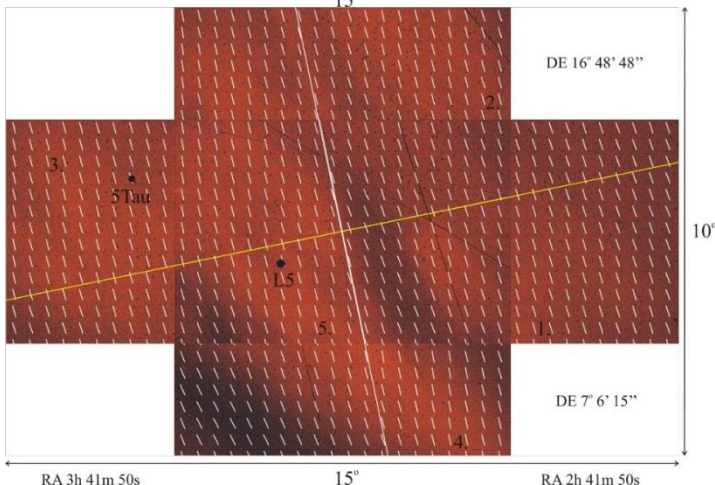
(részecskesűrűség, ahogyan az égen látnánk)

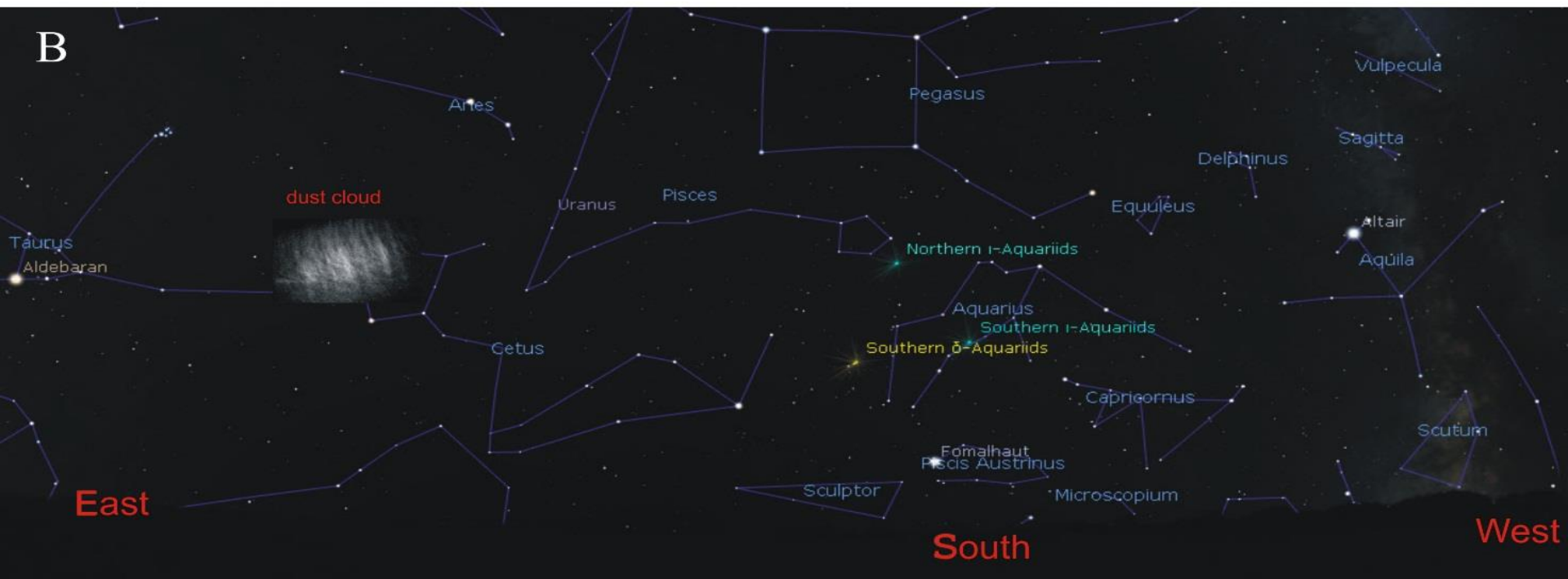


mért lineáris polarizációfok



mért polarizációs szög





(A) So would look the Kordylewski dust cloud around the L5 Lagrange point of the Earth-Moon system on the night sky at 01:14 UT on 19 August 2017 at the time of its imaging polarimetric measurement and computer modelling, if we could see it with the naked eye. (B) As Fig. A with indication of the most famous star constellations and their names.

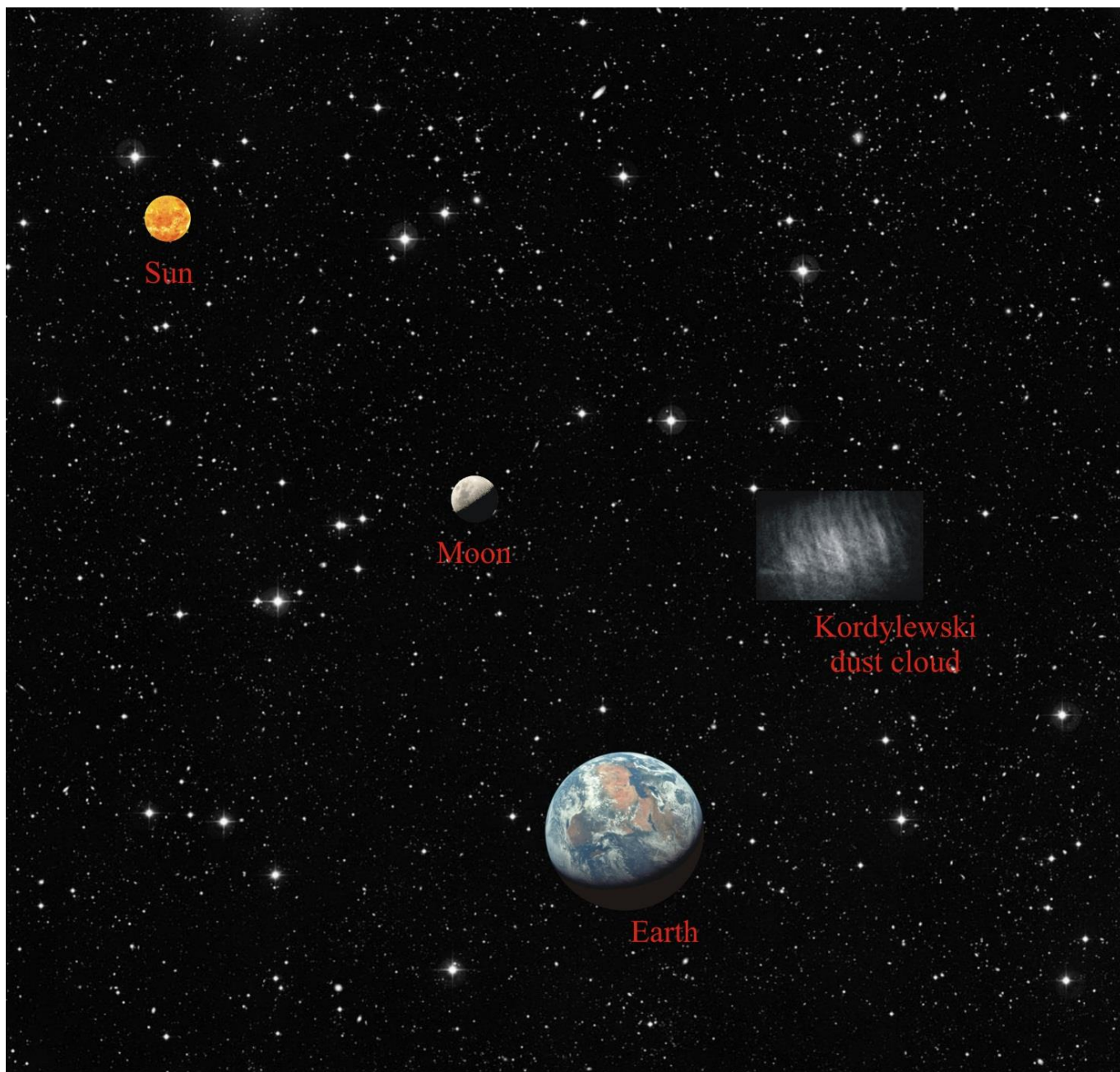


Illustration (not to scale) of the starry night sky with the Earth, Moon, Sun and the Kordylewski dust cloud at the L5 Lagrange point of the Earth-Moon system, if the dust cloud were visible with the naked eye.



N. Sebestyén Katalin

N. Sebestyén Katalin festőművész (2019 október 9., Monorierdő)



Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth–Moon Lagrange point L5 – I. Three-dimensional celestial mechanical modelling of dust cloud formation

Judit Slíz-Balogh,^{1,2} András Barta^{2,3} and Gábor Horváth^{2*}

¹Department of Astronomy, ELTE Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1, Hungary

²Environmental Optics Laboratory, Department of Biological Physics, ELTE Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1, Hungary

³Estrato Research and Development Ltd, H-1124 Németszigeti út 91/c, Budapest, Hungary

Accepted 2018 July 16. Received 2018 July 07; in original form 2018 May 4

ABSTRACT

Since the discovery in 1772 of the triangular Lagrange points L4 and L5 in the gravitational field of two bodies moving under the sole influence of mutual gravitational forces, astronomers have found a large number of minor celestial bodies around these points of the Sun–Jupiter, Sun–Earth, Sun–Mars and Sun–Neptune systems. The L4 and L5 points of the Earth and Moon might be empty due to the gravitational perturbation of the Sun. However, in 1961, the Polish astronomer, Kazimierz the Polish astronomer, Kazimierz Kordylewski found two bright patches near the L5 point, which might refer to an accumulation of interplanetary particles. Since then, this formation has been called the Kordylewski dust cloud (KDC). Until now, only a very few computer simulations have studied the formation and characteristics of the KDC. To fill this gap, we have investigated a three-dimensional four-body problem consisting of the Sun, Earth, Moon and one test particle, 1 860 000 times separately. We mapped the size and shape of the conglomerate of particles that have not escaped from the system sooner than an integration time of 3650 d around L5. Polarimetric observations of a possible KDC around L5 will be presented in a following second part to this paper.

Key words: polarization – instrumentation: polarimeters – methods: observational – celestial mechanics – Earth – Moon.

1 INTRODUCTION

In 1767, Euler discovered three unstable collinear points (L1, L2 and L3). Later, in 1772, Lagrange found two triangular points (L4 and L5) in the gravitational field of two bodies moving under the sole influence of mutual gravitational forces (Szebehely 1967). In the three-body problem of celestial mechanics, the L4 and L5 Lagrange points are stable in linear approximation, if the mass ratio $Q = m_{\text{smaller}}/m_{\text{larger}}$ of the two primaries is smaller than $Q_* = 0.0385$ (Murray & Dermott 1999). Astronomers have found a large number of minor celestial bodies around these points of the planets of our Solar system and the Sun. The most well-known are the Greek and Trojan minor planets around the L4 and L5 points of the Sun–Jupiter system (Schwarz & Dvorak 2012; Schwarz, Funk & Bzszó 2015). Minor planets have also been found around the triangular Lagrange points of the Sun–Earth (John, Graham & Abell 2015), Sun–Mars (Christou 2017) and Sun–Neptune systems (Sheppard & Trujillo 2006).

What about the vicinities of the Lagrange points L4 and L5 of the Earth and Moon? Because the mass ratio $Q = m_{\text{Moon}}/m_{\text{Earth}} = 0.0123$ of the Moon and Earth is smaller than $Q_* = 0.0385$, the L4 and L5 points are theoretically stable. Thus, interplanetary particles with appropriate velocities could be trapped by them. In spite of this fact, they might be empty due to the gravitational perturbation of the Sun. Taking into account the perturbation of the Sun, the orbits in the vicinity of the L5 point have been computationally investigated in two dimensions (Slíz, Süli & Kovács 2015; Slíz, Kovács & Süli 2017). According to the results of these simulations, if test particles start from the vicinity of the L5 point, their motion will be chaotic. This chaos is transient, and there are many trajectories that do not leave the system even for 10^6 d, and long-existing (for 30–50 yr) islands form around L5. Thus, although the gravitational perturbation of the Sun really sweeps out many trajectories from the L5 point on an astronomical time-scale, on a shorter time-scale there are also many long-existing trajectories.

In 1961, the Polish astronomer, Kazimierz Kordylewski found two bright patches near the L5 point, which might refer to an accumulation of dust particles (Kordylewski 1961). Since then, this hypothetical formation has been called the Kordylewski dust cloud

*E-mail: gh@arago.elte.hu



Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth–Moon Lagrange point L5 – Part II. Imaging polarimetric observation: new evidence for the existence of Kordylewski dust cloud

Judit Slíz-Balogh,^{1,2} András Barta,^{2,3} and Gábor Horváth^{2*}

¹Department of Astronomy, ELTE Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1, Hungary

²Environmental Optics Laboratory, Department of Biological Physics, ELTE Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány sétány 1, Hungary

³Estrato Research and Development Ltd, H-1124 Németszigeti út 91/c, Budapest, Hungary

Accepted 2018 September 15. Received 2018 September 13; in original form 2018 May 4

ABSTRACT

Telescopes mounted with polarizers can study the neutral points of the Earth’s atmosphere, the solar corona, the surface of planets/moons of the Solar system, distant stars, galaxies, and nebulae. These examples demonstrate well that polarimetry is a useful technique to gather astronomical information from spatially extended phenomena. There are two enigmatic celestial objects that can also effectively be studied with imaging polarimetry, namely the Kordylewski dust clouds (KDCs) positioned around the L4 and L5 triangular Lagrangian libration points of the Earth–Moon system. Although in 1961 the Polish astronomer Kazimierz Kordylewski had observed two bright patches near the L5 point with photography, many astronomers assume that these dust clouds do not exist, because the gravitational perturbation of the Sun, solar wind, and other planets may disrupt the stabilizing effect of the L4 and L5 Lagrange points of the Earth and Moon. Using ground-born imaging polarimetry, we present here new observational evidence for the existence of the KDC around the L5 point of the Earth–Moon system. Excluding artefacts induced by the telescope, cirrus clouds, or condensation trails of airplanes, the only explanation remains the polarized scattering of sunlight on the particles collected around the L5 point. By our polarimetric detection of the KDC we think it is appropriate to reconsider the pioneering photometric observation of Kordylewski. Our polarimetric evidence is supported by the results of simulation of dust cloud formation in the L5 point of the Earth–Moon system presented in the first part (Slíz-Balogh et al. 2018) of this paper.

Key words: polarization – instrumentation: polarimeters – methods: observational – celestial mechanics – Earth – Moon.

1 INTRODUCTION

In astronomy, the majority of knowledge originates from information obtained via light. Although light is a transversally polarized electromagnetic wave (Azzam & Bashara 1992), astronomical information is collected mainly with telescopes detecting only the spectrum (radiance and colour) of the light of celestial objects within a limited wavelength range without polarization. Due to the polarization insensitivity of the majority of telescope detectors, valuable astronomical information remains unrevealed/undetected.

Fortunately, a few telescopes are mounted with linear and/or circular polarizers and can also measure the polarization characteristics of light of distant celestial objects, not just their spectrum. The

nearest celestial phenomenon of semi-astronomical importance is the unpolarized (polarizationally neutral) points of the Earth’s atmosphere, namely the Arago’s, Babinet’s, Brewster’s, and the fourth neutral points observed first in 1809 (Arago 1811), 1840 (Babinet 1840), 1842 (Brewster 1842, 1847), and 2001 (Horváth et al. 2002). Nowadays these celestial points are studied with imaging polarimetry, a very useful technique to gather information from spatially extended phenomena in the optical environment (Horváth & Varjú 2004; Horváth 2014). Farther targets of astronomical imaging polarimetry are the Sun, its planets, and their moons in the Solar system (Gehrels 1974; Können 1985; Belskaya et al. 2012). Although the direct sunlight is unpolarized, the solar corona is partially polarized due to Compton scattering on the electrons of the Sun’s atmosphere (Können 1985). The polarization pattern of the solar corona can be measured, if the bright Sun’s disc is artificially occluded by an opaque disc, or when the Moon occludes it during total solar

*E-mail: gh@arago.elte.hu

PORHOLDMÉRÉS POLARIMETRIÁVAL

Már az 1950-es években felvetődött, hogy a Föld és a Hold gravitációjának hatása az L4 és L5 Lagrange-pontokban égi mechanikai porszivóként az évmilliók során összegyűjtheti a bolygóközi port, miáltal a Földnek a Hold mellett két laza porholdja is lehet. Amióta 1961-ben Kazimierz Kordylewski lengyel csillagász két fényes foltot észlelt a Föld-Hold rendszer L5 Lagrange-pontja környékén, azóta e képződményt Kordylewski-porholdnak hívják. Sok csillagász azonban kétségbe vonta e jelenség létét, mondván, hogy ha össze is gyűlne ott bolygóközi anyag, akkor a Nap, a napszél és a többi bolygó gravitációs hatása kisöpörné azt onnan. Egy képkalkotó polariméterrel felszerelt földi távcsővel Sliz-Balogh Judit, Barta András és Horváth Gábor új, polarizációs bizonyítékot találtak a Föld-Hold rendszer L5 Lagrange-pontja körüli porhold létezésére.

Cikkünkben az első megfigyelő, Kazimierz Kordylewski (1903–1981) lengyel csillagász két fiával, Leszek és Zbigniew Kordylewskivel készített interjúkat közöljük.

– **Hányan vannak testvérek, és mivel foglalkoznak a híres csillagász gyermekei?**

Zbigniew Kordylewski (ZK) – Négyen vagyunk testvérek, Jerzy matematikus, Zbigniew csillagász, Wanda zenész és Leszek biológus.

Leszek Kordylewski (LK) – Édesapánk 1929-ben feleségül vette tanítványát, későbbi kolleganőjét, Jadwiga Pajakot (1905–1977). A II. világháború előtt két fiuk született, Jerzy és Zbigniew, közvetlenül a háború után pedig lányuk, Wanda és fiuk, Leszek. Apánk még több gyereket szeretett volna, de a világháborús körülmények ezt megakadályozták. Arról álmodozott, hogy valamennyi gyermeke csillagász lesz. A fiúk mind tudósok lettek, akik a felsőoktatásban, valamint az akadémiai kutatásban tevékenykednek. Mindhárom fiú megnősült és felnőtt gyermekeik vannak.

Az 1935-ben született Jerzy csillagásznak kezdett el tanulni, de matematikusként doktorált. Az 1938-ban született fiatalabb fiú, Zbigniew hí maradt a csillagászatban. Krakkot azonban el kellett hagynia, amikor a hatóságok úgy döntöttek, eltörlék a csillagászképzést, abban a hitben, hogy a kommunista társadalomban kicsi az igény e foglalkozásra. A Wrocław Egyetemen folytatta csillagászati tanulmányait, amikor

Lengyelország háború után visszanyert nyugati területén minden téren nagy fejlesztések indultak. Zbigniew asztrofizikából doktorált. Az 1945-ben született Wanda Krakóban tanult zenét, de miután feleségül ment egyik évfolyamtársához, az 1946-ban született Jacek Durka énekeshez, főállású háziaszony lett, három gyermek boldog édesanyja. 1947-ben születtem én, a legkisebb fiú. Biológiából szereztem PhD-t és nagydoktori fokozatot. Chicagóban dolgozom kutatóként és igazságügyi szakértőként.

– **Véleményük szerint mi(k) édesapjuk legfontosabb tudományos eredménye(i)?**

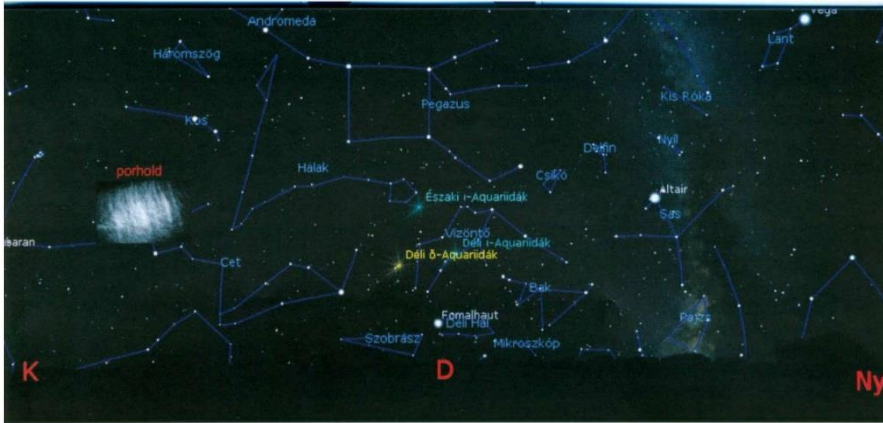
ZK – Kétszegtelenül a Föld porholdjának felfedezése.
LK – Igen, vitathatatlanul e felfedezéséről a legismertebb. Hitem szerint azonban legjelentősebb eredménye azon eredeti módszerek kifejlesztése volt, amelyeket saját csillagászati kutatásaiban alkalmazott. Tadeusz Banachiewicz (1882–1954) professzorral együtt rádióteleszkópot és kronokinematográfot is épített.

A Földnek a Hold keringési síkjában létezik két olyan pontja, amelyikbe egy harmadik kis testet helyezve, az a Földdel és Holddal szinkronban együtt keringve nem változtatja meg relatív helyzetét. E két pontot L4 és L5 Lagrange-féle librációs pontnak nevezik a csillagászok, mert Joseph Louis Lagrange (1736–1813) olasz-francia matematikus fedezte fel őket 1772-bent. Az L4 pont a Hold pályáján mozogva 60°-kal megelőzi a Holdat, míg az L5 pont a Holdat követi 60°-kal. Mindkét pontban és közvetlen környékükön csapdába esnek a megfelelő sebességgel rajtuk átmenő vagy a közelükben elhaladó bolygóközi anyagrészek, amelyek librálnak, azaz ide-oda lengve keringenek e pontok közelében.



Kazimierz Kordylewski 1954-ben

Az utóbbi egy videokamerával felszerelt hordozható távcső, amivel olyan változó csillagászati jelenségeket lehetett időbeliségükben is pontosan regisztrálni, mint például a napfogyatkozások. Mindig hangstüllyozta az emberi szem fontosságát a vizuális megfigyelésekben. Csillagász tevékenysége



KORDYLEWSKI PORHOLDJÁNAK POLARIMETRIAI ÉSZLELÉSE

Lagrange égi porszivója

A közös tömegközéppontjuk körül keringő két égitest gravitációs mezőjében Lagrange 1772-ben fedezett föl két olyan egyensúlyi pontot (L4, L5), amelyikbe egy harmadik kis testet helyezve, az a két égitesttel szinkronban együtt keringve nem változtatja meg relatív helyzetét. Csillagászok több ezer kis égitestet találtak a Nap–Jupiter, Nap–Mars, Nap–Neptunusz kettős rendszerek stabil egyensúlyi L4 és L5 Lagrange-pontjaiban. Amióta 1961-ben Kazimierz Kordylewski lengyel csillagász két halvány foltot észlelt a Föld-Hold rendszer L5 Lagrange-pontja környékén, azóta e képződményt Kordylewski-porholdnak hívják.

Porfelhők a Lagrange-pontokban

Tekintsünk két égitestet (egy csillagot és egy bolygót, vagy egy bolygót és egy holdját), amelyek a közös tömegközéppontjuk körül körpályán keringenek egymás gravitációs terében. A velük együttforgó koordináta-rendszerben így mindkettő egy helyben áll. Keressük a keringési síkban azon pontokat, ahova egy harmadik, elhanyagolható tömegű kis testet helyezve, az egyensúlyban maradva szintén nem változtatja a helyzetét (azaz nulla a sebessége, miáltal a Coriolis-erő is zérus). Ez úgy lehetséges, hogy e kis testre a keringési középponttól sugár irányban kifele mutató centrifugális erő egyensúlyt tart a két égitest által kifejlesztett gravitációs erők eredőjével, ami pont a keringési középpontba mutat.

Sok csillagász azonban kétségbe vonta e porhold létét, mondván, hogy ha össze is gyűlne ott bolygóközi anyag, akkor a Nap zavaró gravitációs hatása gyorsan kisöpörné onnan. Egy képkalkotó polariméterrel felszerelt földi távcsővel új, polarizációs bizonyítékot találtunk a Föld–Hold rendszer L5 Lagrange-pontja körüli porhold létezésére. Miután a földi légkör és az állatövi fény zavaró hatásainak tulajdonítható minden lehetséges műterméket kizártunk, a mért polarizációs mintázatok az L5 pont körüli, bolygóközi részecskéken szóródó polarizált napsfénynek voltak tulajdoníthatók. A Kordylewski-porhold most észlelt polarizációs jeleiből kiolvasható égi struktúra létét a Föld–Hold rendszer L5 pontja környékének számítógépes modellezésével kapott részecskeeloszlás hasonló szerkezete is alátámasztja. A porhold polarimetriai észlelése rehabilitálja Kordylewski méltatlanul elfeledett és sokak által megkérdőjelezett 1961-es úttörő fotometriai megfigyelését.

Ezen égi mechanikai probléma első rész megoldását 1767-ben Leonhard Euler (1707–1783) svájci matematikus-fizikus adta meg, amikor felfedezte, hogy a két égitestet összekötő egyenesen három ilyen, kollinearisan nevezett egyensúlyi pont

Astrophysics and Space Science Library 460

Roberto Mignani
Andrew Shearer
Agnieszka Słowikowska
Silvia Zane *Editors*



Astronomical Polarisation from the Infrared to Gamma Rays

 Springer

Kazimierz Kordylewski Seminar
Queen Jadwiga Astronomical Observatory
Rzepiennik, Lengyelország, 2019. október 12-13.



Leszek Kordylewski (Kazimierz Kordylewski biológus fia)



Marek Kordylewski (Kazimierz Kordylewski egyik unokája)





Köszönöm a figyelmet!