



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Εισαγωγή στην Αστροφυσική

Ενότητα 4: Πλανητικό σύστημα

Ξενοφών Δ. Μουσάς
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Φυσικής



Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

*Εισαγωγή στην Αστροφυσική
και Αστρονομία*
Γίγαντες Πλανήτες

Ξενοφών Δ. Μουσάς,
Καθηγ. Φυσικής Διαστήματος

ΑΘΗΝΑ 2011

Βιβλιογραφία:

Μάνου Δανέζη και Στράτου Θεοδοσίου, Το Σύμπαν που αγάπησα, Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα, 2012, ISBN: 978-960-531-288-6

Χαράλαμπος Βάρβογλη και Γιάννη Χ. Σειραδάκη, Εισαγωγή στη σύγχρονη αστρονομία, Εκδότης: Γαρταγάνης, Αριθμός Σελίδων: 352, 1994

Σταύρου Ι. Αυγολούπη και Ιωάννη Χ. Σειραδάκη, Παρατηρησιακή Αστρονομία, Εκδότης Πλανητάριο Θεσσαλονίκης, 2004, Αριθμός Σελίδων 246, ISBN 960-86810-3-0

B. W. Carroll and D. A. Ostlie

An Introduction to Modern Astrophysics,

εκδ. Addison-Wesley, 1996 και 2013,

ISBN-13: 978-1292022932

Επίσης:

<http://www.astro.virginia.edu/class/majewski/ast551/lectures/LECTURE2/lec2b.html>

<http://casswww.ucsd.edu/archive/public/tutorial/Stars.html>

http://www.astro.washington.edu/users/anamunn/Astro101/Project1/stellar_spectroscopy_introduction.html

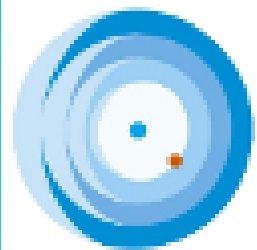
<http://handprint.com/ASTRO/>

<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Unit1/sptypes.html>

Γενικώς μπορείτε να βρίσκετε επιστημονικά άρθρα σε οποιοδήποτε αντικείμενο, αστροφυσικής, φυσικής, μαθηματικών, φιλοσοφίας ή οτιδήποτε, στην ιστοσελίδα: scholar.google.gr/

Τα άρθρα παρουσιάζονται με αξιολόγηση και

πρώτα αναφέρονται τα πιο χρησιμοποιημένα, τα κατά τεκμήριο πιο σημαντικά.



Εύδοξος

Ηλεκτρονική Υπηρεσία Ολοκληρωμένης Διαχείρισης
Συγγραμμάτων και Λοιπών Βοηθημάτων

ΒΙΒΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ

Το σύμπαν που αγάπησα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22684958

Έκδοση: Πανεπιστημιακή Έκδοση/2012

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-288-6

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

Το σύμπαν που αγάπησα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 12212

Αριθμός τόμου: Τόμος 1

Έκδοση: 3η έκδ./1999

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-062-2

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

Το σύμπαν που αγάπησα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 12213

Αριθμός τόμου: Τόμος 2

Έκδοση: 3η έκδ./1999

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-063-9

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

Εισαγωγή στην αστροφυσική

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 42022440

Έκδοση: 1η/2014

Συγγραφείς: Αλυσσανδράκης Κ.

ISBN: 978-960-02-3058-1

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΖΗΣΗ ΑΕΒΕ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22846310

Έκδοση: Α' ΕΚΔΟΣΗ/2012

Συγγραφείς: ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΑΡΑΤΖΟΓΛΟΥ ΦΙΛΑΡΕΤΗ

ISBN: 978-960-530-148-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): Εταιρεία Αξιοποίησης και Διαχείρισης

Περιουσίας Πανεπιστημίου Πατρών

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΤΟΜΟΣ I

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 280

Αριθμός τόμου: I

Έκδοση: 1η/2009

Συγγραφείς: SHU FRANK

ISBN: 978-960-7309-16-7

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΤΟΜΟΣ II

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 282

Αριθμός τόμου: II

Έκδοση: 1η/2009

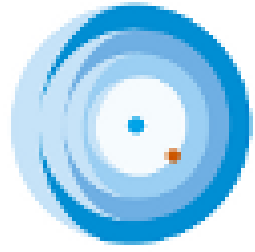
Συγγραφείς: SHU FRANK

ISBN: 978-960-7309-17-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ



Εύδοξος

Ηλεκτρονική Υπηρεσία Ολοκληρωμένης Διαχείρισης
Συγγραμμάτων και Λοιπών Βοηθημάτων

ΒΙΒΛΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ

Αστροφυσική Πλάσματος

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 50661503

Έκδοση: 2η Έκδοση/2015

Συγγραφείς: Κανάρης Τσίγκανος

ISBN: 978-960-91748-2-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΚΑΝΑΡΗΣ ΤΣΙΓΚΑΝΟΣ

Αστροφυσική Πλάσματος

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 42116553

Έκδοση: 1η Έκδοση/2015

Συγγραφείς: Κανάρης Τσίγκανος

ISBN: 978-960-91748-2-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΚΑΝΑΡΗΣ ΤΣΙΓΚΑΝΟΣ

Κοσμική Ακτινοβολία

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 45309

Έκδοση: 1η έκδ./2009

Συγγραφείς: Μαυρομιχαλάκη - Χριστοπούλου Ελένη

ISBN: 978-960-266-251-9

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): Σ.ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.

Γενική Σχετικότητα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 6236

Έκδοση: 3/2007

Συγγραφείς: Bernard F. Schutz

ISBN: 960-7122-21-6

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΤΡΑΥΛΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ



Οι πλανήτες της πόλης

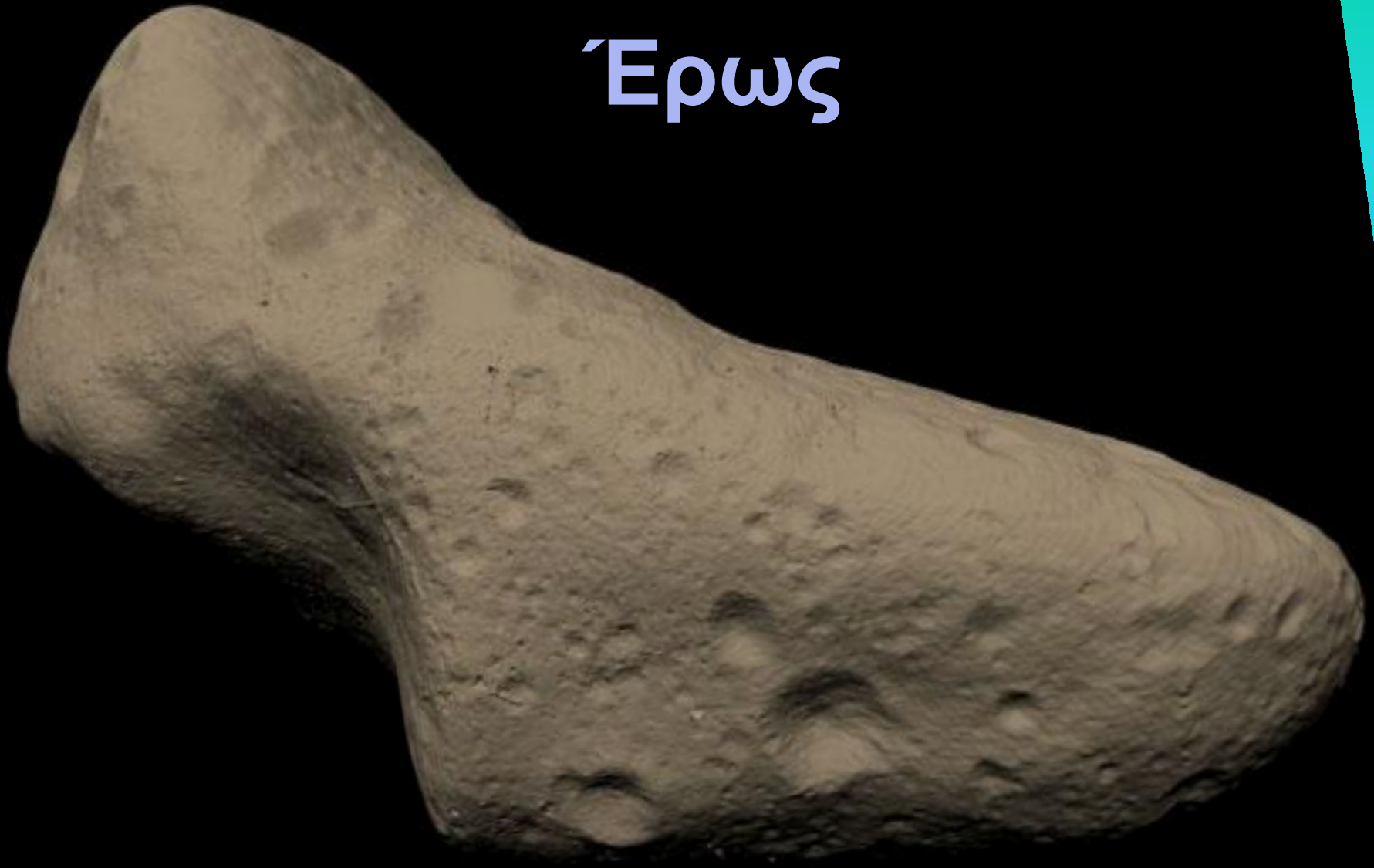


Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες Ευχαριστίες οφείλονται στη NASA, ESA, ESO, NOAO/NSO/Kitt Peak FTS/AURA/NSF

στους Ερευνητές και λοιπούς συντελεστές των επιγείων τηλεσκοπίων και διαστημικών πειραμάτων, στους κυρίους Στράτο Κουφό, Νίκο Πασχάλη, Πάνο Παπασπύρου για τις εικόνες που χρησιμοποιούνται σε αυτό το μάθημα, σε αυτούς που μας έδωσαν μετρήσεις ή συμβουλές, στην Wikipedia για πολλές πολύτιμες εικόνες που προσφέρονται χωρίς δικαιώματα χρήσης και συνεπώς είναι πολύτιμες σε κάθε δάσκαλο.

Έρως



Έρως



Έρως





Έρως

A grayscale photograph of a rocky, cratered surface, likely the Moon. The terrain is covered in numerous small craters and rocks of various sizes. The lighting creates strong shadows, highlighting the rugged texture. The Greek word 'Έρως' is overlaid in the upper left quadrant in a light blue font. In the lower right, the text '1,150 meters' is also overlaid in the same color.

Έρως

1,150 meters



Έρως

700 meters

A grayscale photograph of a rocky, cratered surface, likely the moon. The surface is covered in numerous small, dark, irregularly shaped rocks and craters of varying sizes. The lighting is directional, creating strong shadows and highlights that emphasize the texture and three-dimensional nature of the terrain. The overall appearance is that of a rugged, desolate landscape.

Έρως

250 meters

A grayscale photograph of a lunar crater. The crater floor is covered in numerous small, dark spots, likely rocks or craters. A prominent, dark, shadowed area is visible in the upper left corner. The overall texture is granular and uneven. At the bottom of the image, there is a scale bar consisting of a series of vertical lines of varying heights, with the text "120 meters" positioned to its right.

Έρως

120 meters

Δίας

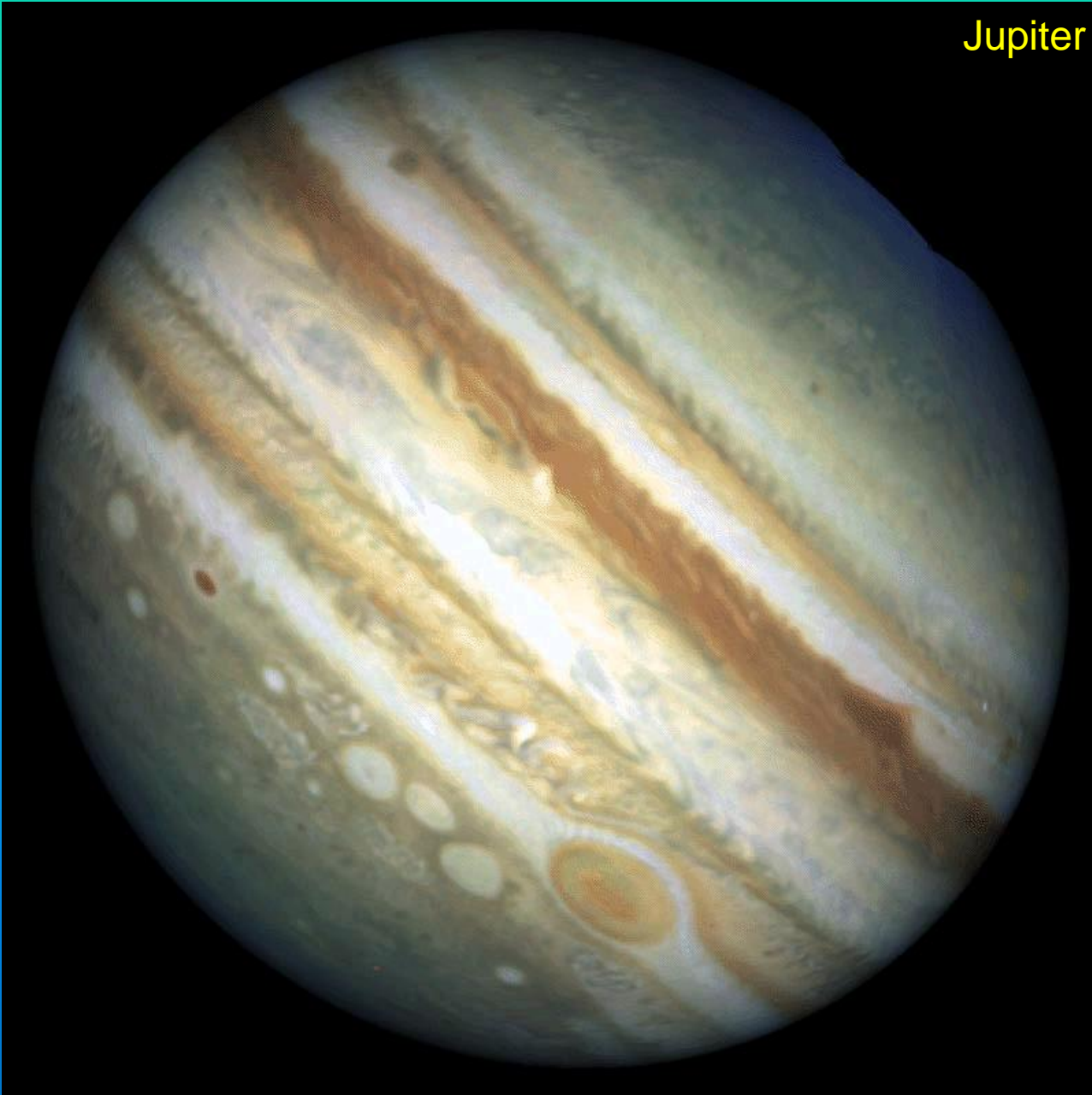


Δίας

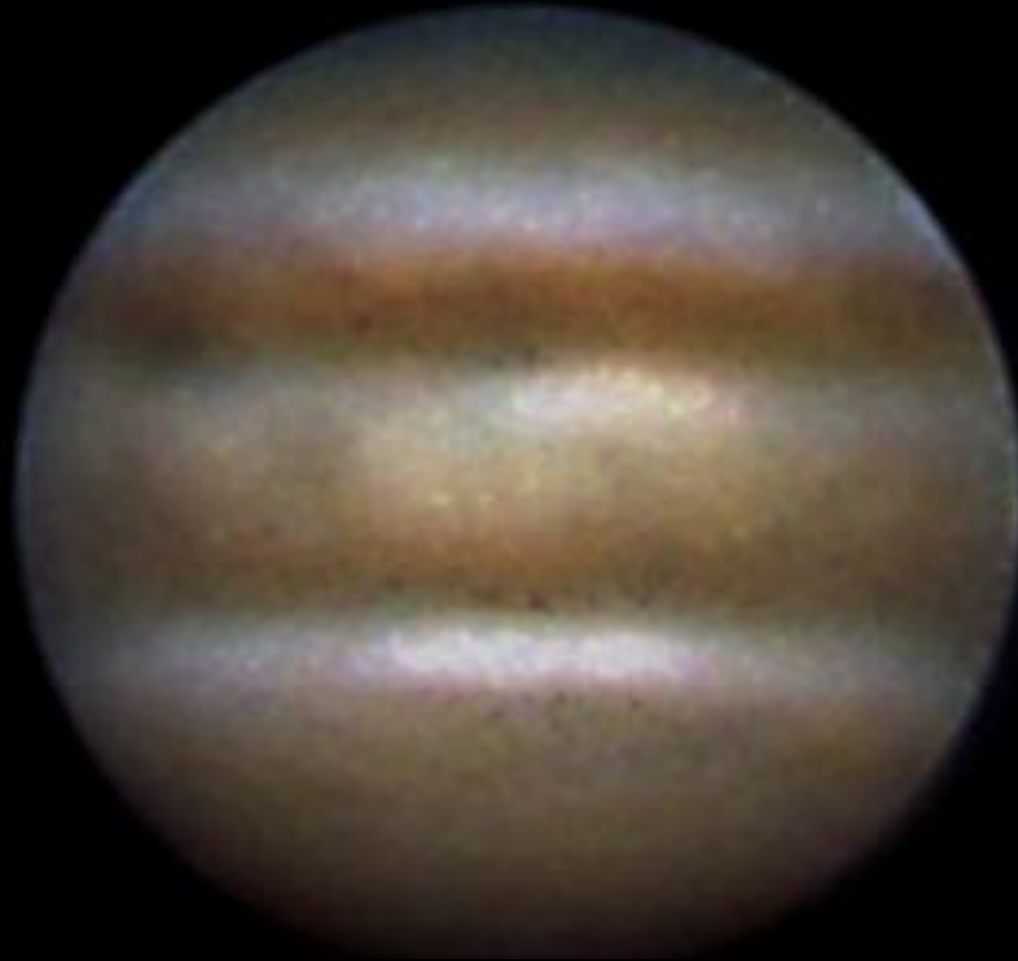
Γιώργος
Ταρσούδης



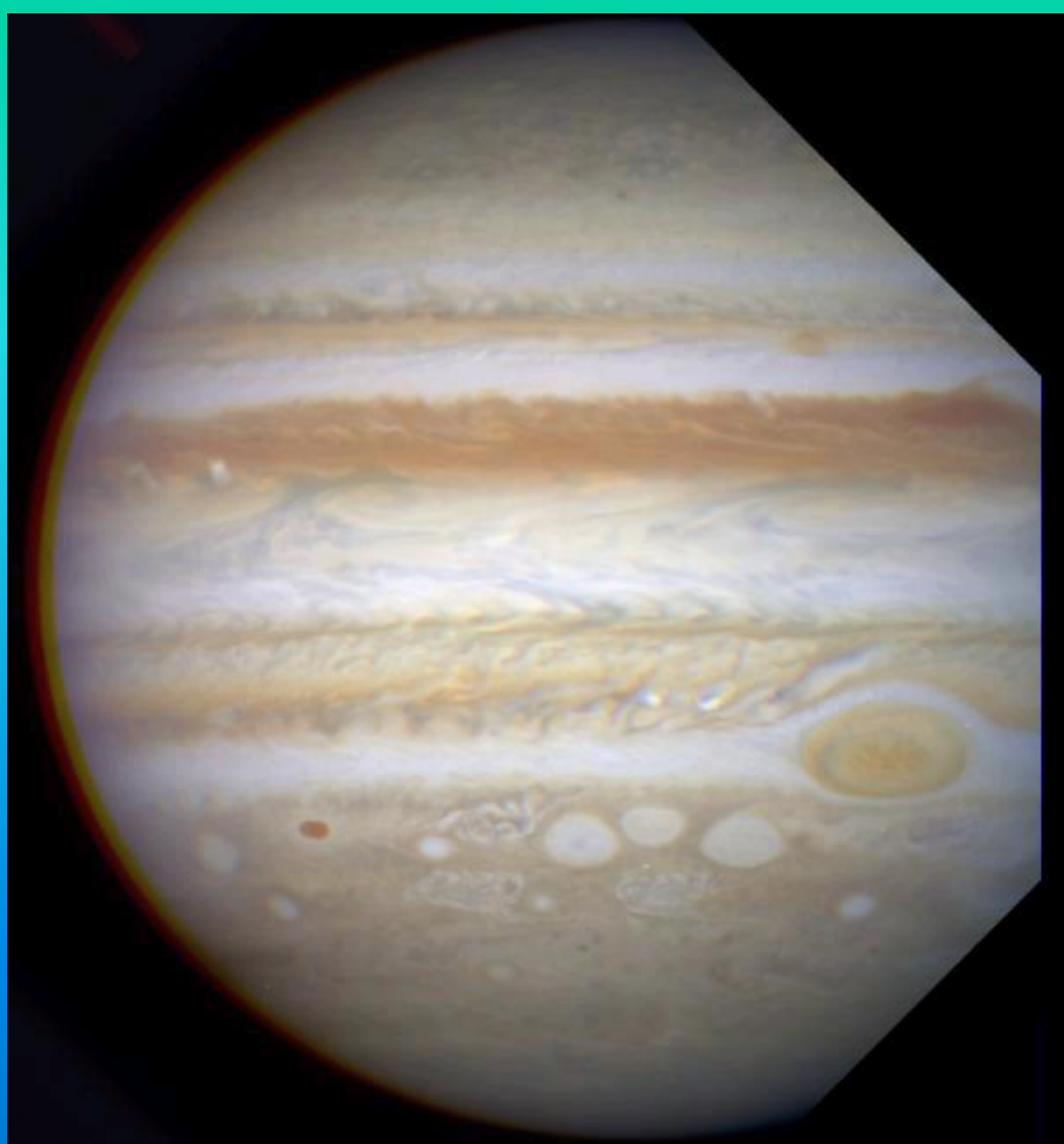
Jupiter Storm



JUPITER



7/5/2006, Γιώργος Ταρσούδης,
Αλεξανδρούπολη



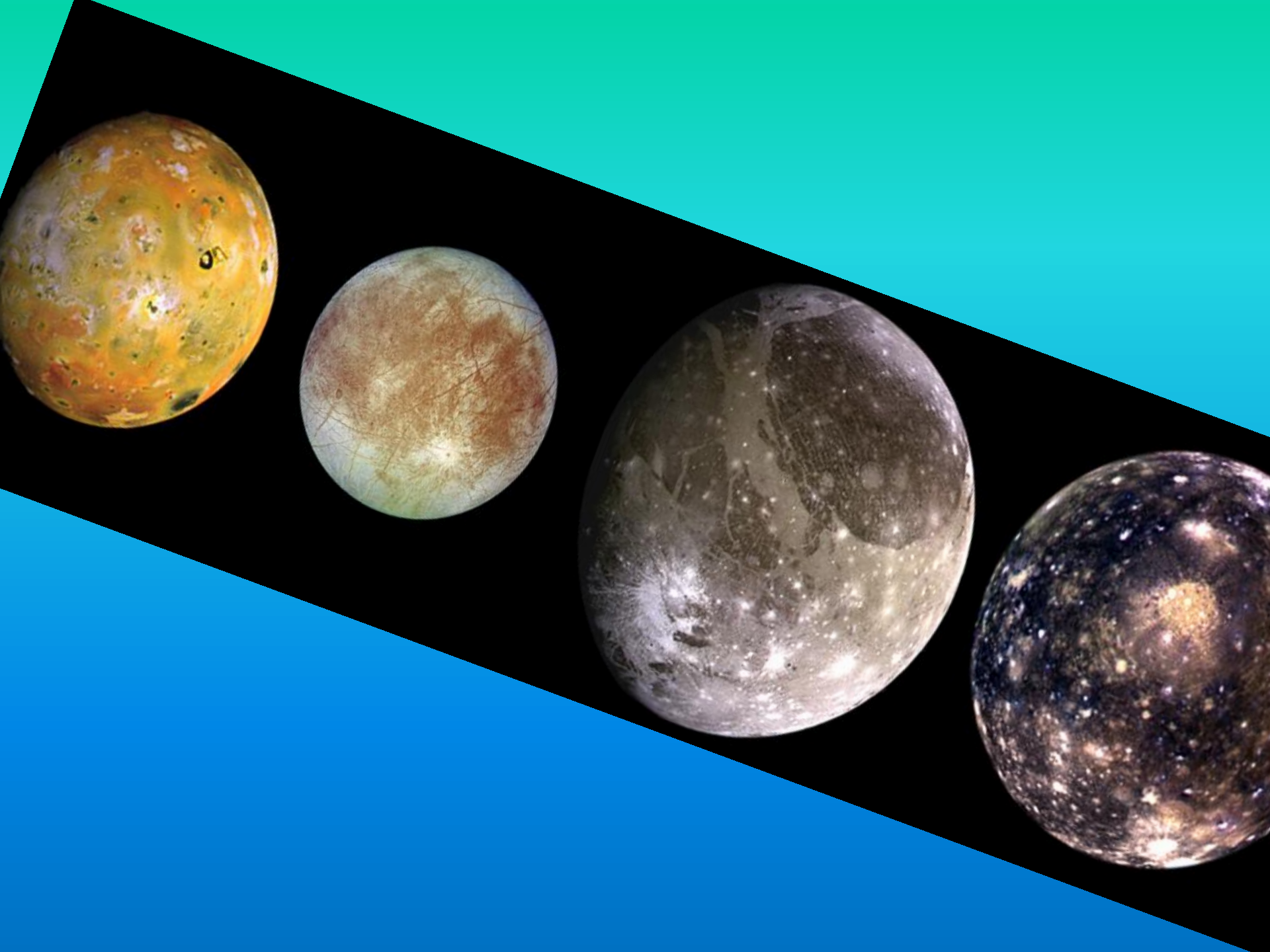
Jupiter February 13, 1995 HST · WFPC2

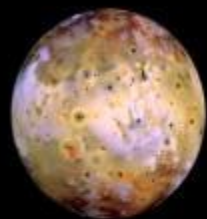
PF95-18 · ST ScI OPO · March 31, 1995 · R. Beebe (NMSU), NASA

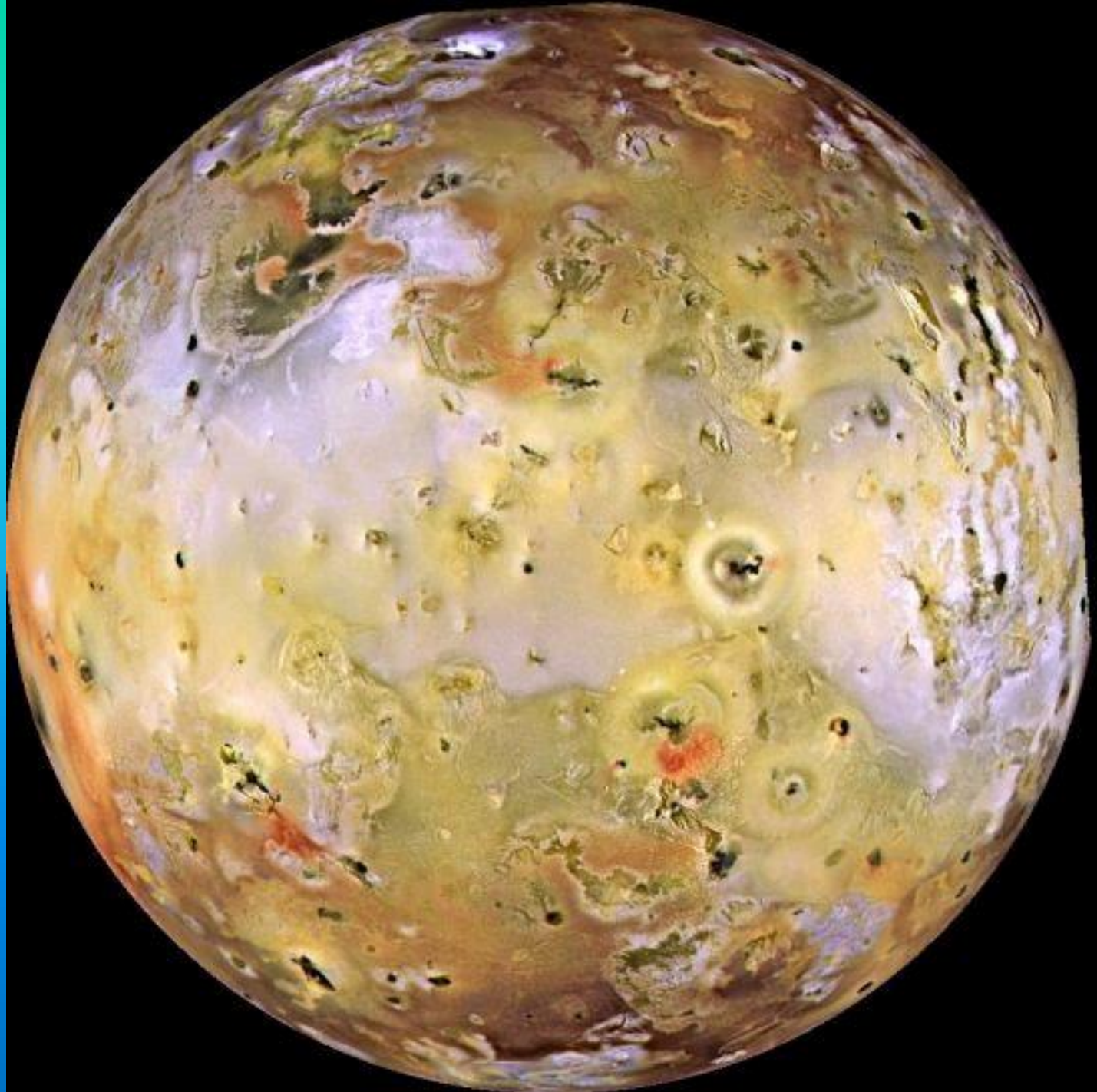


Δυο καταιγίδες στον Δία

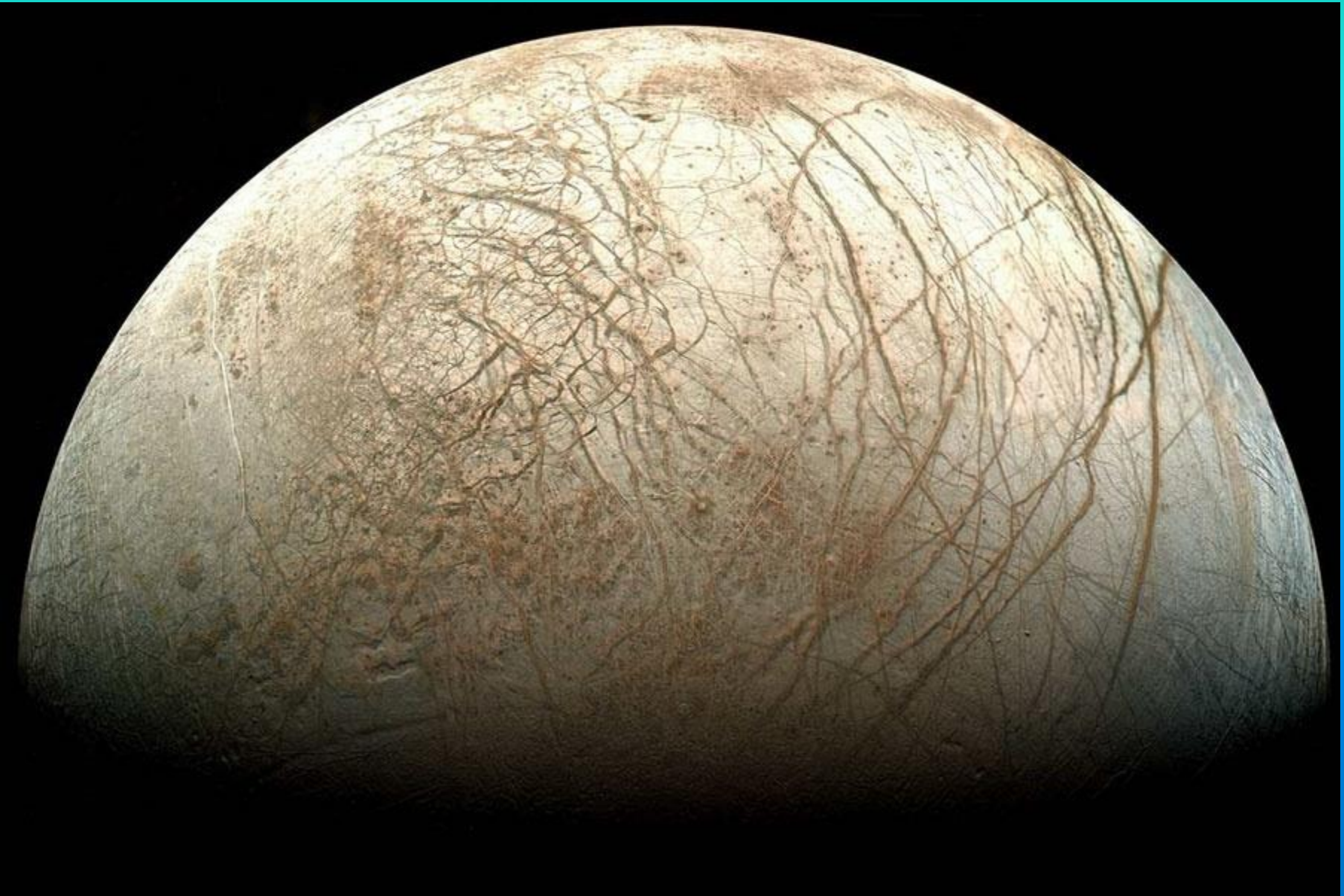




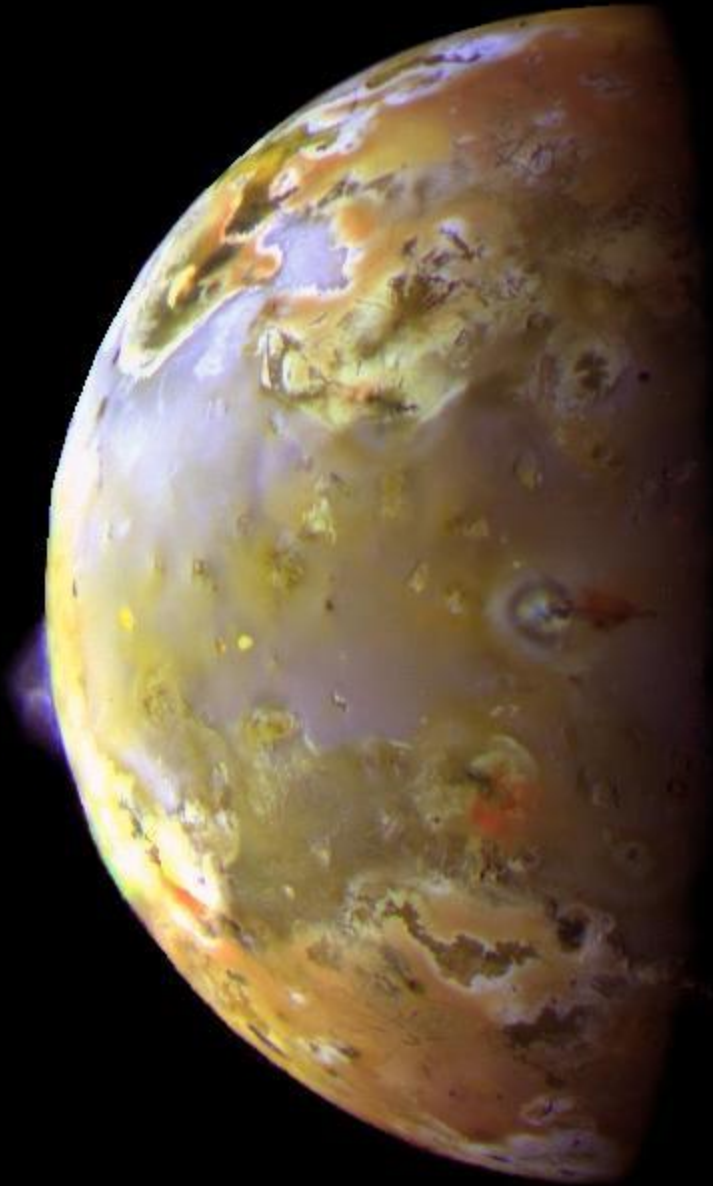


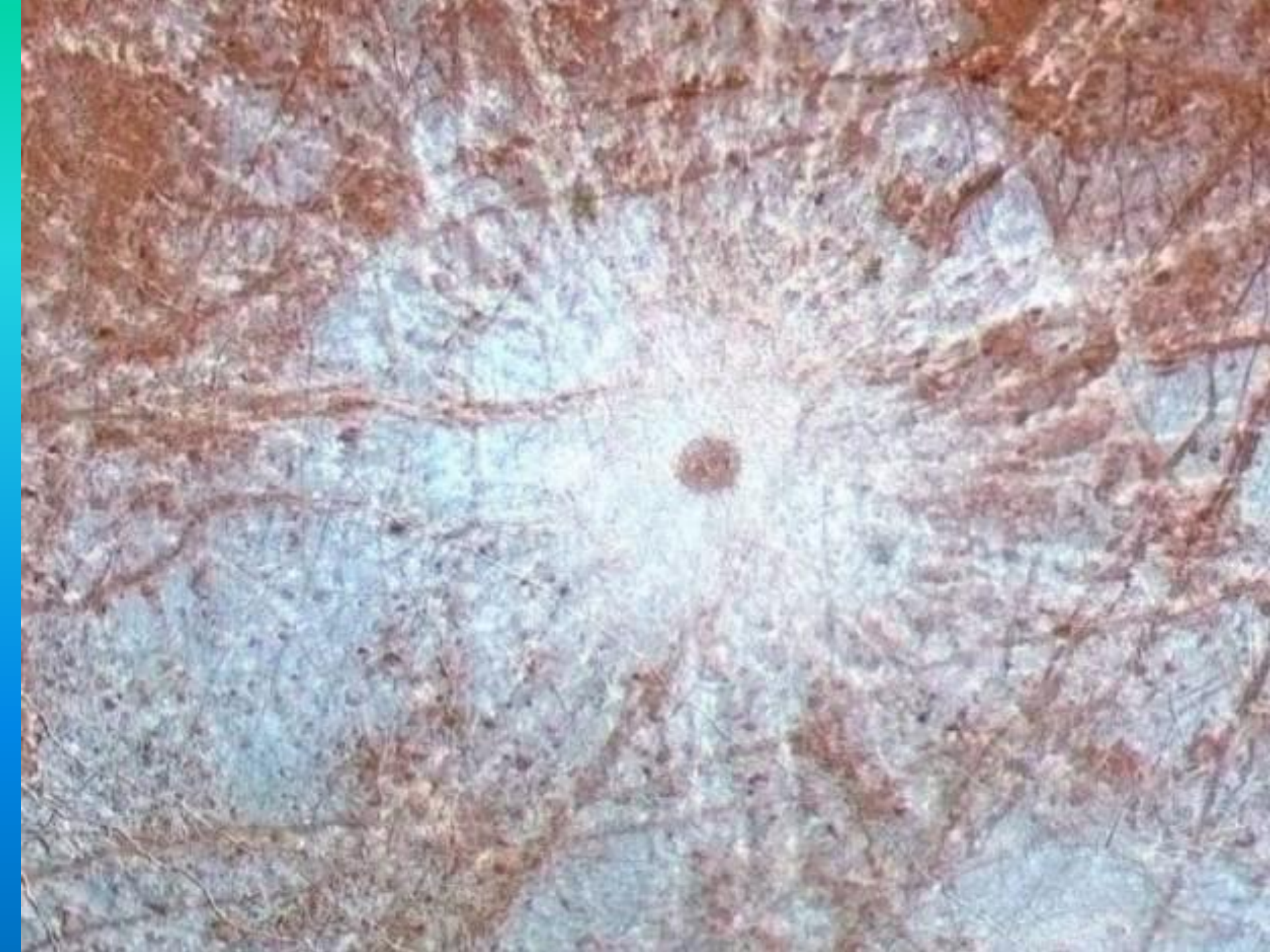


Europa

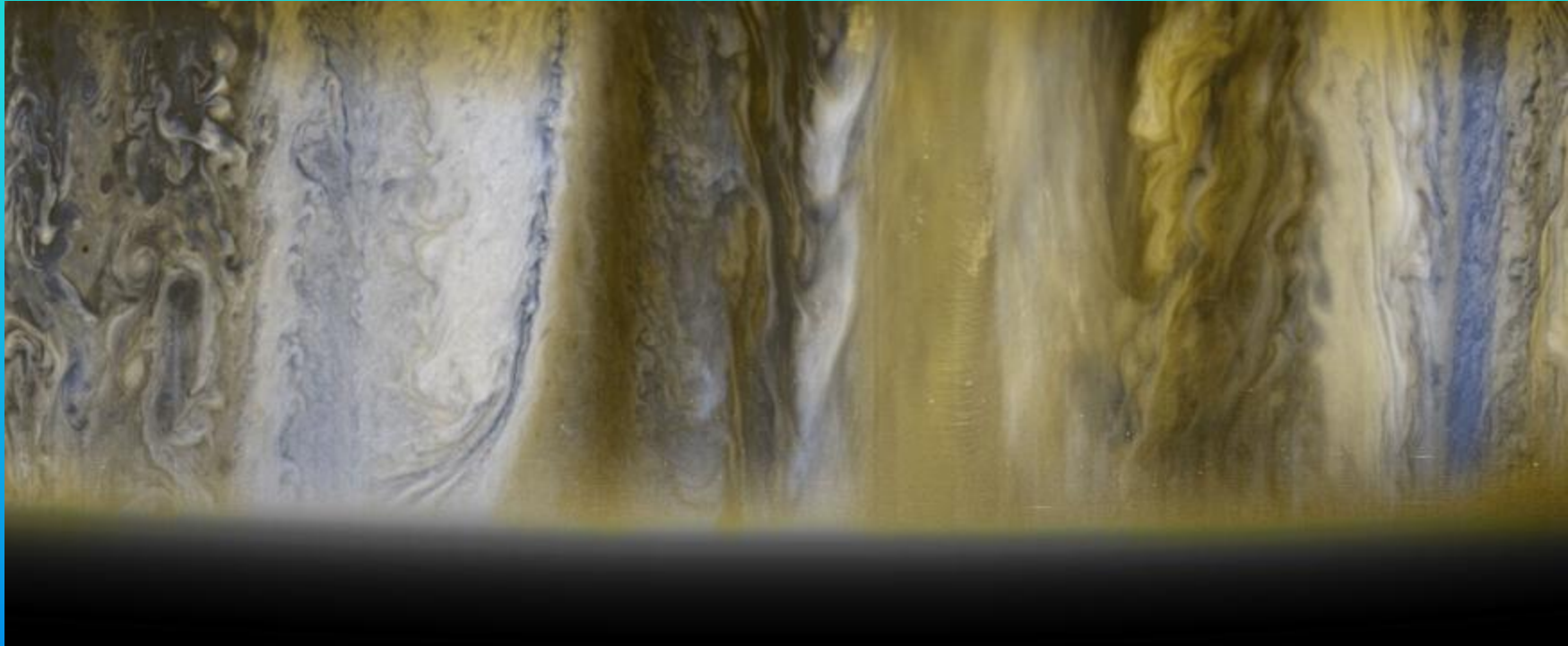


Ιώ, Προμηθέας



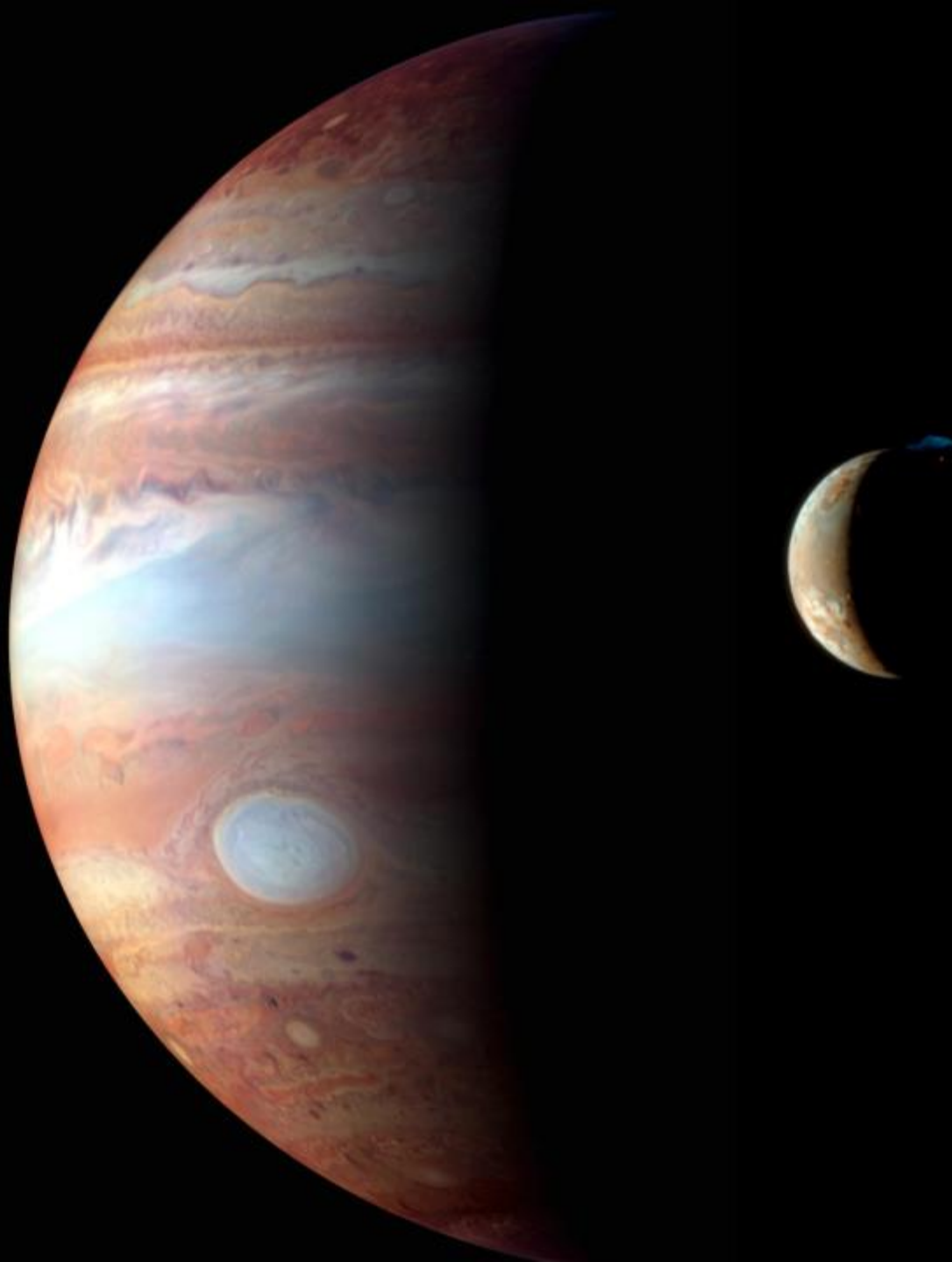


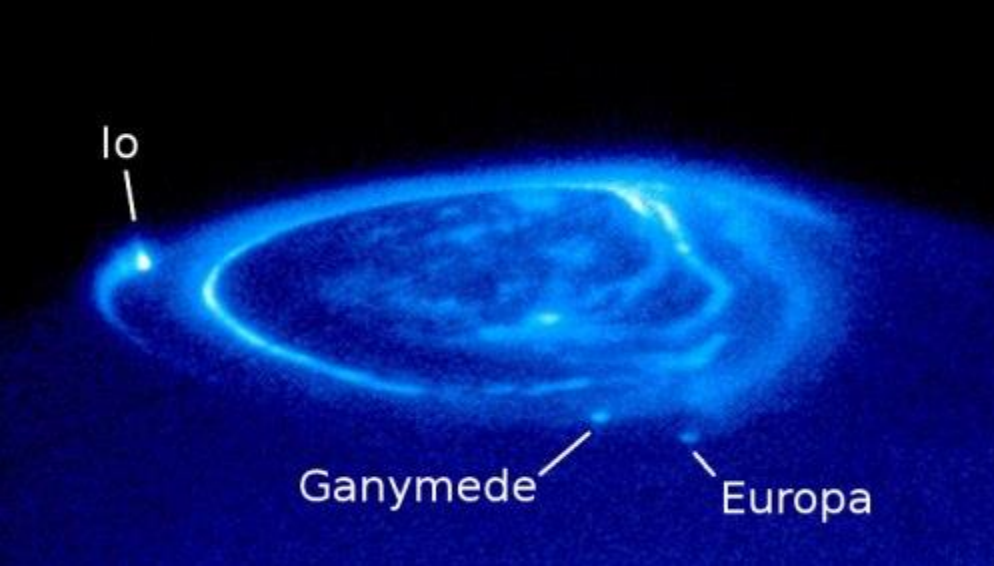
Jupiter's Clouds from New Horizons



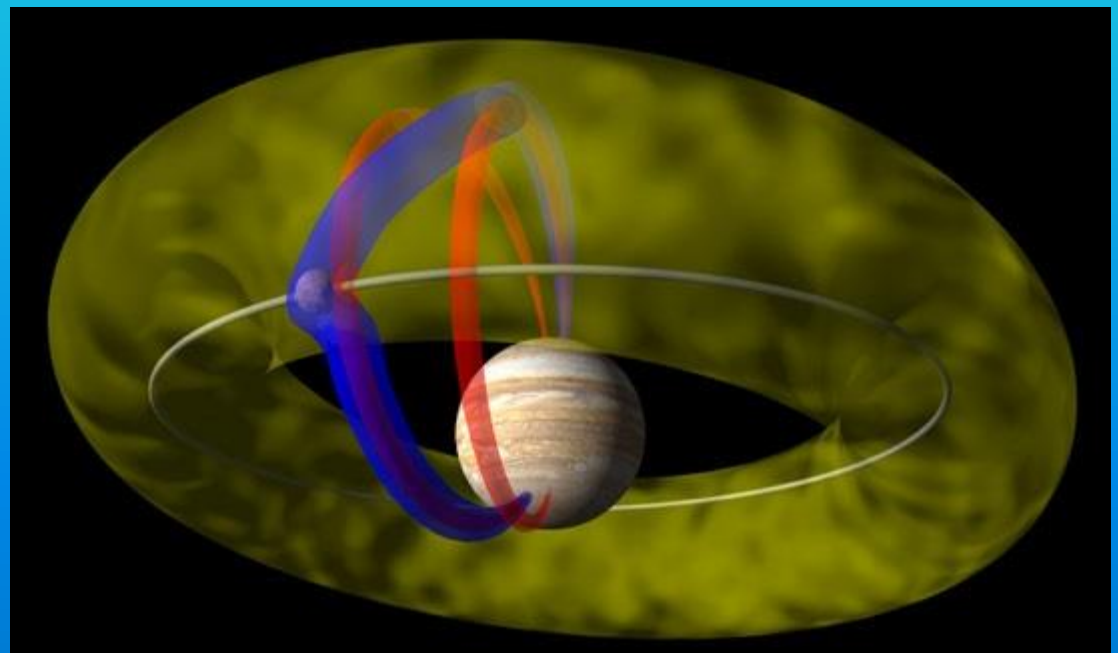
Jupiter Storm

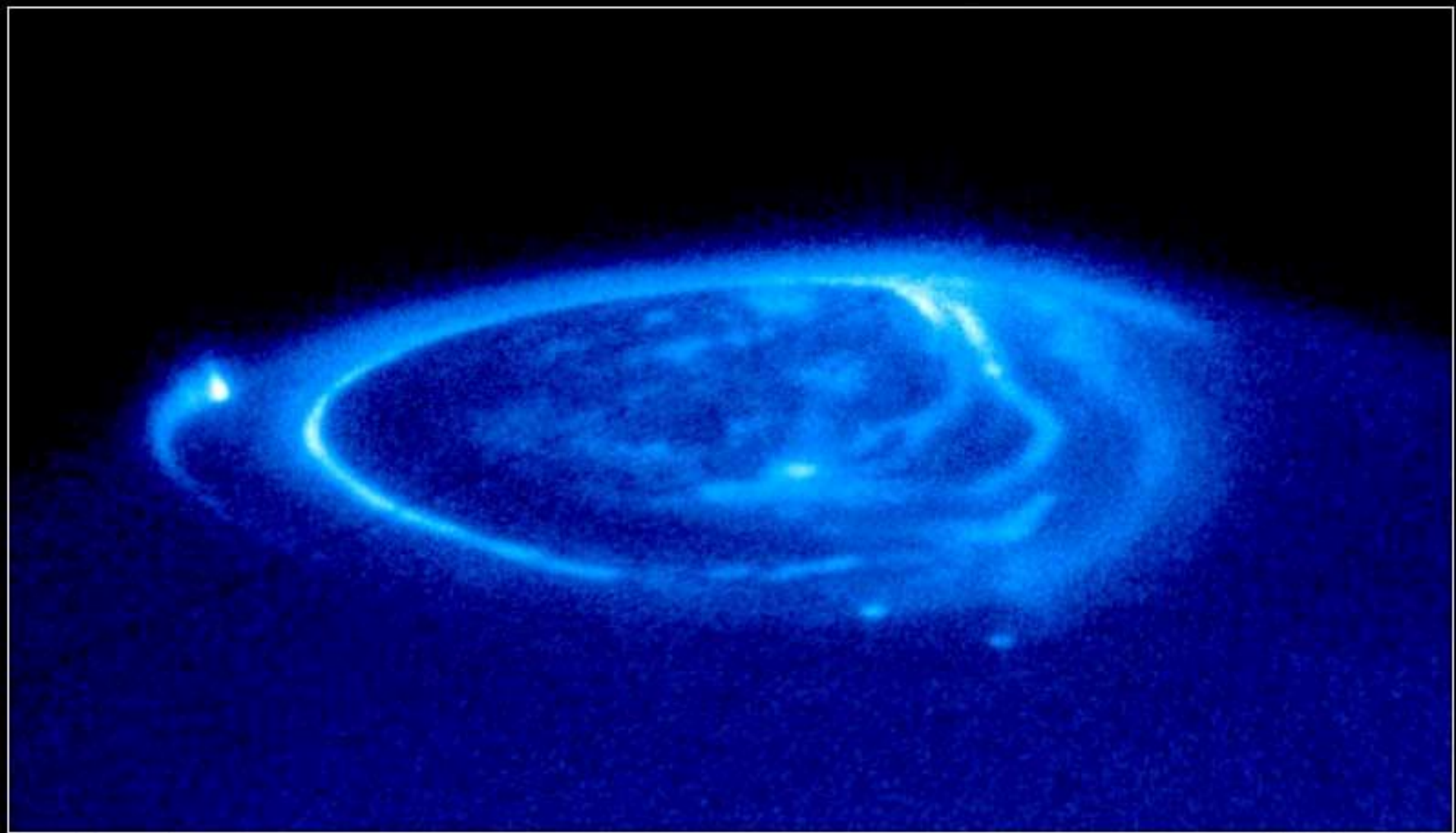
New Horizons





Io



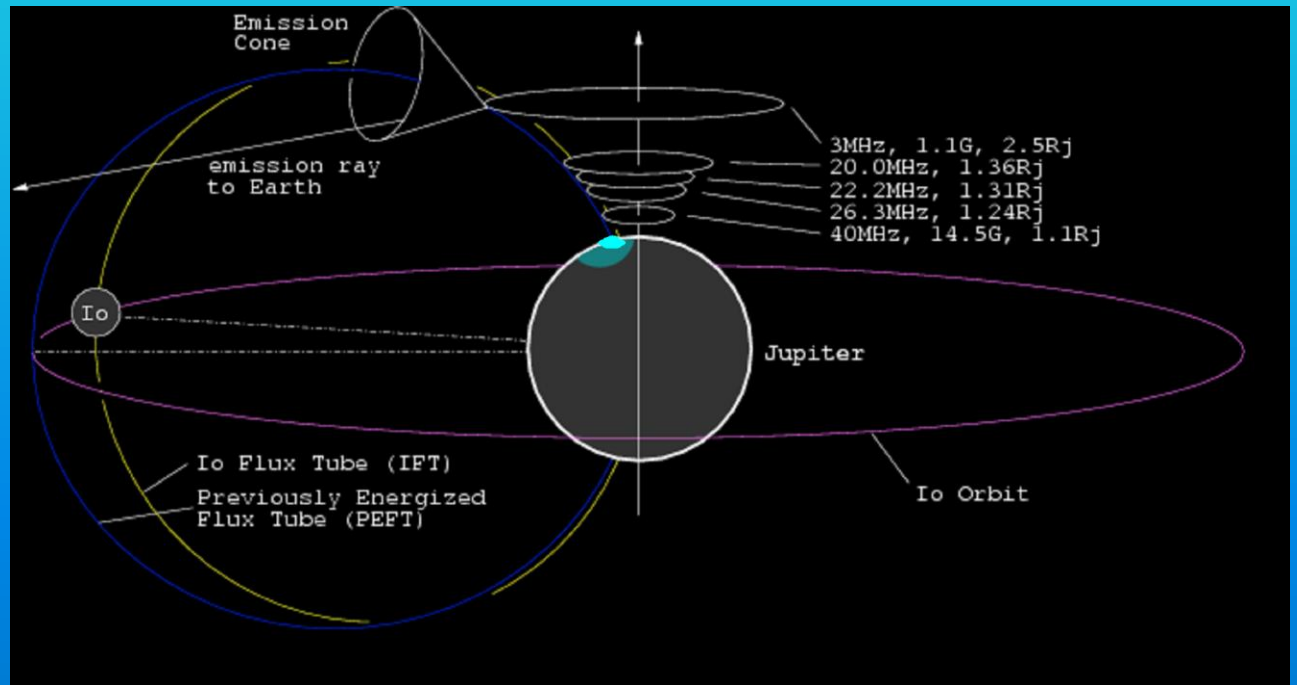


Jupiter Aurora

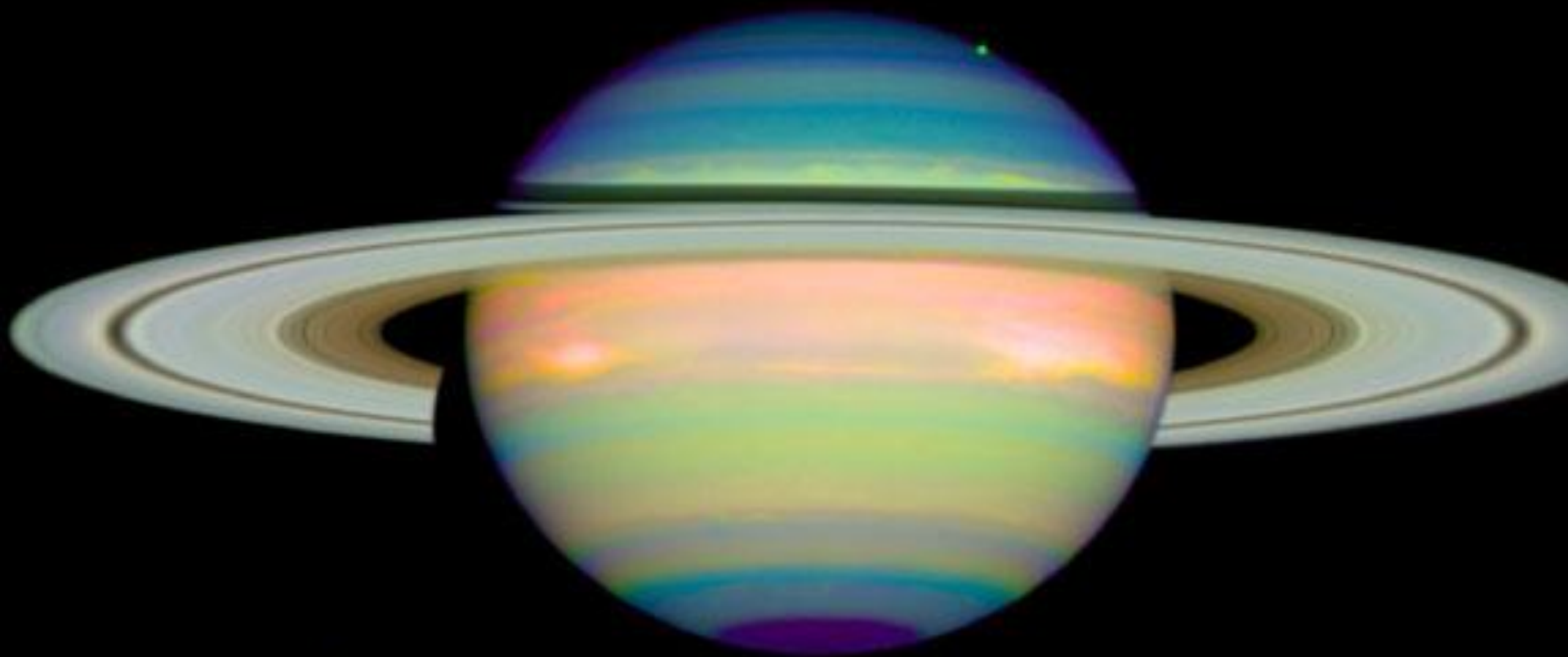
HST • STIS

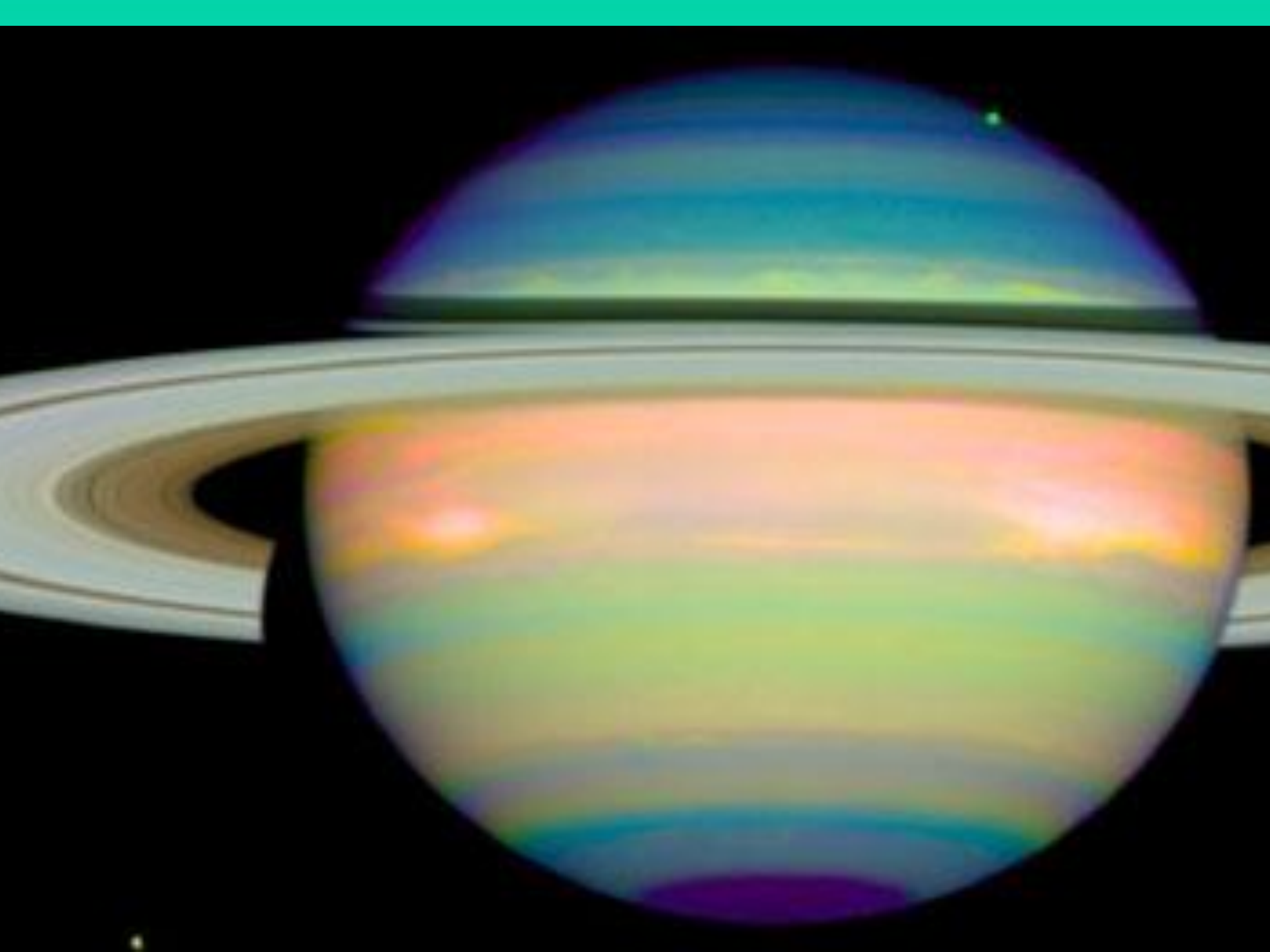
NASA and J. Clarke (University of Michigan) • STScI-PRC00-38

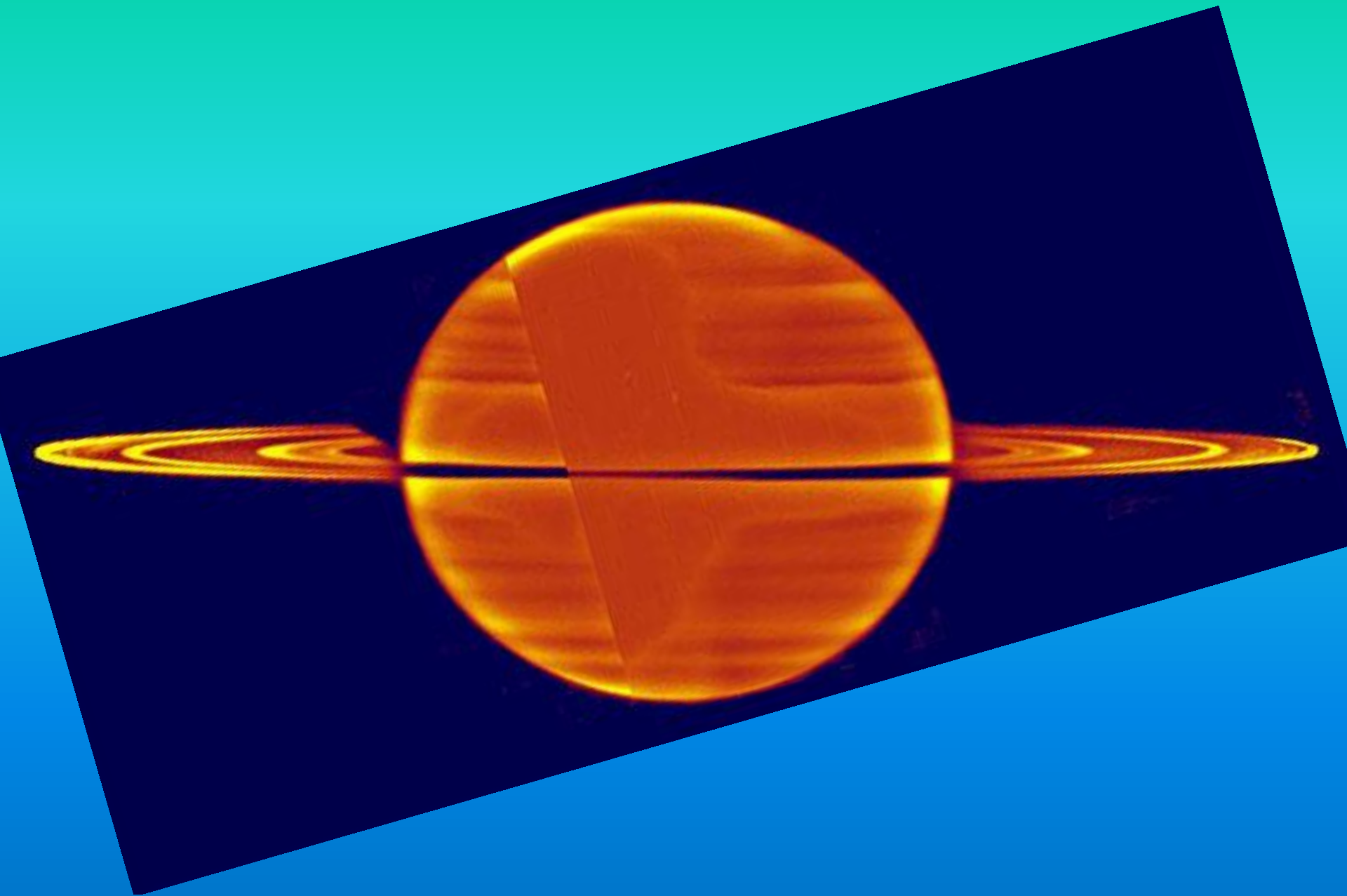
Io



Κρόνος

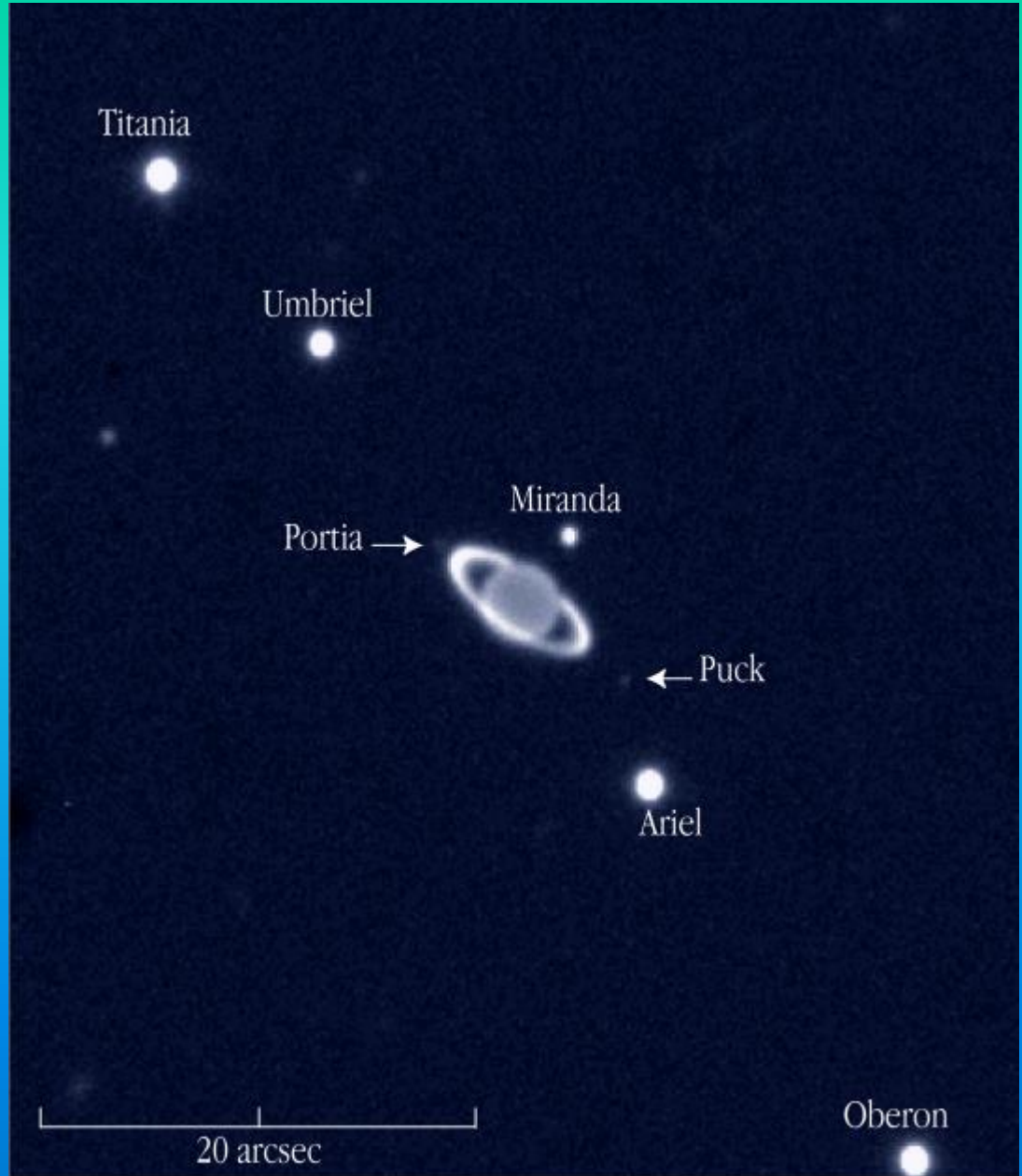






ΚΕΚ, Χαβάνη





Titania

Umbriel

Miranda

Portia →

← Puck

Ariel

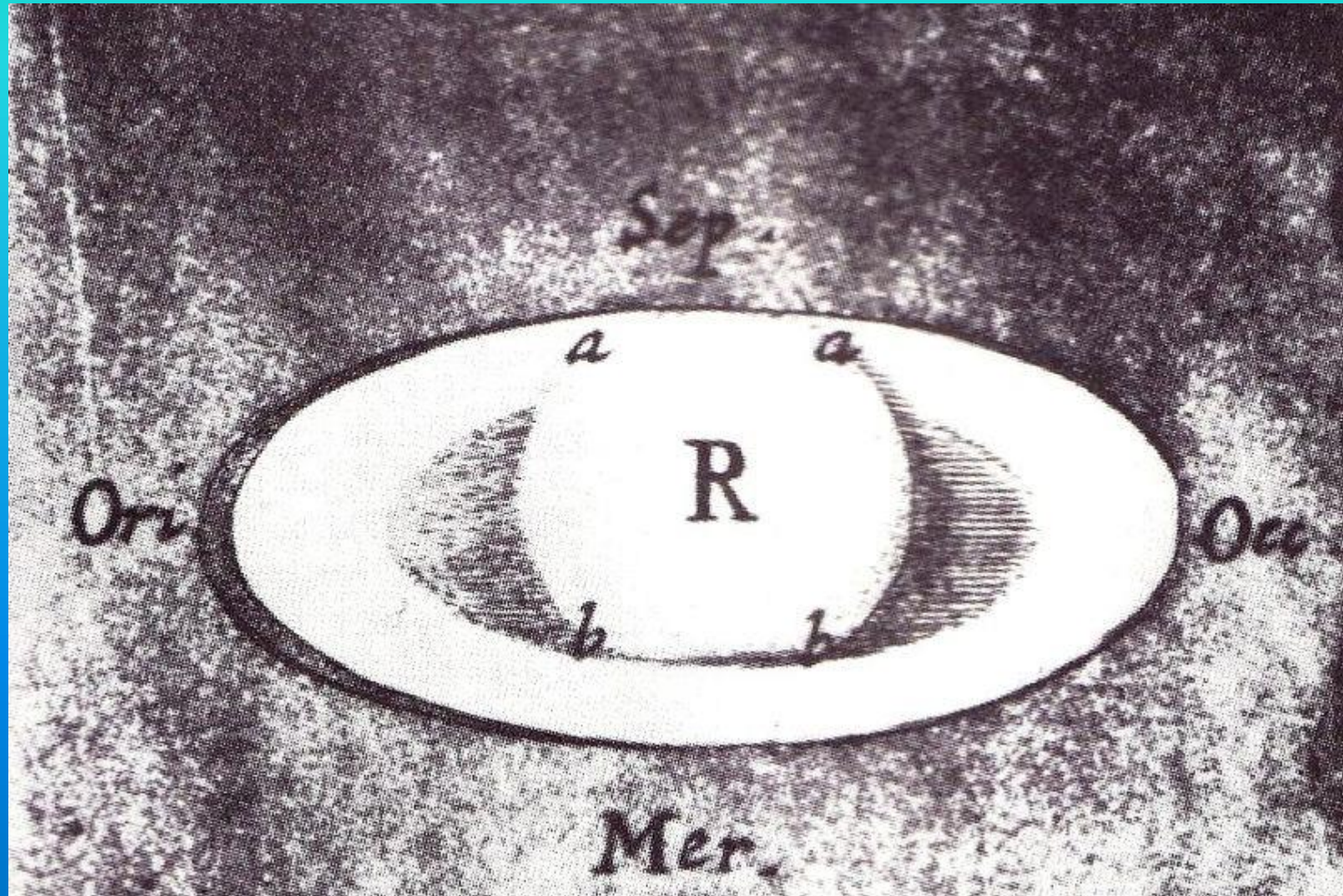
Oberon

20 arcsec

Uranus with Rings and Moons
(VLT ANTU + ISAAC)



Robert Hook



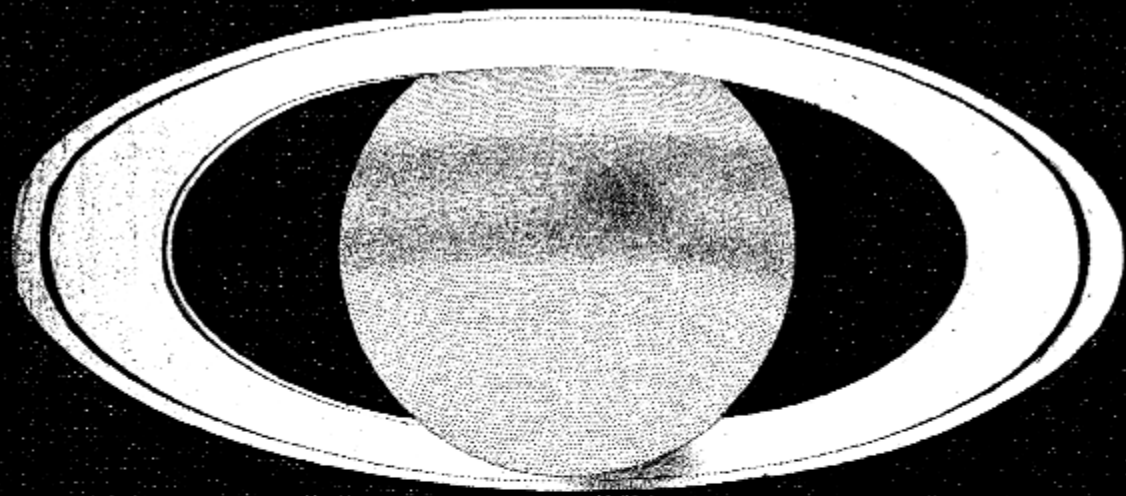


Fig 1

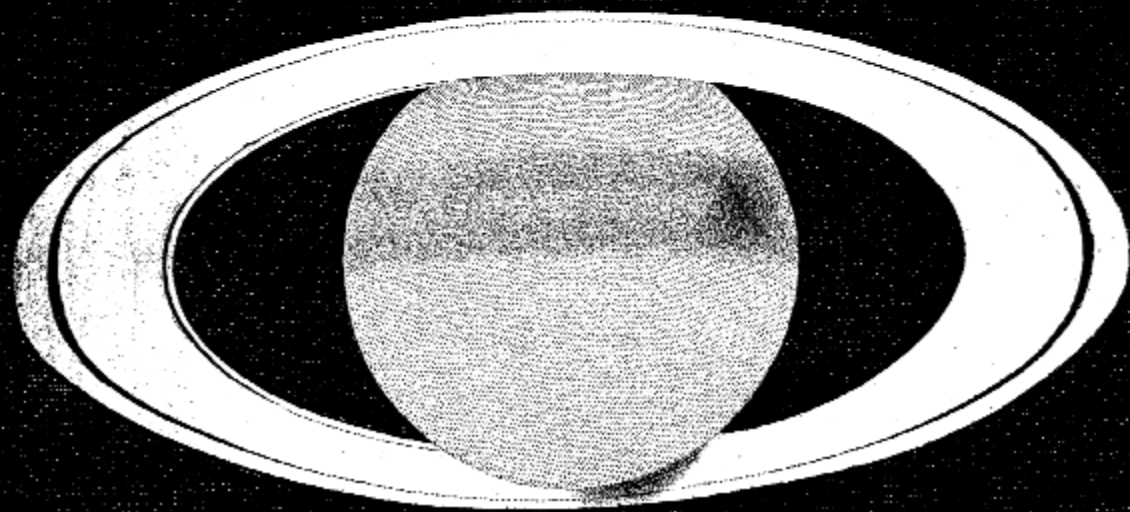


Fig 2

Astronomy: how amateurs got there first

Next week enthusiastic amateurs all over the country will be taking part in Britain's first National Astronomy Week. Amateurs have played an important role in the past, even pre-empting discoveries claimed for recent spaceprobes, and they can hope to continue to make valuable contributions

Jack Meadows and Nigel Henbest Spaceprobes have now photographed in detail all the planets out to **Saturn**—the recent highspots being the active volcanoes revealed on Jupiter's moon Io, and the glorious spectacle of Saturn's **rings** seen by Voyager 1 last November. A further saturnalia is in prospect for August this year, when Voyager 2 passes the ringed planet. But these stunning achievements of high-cost high-technology should not blind us to the value of planetary observations made with telescopes on the Earth over a long period of time. The new results should always be matched against older observations, and many of these have been made not by professional astronomers, but by skilled amateurs.

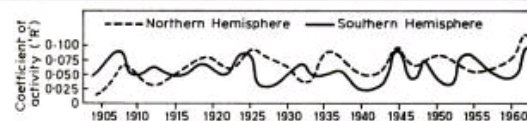
When it comes to recording fine details on planets the trained human eye can actually do better than a photograph. The limit is generally set not by the telescope's quality, but by air currents in the Earth's atmosphere, which continually shift and distort the image, and blur the image during a photographic exposure. But the eye and brain can remember the details seen during moments when the atmosphere is unusually steady.

Drawings of the inner planets have little value now that spaceprobes have visited them. Markings on tiny Mercury are difficult to spot, and visual observations gave a misleading value for its rotation period—corrected eventually by radar observations. Venus is covered by featureless clouds, and visual markings are transitory and elusive. The dark markings on Mars bear little relation to its true topography, although amateur observations do provide a useful record of the great dust storms that can envelop the planet.

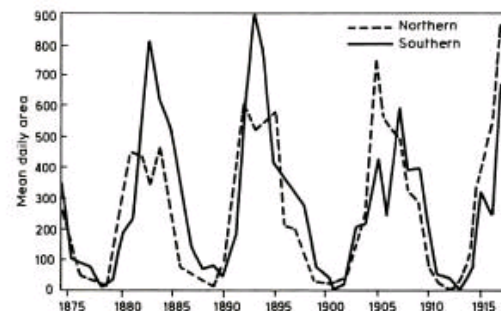
It is very different for the giant planets. Here, we see the tops of their thick atmospheres, "zones" of high white clouds and the darker "bands" between which we see down to lower layers. These gross structures are composed of finer details—plumes, whorls and spots, as the pictures from the Voyager spacecraft reveal. But such spaceprobe "encounters" are limited in time. Although the Voyagers revealed frenetic activity on Jupiter, they did not record the longer-term trends in the atmosphere. These trends are important for understanding not just Jupiter, but also our own weather and climate, because meteorologists have found striking parallels between Jupiter's atmospheric circulations and those on Earth.

Telescopic observations of the giant planets began centuries ago, but detailed continuous observation started only in the 19th century. Earlier material is still of some value, however, as shown by 17th century observations of Jupiter's Great Red Spot, which allow us to estimate the spot's lifetime and rate of rotation about the planet.

There are two common types of change in the Jovian atmosphere—the appearance of either bright or dark spots. We have somewhat better measurements of the change with time of the dark spots, which appear predominantly between the latitudes of 30°N and 30°S. Many drawings of this activity were made over the past century, and when these are examined for long-term changes, it appears that the degree of activity varies considerably. The activity, moreover, differs significantly between the northern and southern hemispheres. Although pictures from spaceprobes may show such an asymmetry, they can-



Above: Jupiter's hemispheres differ in atmospheric activity (after J. H. Focas, *Icarus*, vol 15, p 56). This is reminiscent of the unequal distribution of sunspots, below (after E. W. Maunder, *Monthly Notices of the RAS*, vol 82, p 534)

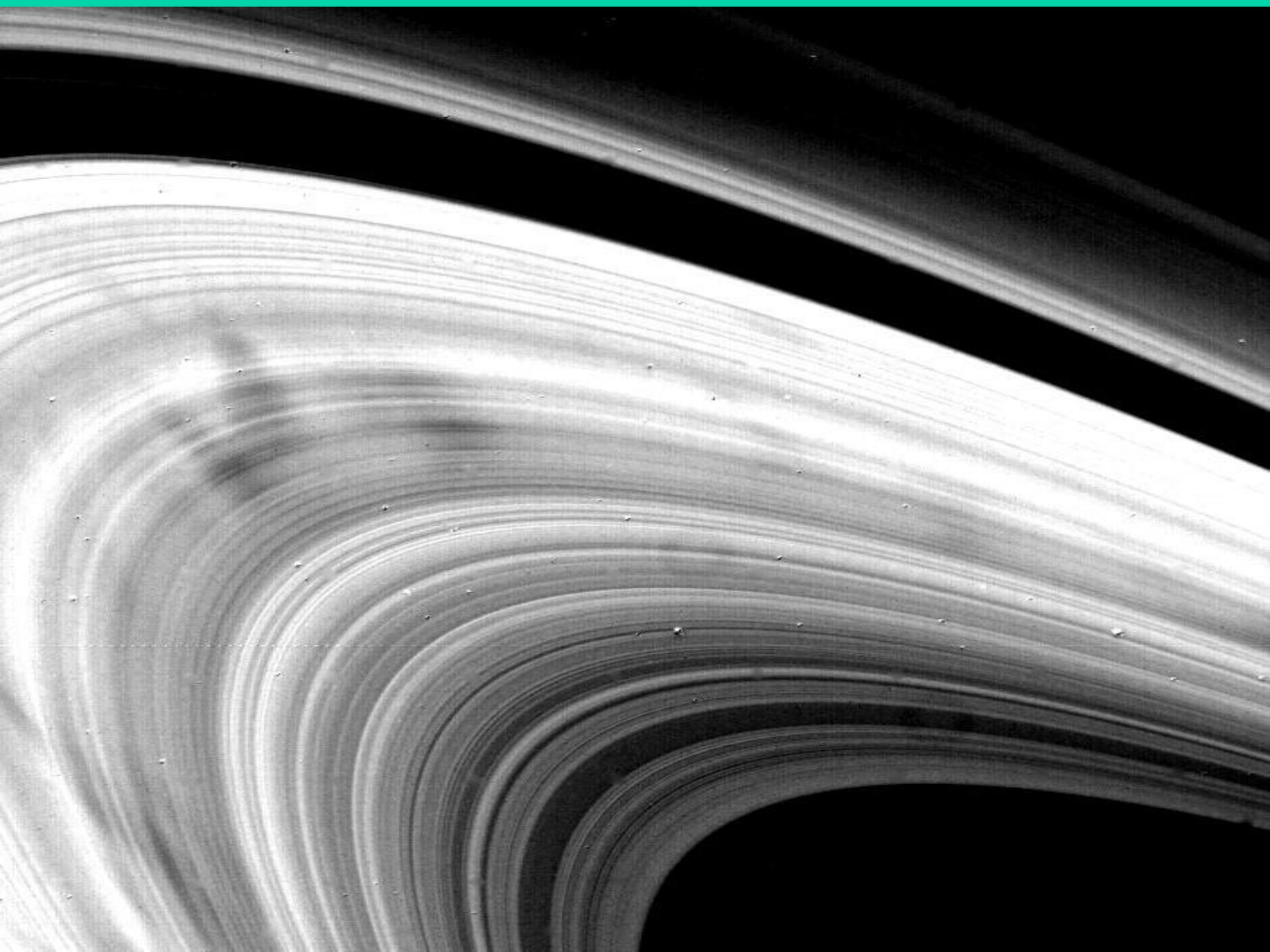


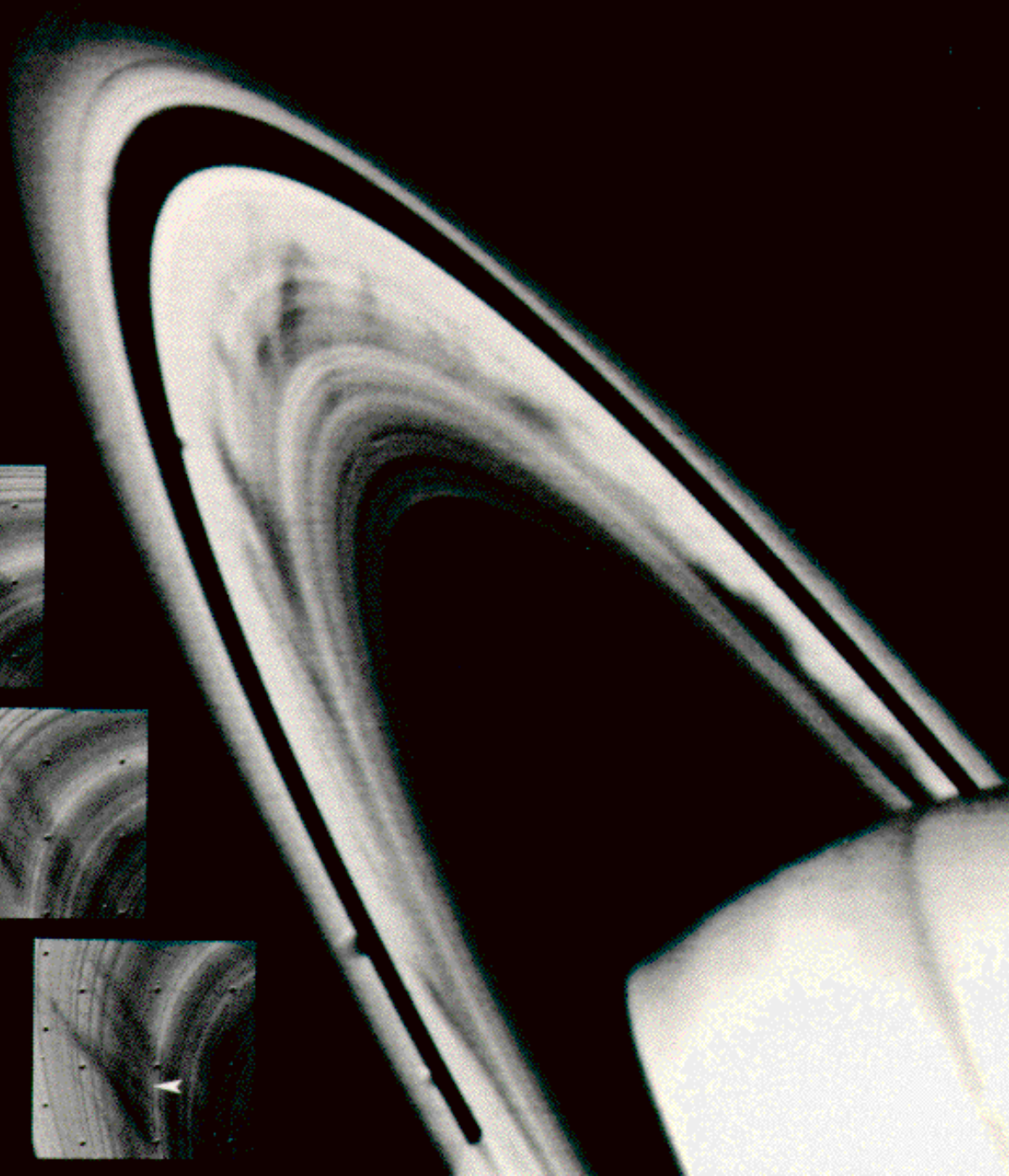
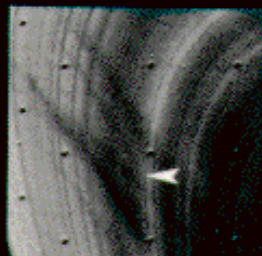
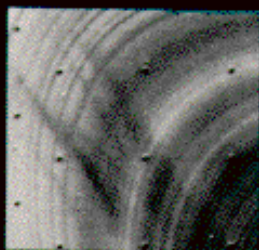
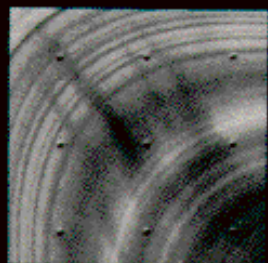
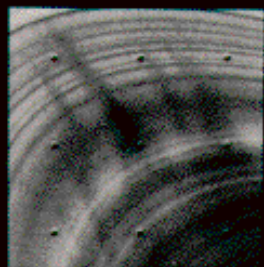
not indicate its long-term importance.

The interesting point here is that the Sun also shows long-term fluctuations in the number of dark markings on its surface—in this instance, sunspots. These spots too are concentrated between 30°N and 30°S. The variation of activity with time for sunspots—the 11-year sunspot cycle—is much more regular than for Jupiter, but similar differences between the northern and southern hemispheres occur. This analogy suggests that, despite the major differences between the Sun and Jupiter—one is a star, and the other a planet, a thousand times lighter in weight—there may be similarities in the role that convection plays in the two bodies. Here the ground-based observations provide a hint that might not have been evident from occasional spaceprobe encounters.

In addition to their long-term importance, observations made by skilled amateurs under good conditions may reveal more than most astronomers have suspected. This has become apparent as some "surprises" from the Voyager

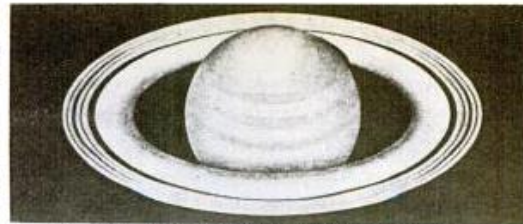
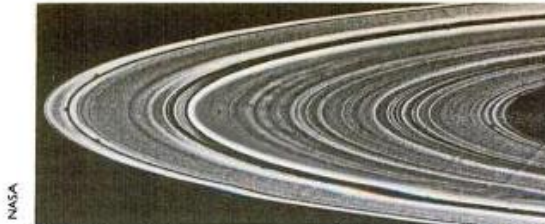








SCIENCEPHOTOLIBRARY



Captain Henry Kater saw narrow ringlets in Saturn's rings (Memoirs of the RAS, vol 4, p 383) 155 years before Voyager 1

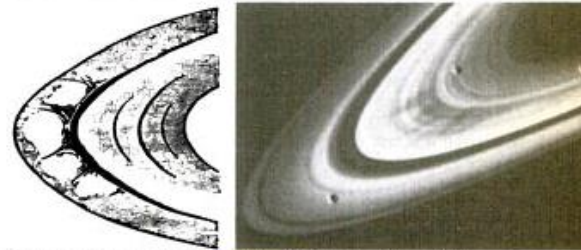
missions have turned out to be already recorded by the diligent amateurs of previous years. For example, older observations had already provided a strong clue to the existence of two phenomena in Saturn's rings which took the Voyager scientists by surprise. One is the fact that the rings are divided into hundreds of concentric ringlets, separated by narrow gaps. Observers had already noted that the rings show more and more divisions under good seeing conditions. Captain Kater, observing in 1825, noted: "I have little doubt, from a most careful examination of some hours, that that which has been considered as the outermost ring of Saturn consists of several rings." The appearance has been confirmed by later observers using a range of telescopes.

The second "discovery" by Voyager was the dark radial spokes in the rings, which revolve with the planet's period of rotation rather than turning with the particles in the rings. One of the leading planetary observers of the early 20th century, E. M. Antoniadi, was convinced he had observed such markings. If these earlier sightings can be taken seriously then radial features in Saturn's rings may be a continuing but changeable aspect of the planet. As Sir William Herschel remarked in 1791 "this must lead us to the question whether the construction of this ring [Saturn's] is of a nature so as permanently to remain in its present state or whether it be liable to continual and frequent changes" (*Philosophical Transactions of the Royal Society* [1972], p 7).

Surprises in store

The next planet out is Uranus, discovered 200 years ago by William Herschel when still an amateur (*New Scientist*, 19 March, p 761). Uranus is so distant that it is difficult to see any details on its tiny disc. Recent observations from the Stratoscope, a balloon-borne telescope observing from above most of the atmosphere, have shown no markings on Uranus. But the examples of Jupiter and Saturn lead us to expect that features will appear temporarily from time to time. Ground-based observations by amateurs already provide hints that Uranus may have "bands" and "spots", which are larger than comparable phenomena on Jupiter and Saturn. Voyager 2 may therefore find on its passage by Uranus in 1986 that the major atmospheric features have a wider spread in latitude than those of the two other planets so far explored.

It is clearly important to continue visual observations of the major planets, and amateur contributions are vital to the success of the long-term studies of the planets' weather systems and of changes in Saturn's rings. Even a small (15-cm) reflecting telescope will show the markings on Jupiter, and it requires only practice—not necessarily any artistic skill—to make accurate planetary drawings. In the United Kingdom, the British Astronomical Association coordinates and analyses amateur observations, while the Junior Astronomical Society exists to help beginners of all ages.

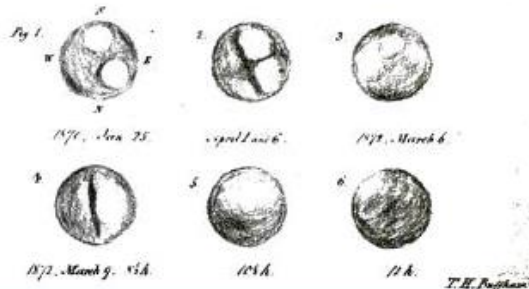


French astronomer E. M. Antoniadi discovered the radial "spokes" in Saturn's rings in 1896 (*Journal of the BAA*, vol 6, p 339), hailed as a major surprise when seen by Voyager 1

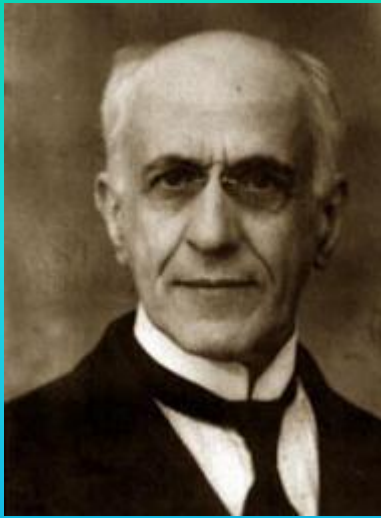
observing evening turns into an astronomy bull-session down at the pub! Because this year sees the bicentenary of Herschel's discovery of Uranus, British amateur astronomers are staging the first National Astronomy Week, starting this Sunday. Local societies will be holding public lectures, open evenings at their observatories and telescope displays in department stores and shopping precincts. Queen Elizabeth Country Park, near Petersfield, West Sussex, will boast a scale model of the Solar System, while a time capsule to commemorate the event will be buried in Birmingham. On the national level, there are two competitions: one for the best home-made planetarium constructed by a school, the other—open to everyone—is to discover a comet during National Astronomy Week itself. The latter has a prize of £5000 attached.

The organisers hope that astronomy will be brought well and truly into the public eye, showing how the amateur can contribute despite the present era of space-probes. Indeed, as the Voyagers complete their missions in the next few years, the only eyes still turned to the giants of the Solar System will be back here on Earth. □

Uranus.



T. H. Pogson



- **Title:** Saturn, note on the constitution of the "crape" ring of
- Authors:** Antoniadi, E. M.
- Journal:** Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 59, p.498
- Bibliographic Code:** 1899MNRAS..59..498A

shadow fell on the **rings** and persisted for several hours as they rotated, becoming fainter and less well defined with time, finally losing their integrity only just before re-entering the shadow. A new command sequence was sent to the spacecraft to investigate this phenomenon, and so on 25 October, with the range now down to 24 million kilometres, a 500-kilometre-per-pixel frame was shot every five minutes over a 10-hour period – almost a complete planetary rotation. Over the next week, JPL's Image Processing Laboratory sequenced these frames to create a time-lapse movie showing the spokes rotating. The fact that the motion matched the planet rather than the ring system meant that the spokes were an artefact of the planet's magnetic field which in turn implied that the spokes were charged particles being swept along over the 'B' ring.²⁹ The force that created the spokes was evidently at work where the planet's shadow fell onto the **rings**. Analysis suggested that the spokes were particles a few microns wide which were 'elevated' away from the plane by either magnetic or electrostatic forces that were effective in darkness. The spokes emerged well defined, and slowly diffused as they progressively migrated back down to the ring plane in sunlight, only to be elevated again upon re-entering the shadow.³⁰ As Voyager 1 closed to within a few million kilometres of the planet, it detected lightning-like radio bursts. Some researchers suggested that these emanated from the ring system, the idea being that the material in the spokes was being 'charged up' in the shadow, and the bursts were electrostatic discharges between the clouds of dust as it settled towards the **rings** upon emerging into sunlight.^{31,32,33,34,35,36,37,38,39} Others suggested that the radio bursts were more likely due to atmospheric lightning in the super-rotating equatorial wind stream.^{40,41}

In 1896, E.M. **Antoniadi** had seen radial features on the 'A' ring, but even the accomplished chronicler of Saturnian studies, A.F.O'D. Alexander, had dismissed them as being "probably illusory".⁴² Nevertheless, in 1977, Stephen O'Meara, an experienced visual planetary observer, reported radial structure on both main **rings**. Interestingly, the features seen by the Voyagers were confined to the 'B' ring.

Imagery on 14 October enabled the orbits of the moonlets Janus and Epimetheus to be refined. Their orbits are 30 kilometres either side of a planetocentric distance of 151,450 kilometres. In accordance with Kepler's laws of orbital motion, the lower one travels slightly faster and catches up with the higher one every 4 years or so, at which time they *swap orbits*. This occurs because the trailing moonlet, in the lower orbit, is accelerated and rises; at the same time, the leader is retarded and falls. Since the leader, which was in the higher orbit, accelerates away as it drops into the lower orbit, they do not actually pass. In fact, they probably never come closer than a few kilometres of one another.⁴³

On 25 October, while checking the incoming imagery of the **rings** intended for the spokes movie, S.A. Collins discovered a moonlet just beyond the 'F' ring. The next day he found another one, just inside the ring. Several years previously, upon the discovery of the system of widely-spaced thin **rings** of Uranus,^{44,45} it had been suggested that this delicate structure was maintained by a number of moonlets which 'shepherded' the loose material, but these bodies were hypothetical.⁴⁶ Now, it was apparent that the narrowness of the 'F' ring derived from the presence of this pair of moonlets. As the 13th and 14th satellites confirmed in Saturn's retinue, they were

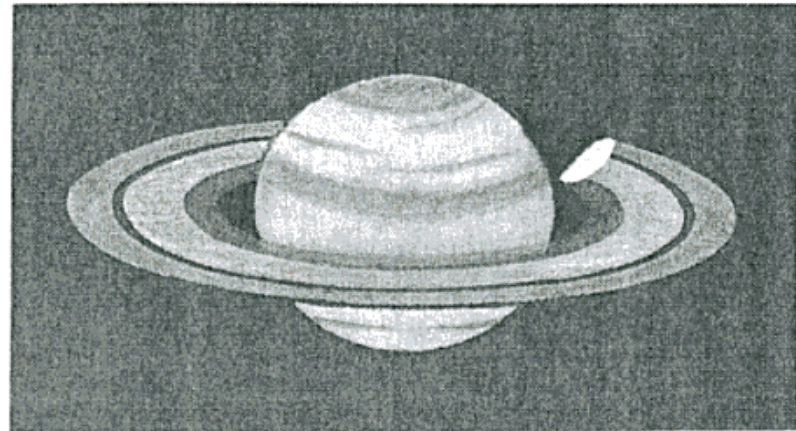
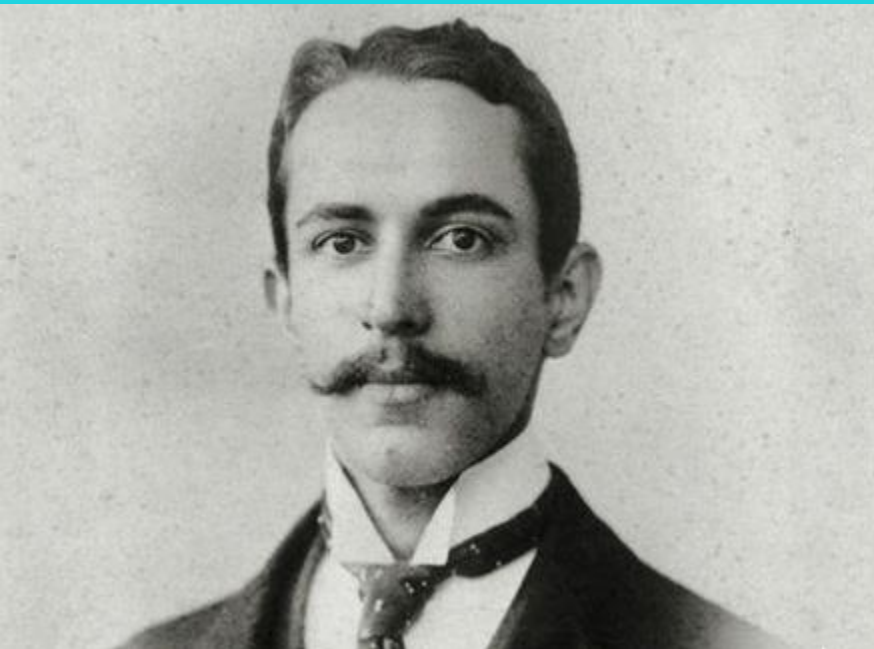


Fig. 10.9 Terby's White Spot on Saturn's rings.

never able to see the Encke Division as a gap and saw no division between rings B and C and the shadow of the globe on the rings always looked normal to him.

Using a 6.5-inch Herschelian reflector C. Roberts observed Saturn in April 1896 and saw the Encke Division clearly in both ansae and plainly outside of the centre of ring A. Nothing unusual was seen on either ring A or B. However, in the same month, Antoniadi saw unusual markings on both rings. In ring A he saw very large white spots. A well-defined division and two fainter ones were seen in ring B.

The discrepancies between the observations made by these two observers in the same month and other discrepant observations made close together were explained by E. W. Maunder as possibly being due to the particulate structure of the rings which might well be expected to undergo rapid changes in distribution and reflectivity over short time intervals.

C. Roberts saw the outer edge of the Cassini Division with an odd 'indefinite and indented' appearance and on May 8th 1896 he saw a dark division in ring B as had Antoniadi. Two triangular bright patches were also seen in the Crepe Ring of the preceding ansa. A faint marking was just seen on ring B on May 25th apparently corresponding to one of those seen by Antoniadi.

Further reports of new divisions in the rings occurred during 1897 by L. Brenner, J. M. Schaeberle (Lick Observatory) and P. Fauth (7.5-inch refractor) all of which seem doubtful but it is difficult to decide which were objective sightings and which were illusory.

According to Antoniadi, Flammarion stated in 1895 that he and others had clearly seen the rings of Saturn eccentric with respect to the globe, the eastern space between rings and globe always being wider than the western space. The following year this was verified by micrometric measurements. The effect was especially pronounced in 1900. The matter was investigated by P. Stroobant in 1934 after E. E. Barnard's investigation in 1894 led to a negative opinion.

The wide open rings were studied by Barnard in 1898 with the 40-inch Yerkes refractor. He only saw a dusky shading where the Encke Division is usually

Astronomy: how amateurs got there first

Next week enthusiastic amateurs all over the country will be taking part in Britain's first National Astronomy Week. Amateurs have played an important role in the past, even pre-empting discoveries claimed for recent spaceprobes, and they can hope to continue to make valuable contributions

Jack Meadows and Nigel Henbest

Spaceprobes have now photographed in detail all the planets out to Saturn—the recent high-spots being the active volcanoes revealed on Jupiter's moon Io, and the glorious spectacle of Saturn's rings seen by Voyager 1 last November. A further saturnalia is in prospect for August this year, when Voyager 2 passes the ringed planet. But these stunning achievements of high-cost high-technology should not blind us to the value of planetary observations made with telescopes on the Earth over a long period of time. The new results should always be matched against older observations, and many of these have been made not by professional astronomers, but by skilled amateurs.

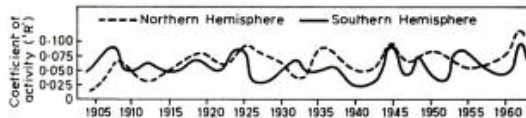
When it comes to recording fine details on planets the trained human eye can actually do better than a photograph. The limit is generally set not by the telescope's quality, but by air currents in the Earth's atmosphere, which continually shift and distort the image, and blur the image during a photographic exposure. But the eye and brain can remember the details seen during moments when the atmosphere is unusually steady.

Drawings of the inner planets have little value now that spaceprobes have visited them. Markings on tiny Mercury are difficult to spot, and visual observations gave a misleading value for its rotation period—corrected eventually by radar observations. Venus is covered by featureless clouds, and visual markings are transitory and elusive. The dark markings on Mars bear little relation to its true topography, although amateur observations do provide a useful record of the great dust storms that can envelop the planet.

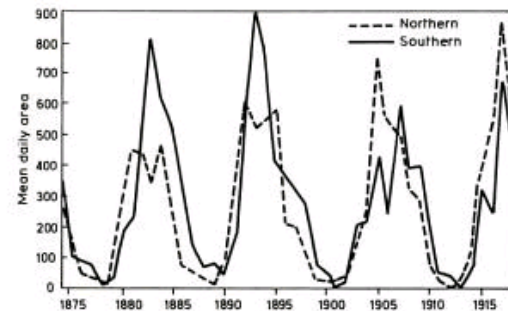
It is very different for the giant planets. Here, we see the tops of their thick atmospheres, "zones" of high white clouds and the darker "bands" between which we see down to lower layers. These gross structures are composed of finer details—plumes, whorls and spots, as the pictures from the Voyager spacecraft reveal. But such spaceprobe "encounters" are limited in time. Although the Voyagers revealed frenetic activity on Jupiter, they did not record the longer-term trends in the atmosphere. These trends are important for understanding not just Jupiter, but also our own weather and climate, because meteorologists have found striking parallels between Jupiter's atmospheric circulations and those on Earth.

Telescopic observations of the giant planets began centuries ago, but detailed continuous observation started only in the 19th century. Earlier material is still of some value, however, as shown by 17th century observations of Jupiter's Great Red Spot, which allow us to estimate the spot's lifetime and rate of rotation about the planet.

There are two common types of change in the Jovian atmosphere—the appearance of either bright or dark spots. We have somewhat better measurements of the change with time of the dark spots, which appear predominantly between the latitudes of 30°N and 30°S. Many drawings of this activity were made over the past century, and when these are examined for long-term changes, it appears that the degree of activity varies considerably. The activity, moreover, differs significantly between the northern and southern hemispheres. Although pictures from spaceprobes may show such an asymmetry, they can-



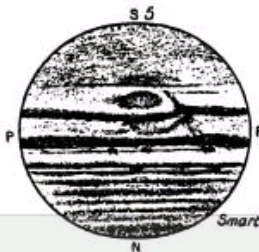
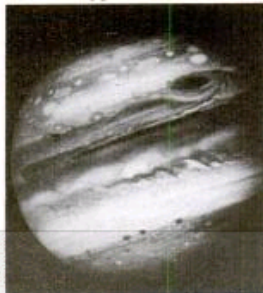
Above: Jupiter's hemispheres differ in atmospheric activity (after J. H. Focas, *Icarus*, vol 15, p 56). This is reminiscent of the unequal distribution of sunspots, below (after E. W. Maunder, *Monthly Notices of the RAS*, vol 82, p 534)

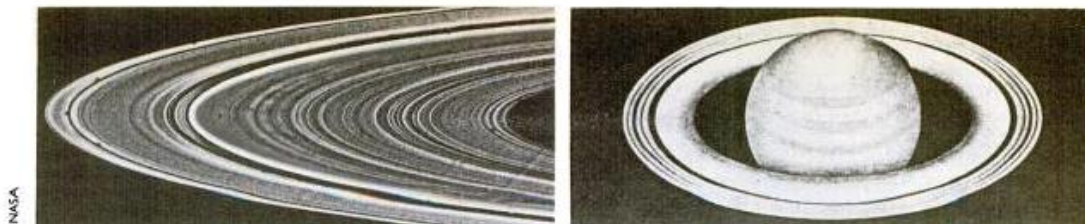


not indicate its long-term importance.

The interesting point here is that the Sun also shows long-term fluctuations in the number of dark markings on its surface—in this instance, sunspots. These spots too are concentrated between 30°N and 30°S. The variation of activity with time for sunspots—the 11-year sunspot cycle—is much more regular than for Jupiter, but similar differences between the northern and southern hemispheres occur. This analogy suggests that, despite the major differences between the Sun and Jupiter—one is a star, and the other a planet, a thousand times lighter in weight—there may be similarities in the role that convection plays in the two bodies. Here the ground-based observations provide a hint that might not have been evident from occasional spaceprobe encounters.

In addition to their long-term importance, observations made by skilled amateurs under good conditions may reveal more than most astronomers have suspected. This has become apparent as some "surprises" from the Voyager





Captain Henry Kater saw narrow ringlets in Saturn's rings (Memoirs of the RAS, vol 4, p 383) 155 years before Voyager 1

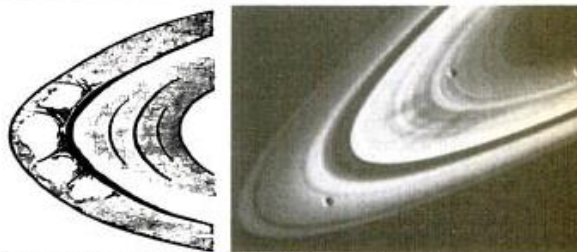
missions have turned out to be already recorded by the diligent amateurs of previous years. For example, older observations had already provided a strong clue to the existence of two phenomena in Saturn's rings which took the Voyager scientists by surprise. One is the fact that the rings are divided into hundreds of concentric ringlets, separated by narrow gaps. Observers had already noted that the rings show more and more divisions under good seeing conditions. Captain Kater, observing in 1825, noted: "I have little doubt, from a most careful examination of some hours, that that which has been considered as the outermost ring of Saturn consists of several rings." The appearance has been confirmed by later observers using a range of telescopes.

The second "discovery" by Voyager was the dark radial spokes in the rings, which revolve with the planet's period of rotation rather than turning with the particles in the rings. One of the leading planetary observers of the early 20th century, E. M. Antoniadi, was convinced he had observed such markings. If these earlier sightings can be taken seriously then radial features in Saturn's rings may be a continuing but changeable aspect of the planet. As Sir William Herschel remarked in 1791 "this must lead us to the question whether the construction of this ring [Saturn's] is of a nature so as permanently to remain in its present state or whether it be liable to continual and frequent changes" (*Philosophical Transactions of the Royal Society* [1972], p 7).

Surprises in store

The next planet out is Uranus, discovered 200 years ago by William Herschel when still an amateur (*New Scientist*, 19 March, p 761). Uranus is so distant that it is difficult to see any details on its tiny disc. Recent observations from the Stratoscope, a balloon-borne telescope observing from above most of the atmosphere, have shown no markings on Uranus. But the examples of Jupiter and Saturn lead us to expect that features will appear temporarily from time to time. Ground-based observations by amateurs already provide hints that Uranus may have "bands" and "spots", which are larger than comparable phenomena on Jupiter and Saturn. Voyager 2 may therefore find on its passage by Uranus in 1986 that the major atmospheric features have a wider spread in latitude than those of the two other planets so far explored.

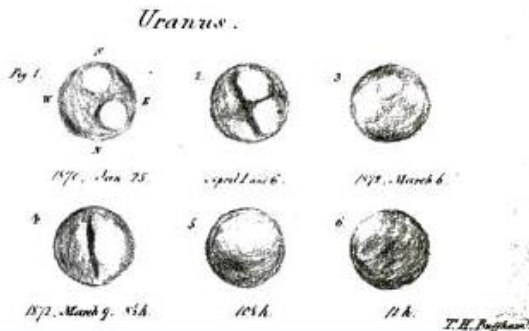
It is clearly important to continue visual observations of the major planets, and amateur contributions are vital to the success of the long-term studies of the planets' weather systems and of changes in Saturn's rings. Even a small (15-cm) reflecting telescope will show the markings on Jupiter, and it requires only practice—not necessarily any artistic skill—to make accurate planetary drawings. In the United Kingdom, the British Astronomical Association coordinates and analyses amateur observations, while the Junior Astronomical Society exists to help beginners of all ages.



French astronomer E. M. Antoniadi discovered the radial "spokes" in Saturn's rings in 1896 (*Journal of the BAA*, vol 6, p 339), hailed as a major surprise when seen by Voyager 1

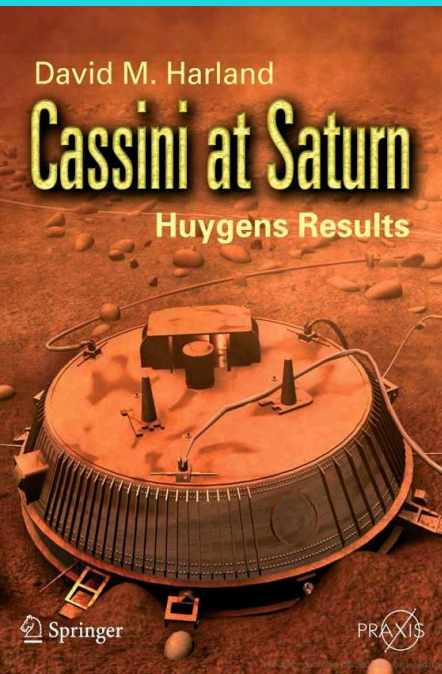
observing evening turns into an astronomy bull-session down at the pub! Because this year sees the bicentenary of Herschel's discovery of Uranus, British amateur astronomers are staging the first National Astronomy Week, starting this Sunday. Local societies will be holding public lectures, open evenings at their observatories and telescope displays in department stores and shopping precincts. Queen Elizabeth Country Park, near Petersfield, West Sussex, will boast a scale model of the Solar System, while a time capsule to commemorate the event will be buried in Birmingham. On the national level, there are two competitions: one for the best home-made planetarium constructed by a school, the other—open to everyone—is to discover a comet during National Astronomy Week itself. The latter has a prize of £5000 attached.

The organisers hope that astronomy will be brought well and truly into the public eye, showing how the amateur can contribute despite the present era of space-probes. Indeed, as the Voyagers complete their missions in the next few years, the only eyes still turned to the giants of the Solar System will be back here on Earth. □



Επίσης κοιτάξτε:

- **Title:** Saturn, note on the constitution of the "crape" ring of
Authors: Antoniadi, E. M.
Journal: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 59, p.498
Bibliographic Code:
1899MNRAS..59..498A



Cassini at Saturn

Huygens Results

Series: Springer Praxis Books

Subseries: Space Exploration

Harland, David M.

2007, XXII, 413 p. 124 illus., 24 in color.

A product of Praxis

Read online on SpringerLink

Softcover, ISBN 978-0-387-26129-4

Usually dispatched within 3 to 5
business days

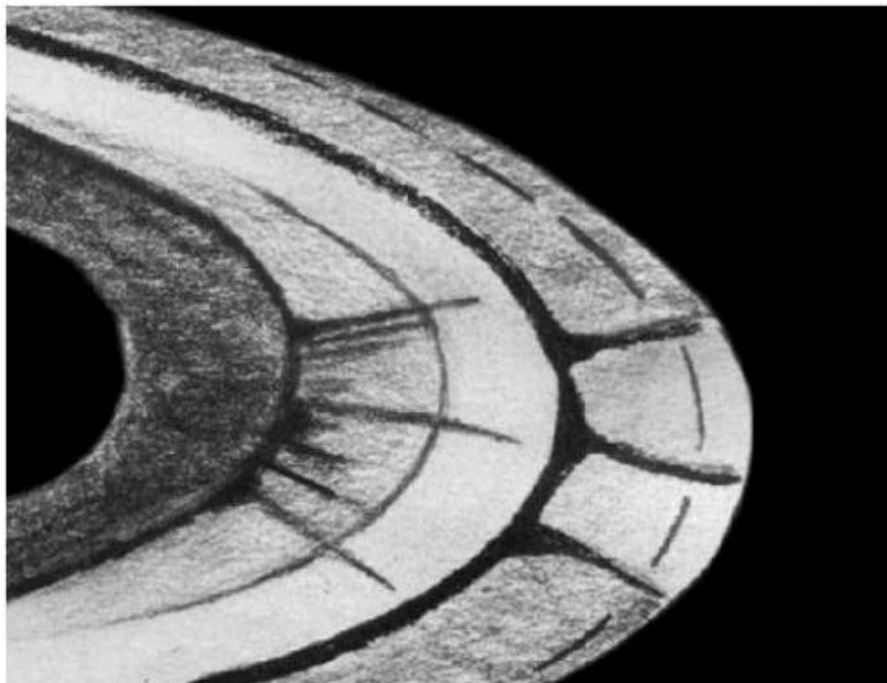
34,95 €

shadow fell on the **rings** and persisted for several hours as they rotated, becoming fainter and less well defined with time, finally losing their integrity only just before re-entering the shadow. A new command sequence was sent to the spacecraft to investigate this phenomenon, and so on 25 October, with the range now down to 24 million kilometres, a 500-kilometre-per-pixel frame was shot every five minutes over a 10-hour period – almost a complete planetary rotation. Over the next week, JPL's Image Processing Laboratory sequenced these frames to create a time-lapse movie showing the spokes rotating. The fact that the motion matched the planet rather than the ring system meant that the spokes were an artefact of the planet's magnetic field which in turn implied that the spokes were charged particles being swept along over the 'B' ring.²⁹ The force that created the spokes was evidently at work where the planet's shadow fell onto the **rings**. Analysis suggested that the spokes were particles a few microns wide which were 'elevated' away from the plane by either magnetic or electrostatic forces that were effective in darkness. The spokes emerged well defined, and slowly diffused as they progressively migrated back down to the ring plane in sunlight, only to be elevated again upon re-entering the shadow.³⁰ As Voyager 1 closed to within a few million kilometres of the planet, it detected lightning-like radio bursts. Some researchers suggested that these emanated from the ring system, the idea being that the material in the spokes was being 'charged up' in the shadow, and the bursts were electrostatic discharges between the clouds of dust as it settled towards the **rings** upon emerging into sunlight.^{31,32,33,34,35,36,37,38,39} Others suggested that the radio bursts were more likely due to atmospheric lightning in the super-rotating equatorial wind stream.^{40,41}

In 1896, E.M. **Antoniadi** had seen radial features on the 'A' ring, but even the accomplished chronicler of Saturnian studies, A.F.O'D. Alexander, had dismissed them as being "probably illusory".⁴² Nevertheless, in 1977, Stephen O'Meara, an experienced visual planetary observer, reported radial structure on both main **rings**. Interestingly, the features seen by the Voyagers were confined to the 'B' ring.

Imagery on 14 October enabled the orbits of the moonlets Janus and Epimetheus to be refined. Their orbits are 30 kilometres either side of a planetocentric distance of 151,450 kilometres. In accordance with Kepler's laws of orbital motion, the lower one travels slightly faster and catches up with the higher one every 4 years or so, at which time they *swap orbits*. This occurs because the trailing moonlet, in the lower orbit, is accelerated and rises; at the same time, the leader is retarded and falls. Since the leader, which was in the higher orbit, accelerates away as it drops into the lower orbit, they do not actually pass. In fact, they probably never come closer than a few kilometres of one another.⁴³

On 25 October, while checking the incoming imagery of the **rings** intended for the spokes movie, S.A. Collins discovered a moonlet just beyond the 'F' ring. The next day he found another one, just inside the ring. Several years previously, upon the discovery of the system of widely-spaced thin **rings** of Uranus,^{44,45} it had been suggested that this delicate structure was maintained by a number of moonlets which 'shepherded' the loose material, but these bodies were hypothetical.⁴⁶ Now, it was apparent that the narrowness of the 'F' ring derived from the presence of this pair of moonlets. As the 13th and 14th satellites confirmed in Saturn's retinue, they were

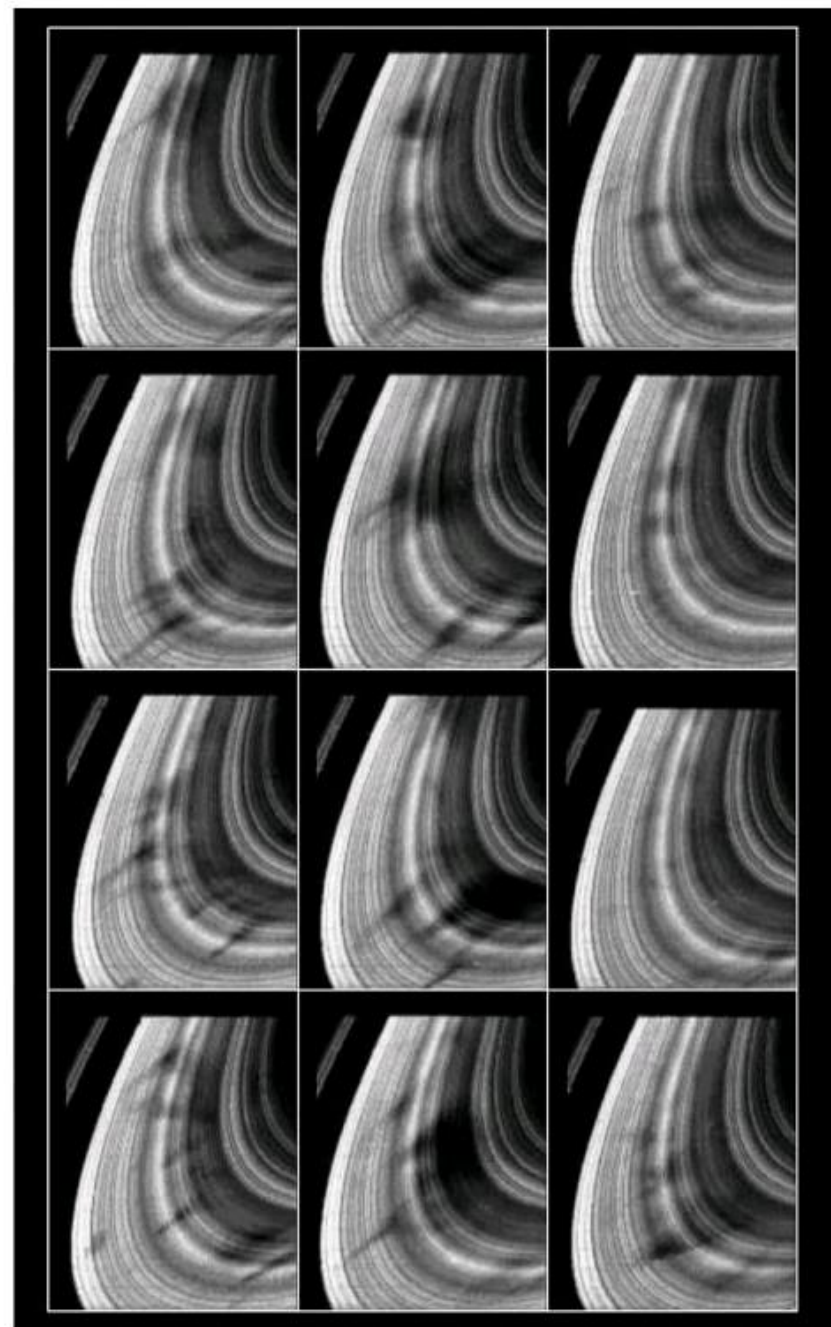


On 16 February 1977, the noted planetary observer Stephen O'Meara drew radial structure on both the 'A' and 'B' rings.

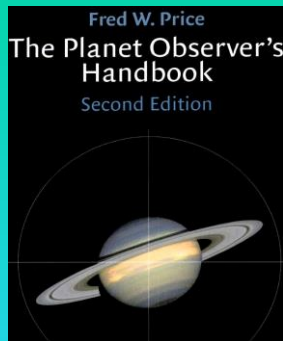
later named Prometheus and Pandora. Prometheus, being 1,250 kilometres inside the ring, travels slightly faster and overtakes Pandora, which lies 1,100 kilometres beyond the ring, every 25 days.

As Voyager 1 closed to within 25 million kilometres, the other optical instruments began to make observations. The IRIS took spectra several times per day in order to determine the composition of Saturn's atmosphere and, in addition to hydrogen and helium, it detected traces of phosphene, methane, acetylene and ethane. As October drew to an end, with the range down to 17 million kilometres, the disk finally began to show dark belts and bright latitudinal zones, and there was evidence of plumes of material billowing up from below. The disk was of such low contrast, however, that the structure was barely discernible unless appropriate filters were used to penetrate the haze.⁴⁷ By this time, the Ultraviolet Spectrometer had confirmed the presence of aurorae, so the solar wind was evidently able to force its way into the polar cusps of the magnetosphere.

The amazing complexity of the ring system was becoming more apparent each day. Even with Pioneer 11's 'taster', the scientists were incredulous as the ring imagery streamed in. When the resolution improved to 150 kilometres per pixel, an enhanced image revealed 95 individual ringlets. Furthermore, *five* strands of material were visible inside Cassini's Division, separated by a few hundred kilometres. A few



The sequence (which runs from left to right and top to bottom) shows the rotation of the dark 'spokes' on Saturn's 'B' ring.



- **The Planet Observer's Handbook**
- 2nd Edition
- Fred W. Price, State University of New York, Buffalo
- Paperback
- ISBN:9780521789813
- DOI: [10.2277/0521789818](https://doi.org/10.2277/0521789818)
- Publication date:October 2000
- 448pages
- 222 b/w illus. 1 map 28 tables
- Dimensions: 247 x 174 mm
- Weight: 0.8kg
- Manufactured on demand: supplied direct from the printer
- £29.99

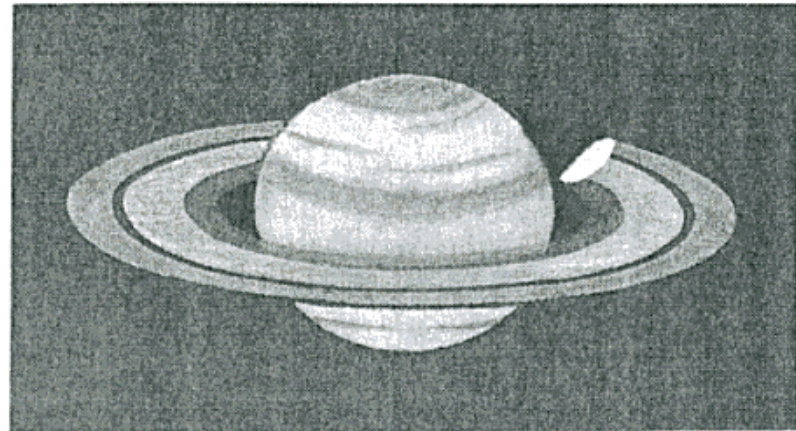


Fig. 10.9 Terby's White Spot on Saturn's rings.

never able to see the Encke Division as a gap and saw no division between rings B and C and the shadow of the globe on the rings always looked normal to him.

Using a 6.5-inch Herschelian reflector C. Roberts observed Saturn in April 1896 and saw the Encke Division clearly in both ansae and plainly outside of the centre of ring A. Nothing unusual was seen on either ring A or B. However, in the same month, Antoniadi saw unusual markings on both rings. In ring A he saw very large white spots. A well-defined division and two fainter ones were seen in ring B.

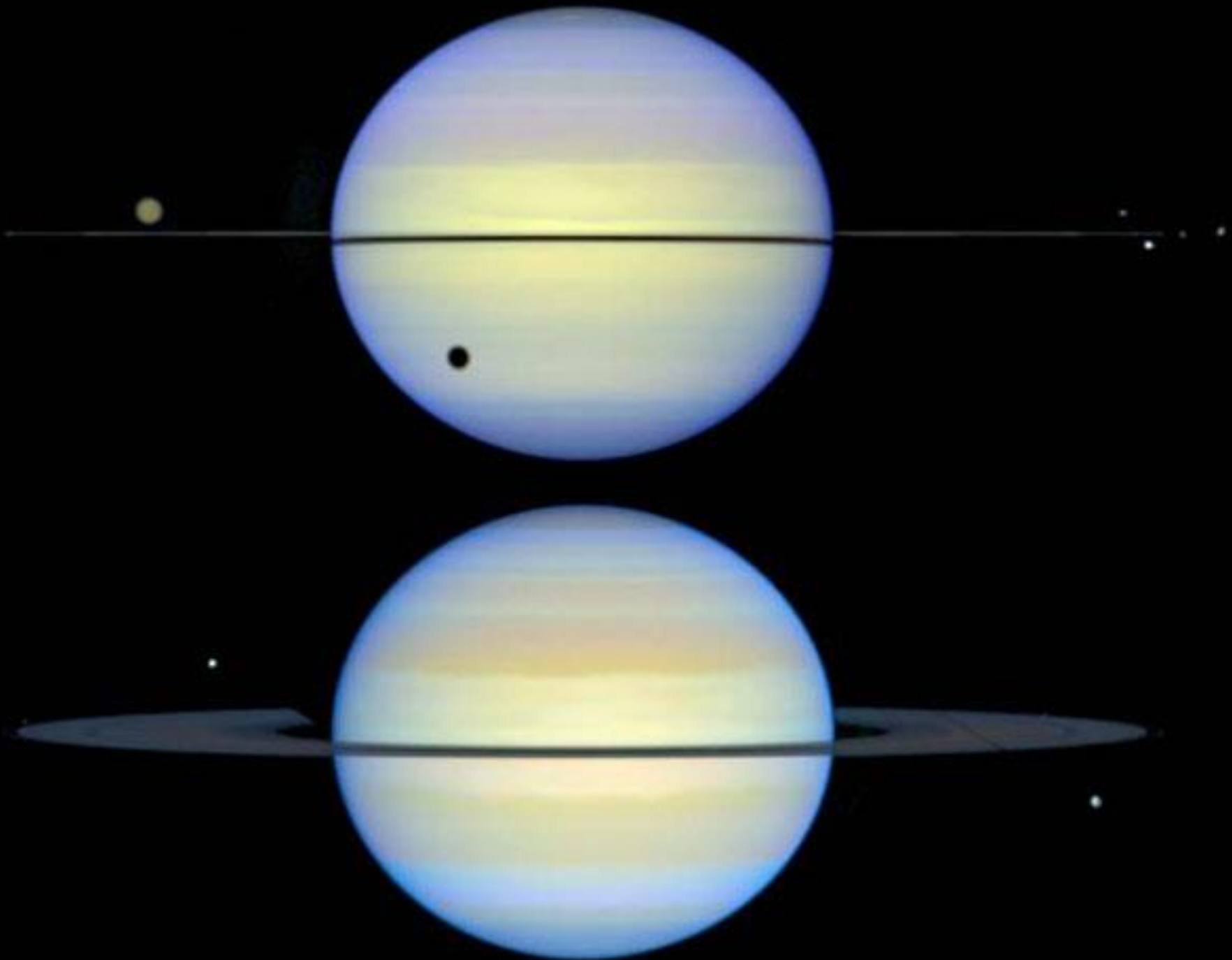
The discrepancies between the observations made by these two observers in the same month and other discrepant observations made close together were explained by E. W. Maunder as possibly being due to the particulate structure of the rings which might well be expected to undergo rapid changes in distribution and reflectivity over short time intervals.

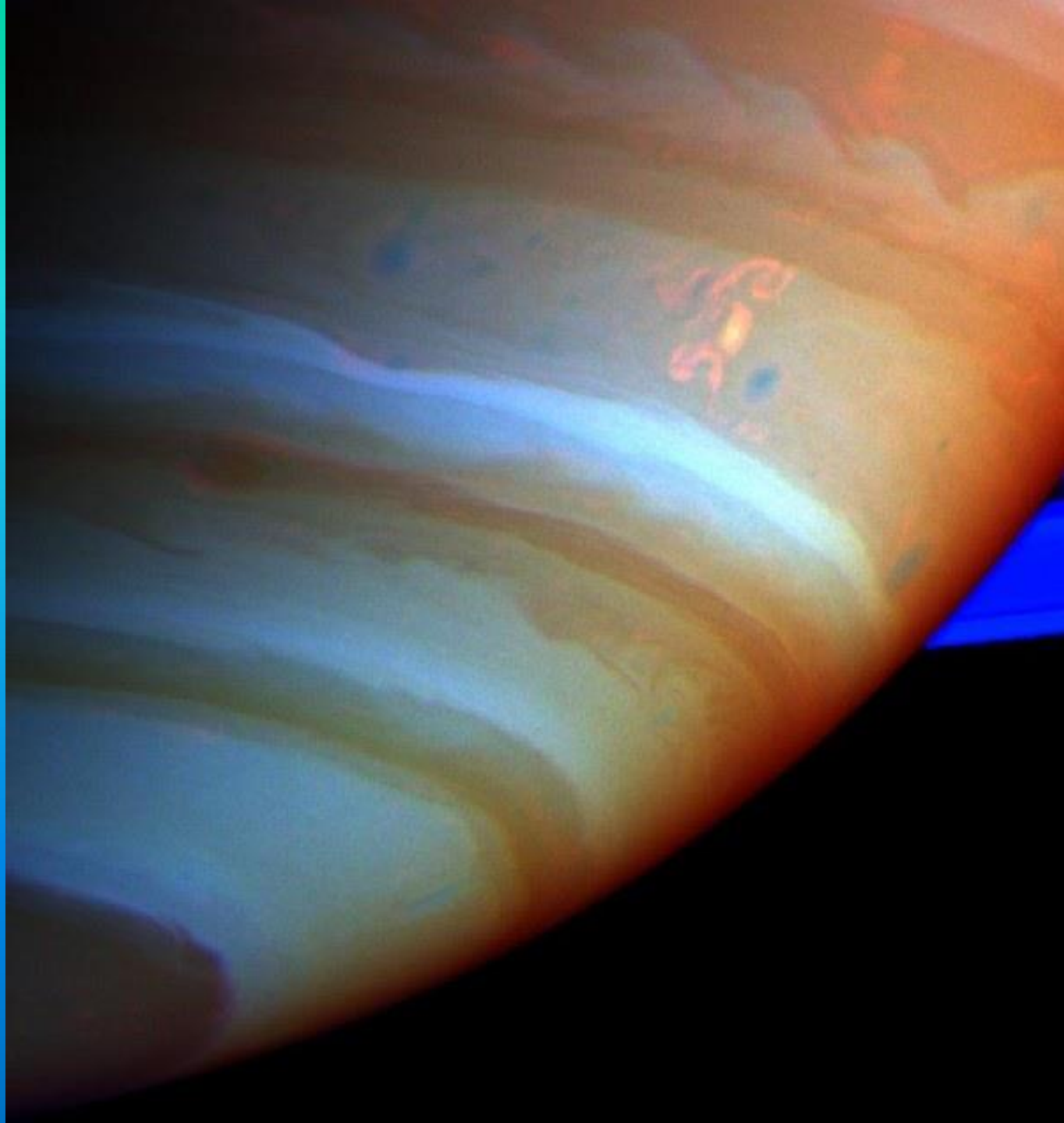
C. Roberts saw the outer edge of the Cassini Division with an odd 'indefinite and indented' appearance and on May 8th 1896 he saw a dark division in ring B as had Antoniadi. Two triangular bright patches were also seen in the Crepe Ring of the preceding ansa. A faint marking was just seen on ring B on May 25th apparently corresponding to one of those seen by Antoniadi.

Further reports of new divisions in the rings occurred during 1897 by L. Brenner, J. M. Schaeberle (Lick Observatory) and P. Fauth (7.5-inch refractor) all of which seem doubtful but it is difficult to decide which were objective sightings and which were illusory.

According to Antoniadi, Flammarion stated in 1895 that he and others had clearly seen the rings of Saturn eccentric with respect to the globe, the eastern space between rings and globe always being wider than the western space. The following year this was verified by micrometric measurements. The effect was especially pronounced in 1900. The matter was investigated by P. Stroobant in 1934 after E. E. Barnard's investigation in 1894 led to a negative opinion.

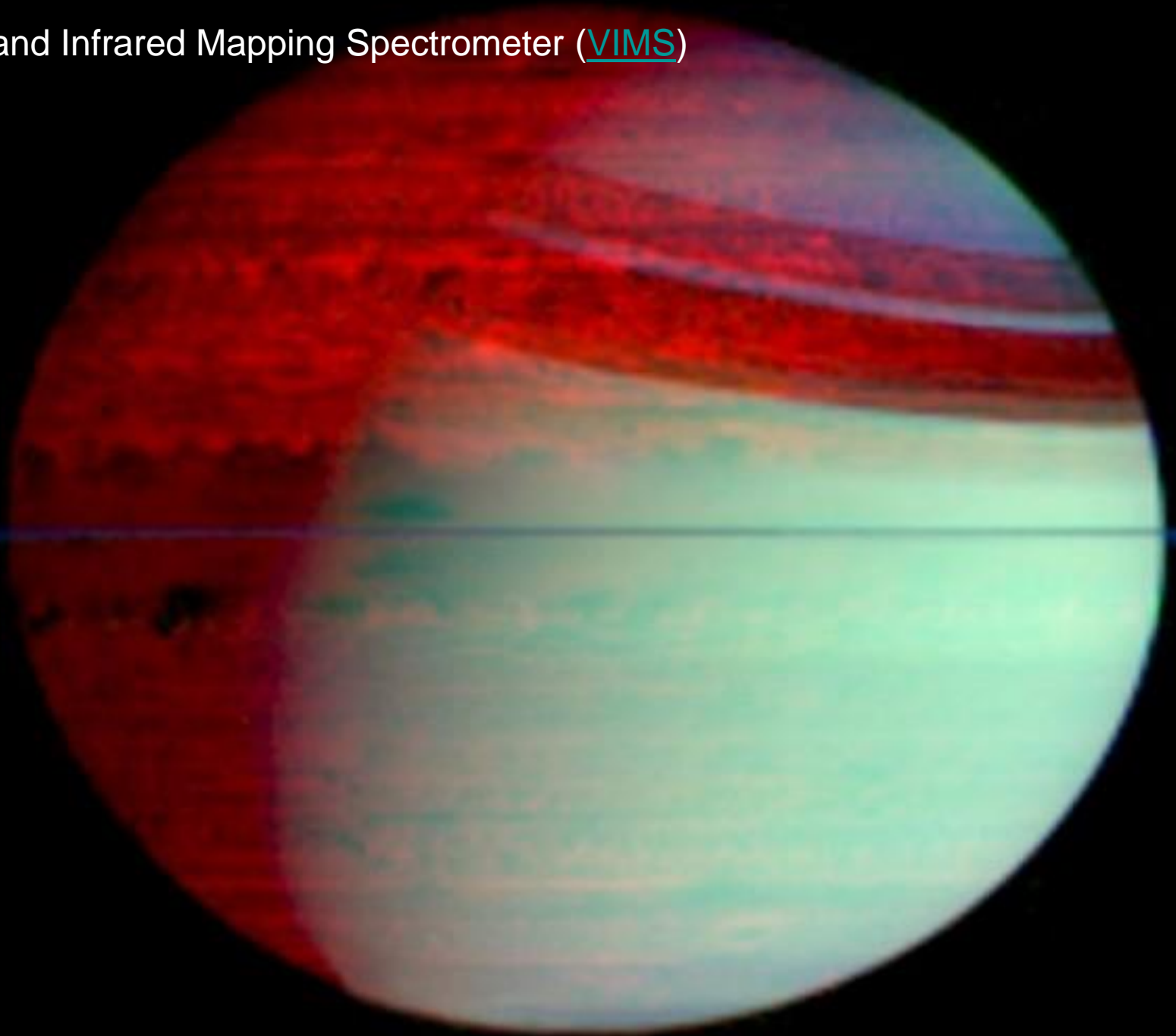
The wide open rings were studied by Barnard in 1898 with the 40-inch Yerkes refractor. He only saw a dusky shading where the Encke Division is usually







Visual and Infrared Mapping Spectrometer ([VIMS](#))



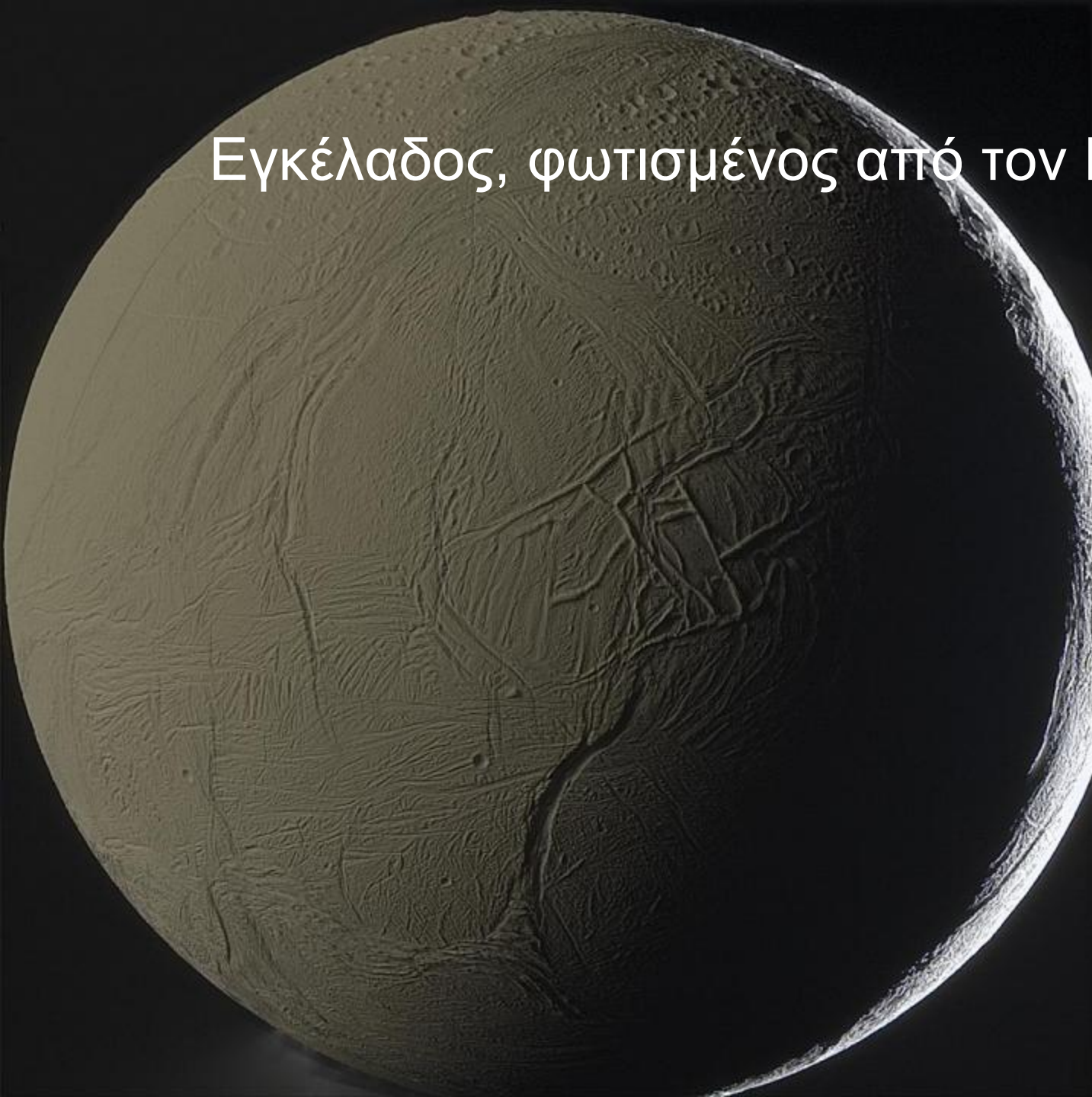
Διόνη, Επιμηθέας και Προμηθέας

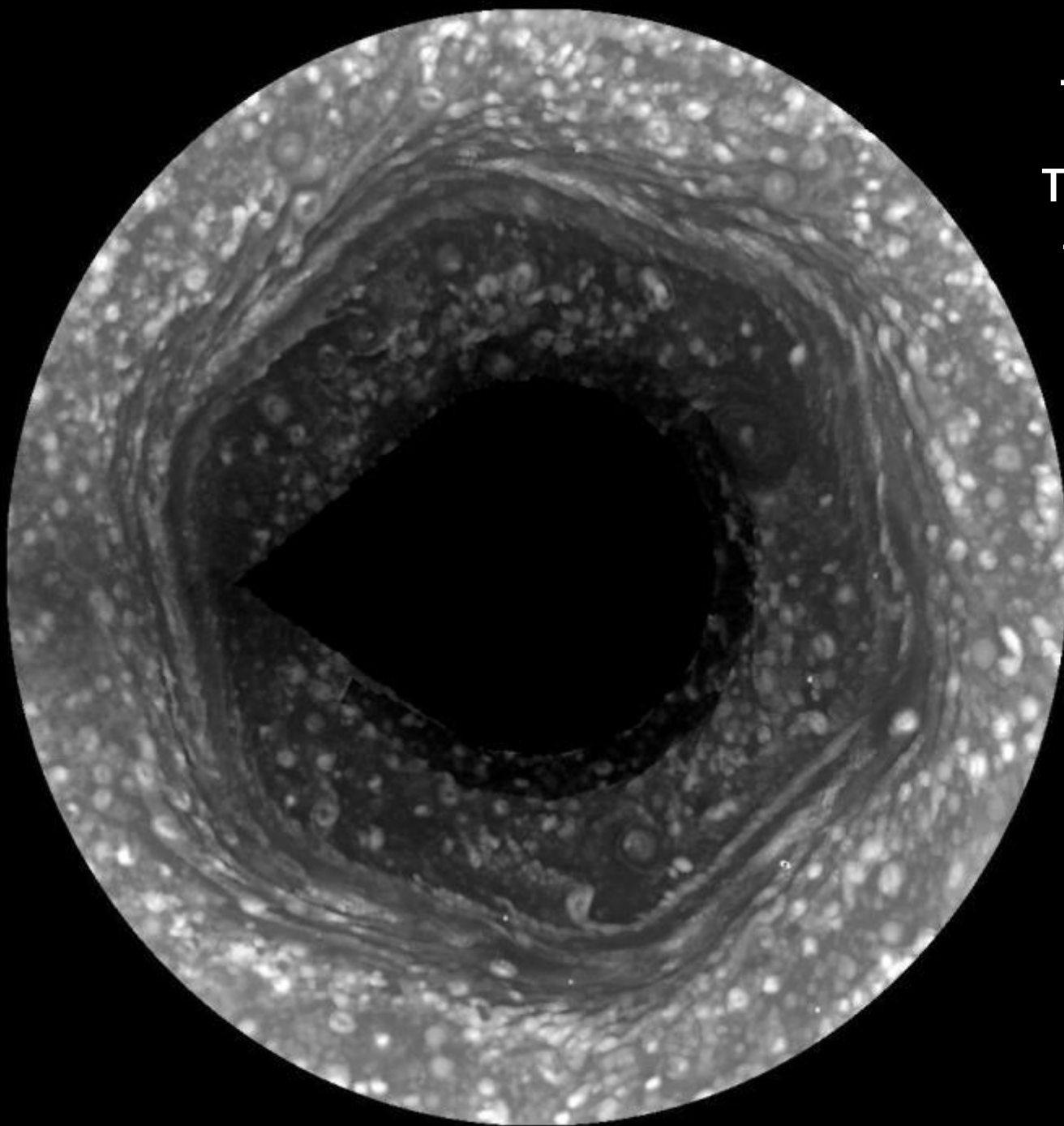


Η Ελένη του Κρόνου




Εγκέλαδος, φωτισμένος από τον Κρόνο





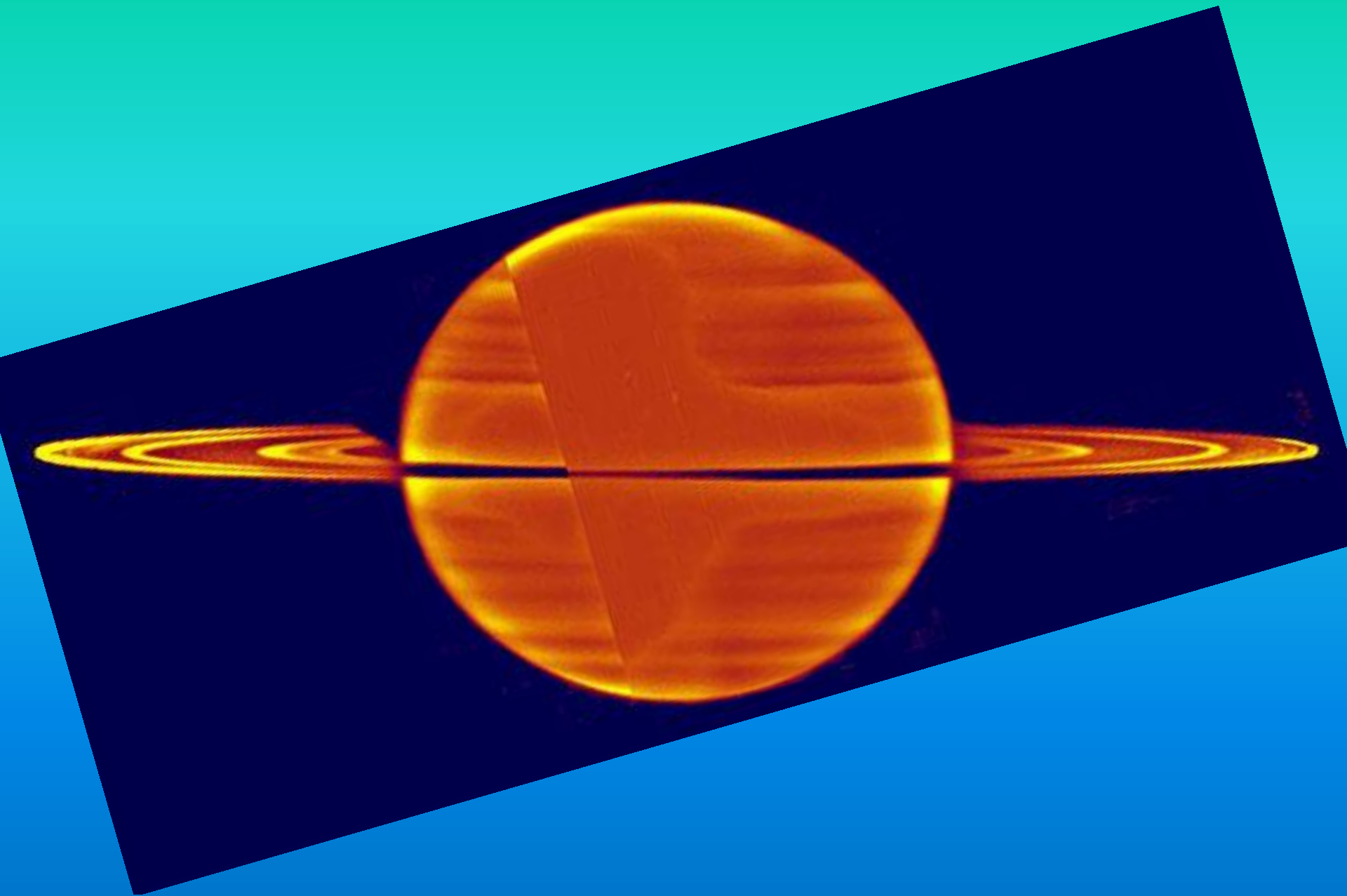
Το εξάγωνο
του Β. πόλου
του Κρόνου



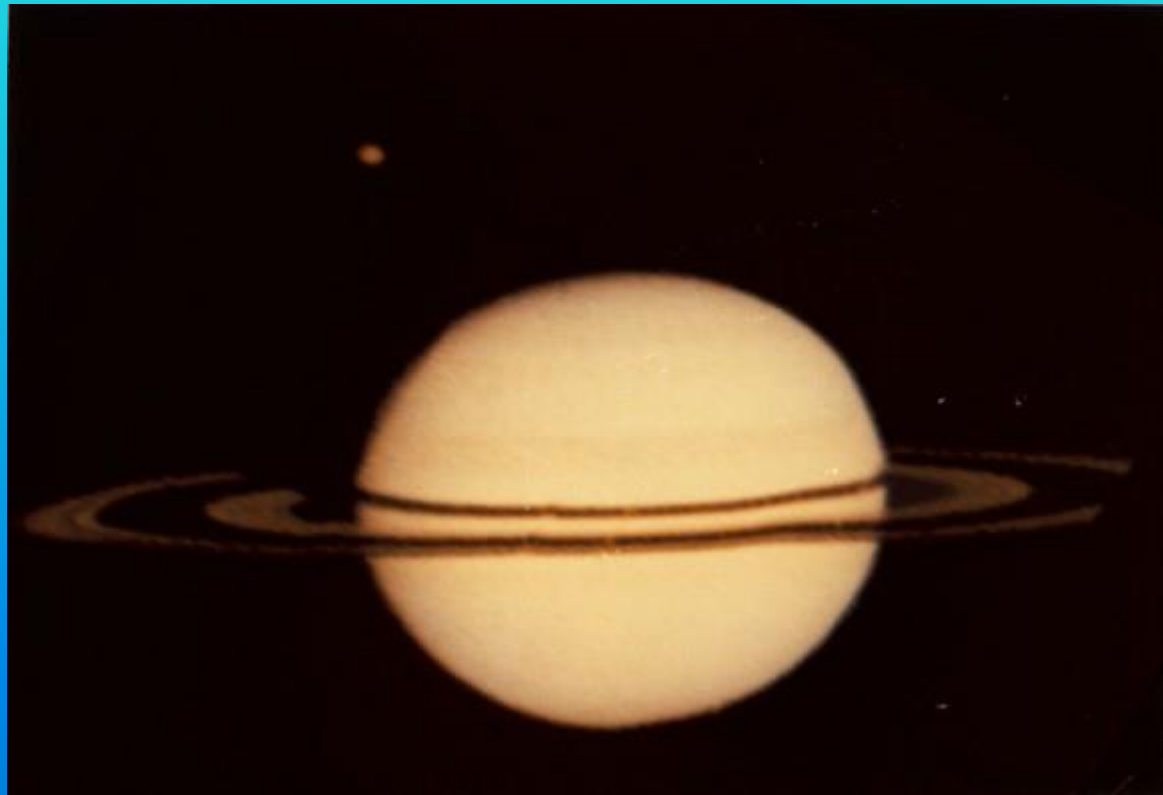
Μια καταιγίδα
του Κρόνου

ΚΕΚ, Χαβάνη





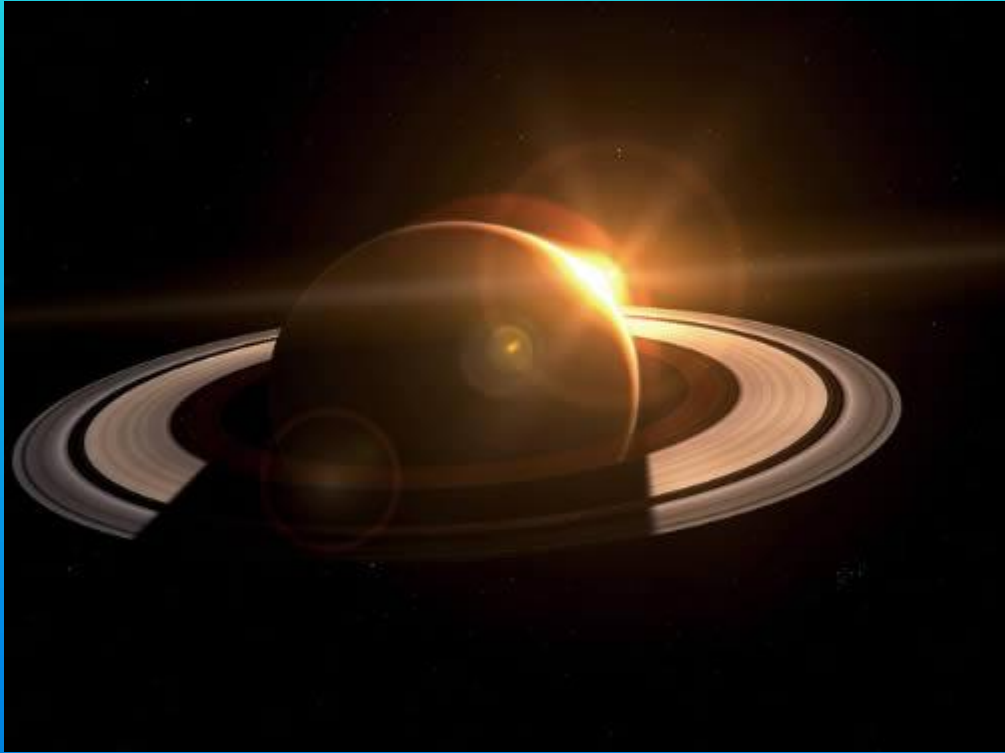
PIONEER 11, 1979



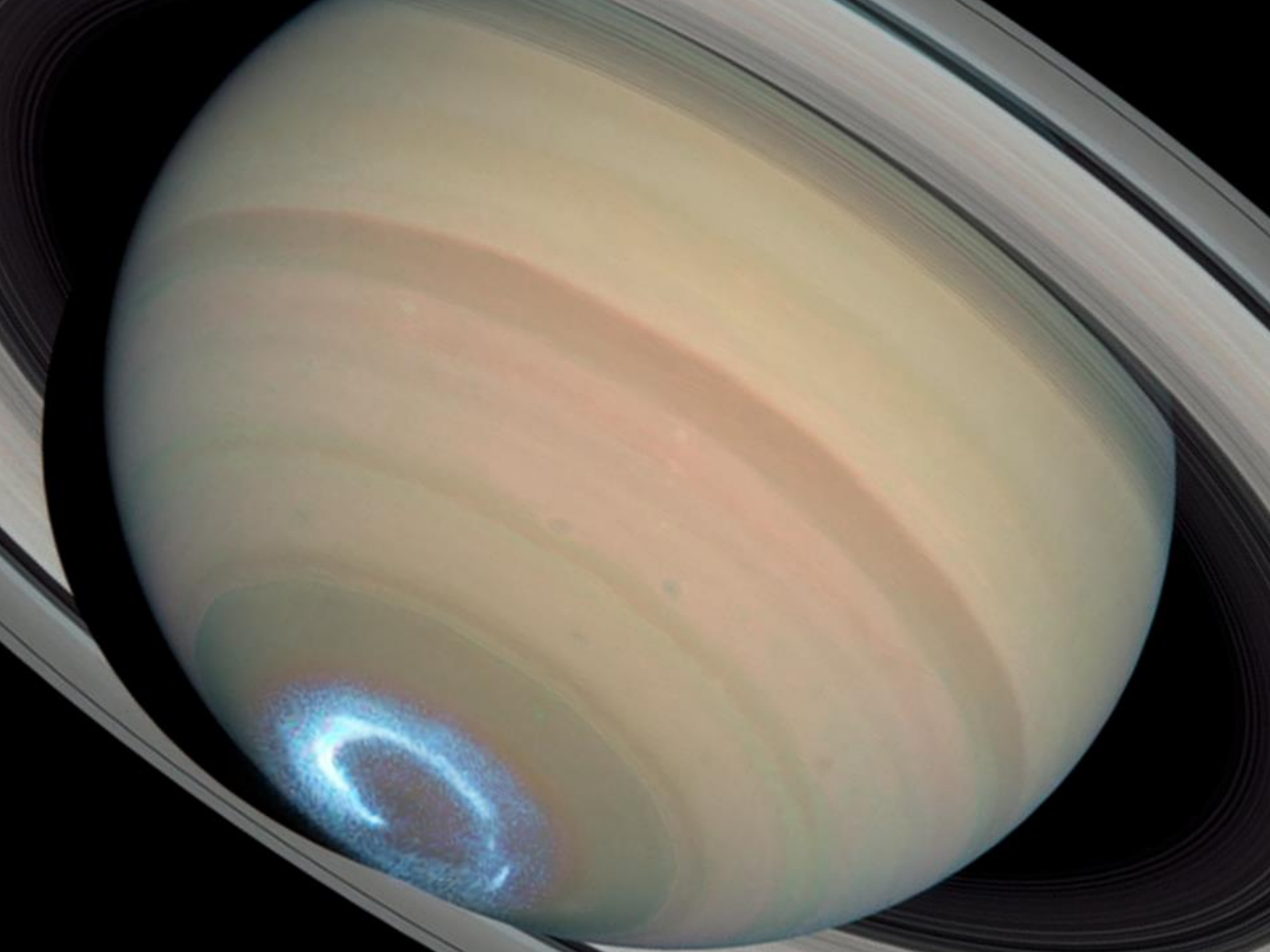
VOYAGER 1, 1980



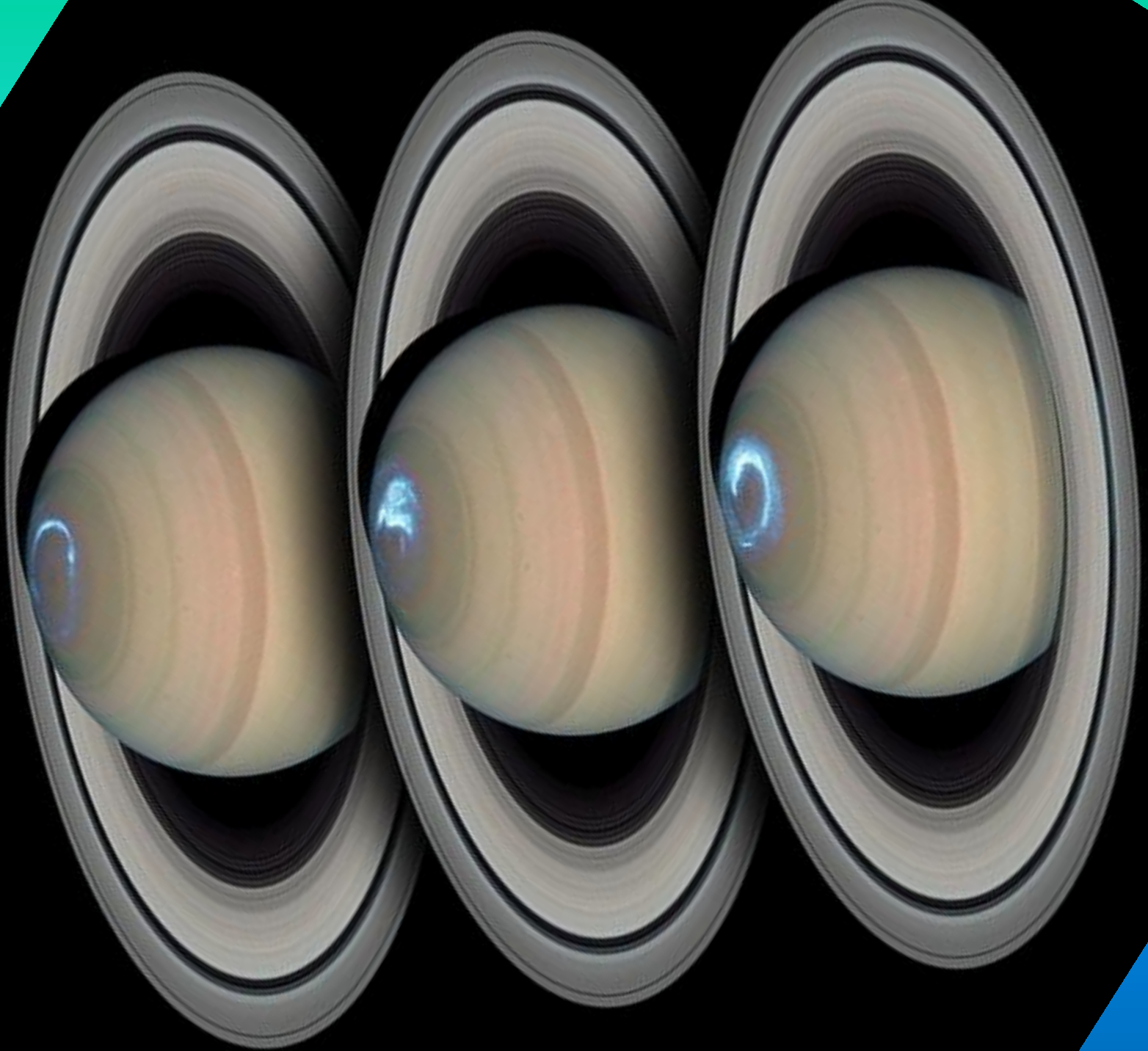












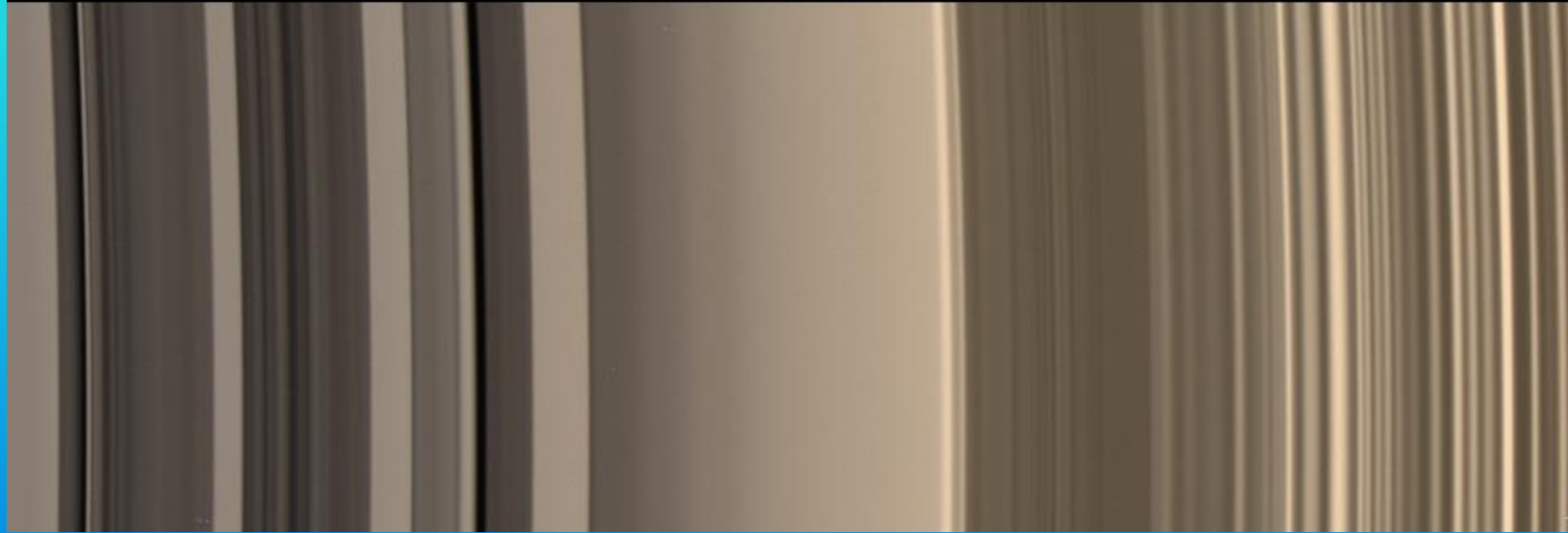
Saturn

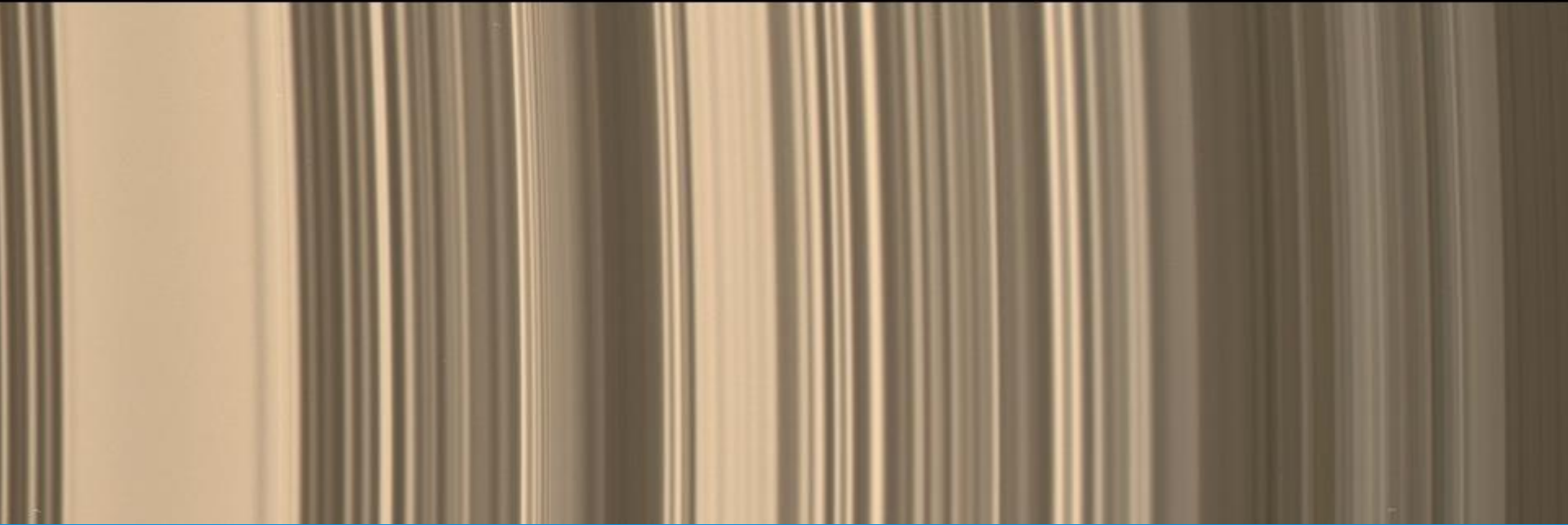


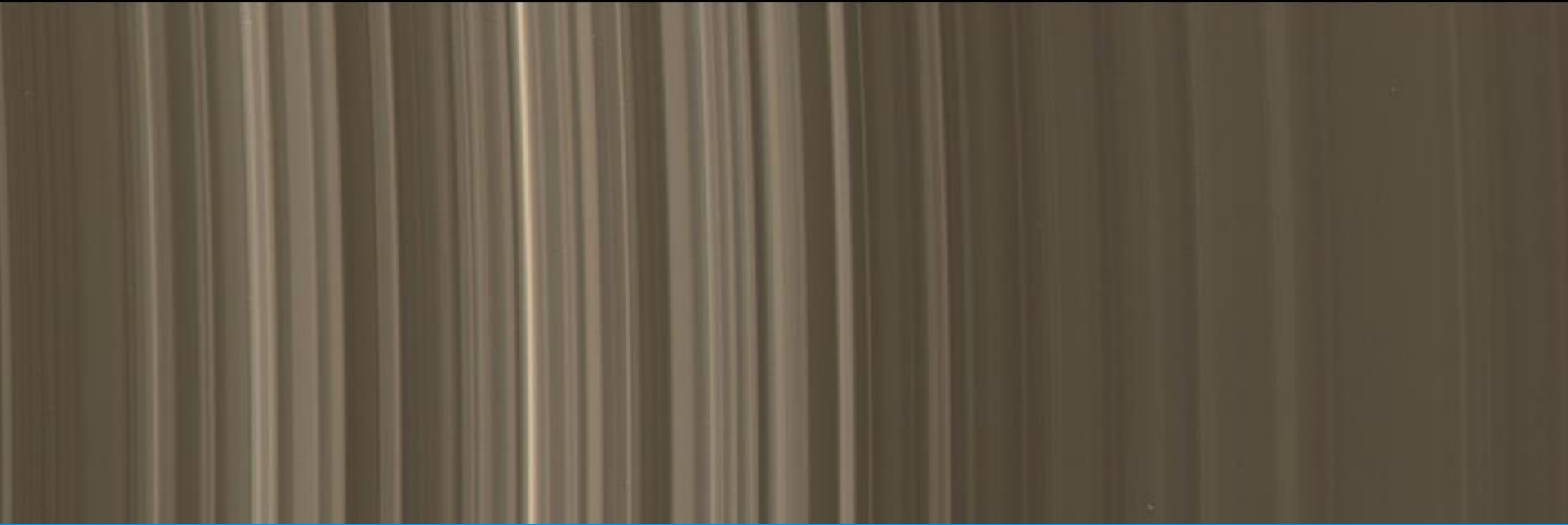
Hubble
Heritage

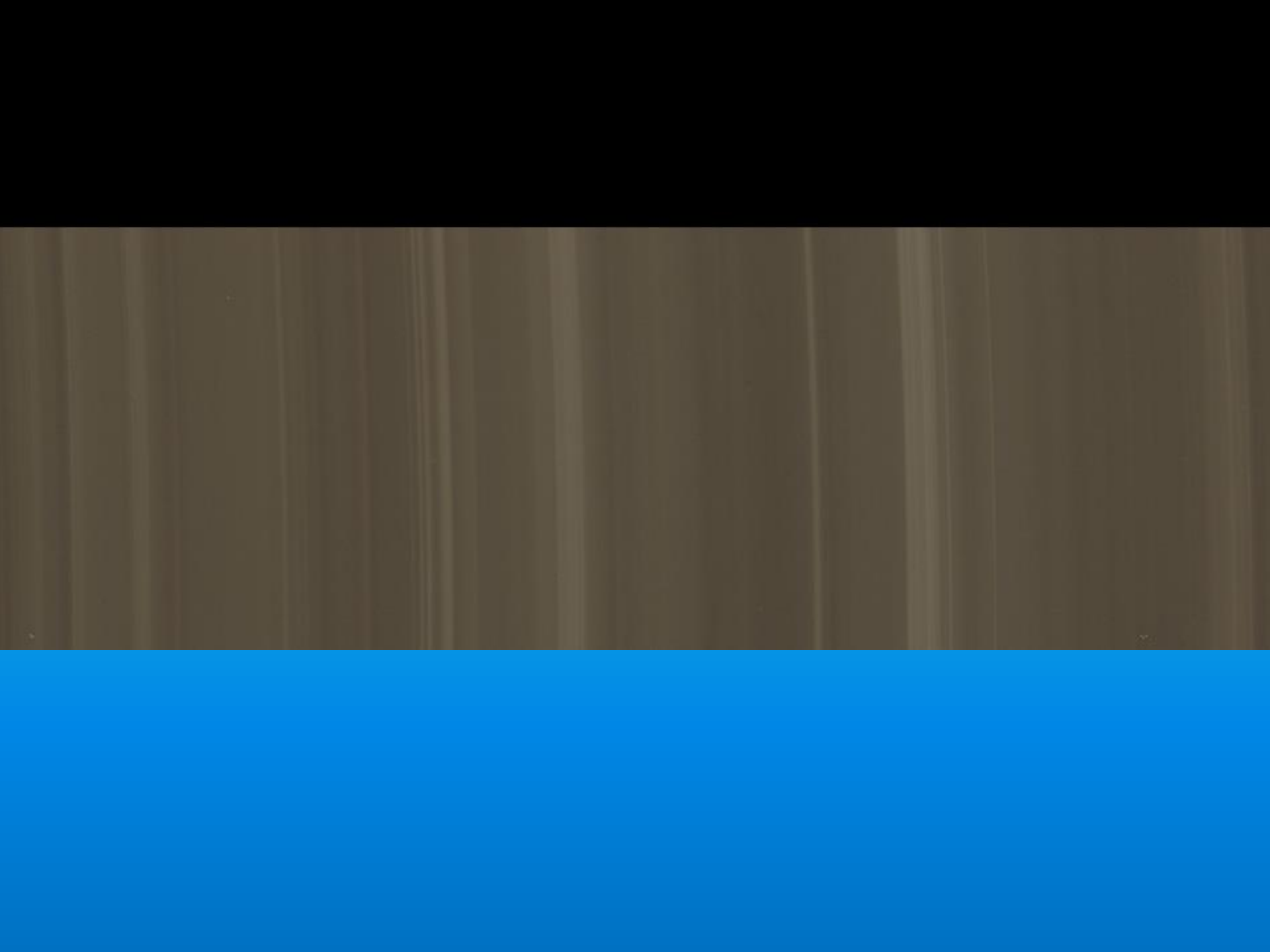


ap



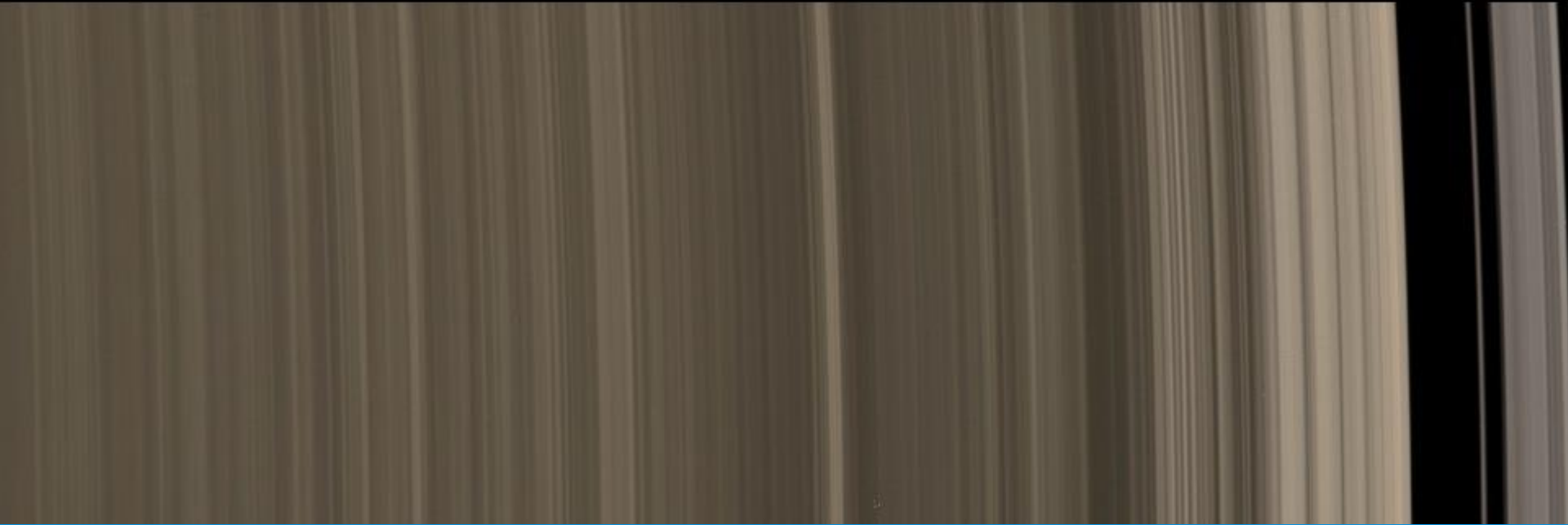






Huygens

|





Κρόνος, NASA

Spitzer Space Telescope

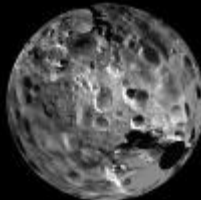
Δακτύλιος σκόνης και πάγου ακτίνα 300 ακτίνες Κρόνου,

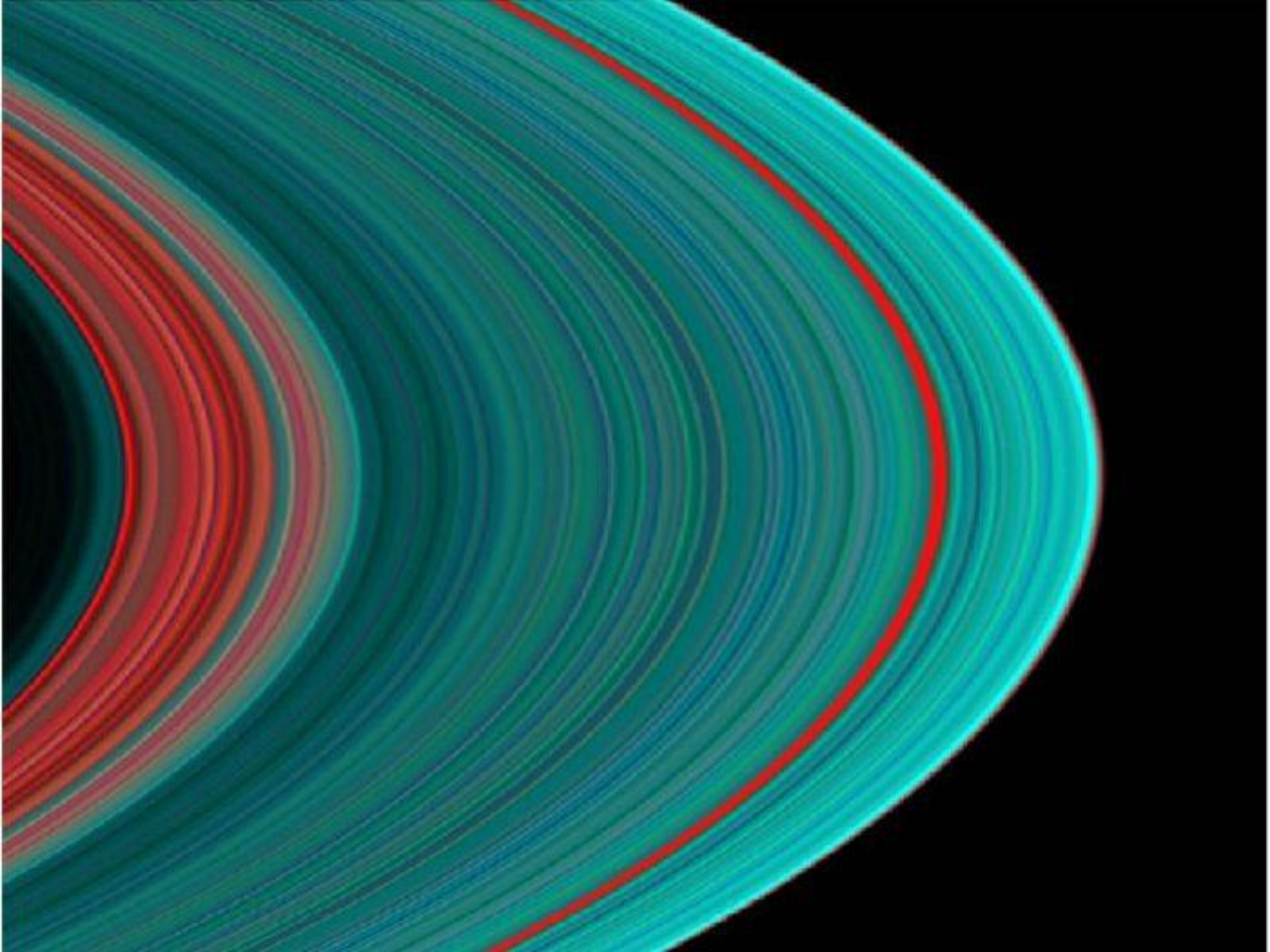
διάμετρος 20 διάμετροι Κρόνου

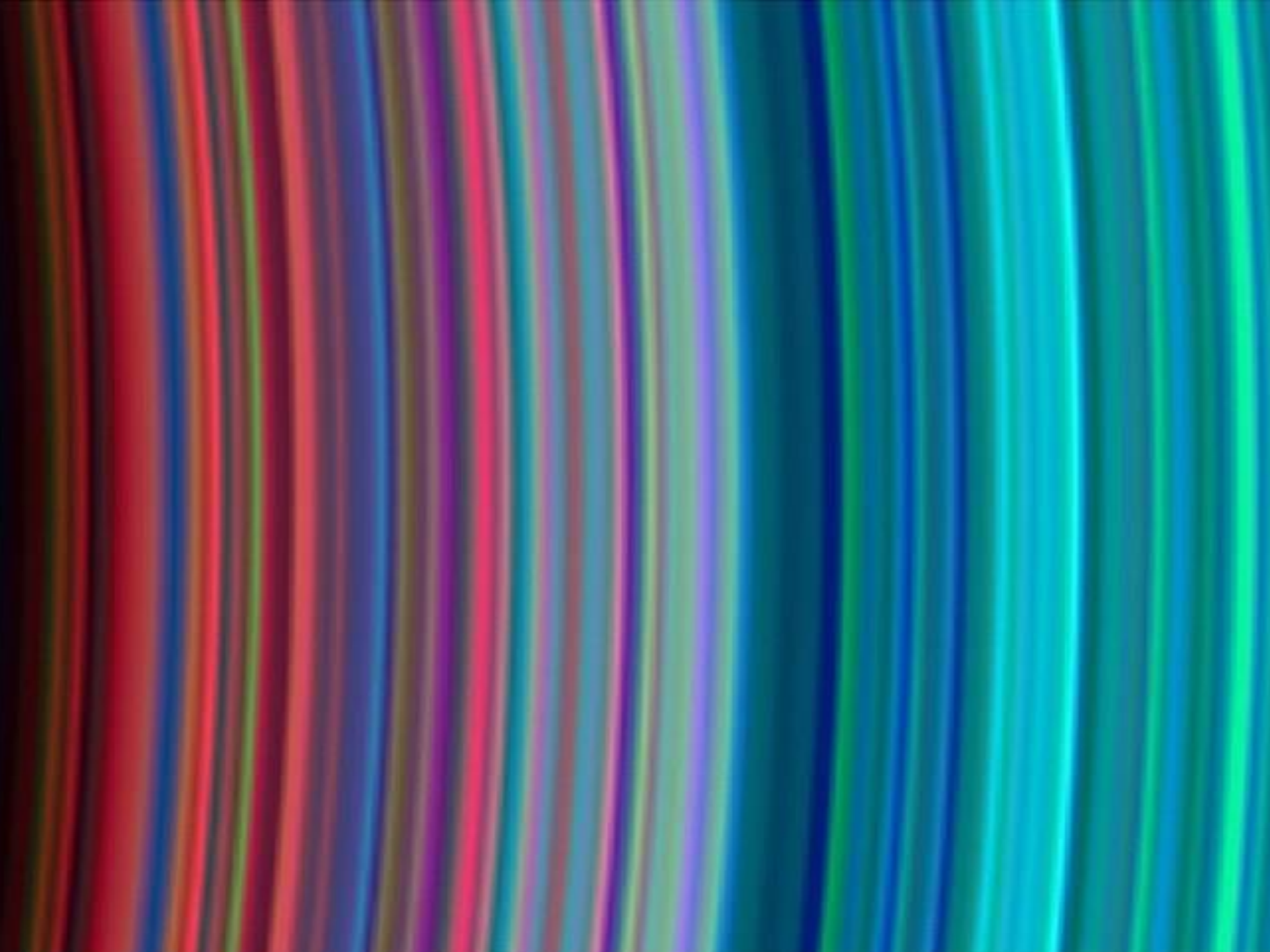
Η Φοίβη βρίσκεται μέσα σε αυτό τον δακτύλιο

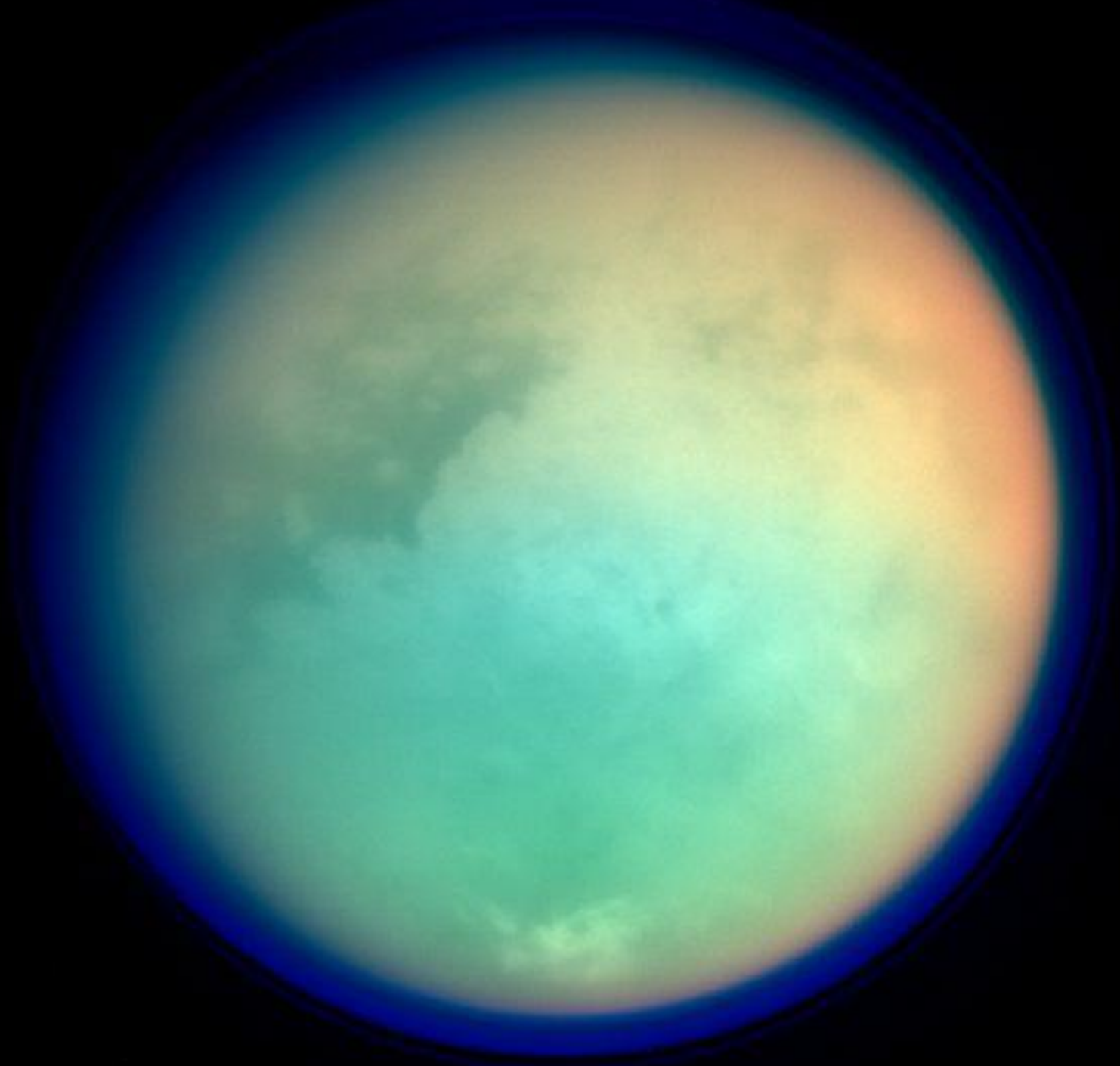
και πιθανότατα αυτή

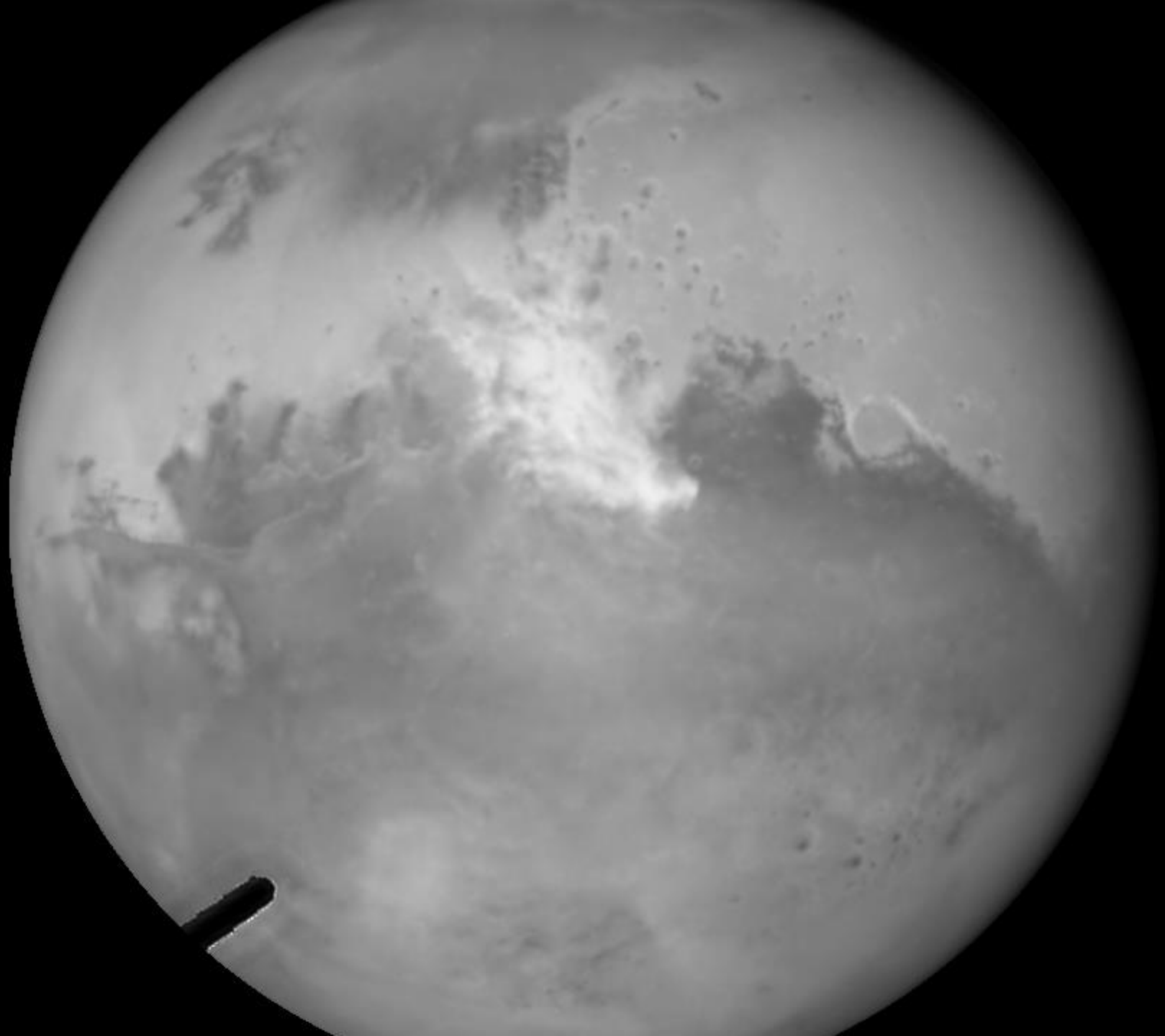
τον έχει φτιάξει και συντηρεί

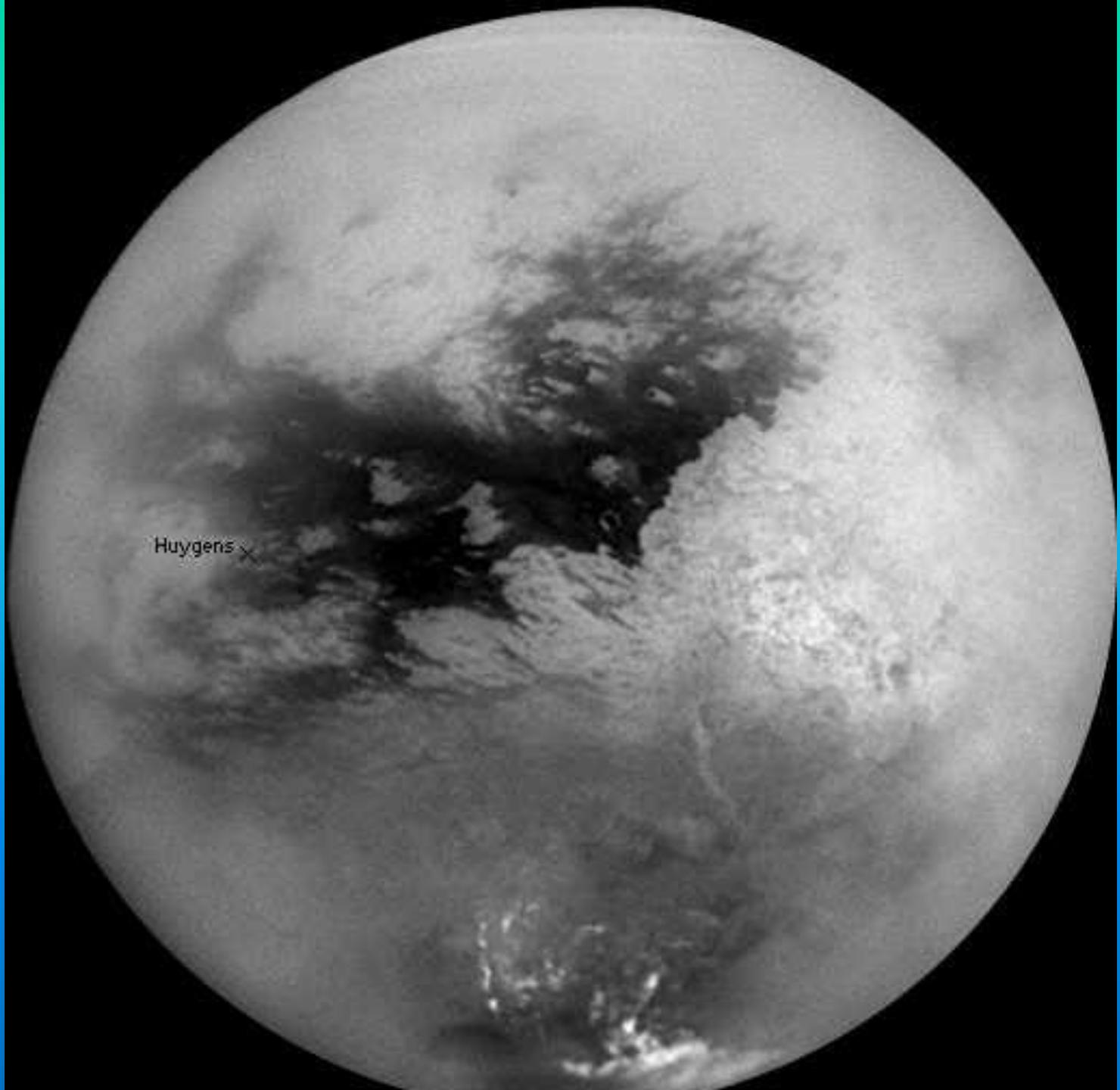












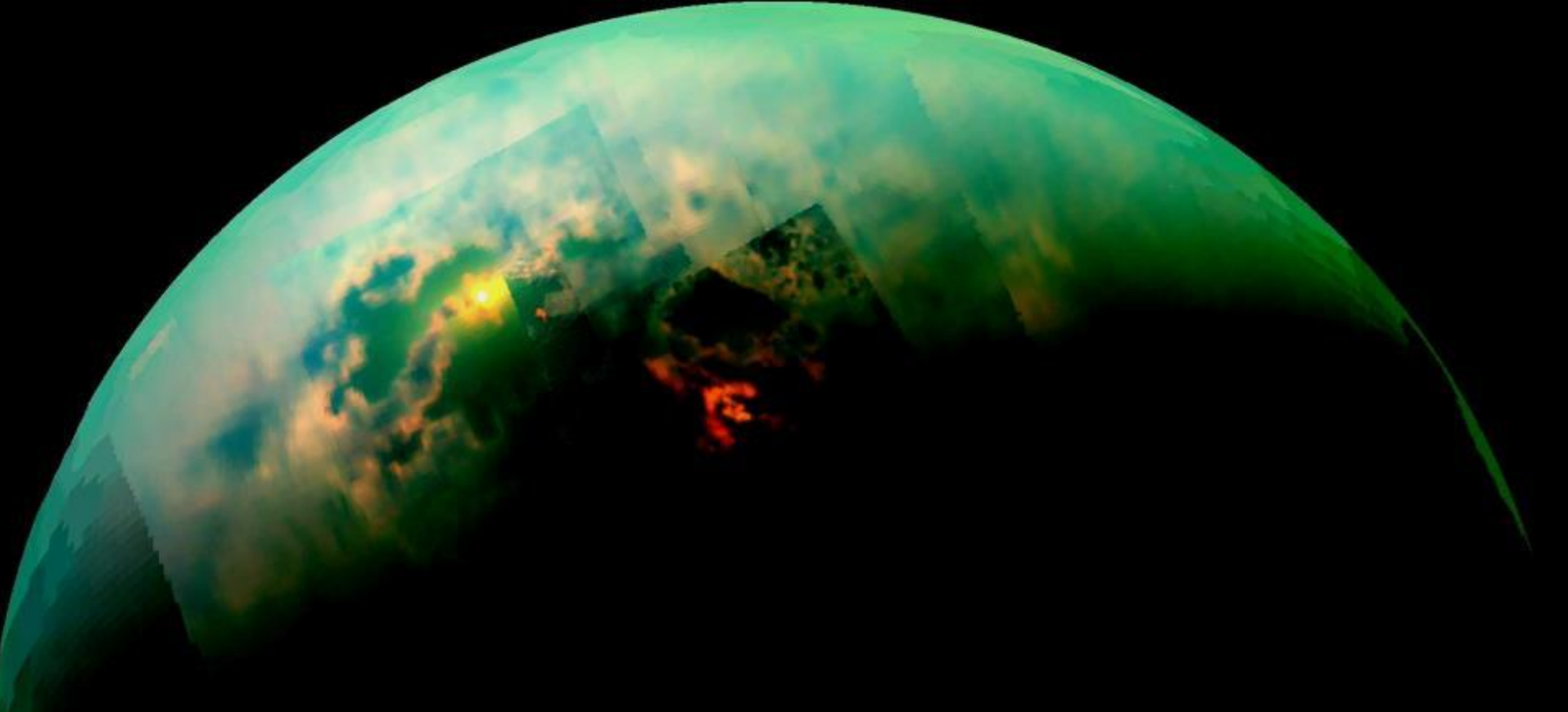
Huygens x



Οι λίμνες του Τιτάνα λάμπουν στον Ήλιο.

Το ΕΚΠΑ (Γ. Μπαμπασίδης, Αν. Σολωμονίδου, Ξ. Μουσάς, με την κ. Αθ. Κουστίνη του Αστεροσκοπείου Παρισίων έχουν προτείνει πειράματα που θα σταλούν στον Τιτάνα με την επόμενη διαστημική αποστολή στον Κρόνο). Μια από τα προταθέντα πειράματα θα βυθίσει υποβρύχιο με πολλούς δειγματολήπτες που θα δεισδύσουν μέσα στις παγωμένες λίμνες που αποτελούνται από νερό και υδρογονάνθρακες. Επίσης έχουμε προτείνει σειсмоγράφους που θα μελετήσουν το υπέδαφος.

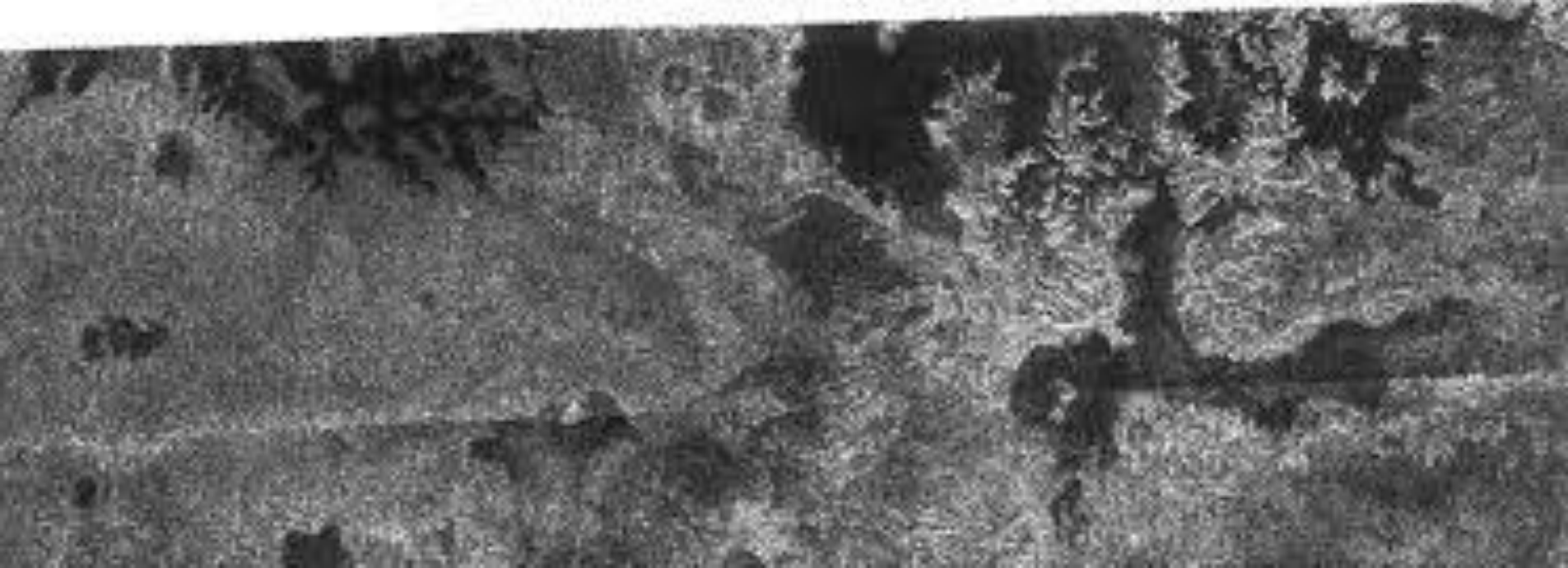
ευχαριστίες: NASA / JPL-Caltech / University of Arizona / University of Idaho.



Οι λίμνες του Τιτάνα λάμπουν στον Ήλιο.

Το ΕΚΠΑ (Γ. Μπαμπασίδης, Αν. Σολωμονίδου, Ξ. Μουσάς, με την κ. Αθ. Κουστένη του Αστεροσκοπείου Παρισίων έχουν προτείνει πειράματα που θα σταλούν στον Τιτάνα με την επόμενη διαστημική αποστολή στον Κρόνο). Μια από τα προταθέντα πειράματα θα βυθίσει υποβρύχιο με πολλούς δειγματολήπτες που θα δεισδύσουν μέσα στις παγωμένες λίμνες που αποτελούνται από νερό και υδρογονάνθρακες. Επίσης έχουμε προτείνει σειсмоγράφους που θα μελετήσουν το υπέδαφος.

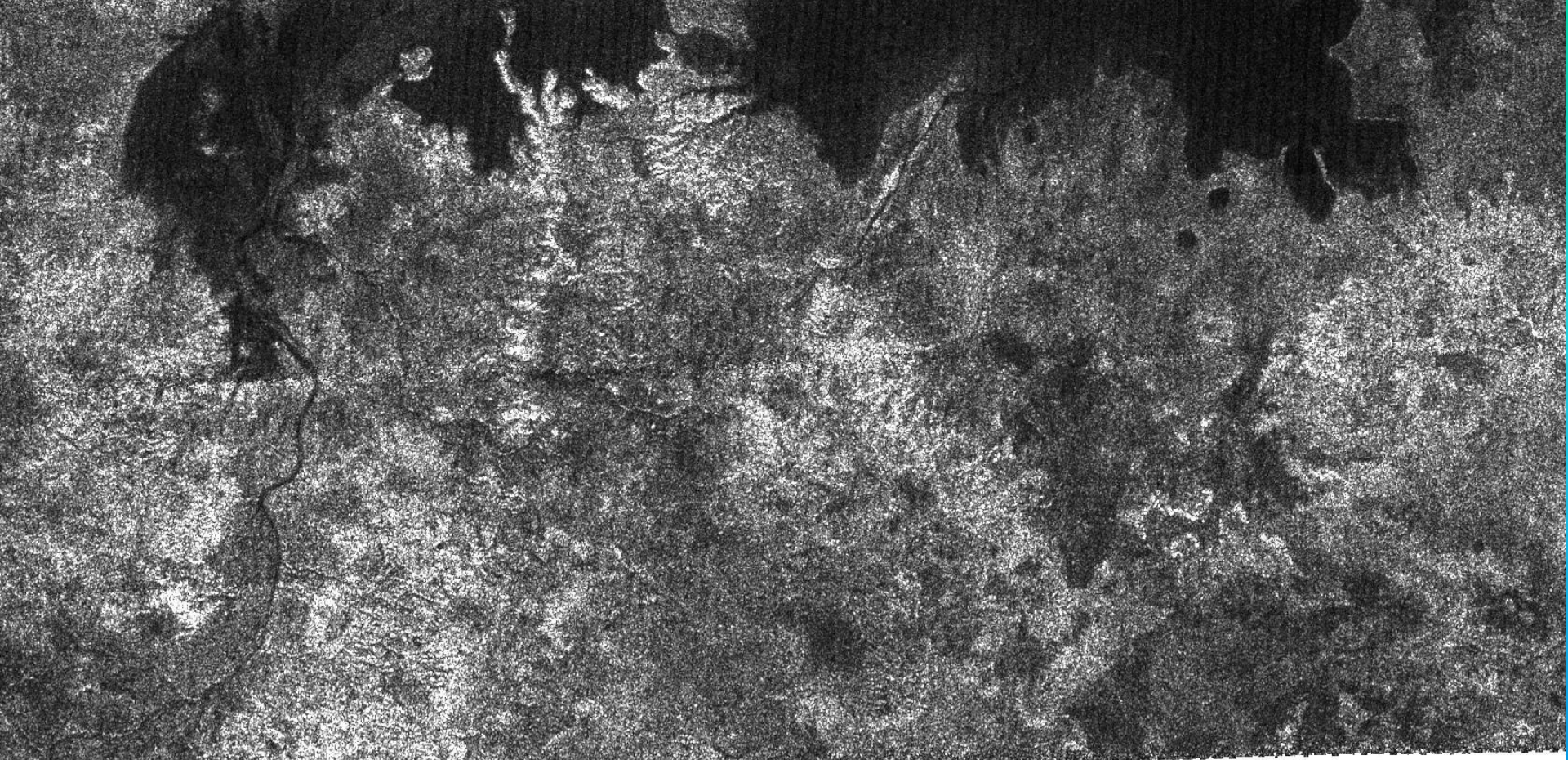
ευχαριστίες: NASA / JPL-Caltech / University of Arizona / University of Idaho.



Οι λίμνες του Τιτάνα λάμπουν στον Ήλιο.

Το ΕΚΠΑ (Γ. Μπαμπασίδης, Αν. Σολωμονίδου, Ξ. Μουσάς, με την κ. Αθ. Κουστίνη του Αστεροσκοπείου Παρισίων έχουν προτείνει πειράματα που θα σταλούν στον Τιτάνα με την επόμενη διαστημική αποστολή στον Κρόνο). Μια από τα προταθέντα πειράματα θα βυθίσει υποβρύχιο με πολλούς δειγματολήπτες που θα δεισδύσουν μέσα στις παγωμένες λίμνες που αποτελούνται από νερό και υδρογονάνθρακες. Επίσης έχουμε προτείνει σειсмоγράφους που θα μελετήσουν το υπέδαφος.

ευχαριστίες: NASA / JPL-Caltech / University of Arizona / University of Idaho.

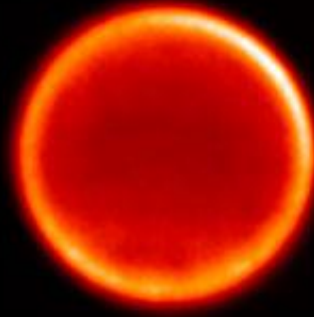


Οι λίμνες του Τιτάνα.

Το ΕΚΠΑ (Γ. Μπαμπασίδης, Αν. Σολωμονίδου, Ξ. Μουσάς), με την κ. Αθ. Κουστίνη του Αστεροσκοπείου Παρισίων έχουν προτείνει πειράματα που θα σταλούν στον Τιτάνα με την επόμενη διαστημική αποστολή στον Κρόνο. Μια από τα προταθέντα πειράματα θα βυθίσει υποβρύχιο με πολλούς δειγματολήπτες που θα διεισδύσουν μέσα στις παγωμένες λίμνες που αποτελούνται από νερό και υδρογονάνθρακες. Επίσης έχουμε προτείνει σειсмоγράφους που θα μελετήσουν το υπέδαφος.
ευχαριστίες: NASA / JPL-Caltech / University of Arizona / University of Idaho.



16/11/2002



25/04/2004

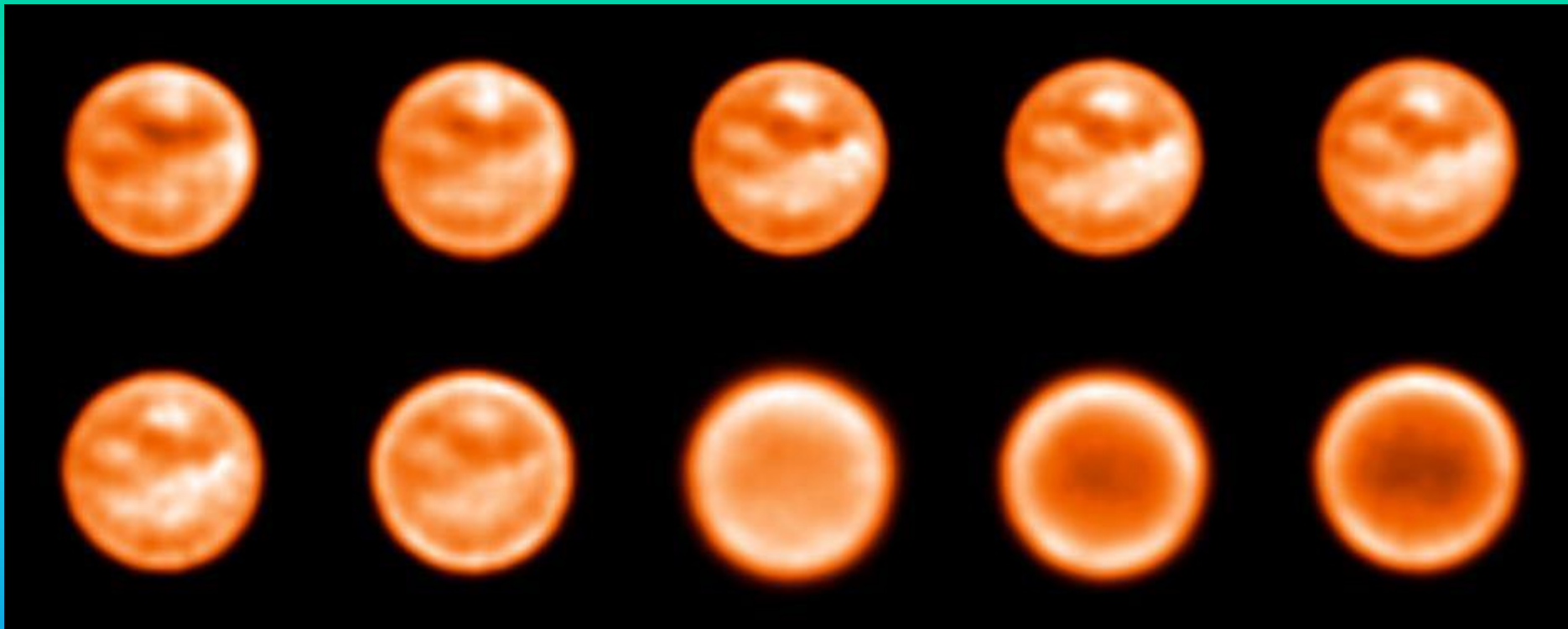


15/01/2005

Χρονική, εποχική μεταβολή ατμόσφαιρας του Τιτάνα

Image of Titan's atmosphere at 2.12 microns as observed with NACO on the VLT at three different epochs from 2002 till now. Titan's atmosphere exhibits seasonal and meteorological changes which can clearly be seen here : the North-South asymmetry - indicative of changes in the chemical composition in one pole or the other, depending on the season - is now clearly in favour of the North pole. Indeed, the situation has reversed with respect to a few years ago when the South pole was brighter. Also visible in these images is a bright feature in the South pole, found to be presently dimming after having appeared very bright from 2000 to 2003. The differences in size are due to the variation in the distance to Earth of Saturn and its planetary system.

Credit: ESO



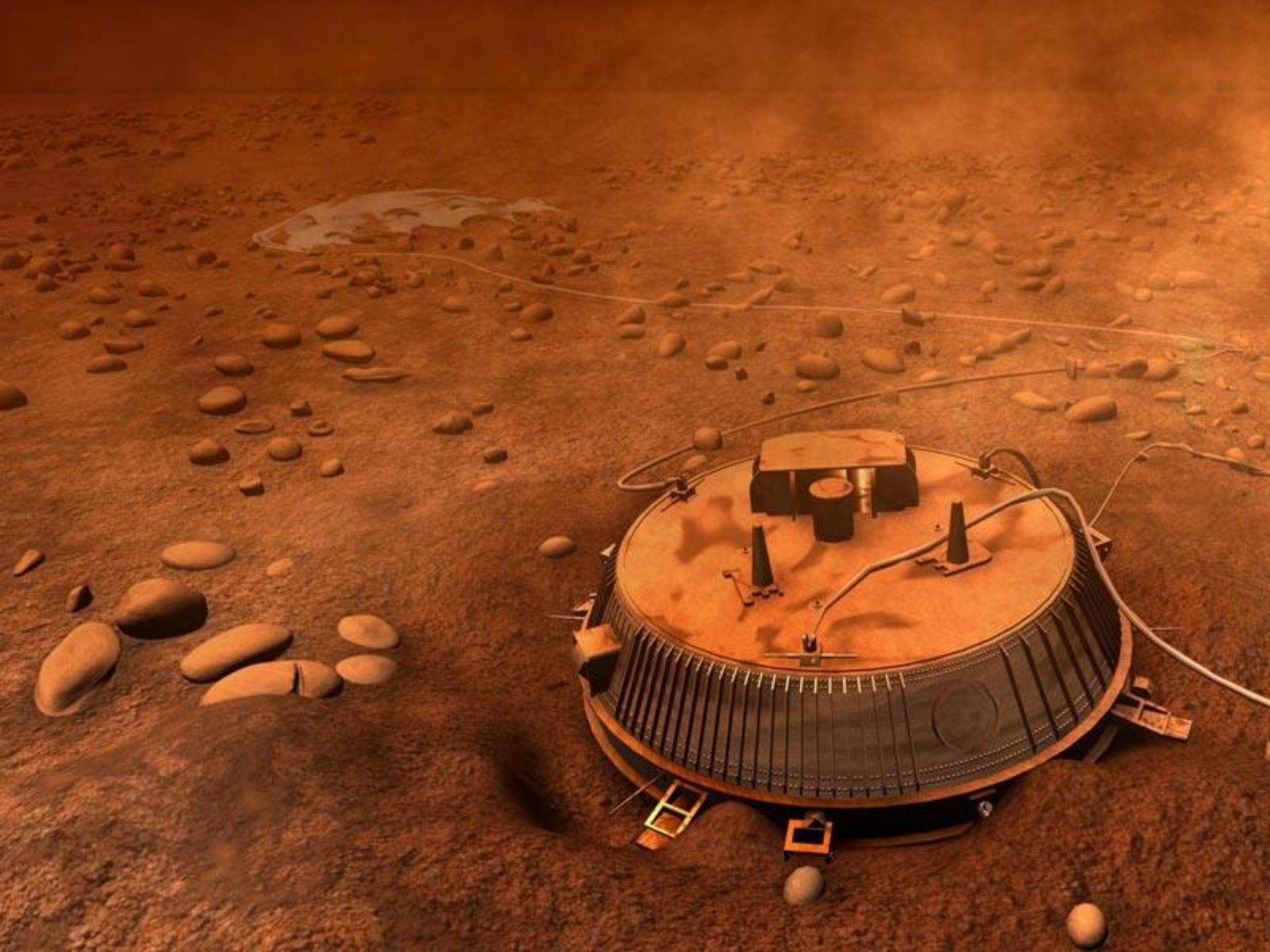
Παρατηρήσεις του Τιτάνα σε διάφορες φασματικές περιοχές ώστε να δούμε μέσα από την πυκνή ατμόσφαιρά του, χρησιμοποιώντας ένα φίλτρο μεθανίου (γύρω στα 2.0 micron)

Series of images of Titan taken around the 2.0 micron methane window probing different layers of the atmosphere and the surface. The images are currently under thorough processing and analysis so as to reveal any subtle variations in wavelength that could be indicative of the spectral response of the various surface components, thus allowing the astronomers to identify them.

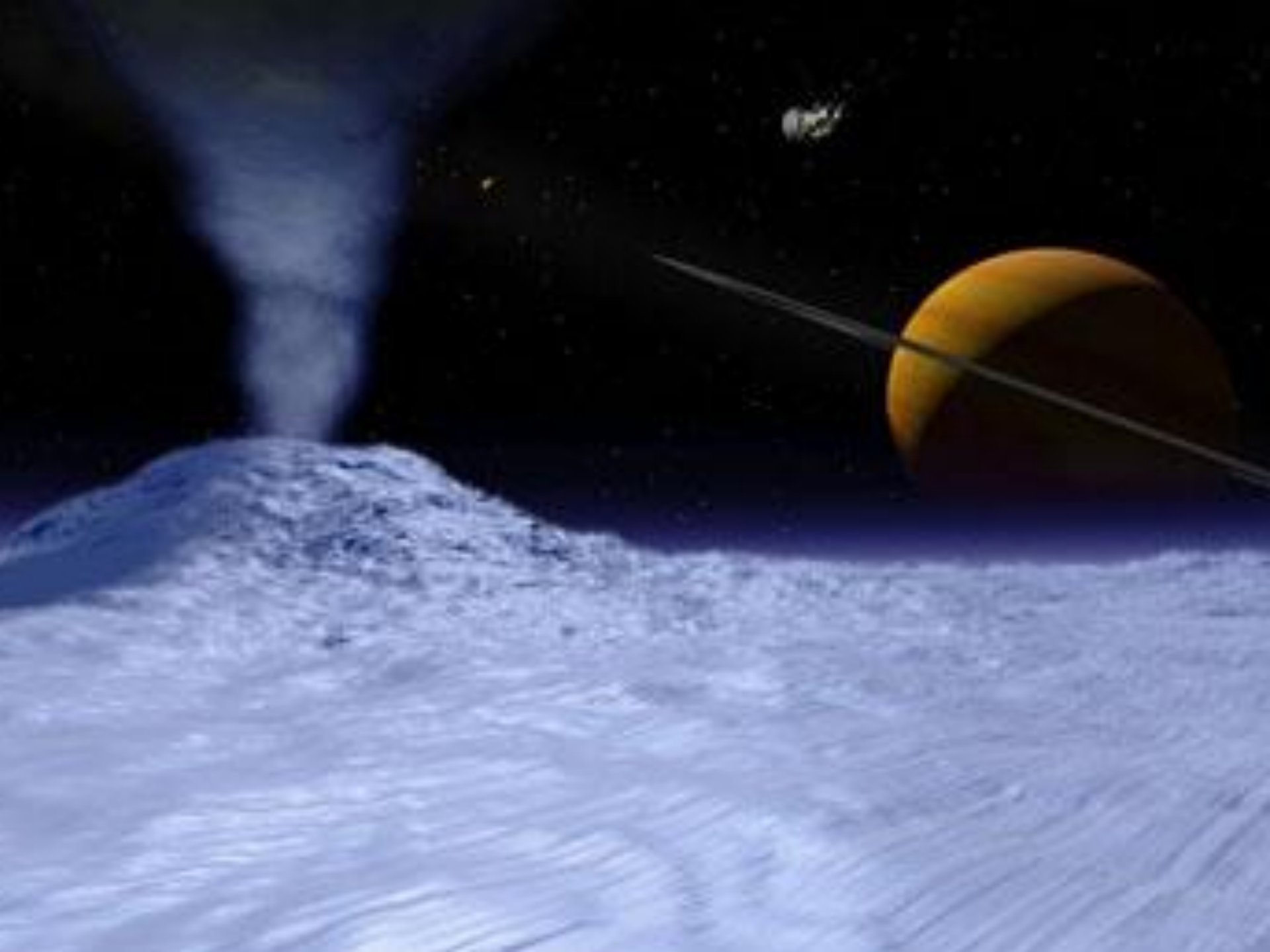
Credit: ESO

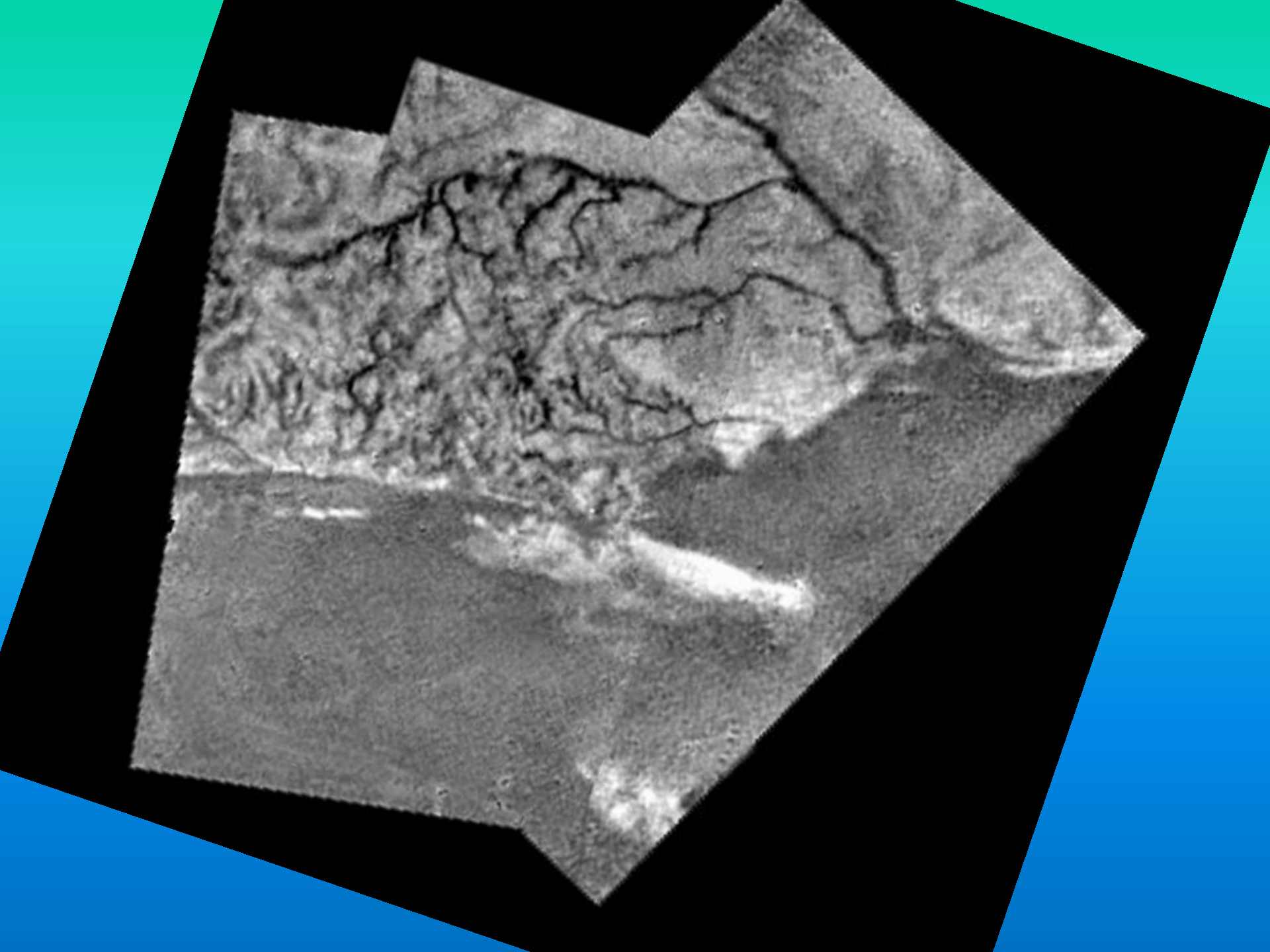




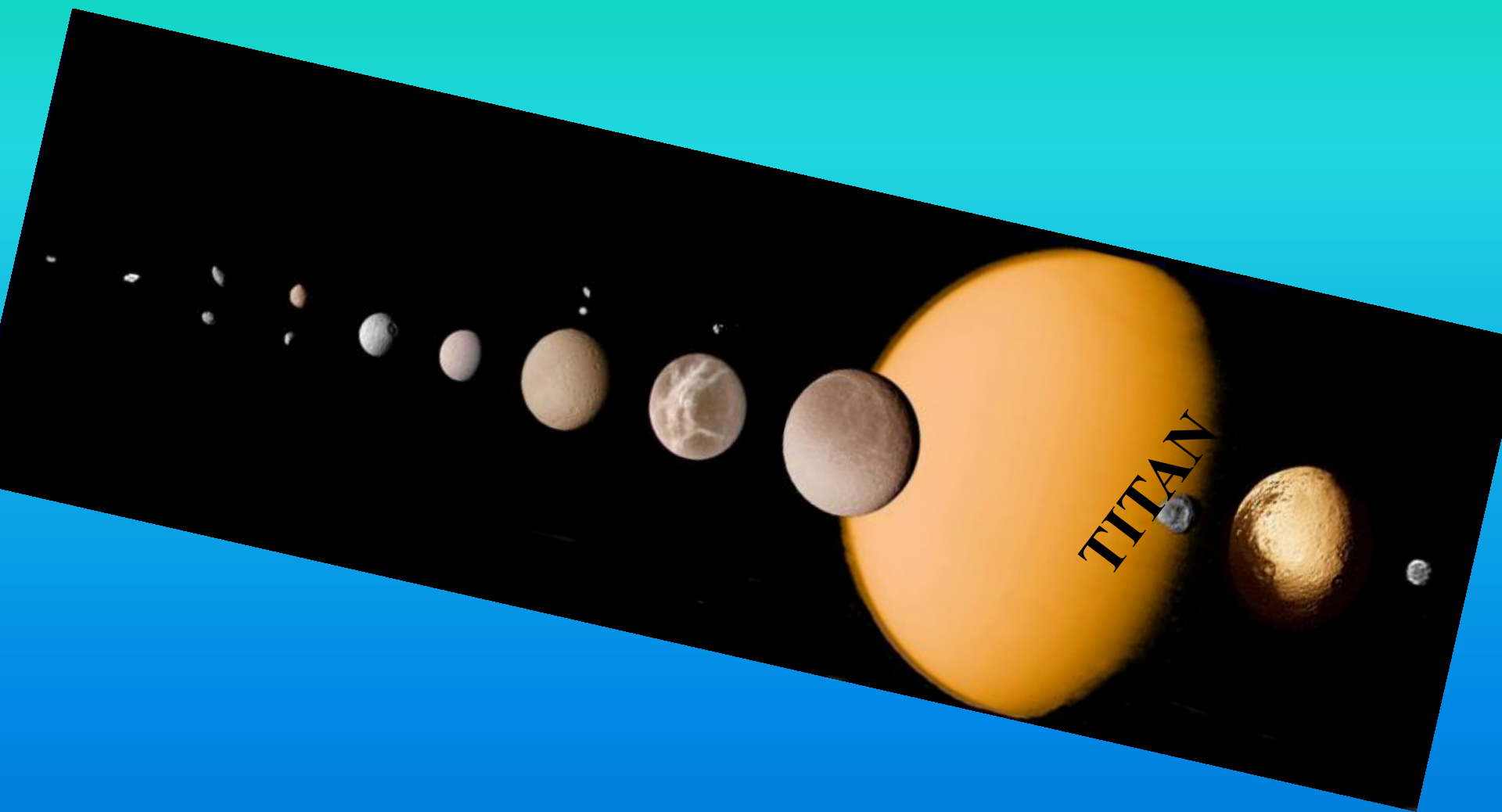




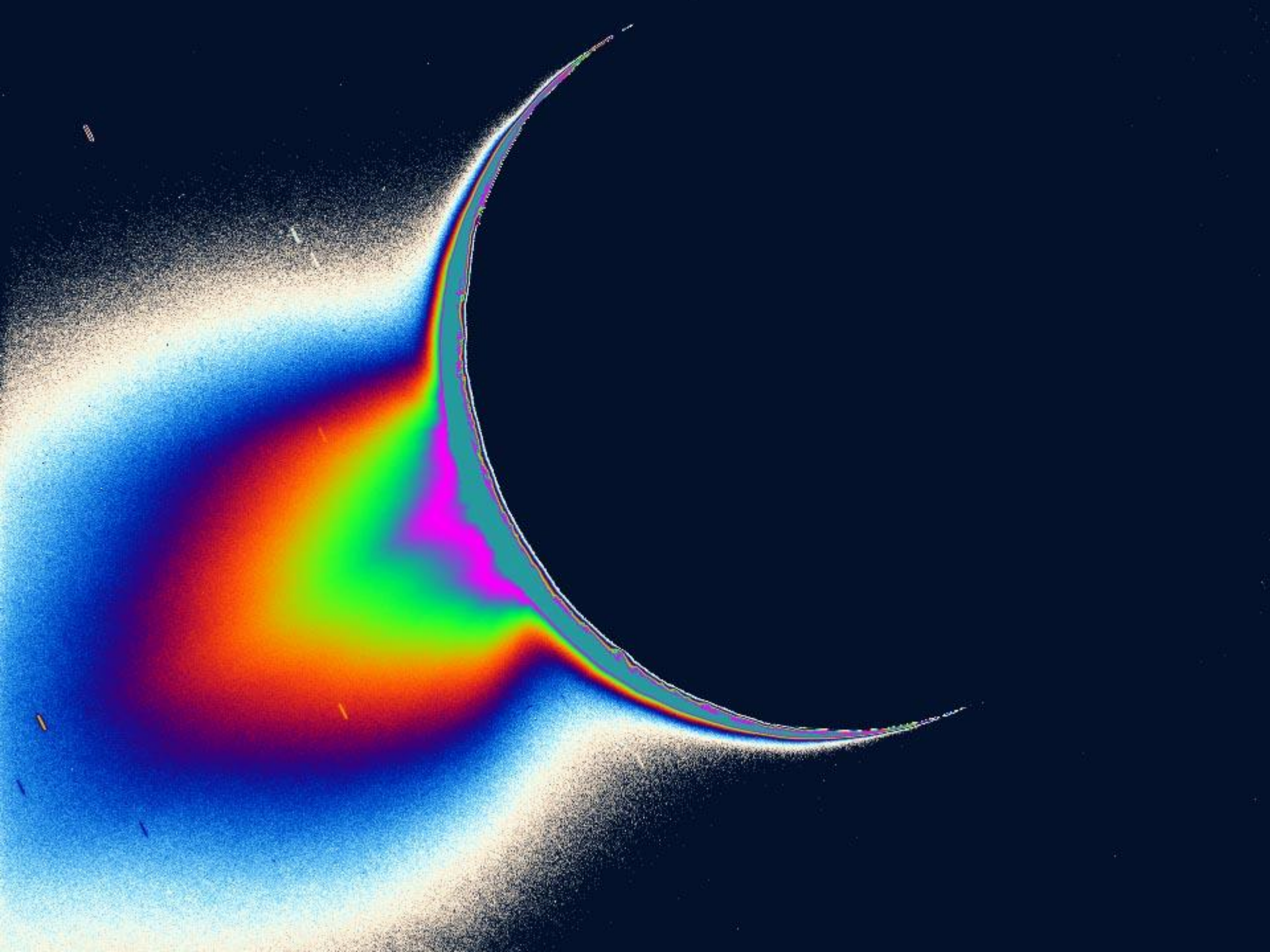


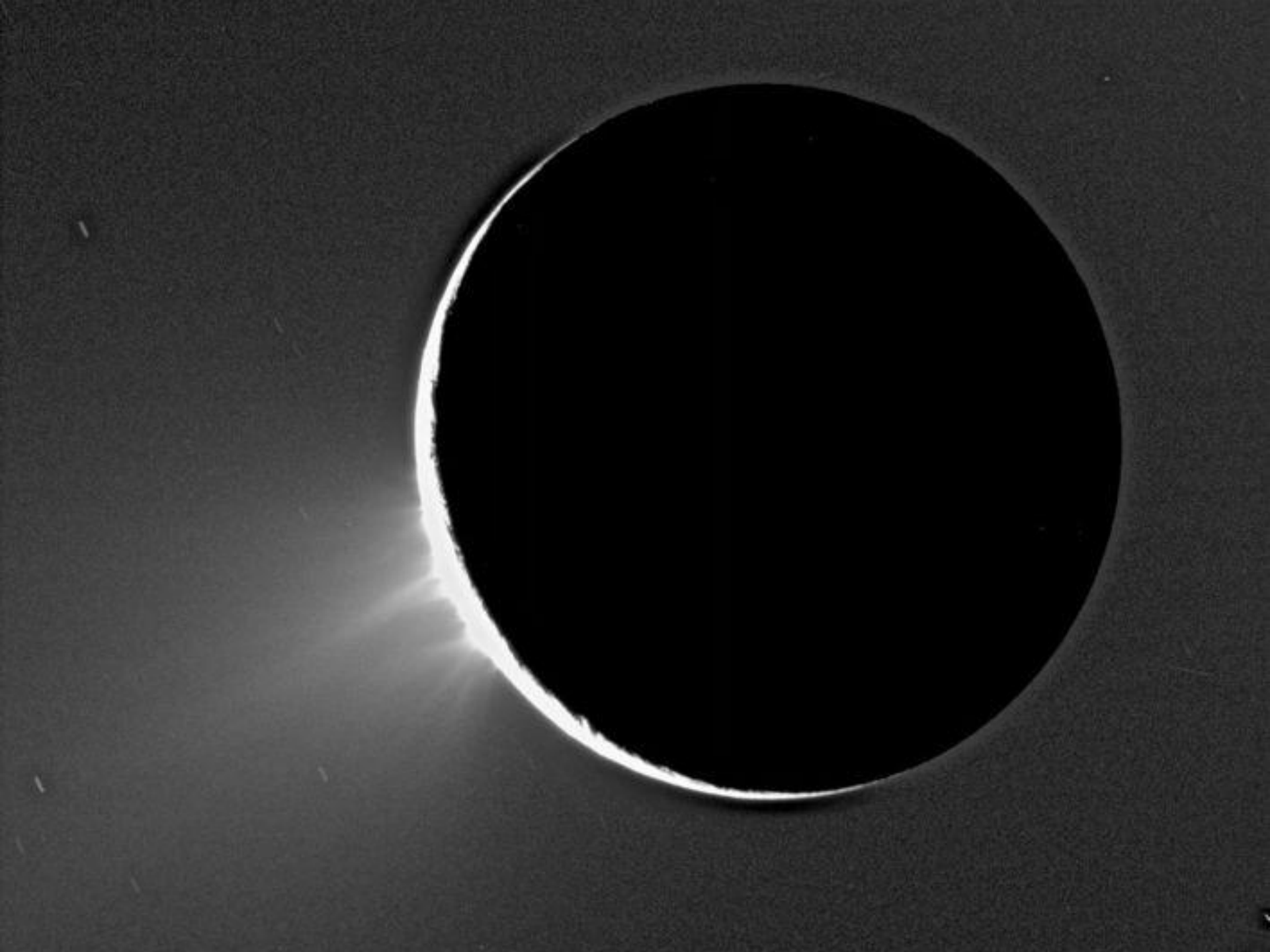


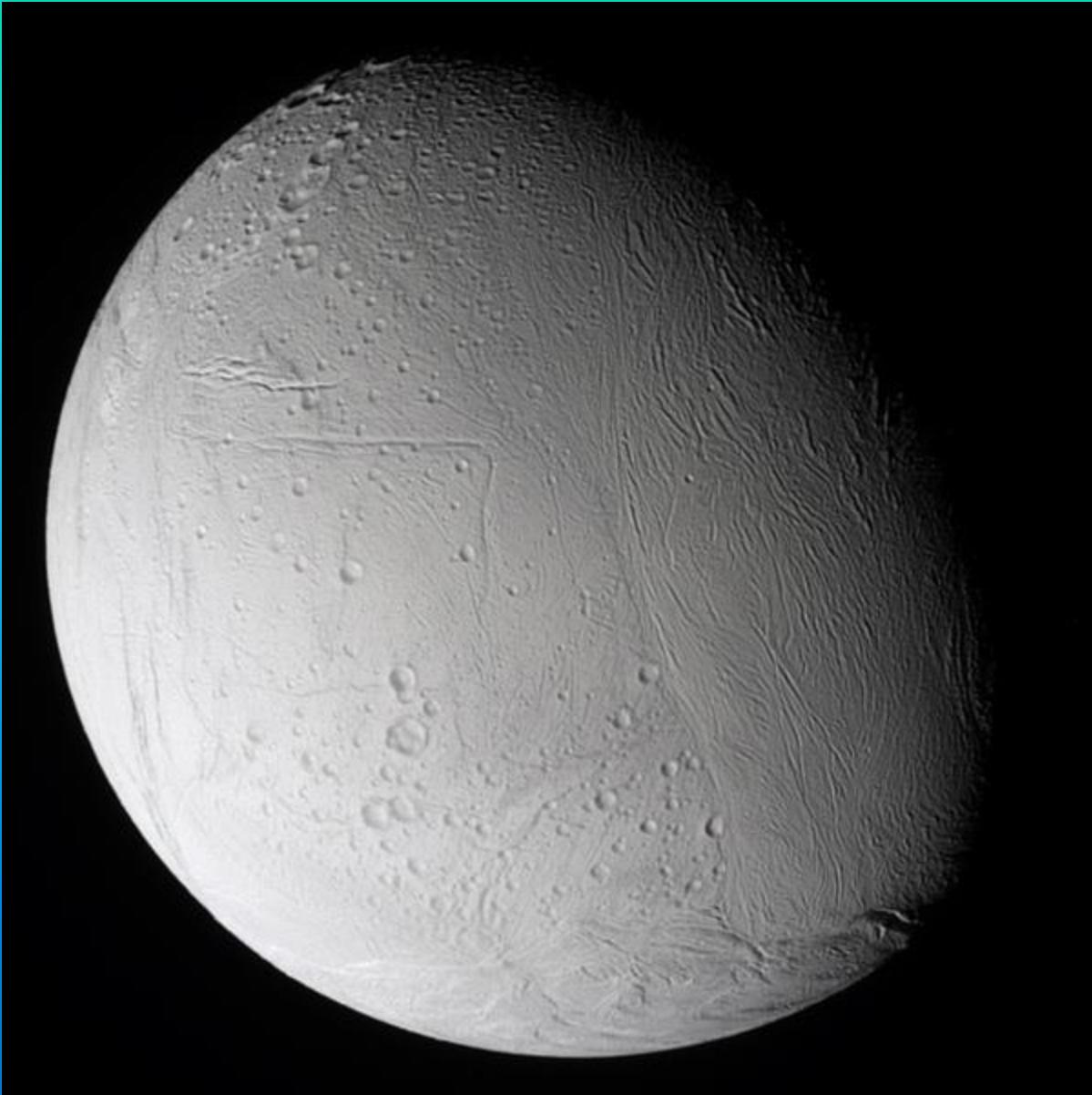
**Λίμνες μεθανίου
στον Τιτάνα**

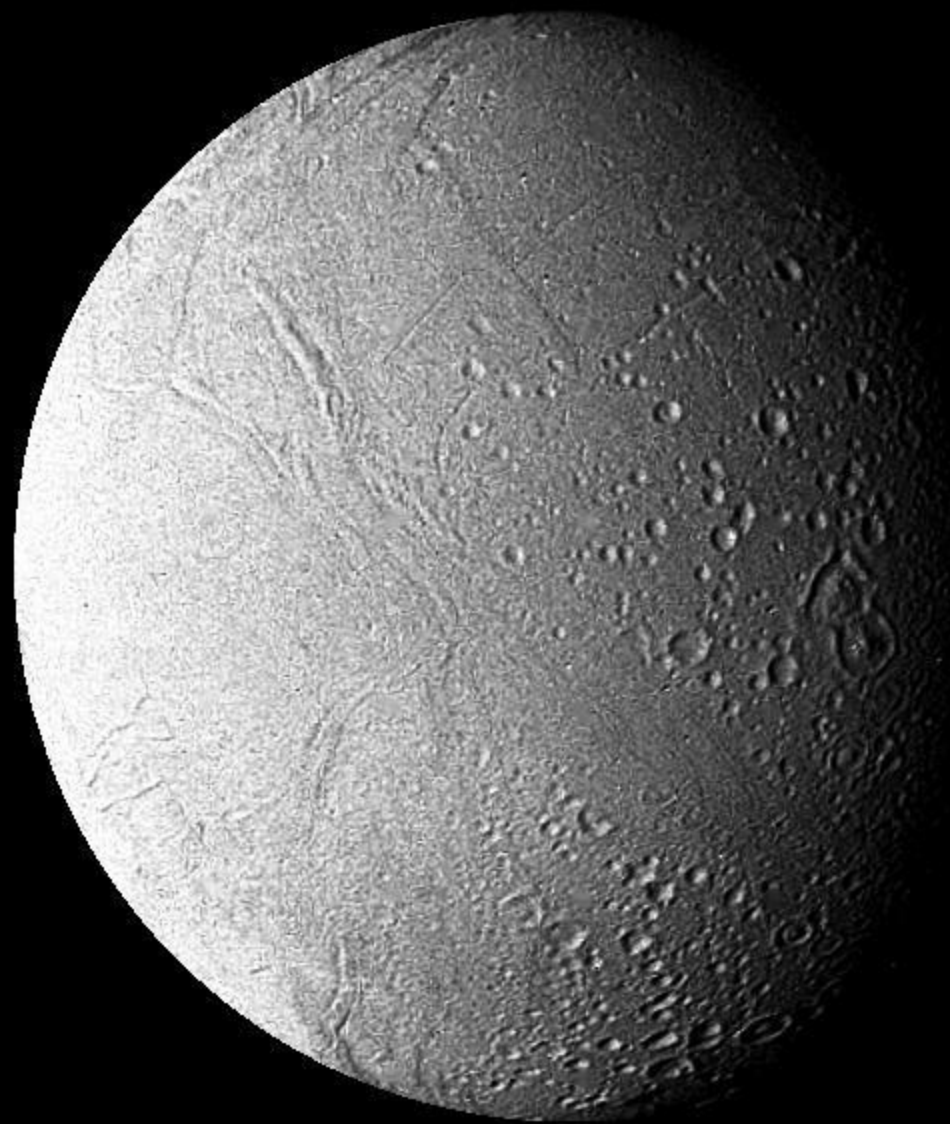


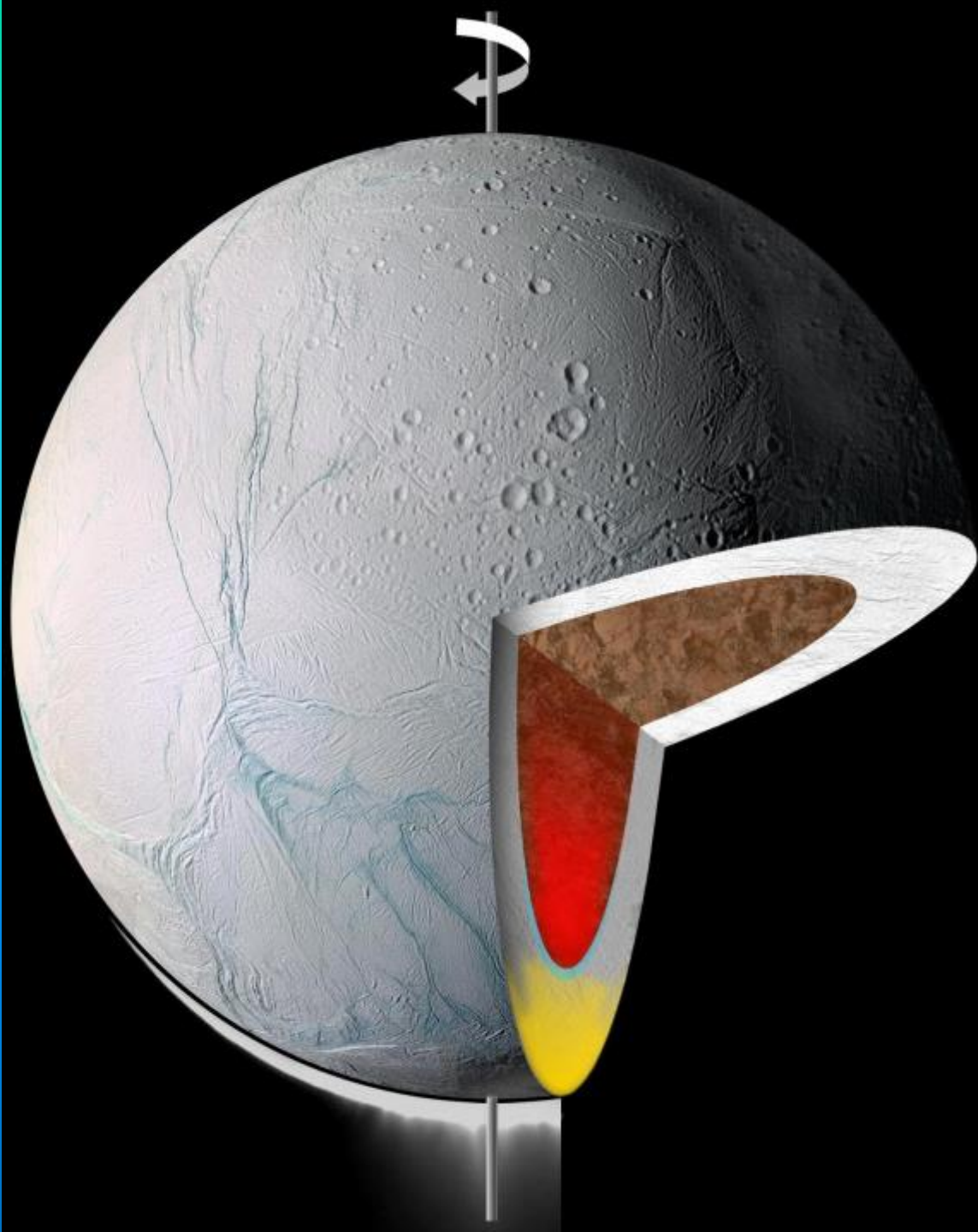
TITAN



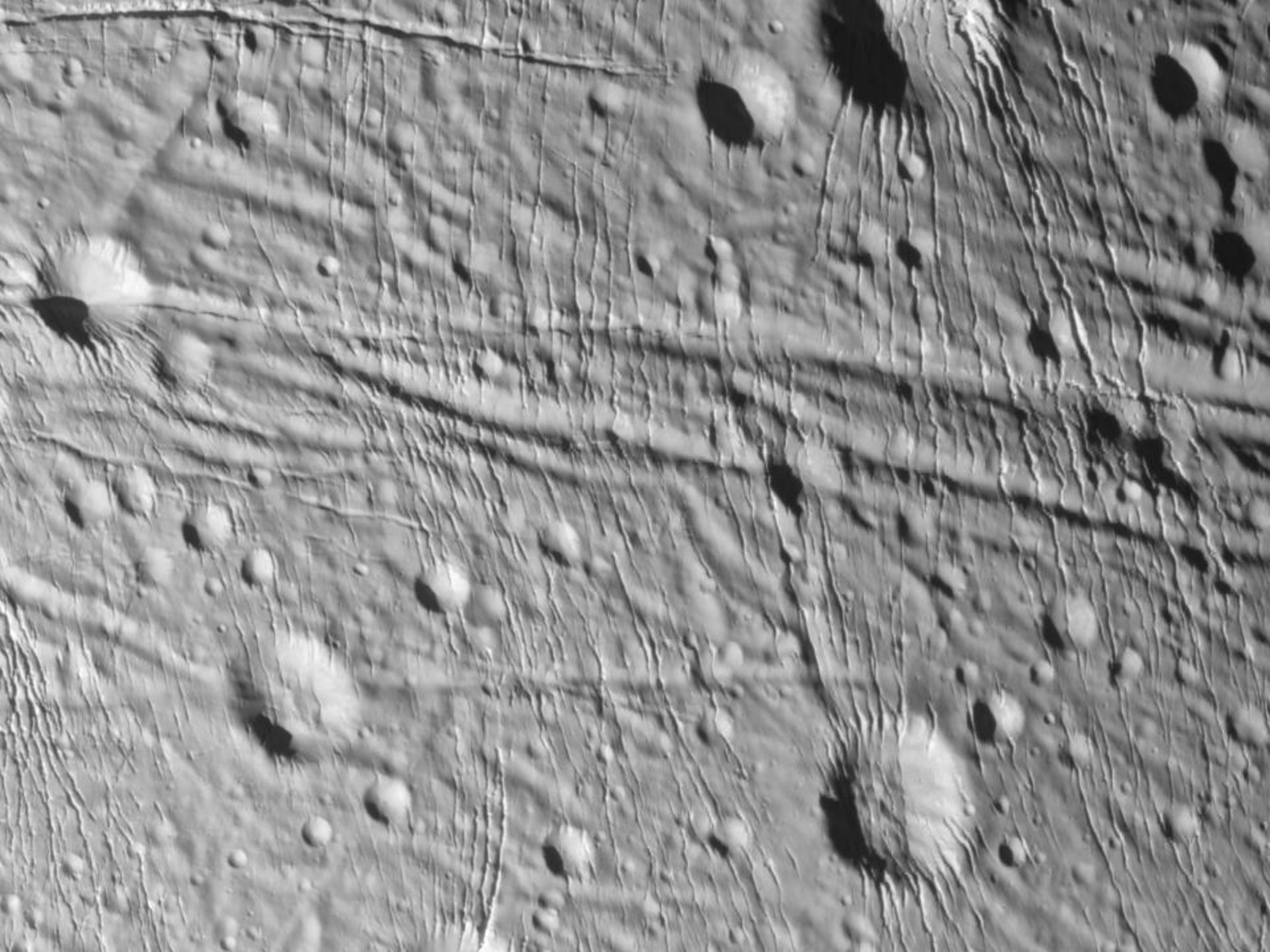


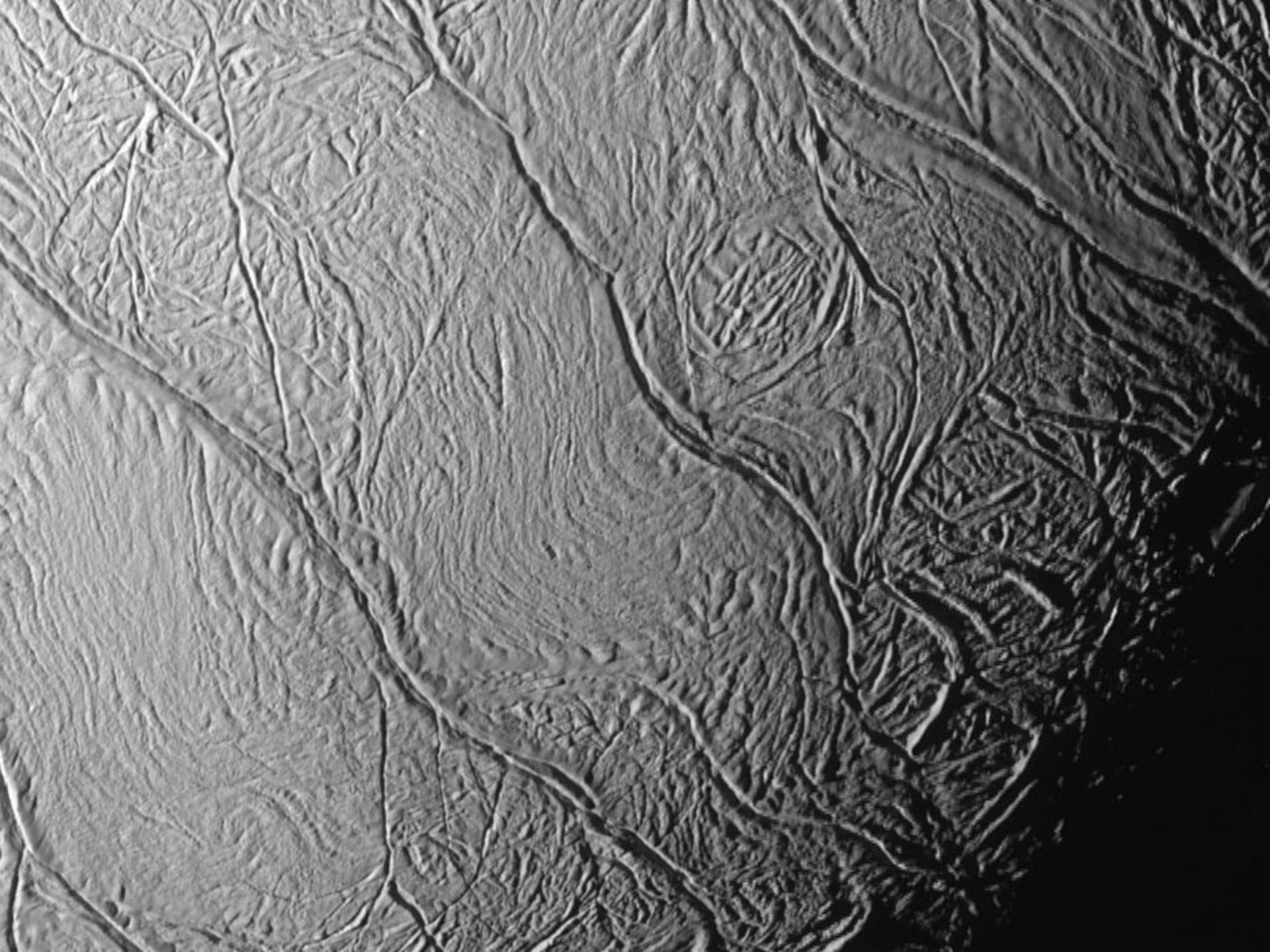


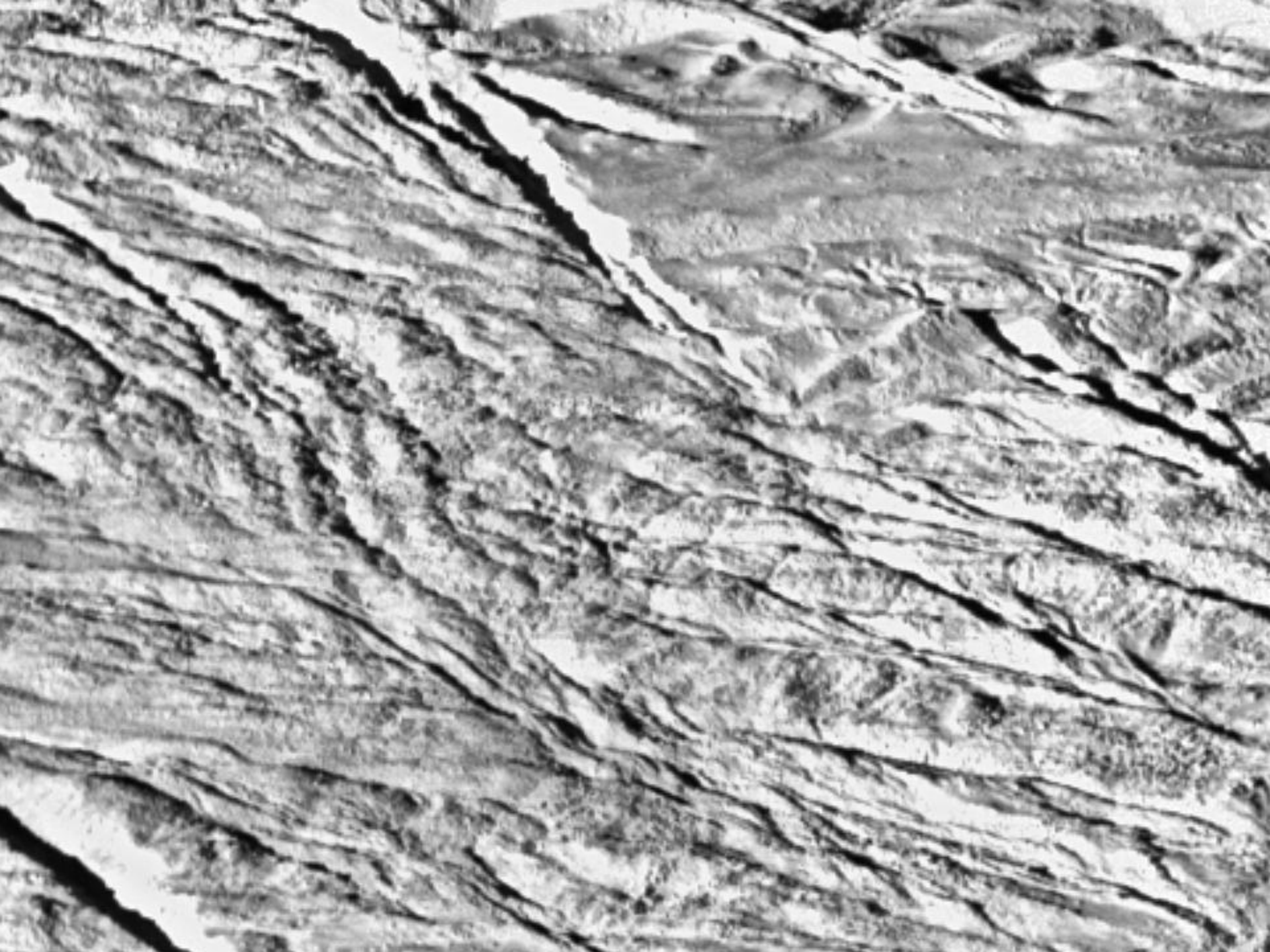




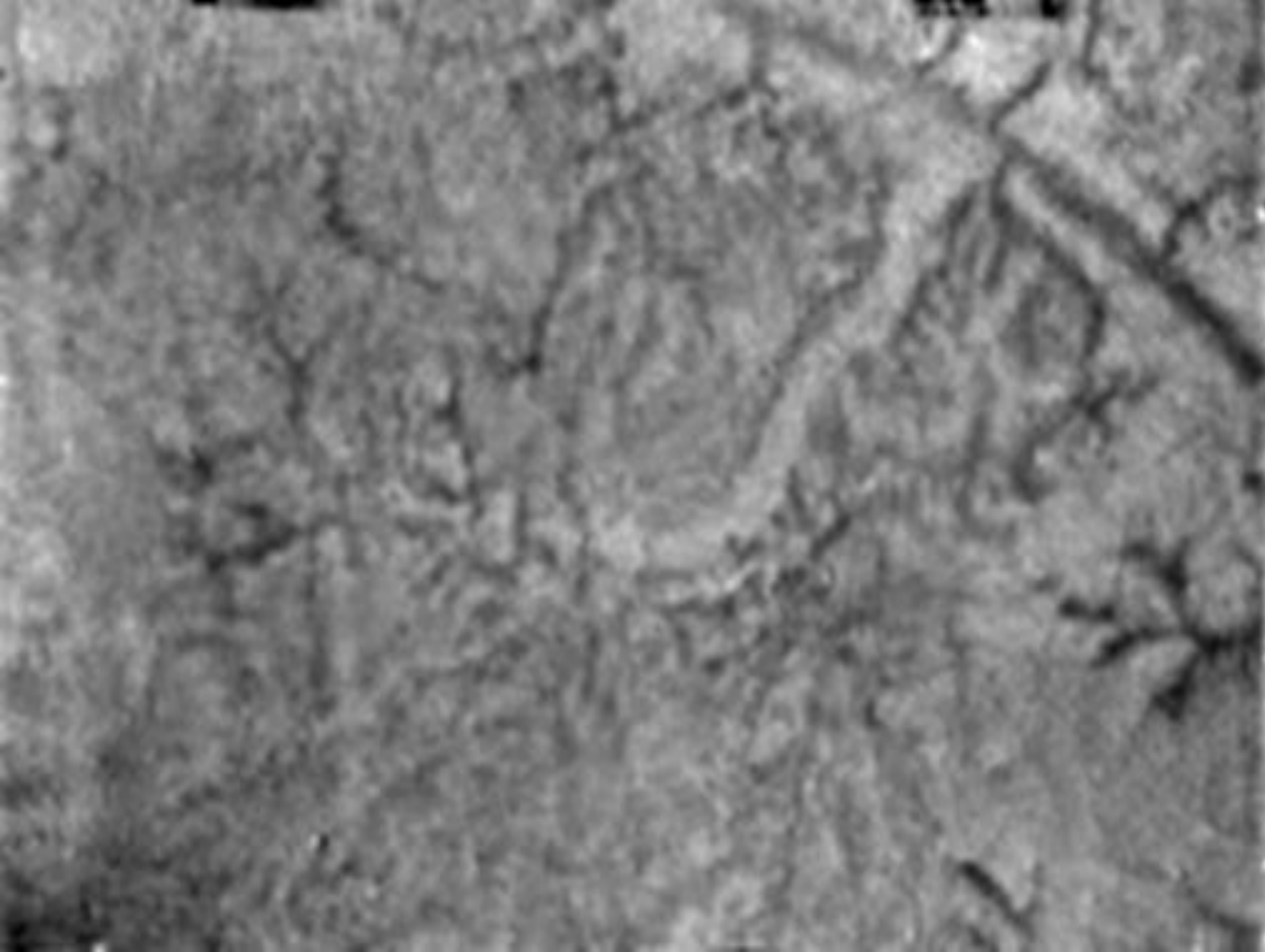












Astronomy: how amateurs got there first

Next week enthusiastic amateurs all over the country will be taking part in Britain's first National Astronomy Week. Amateurs have played an important role in the past, even pre-empting discoveries claimed for recent spaceprobes, and they can hope to continue to make valuable contributions

Jack Meadows and Nigel Henbest

Spaceprobes have now photographed in detail all the planets out to Saturn—the recent high-spots being the active volcanoes revealed on Jupiter's moon Io, and the glorious spectacle of Saturn's rings seen by Voyager 1 last November. A further saturnalia is in prospect for August this year, when Voyager 2 passes the ringed planet. But these stunning achievements of high-cost high-technology should not blind us to the value of planetary observations made with telescopes on the Earth over a long period of time. The new results should always be matched against older observations, and many of these have been made not by professional astronomers, but by skilled amateurs.

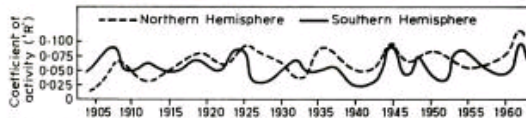
When it comes to recording fine details on planets the trained human eye can actually do better than a photograph. The limit is generally set not by the telescope's quality, but by air currents in the Earth's atmosphere, which continually shift and distort the image, and blur the image during a photographic exposure. But the eye and brain can remember the details seen during moments when the atmosphere is unusually steady.

Drawings of the inner planets have little value now that spaceprobes have visited them. Markings on tiny Mercury are difficult to spot, and visual observations gave a misleading value for its rotation period—corrected eventually by radar observations. Venus is covered by featureless clouds, and visual markings are transitory and elusive. The dark markings on Mars bear little relation to its true topography, although amateur observations do provide a useful record of the great dust storms that can envelop the planet.

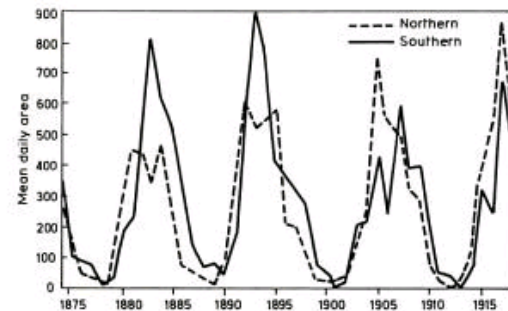
It is very different for the giant planets. Here, we see the tops of their thick atmospheres, "zones" of high white clouds and the darker "bands" between which we see down to lower layers. These gross structures are composed of finer details—plumes, whorls and spots, as the pictures from the Voyager spacecraft reveal. But such spaceprobe "encounters" are limited in time. Although the Voyagers revealed frenetic activity on Jupiter, they did not record the longer-term trends in the atmosphere. These trends are important for understanding not just Jupiter, but also our own weather and climate, because meteorologists have found striking parallels between Jupiter's atmospheric circulations and those on Earth.

Telescopic observations of the giant planets began centuries ago, but detailed continuous observation started only in the 19th century. Earlier material is still of some value, however, as shown by 17th century observations of Jupiter's Great Red Spot, which allow us to estimate the spot's lifetime and rate of rotation about the planet.

There are two common types of change in the Jovian atmosphere—the appearance of either bright or dark spots. We have somewhat better measurements of the change with time of the dark spots, which appear predominantly between the latitudes of 30°N and 30°S. Many drawings of this activity were made over the past century, and when these are examined for long-term changes, it appears that the degree of activity varies considerably. The activity, moreover, differs significantly between the northern and southern hemispheres. Although pictures from spaceprobes may show such an asymmetry, they can-



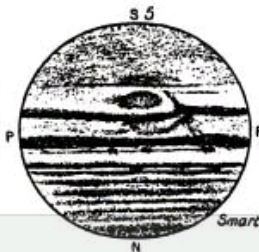
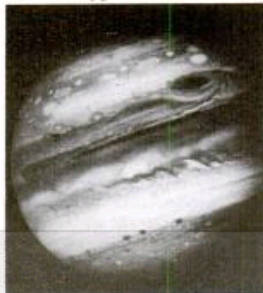
Above: Jupiter's hemispheres differ in atmospheric activity (after J. H. Focas, *Icarus*, vol 15, p 56). This is reminiscent of the unequal distribution of sunspots, below (after E. W. Maunder, *Monthly Notices of the RAS*, vol 82, p 534)

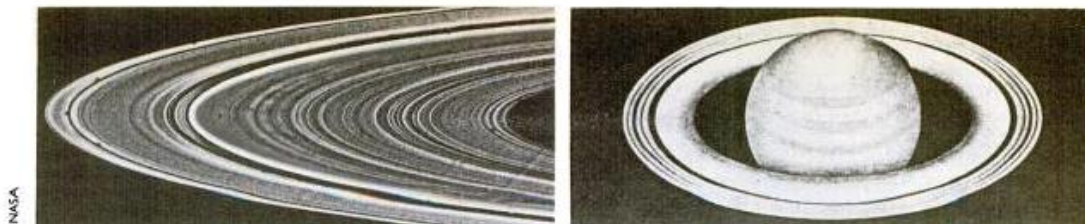


not indicate its long-term importance.

The interesting point here is that the Sun also shows long-term fluctuations in the number of dark markings on its surface—in this instance, sunspots. These spots too are concentrated between 30°N and 30°S. The variation of activity with time for sunspots—the 11-year sunspot cycle—is much more regular than for Jupiter, but similar differences between the northern and southern hemispheres occur. This analogy suggests that, despite the major differences between the Sun and Jupiter—one is a star, and the other a planet, a thousand times lighter in weight—there may be similarities in the role that convection plays in the two bodies. Here the ground-based observations provide a hint that might not have been evident from occasional spaceprobe encounters.

In addition to their long-term importance, observations made by skilled amateurs under good conditions may reveal more than most astronomers have suspected. This has become apparent as some "surprises" from the Voyager





NASA

Captain Henry Kater saw narrow ringlets in Saturn's rings (Memoirs of the RAS, vol 4, p 383) 155 years before Voyager 1

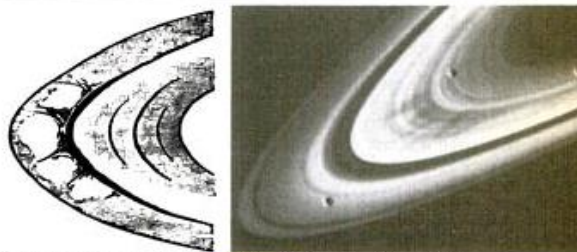
missions have turned out to be already recorded by the diligent amateurs of previous years. For example, older observations had already provided a strong clue to the existence of two phenomena in Saturn's rings which took the Voyager scientists by surprise. One is the fact that the rings are divided into hundreds of concentric ringlets, separated by narrow gaps. Observers had already noted that the rings show more and more divisions under good seeing conditions. Captain Kater, observing in 1825, noted: "I have little doubt, from a most careful examination of some hours, that that which has been considered as the outermost ring of Saturn consists of several rings." The appearance has been confirmed by later observers using a range of telescopes.

The second "discovery" by Voyager was the dark radial spokes in the rings, which revolve with the planet's period of rotation rather than turning with the particles in the rings. One of the leading planetary observers of the early 20th century, E. M. Antoniadi, was convinced he had observed such markings. If these earlier sightings can be taken seriously then radial features in Saturn's rings may be a continuing but changeable aspect of the planet. As Sir William Herschel remarked in 1791 "this must lead us to the question whether the construction of this ring [Saturn's] is of a nature so as permanently to remain in its present state or whether it be liable to continual and frequent changes" (*Philosophical Transactions of the Royal Society* [1972], p 7).

Surprises in store

The next planet out is Uranus, discovered 200 years ago by William Herschel when still an amateur (*New Scientist*, 19 March, p 761). Uranus is so distant that it is difficult to see any details on its tiny disc. Recent observations from the Stratoscope, a balloon-borne telescope observing from above most of the atmosphere, have shown no markings on Uranus. But the examples of Jupiter and Saturn lead us to expect that features will appear temporarily from time to time. Ground-based observations by amateurs already provide hints that Uranus may have "bands" and "spots", which are larger than comparable phenomena on Jupiter and Saturn. Voyager 2 may therefore find on its passage by Uranus in 1986 that the major atmospheric features have a wider spread in latitude than those of the two other planets so far explored.

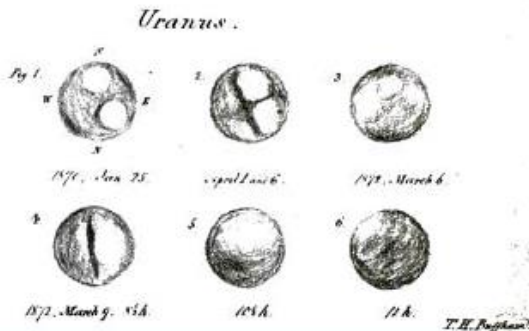
It is clearly important to continue visual observations of the major planets, and amateur contributions are vital to the success of the long-term studies of the planets' weather systems and of changes in Saturn's rings. Even a small (15-cm) reflecting telescope will show the markings on Jupiter, and it requires only practice—not necessarily any artistic skill—to make accurate planetary drawings. In the United Kingdom, the British Astronomical Association coordinates and analyses amateur observations, while the Junior Astronomical Society exists to help beginners of all ages.



French astronomer E. M. Antoniadi discovered the radial "spokes" in Saturn's rings in 1896 (*Journal of the BAA*, vol 6, p 339), hailed as a major surprise when seen by Voyager 1

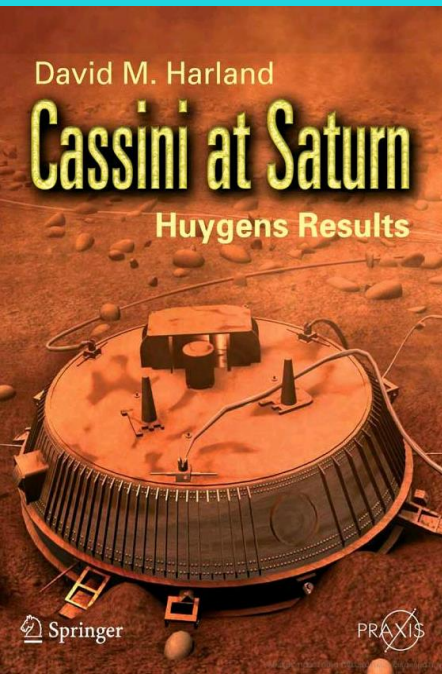
observing evening turns into an astronomy bull-session down at the pub! Because this year sees the bicentenary of Herschel's discovery of Uranus, British amateur astronomers are staging the first National Astronomy Week, starting this Sunday. Local societies will be holding public lectures, open evenings at their observatories and telescope displays in department stores and shopping precincts. Queen Elizabeth Country Park, near Petersfield, West Sussex, will boast a scale model of the Solar System, while a time capsule to commemorate the event will be buried in Birmingham. On the national level, there are two competitions: one for the best home-made planetarium constructed by a school, the other—open to everyone—is to discover a comet during National Astronomy Week itself. The latter has a prize of £5000 attached.

The organisers hope that astronomy will be brought well and truly into the public eye, showing how the amateur can contribute despite the present era of space-probes. Indeed, as the Voyagers complete their missions in the next few years, the only eyes still turned to the giants of the Solar System will be back here on Earth. □



Επίσης κοιτάξτε:

- **Title:** Saturn, note on the constitution of the "crape" ring of
Authors: Antoniadi, E. M.
Journal: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 59, p.498
Bibliographic Code:
1899MNRAS..59..498A



Cassini at Saturn

Huygens Results

Series: Springer Praxis Books

Subseries: Space Exploration

Harland, David M.

2007, XXII, 413 p. 124 illus., 24 in color.

A product of Praxis

Read online on SpringerLink

Softcover, ISBN 978-0-387-26129-4

Usually dispatched within 3 to 5
business days

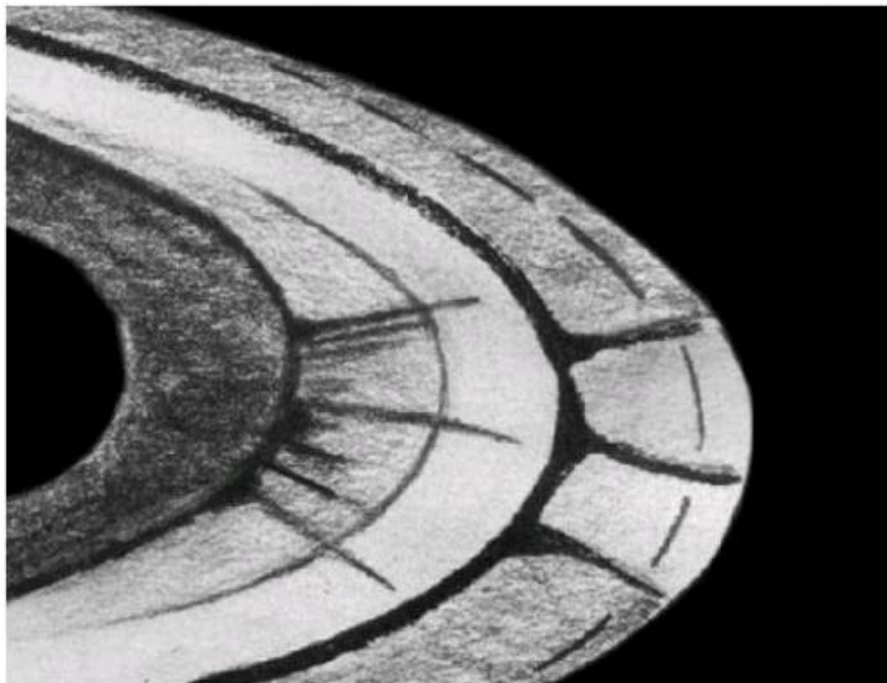
34,95 €

shadow fell on the **rings** and persisted for several hours as they rotated, becoming fainter and less well defined with time, finally losing their integrity only just before re-entering the shadow. A new command sequence was sent to the spacecraft to investigate this phenomenon, and so on 25 October, with the range now down to 24 million kilometres, a 500-kilometre-per-pixel frame was shot every five minutes over a 10-hour period – almost a complete planetary rotation. Over the next week, JPL's Image Processing Laboratory sequenced these frames to create a time-lapse movie showing the spokes rotating. The fact that the motion matched the planet rather than the ring system meant that the spokes were an artefact of the planet's magnetic field which in turn implied that the spokes were charged particles being swept along over the 'B' ring.²⁹ The force that created the spokes was evidently at work where the planet's shadow fell onto the **rings**. Analysis suggested that the spokes were particles a few microns wide which were 'elevated' away from the plane by either magnetic or electrostatic forces that were effective in darkness. The spokes emerged well defined, and slowly diffused as they progressively migrated back down to the ring plane in sunlight, only to be elevated again upon re-entering the shadow.³⁰ As Voyager 1 closed to within a few million kilometres of the planet, it detected lightning-like radio bursts. Some researchers suggested that these emanated from the ring system, the idea being that the material in the spokes was being 'charged up' in the shadow, and the bursts were electrostatic discharges between the clouds of dust as it settled towards the **rings** upon emerging into sunlight.^{31,32,33,34,35,36,37,38,39} Others suggested that the radio bursts were more likely due to atmospheric lightning in the super-rotating equatorial wind stream.^{40,41}

In 1896, E.M. **Antoniadi** had seen radial features on the 'A' ring, but even the accomplished chronicler of Saturnian studies, A.F.O'D. Alexander, had dismissed them as being "probably illusory".⁴² Nevertheless, in 1977, Stephen O'Meara, an experienced visual planetary observer, reported radial structure on both main **rings**. Interestingly, the features seen by the Voyagers were confined to the 'B' ring.

Imagery on 14 October enabled the orbits of the moonlets Janus and Epimetheus to be refined. Their orbits are 30 kilometres either side of a planetocentric distance of 151,450 kilometres. In accordance with Kepler's laws of orbital motion, the lower one travels slightly faster and catches up with the higher one every 4 years or so, at which time they *swap orbits*. This occurs because the trailing moonlet, in the lower orbit, is accelerated and rises; at the same time, the leader is retarded and falls. Since the leader, which was in the higher orbit, accelerates away as it drops into the lower orbit, they do not actually pass. In fact, they probably never come closer than a few kilometres of one another.⁴³

On 25 October, while checking the incoming imagery of the **rings** intended for the spokes movie, S.A. Collins discovered a moonlet just beyond the 'F' ring. The next day he found another one, just inside the ring. Several years previously, upon the discovery of the system of widely-spaced thin **rings** of Uranus,^{44,45} it had been suggested that this delicate structure was maintained by a number of moonlets which 'shepherded' the loose material, but these bodies were hypothetical.⁴⁶ Now, it was apparent that the narrowness of the 'F' ring derived from the presence of this pair of moonlets. As the 13th and 14th satellites confirmed in Saturn's retinue, they were

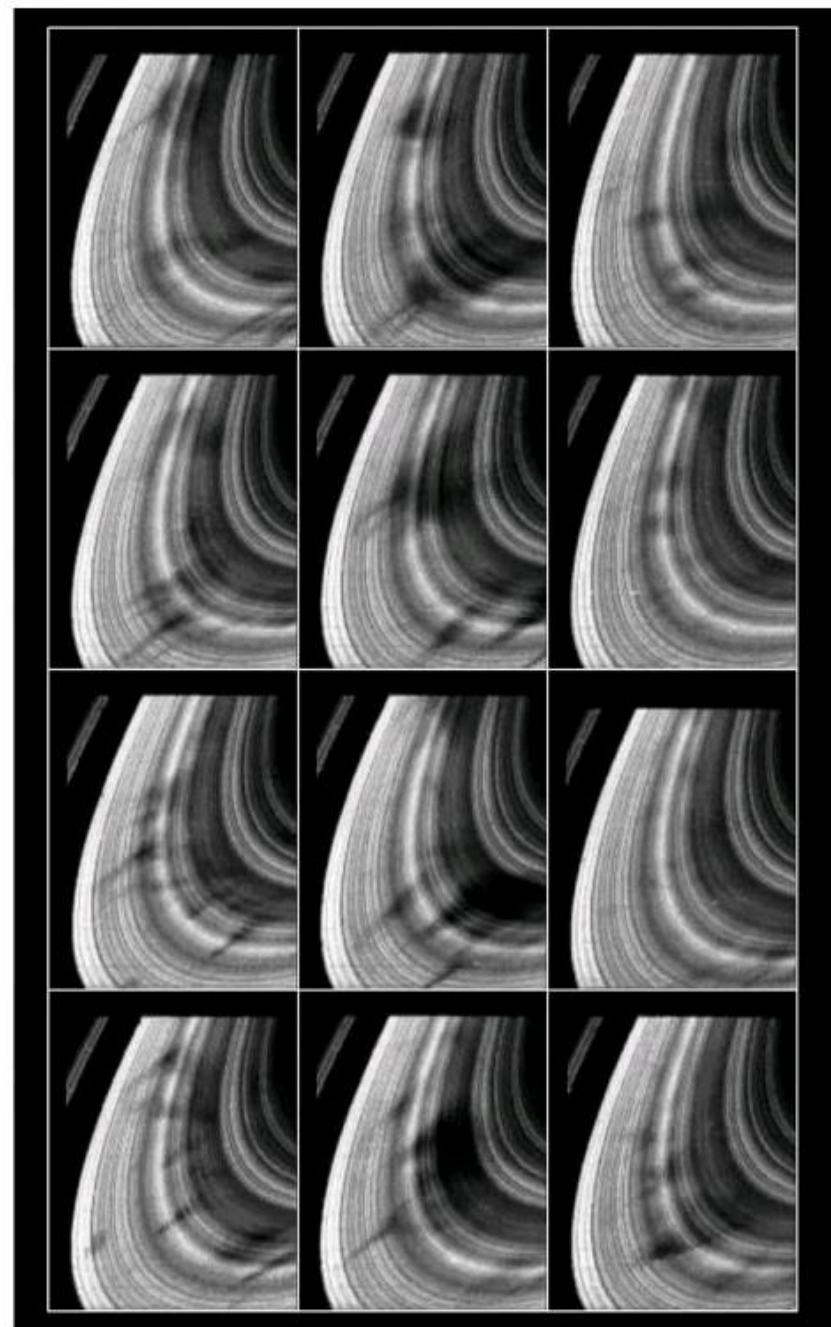


On 16 February 1977, the noted planetary observer Stephen O'Meara drew radial structure on both the 'A' and 'B' rings.

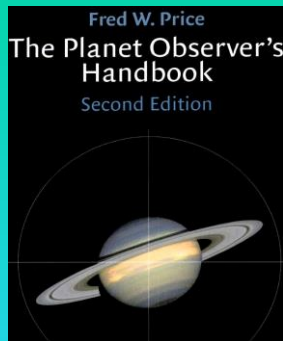
later named Prometheus and Pandora. Prometheus, being 1,250 kilometres inside the ring, travels slightly faster and overtakes Pandora, which lies 1,100 kilometres beyond the ring, every 25 days.

As Voyager 1 closed to within 25 million kilometres, the other optical instruments began to make observations. The IRIS took spectra several times per day in order to determine the composition of Saturn's atmosphere and, in addition to hydrogen and helium, it detected traces of phosphene, methane, acetylene and ethane. As October drew to an end, with the range down to 17 million kilometres, the disk finally began to show dark belts and bright latitudinal zones, and there was evidence of plumes of material billowing up from below. The disk was of such low contrast, however, that the structure was barely discernible unless appropriate filters were used to penetrate the haze.⁴⁷ By this time, the Ultraviolet Spectrometer had confirmed the presence of aurorae, so the solar wind was evidently able to force its way into the polar cusps of the magnetosphere.

The amazing complexity of the ring system was becoming more apparent each day. Even with Pioneer 11's 'taster', the scientists were incredulous as the ring imagery streamed in. When the resolution improved to 150 kilometres per pixel, an enhanced image revealed 95 individual ringlets. Furthermore, *five* strands of material were visible inside Cassini's Division, separated by a few hundred kilometres. A few



The sequence (which runs from left to right and top to bottom) shows the rotation of the dark 'spokes' on Saturn's 'B' ring.



- **The Planet Observer's Handbook**
- 2nd Edition
- Fred W. Price, State University of New York, Buffalo
- Paperback
- ISBN:9780521789813
- DOI: [10.2277/0521789818](https://doi.org/10.2277/0521789818)
- Publication date:October 2000
- 448pages
- 222 b/w illus. 1 map 28 tables
- Dimensions: 247 x 174 mm
- Weight: 0.8kg
- Manufactured on demand:
supplied direct from the printer
- £29.99

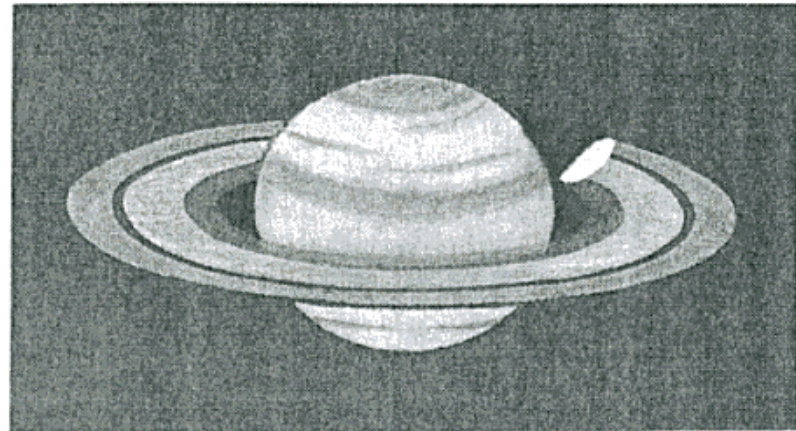


Fig. 10.9 Terby's White Spot on Saturn's rings.

never able to see the Encke Division as a gap and saw no division between rings B and C and the shadow of the globe on the rings always looked normal to him.

Using a 6.5-inch Herschelian reflector C. Roberts observed Saturn in April 1896 and saw the Encke Division clearly in both ansae and plainly outside of the centre of ring A. Nothing unusual was seen on either ring A or B. However, in the same month, Antoniadi saw unusual markings on both rings. In ring A he saw very large white spots. A well-defined division and two fainter ones were seen in ring B.

The discrepancies between the observations made by these two observers in the same month and other discrepant observations made close together were explained by E. W. Maunder as possibly being due to the particulate structure of the rings which might well be expected to undergo rapid changes in distribution and reflectivity over short time intervals.

C. Roberts saw the outer edge of the Cassini Division with an odd 'indefinite and indented' appearance and on May 8th 1896 he saw a dark division in ring B as had Antoniadi. Two triangular bright patches were also seen in the Crepe Ring of the preceding ansa. A faint marking was just seen on ring B on May 25th apparently corresponding to one of those seen by Antoniadi.

Further reports of new divisions in the rings occurred during 1897 by L. Brenner, J. M. Schaeberle (Lick Observatory) and P. Fauth (7.5-inch refractor) all of which seem doubtful but it is difficult to decide which were objective sightings and which were illusory.

According to Antoniadi, Flammarion stated in 1895 that he and others had clearly seen the rings of Saturn eccentric with respect to the globe, the eastern space between rings and globe always being wider than the western space. The following year this was verified by micrometric measurements. The effect was especially pronounced in 1900. The matter was investigated by P. Stroobant in 1934 after E. E. Barnard's investigation in 1894 led to a negative opinion.

The wide open rings were studied by Barnard in 1898 with the 40-inch Yerkes refractor. He only saw a dusky shading where the Encke Division is usually

Ο Πλανήτης Ουρανός

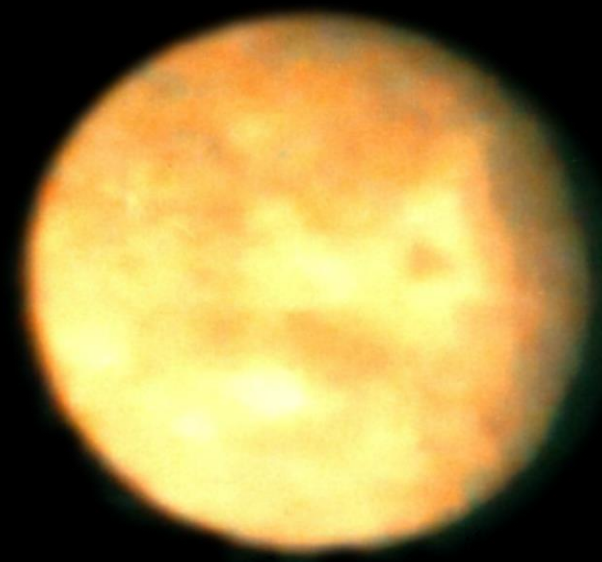
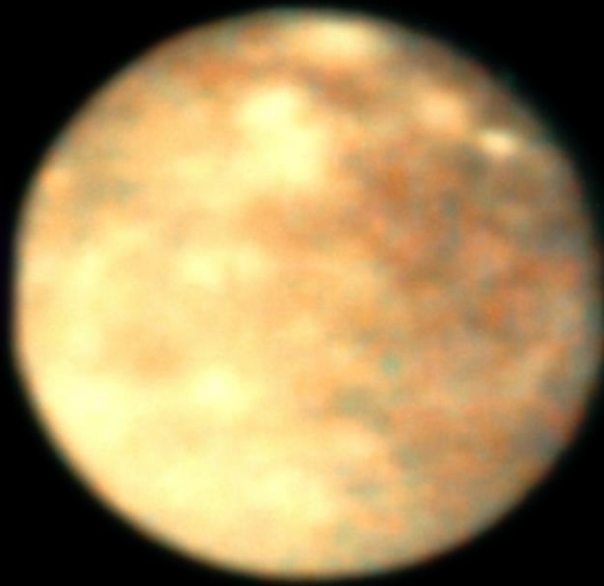
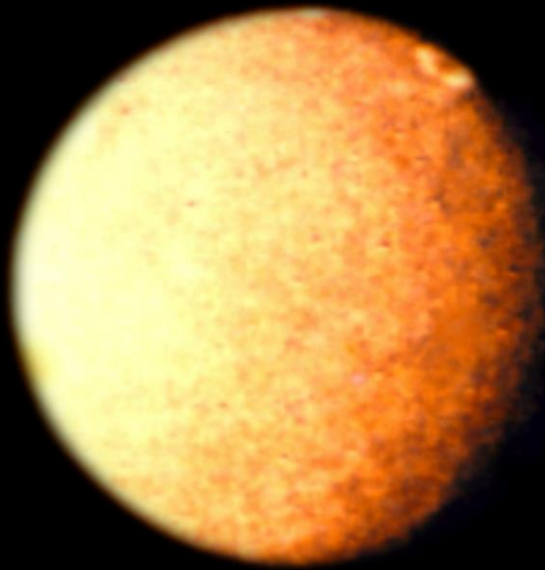


Τρεις φωτογραφίες του πλανήτη Ουρανού, η αριστερά φωτογραφία είναι επεξεργασμένη ώστε να τονίζονται οι διαφορές χρωμάτων και για να φαίνονται οι δακτύλιοι και κάποια νέφη του πλανήτη Ουρανού. Από το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble.

Dr. Heidi Hammel (Massachusetts Institute of Technology) and colleagues Wes Lockwood (Lowell Observatory) and Kathy Rages (NASA Ames Research Center).



Οι μεγαλύτεροι δορυφόροι του Ουρανού, η Μιράντα, ο Άριελ, η Τιτάνια και ο Όμπερων



Ο Umbriel είναι ο
σκοτεινός
δορυφόρος του
Ουρανού, ένας από
τους πέντε
μεγάλους
δορυφόρους του
μακρινού πλανήτη

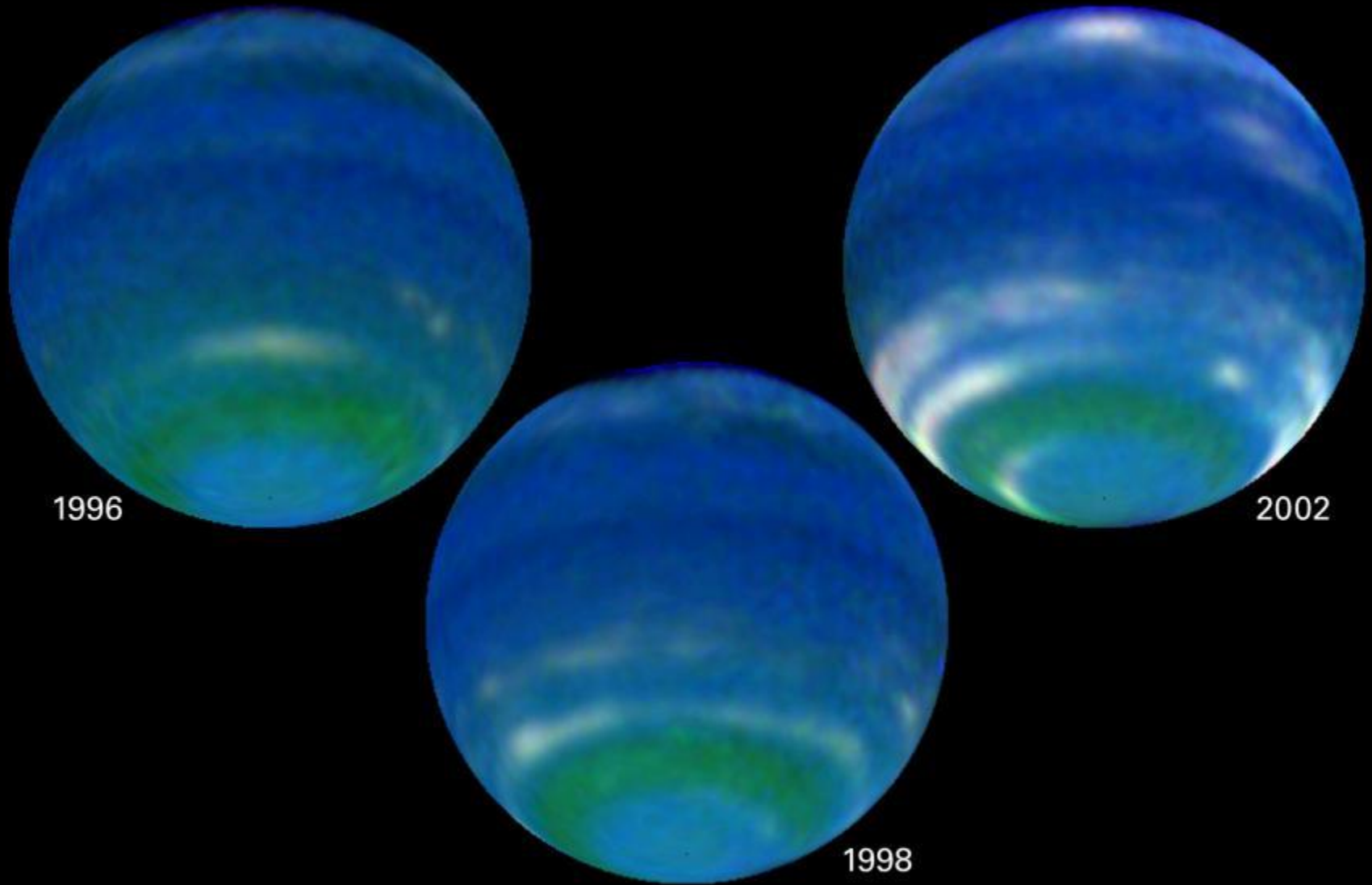
Η Τιτάνια είναι ένας
από του δύο
μεγαλύτερους
δορυφόρους του
Ουρανού

Ο Oberon είναι ο
πιο μακρινός
δορυφόρος του
Ουρανού

Ο Πλανήτης

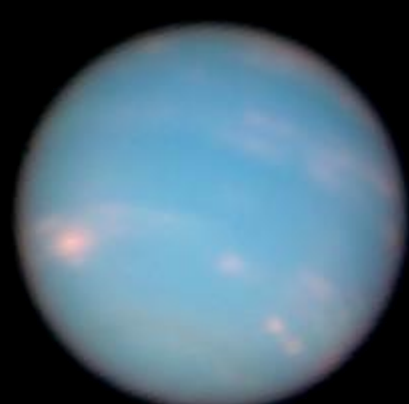
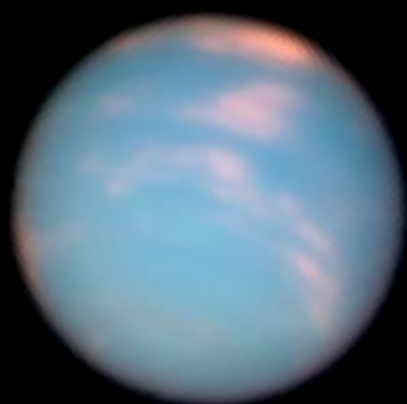
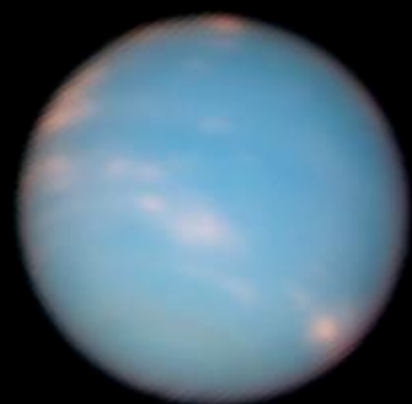
Ποσειδών

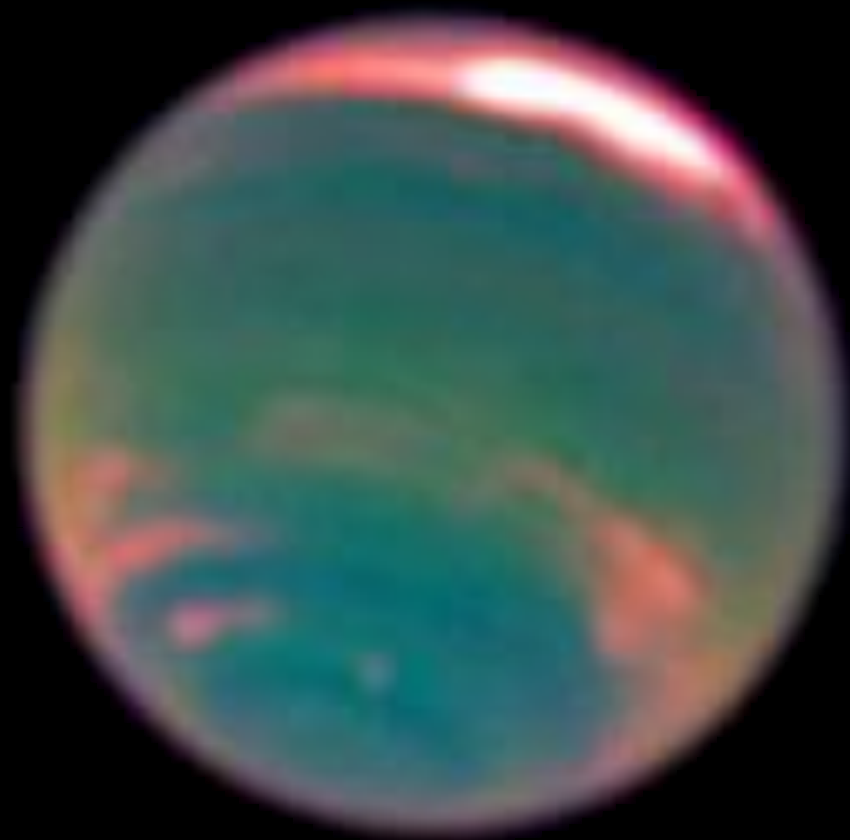


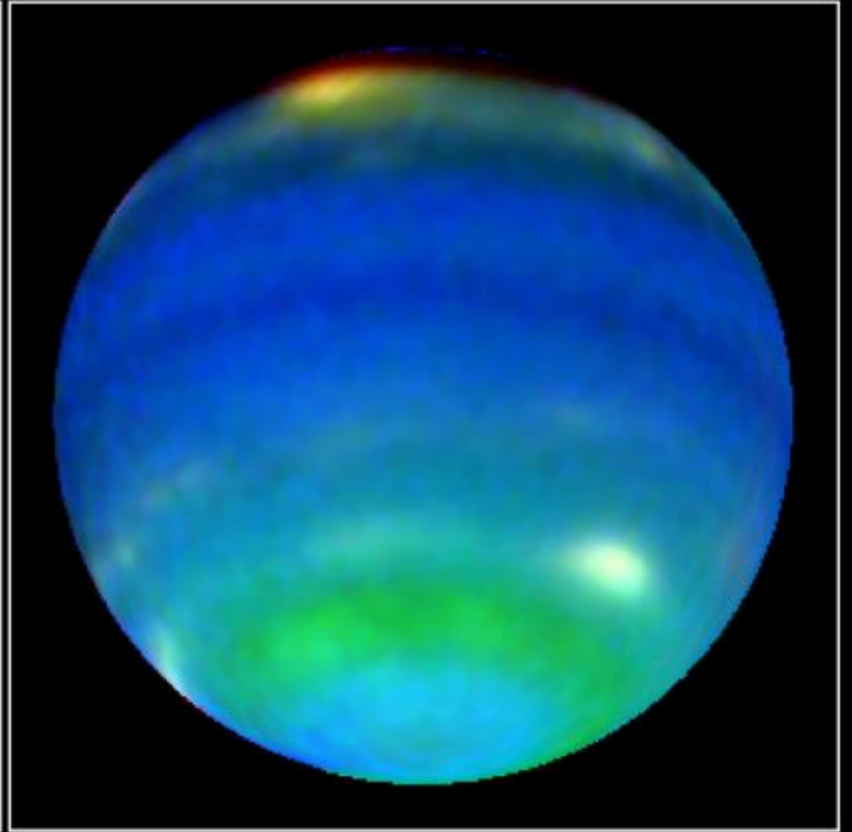
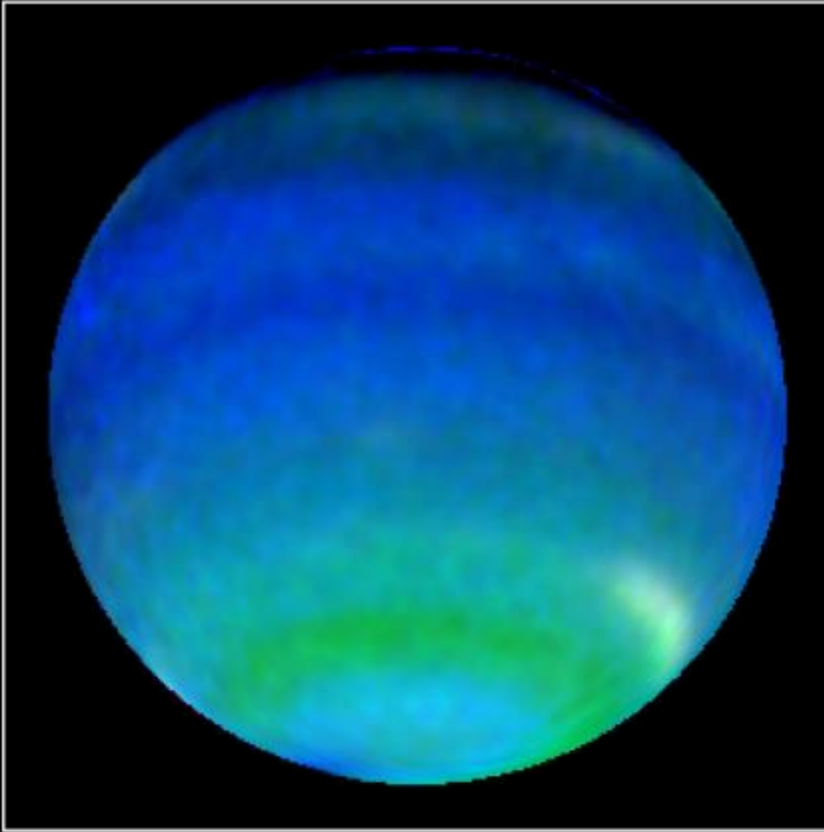


Neptune

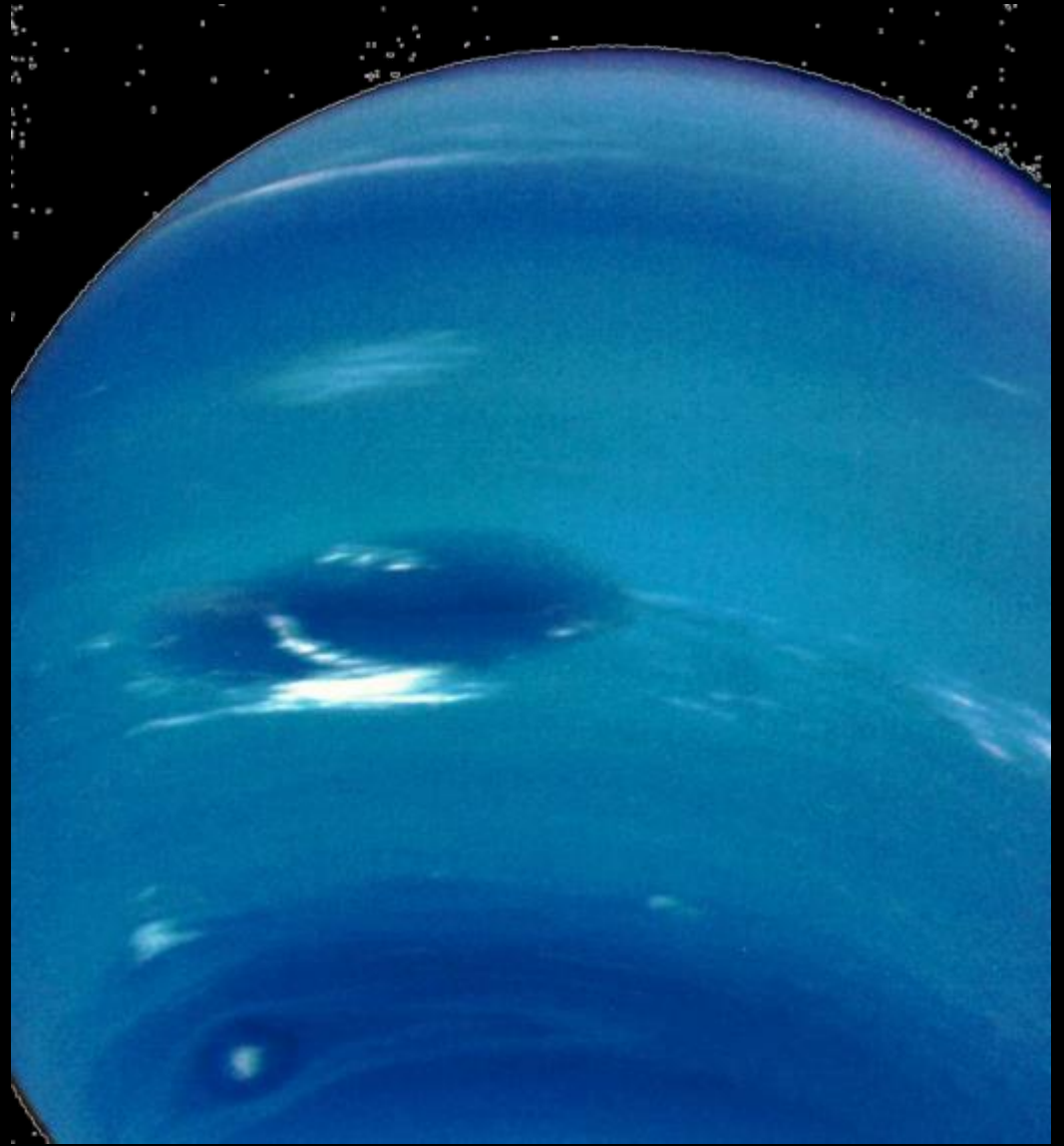
Hubble Space Telescope • Wide-Field Planetary Camera 2





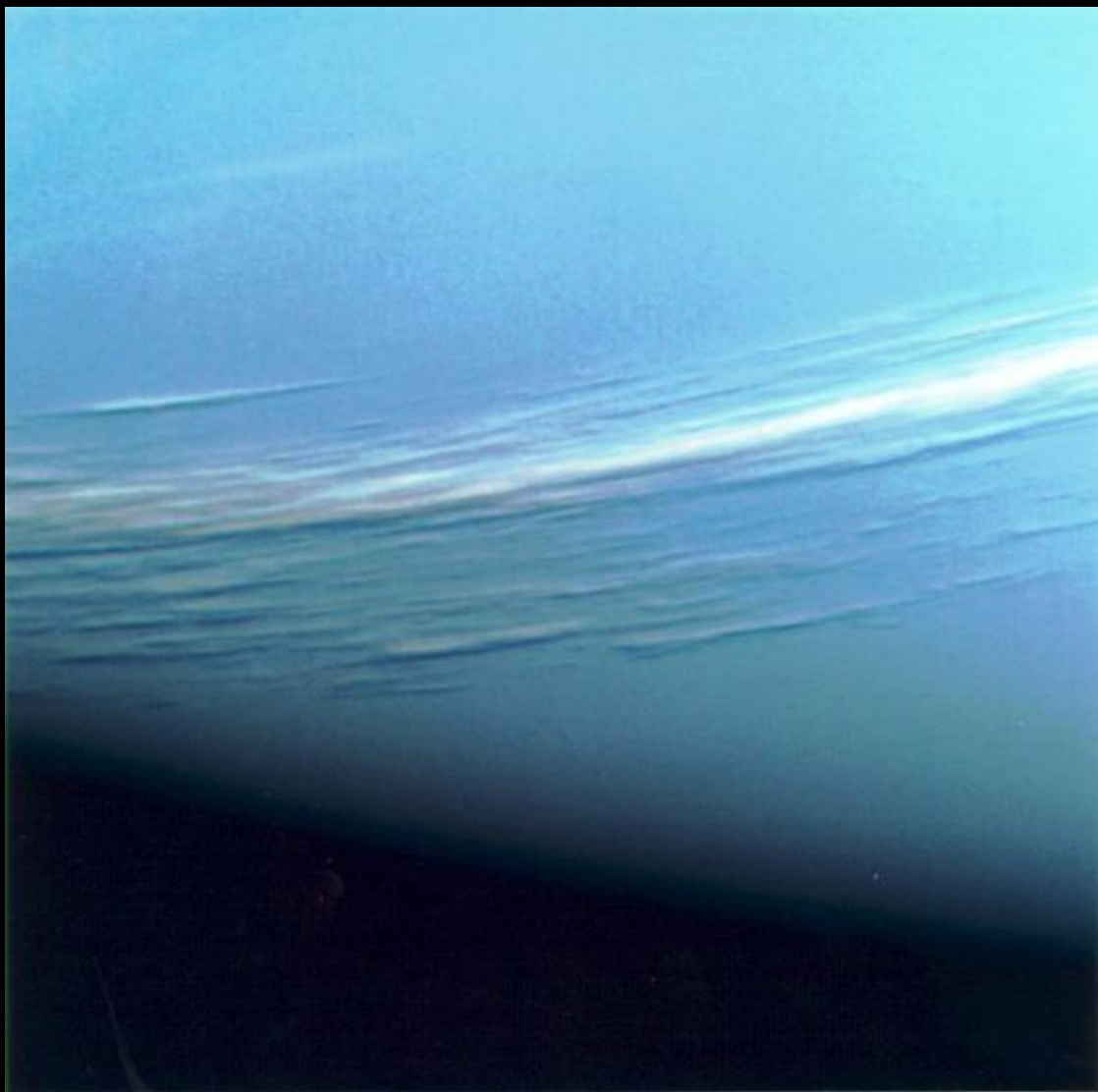


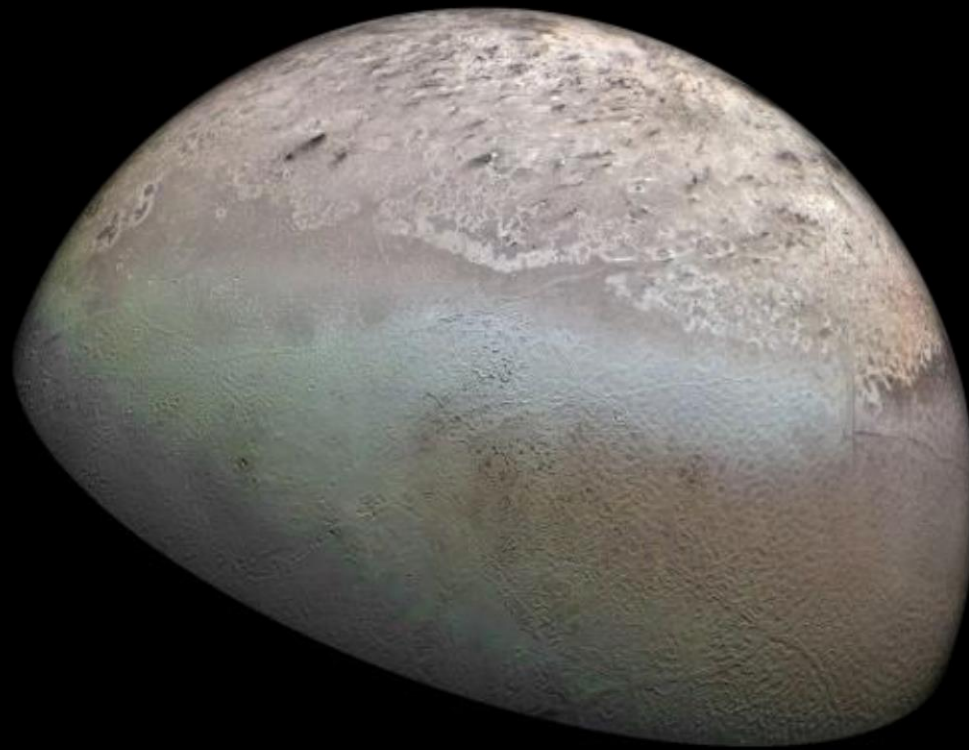
Φωτογραφίες της NASA
του διαστημοπλοίου
Voyager και του
διαστημικού
τηλεσκοπίου Hubble



φωτογραφίες των νεφών
του πλανήτη
Ποσειδώνα, της κηλίδας
του που
φωτογραφήθηκαν από το
διαστημόπλοιο Voyager
της NASA και το
διαστημικό τηλεσκόπιο
Hubble.







Τρίτων, ο μεγαλύτερος δορυφόρος του πλανήτη Ποσειδώνα με διάμετρο γύρω στα 2700km, που φωτογραφήθηκε από το διαστημόπλοιο Voyager της NASA



Πρωτέας, 400km

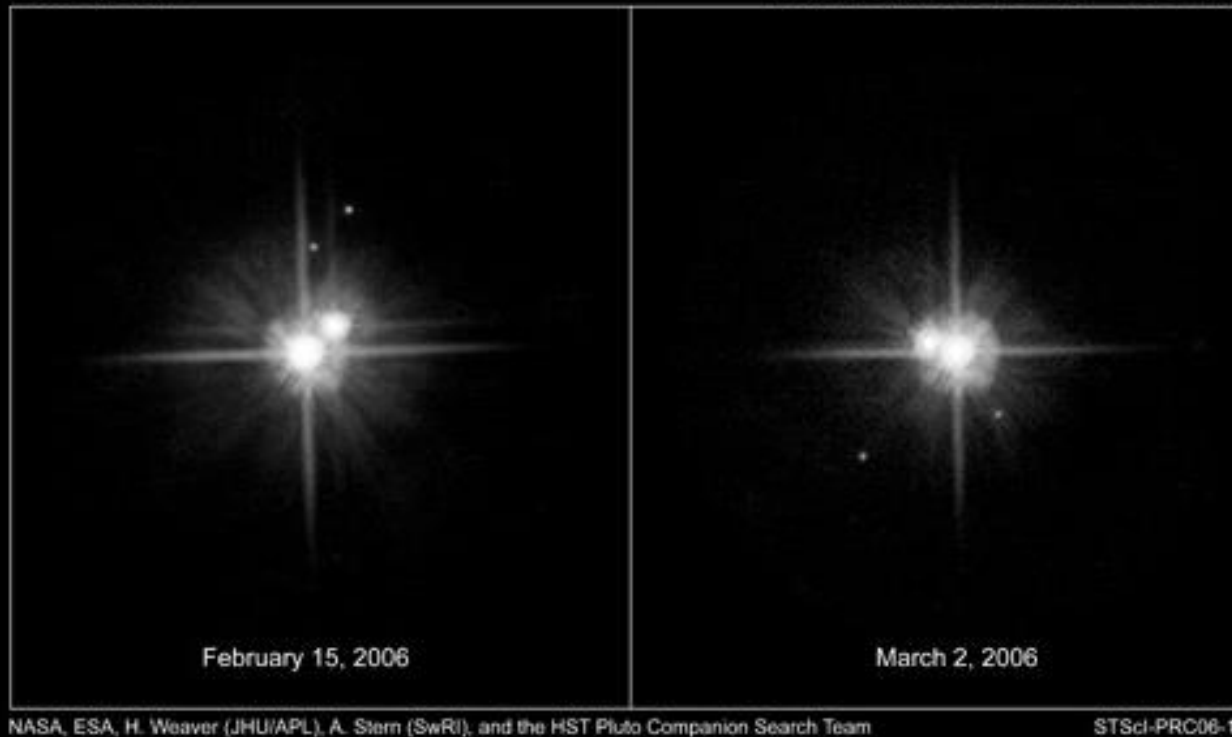


Πλούτων και Χάρων

Δίδυμοι **νάνοι** πλανήτες;
Πιθανότατα ένα δείγμα από
εκατομμύρια παρόμοια
υπερποσειδώνια αντικείμενα

- Ο Αστρονόμος [Clyde Tombaugh](#),
- Ανακάλυψε τον Πλούτωνα
- Γύρω στο 1930





Οι κινήσεις των P1 και P2 είναι σε εξαιρετική συμφωνία με τις προβλεφθείσες κινήσεις που βασίζονται σε προηγούμενες παρατηρήσεις του Hubble, επιβεβαιώνοντας έτσι ότι P1 και P2 είναι σε τροχιά του Πλούτωνα στο ίδιο επίπεδο όπως τροχιά Χάροντα, όπως αναμενόταν, αν και τα τρία φεγγάρια δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια μιας και μόνο, γίγαντας πρόσπτωσης

Φωτογραφία σε
πραγματικό χρώμα
του Πλούτωνα από τα
πειράματα LORRI και
Ralph του
διαστημοπλοίου New
Horizons

Στο μέσο κάτω
διακρίνεται η περιοχή
που ονομάστηκε
Περιοχή Τόμπω και
Καρδιά του
Πλούτωνα.

NASA/JHUAPL/SWRI
solarsystem.nasa.gov



Ο Πλούτωνας
εκτιμάται ότι
αποτελείται από
πετρώματα, πάγο
και εγώ εκτιμώ από
πολλούς
υδρογονάνθρακες
με λίγα άτομα
άνθρακα, όπως οι
δορυφόροι του
Κρόνου και σώματα
πέρα από την
τροχιά του Κρόνου.
Η μέση του
πυκνότητα είναι
 $2,03 \text{ g/cm}^3$.



Εικόνα του Πλούτωνα που τα χρώματα έχουν τονισθεί ώστε να αναδειχθούν τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας

NASA/JHUAPL/SWRI - <http://pluto.jhuapl.edu/News-Center/Press-Conferences/July-24-2015.php>

Four images from New Horizons' Long Range Reconnaissance Imager (LORRI) were combined with color data from the Ralph instrument to create this enhanced color global view of Pluto.

(The lower right edge of Pluto in this view currently lacks high-resolution color coverage.) The images, taken when the spacecraft was 280,000 miles (450,000 kilometers) away, show features as small as 1.4 miles (2.2 kilometers).

Αυτή είναι η εικόνα που πήρε το διαστημόπλοιο *Νέοι Ορίζοντες* της NASA καθώς απομακρύνεται από τον Πλούτωνα.

Διακρίνουμε την ατμόσφαιρα του πλανήτη.

Θυμίζουμε ότι σε χαμηλές θερμοκρασίες η θερμικές ταχύτητες των αερίων είναι σχετικά μικρές και συνεπώς και ένας νάνος πλανήτης μπορεί να διατηρήσει μια ατμόσφαιρα.

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι 1/100.000 με

1/ 000 000 000 της γης. Αποτελείται από άζωτο, μεθάνιο και μονοξειδίο του άνθρακα.

Ευχαριστίες: NASA/JHUAPL/SwRI

Το μεθάνιο δημιουργεί σημαντικότατο φαινόμενο θερμοκηπίου και διατηρεί πιο ζεστό τον πλανήτη που έχει θερμοκρασία μόλις - 223 C μέχρι - 233 C.

Αναστροφή θερμοκρασίας σε ύψη 10 km δημιουργεί συνθήκες που θερμαίνουν κατά 36 K τον Πλούτωνα.



Σχετικά με την ατμόσφαιρα διαβάστε το άρθρο:

Lellouch, Emmanuel; Sicardy, Bruno; de Bergh, Catherine et al. (2009). "Pluto's lower atmosphere structure and methane abundance from high-resolution spectroscopy and stellar occultations". *Astronomy and Astrophysics* **495** (3): L17–L21. [arXiv:0901.4882](https://arxiv.org/abs/0901.4882). [Bibcode:2009A&A...495L..17L](https://doi.org/10.1051/0004-6361/200911633), [doi:10.1051/0004-6361/200911633](https://doi.org/10.1051/0004-6361/200911633)

Πλούτων [el.wikipedia.org/wiki/Πλούτωνας_\(πλανήτης_νάνος\)](http://el.wikipedia.org/wiki/Πλούτωνας_(πλανήτης_νάνος))

Ανακαλύφθηκε από [τον Κλάιντ Τόμπω](#) [18 Φεβρουαρίου 1930](#)

[Αφήλιο](#) [7.375.927.931 km](#) (49,30503287 [AU](#))

[Περιήλιο](#) [4.436.824.613 km](#) (29,65834067 [AU](#))

[Ημιάξονας τροχιάς](#) [5.906.376.272 km](#) (39,48168677 [AU](#))

[Εκκεντρότητα](#) 0, 24880766

[Περίοδος περιφοράς](#) [90.613,305 ημέρες](#) (248,09 [χρόνια](#))

[Συνοδική Περίοδος](#) [366,73 ημέρες](#)

[Μέση Ταχύτητα Τροχιάς](#) [4,666 km/s](#)

[Κλίση](#) [17,14175°](#) ως προς την [Εκλειπτική](#)
[11,88°](#) ως προς τον [Ηλιακό](#) [ισημερινό](#)

[Μήκος του ανερχόμενου σημείου](#) [110,30347°](#)

[Ορισμα του περιηλίου](#) [113,76329°](#)

[Δορυφόροι](#) 5

[Ισημερινή Ακτίνα](#) [1.185 ± 10 km](#) (0,18 γήινες)

[Επιφάνεια](#) [1,665 × 10⁷ km²](#) (0,033 γήινες)

[Όγκος](#) [6,39 × 10⁹ km³](#) (0,0059 γήινες)

[Μάζα](#) [\(1,305 ± 0,007 × 10²² kg](#)

[Μέση πυκνότητα](#) [2,03 ± 0,06 g/cm³](#)

Επιφανειακή [Βαρύτητα](#) στον [Ισημερινό](#) [0,658 m/s²](#)

[Ταχύτητα Διαφυγής](#) [1,229 km/s](#)

[Αστρονομική περίοδος περιστροφής](#) [-6,387230 ημέρες](#) (6 days 9 h 17 min 36 s)

[Ταχύτητα περιστροφής στον \[Ισημερινό\]\(#\)](#) [47,18 km/h](#)

[Κλίση άξονα](#) [119,591 ± 0,014°](#)

[Ορθή αναφορά του βόρειου πόλου](#) [133,046 ± 0,014°](#)

[Απόκλιση](#) [-6,145 ± 0,014°](#)

[Λευκαύγεια](#) [0,49–0,66](#)

[Φαινόμενο μέγεθος](#) [ως 13,65](#)

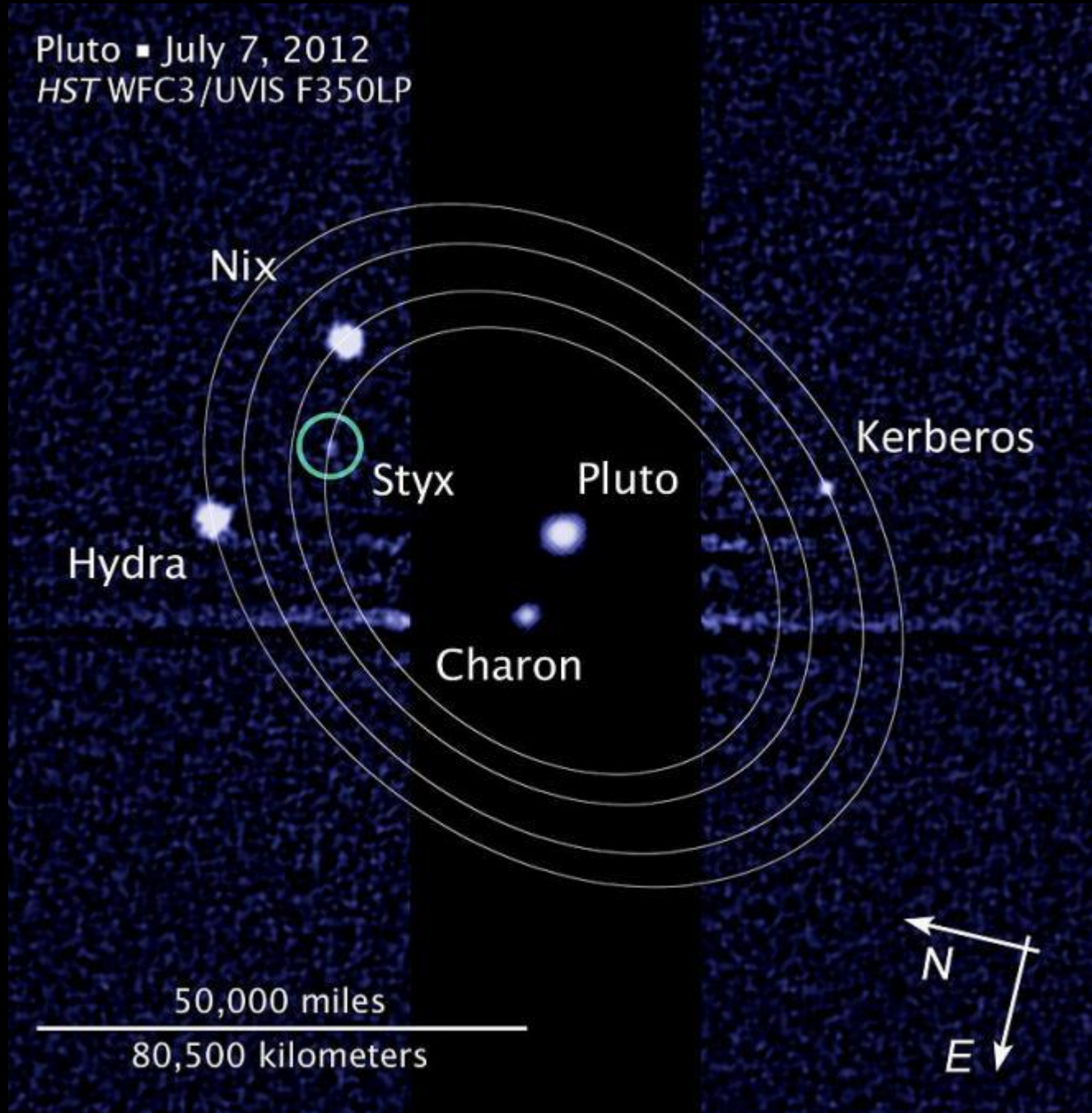
[Θερμοκρασία](#) [33 K έως 55 K](#)

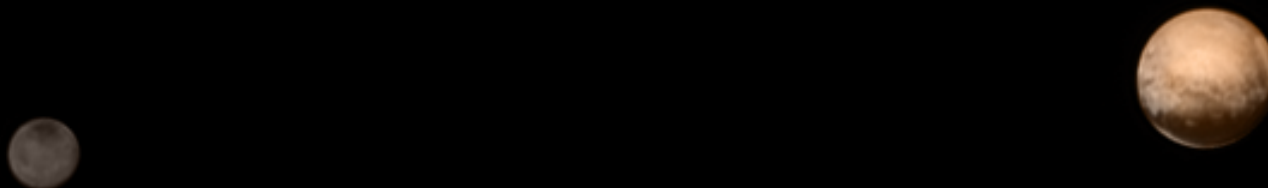
Ο Χάρων, μεγάλος
δορυφόρος του
Πλούτωνα. Η επιφάνειά
του μοιάζει να είναι
σχετικά νέα.



Οι 5 γνωστοί δορυφόροι του Πλούτωνα

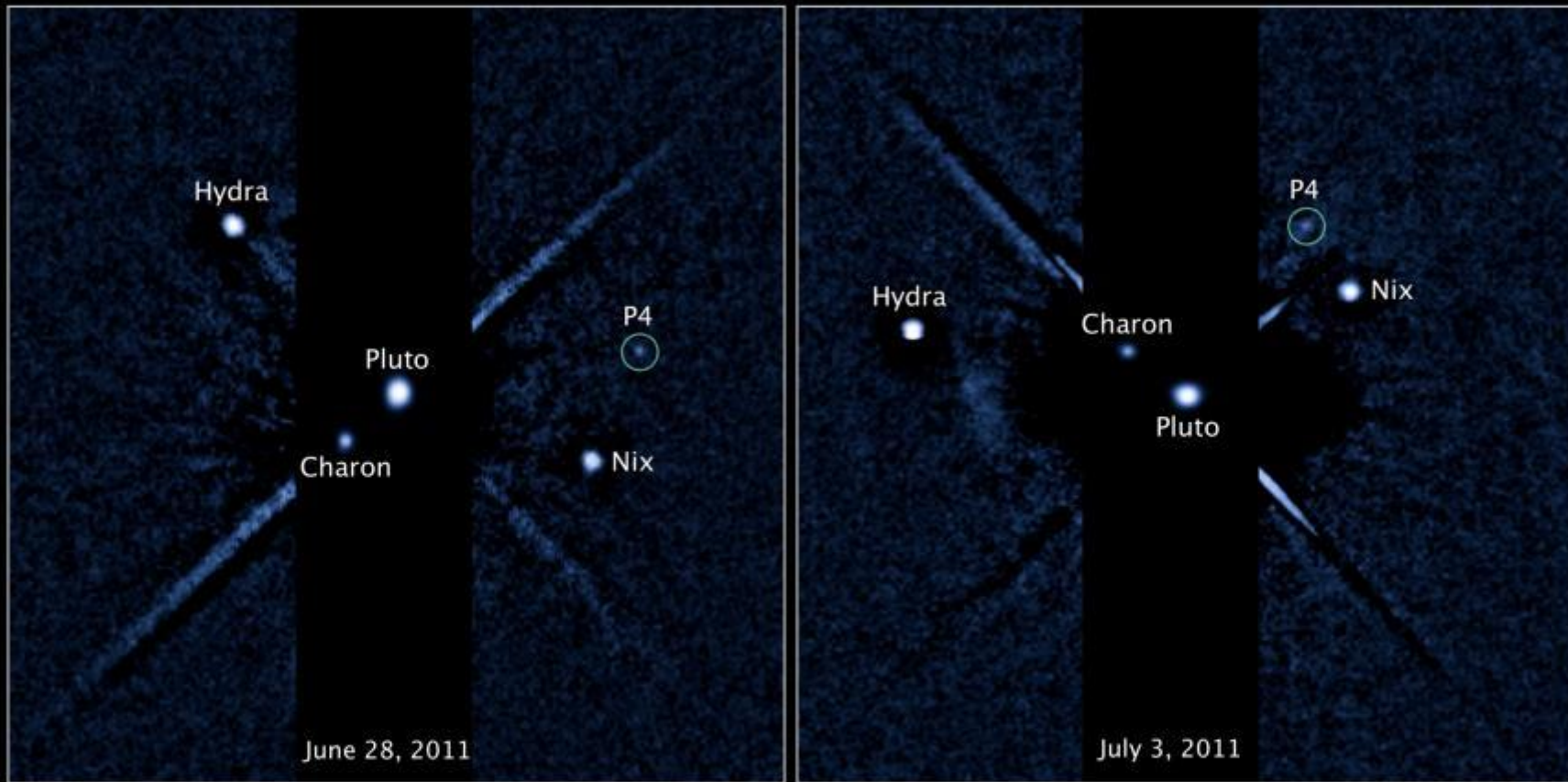
Pluto ■ July 7, 2012
HST WFC3/UVIS F350LP





Ο Πλούτων και ο Χάρων, NASA/JPL

http://pluto.jhuapl.edu/Multimedia/Science-Photos/image.php?gallery_id=2&image_id=209



Pluto System
Hubble Space Telescope ■ WFC3/UVIS

Οι κομήτες

A vibrant image of a comet streaking across a dark night sky. The comet's head is a bright, glowing yellow-orange sphere, and its long, wispy tail extends from the bottom left towards the top right, transitioning from a deep orange to a bright yellow. The background is a deep black, speckled with numerous small, distant stars.

Οι κομήτες



● Κομήτες

Αστροφυσική

Κομήτες

- Οι Κομήτες είναι σχετικά μικρά σώματα που αποτελούνται από πάγο, στερεά υλικά, πέτρες, μεταλλικά, πιθανώς έχουν και υδρογονάνθρακες

Oort Cloud



Η κατανομή των κομητών στα άκρα του ηλιακού συστήματος
Νέφος του Οορτ

Το Πλήθος των κομητών 10^{12}

Ο αριθμός κομητών με διάμετρο D είναι

$$N(D) = N(1 \text{ km}) D^{-1,95}$$

Όπου

$$14/\text{εΤΟΣ} < N(1 \text{ km}) < 44/\text{εΤΟΣ}$$

Bowel Muinonen, 1994

κομήτες από το τετράδιον των παρατηρήσεων του Κελσίου, Μουσείο του Γουστάβου, Ουψάλα

~~non cauda~~ by lyffe any part
 at hunde man helle starr märke
 at mittelt cauda was märken "
 på sidorna, påt hwa biter, lit som
 bifurcata.

Cometes observerades med den lyffe
 på 1 3 Dagor.

6. 35. 11. 2 2/3 ad horam

6. 39. 11. Cometa ad horam

Differ. decl. 54 lev. 35 p.

6. 47. 23 1/2 2/3 ad horam

6. 51. 21 Com.

Differ. decl. 54 lev. 4 p.

Com. lyffe spherica ad occasum

Com.

h. 1
 1/2
 1/2

Klarke 7. 8. p. observerades
 Cometes på neder under horisonten.

13 Febr.

Was klarst elgast på "Linnemalen" man
 undel med horisonten, dock oklart
 det var en stjärna klar på klara man
 dock på Cometen med bora ögon
 kl. 5. 25 p. m. Man för hula klara
 man at hulla lyffe med horisonten
 påst. (horisont), klara man Cometa
 på ögon (hålls ad Cometa. Klara.
 Klara lyffe, mycket, ad at cauda som
 i gån, med 1 2/3 på klara

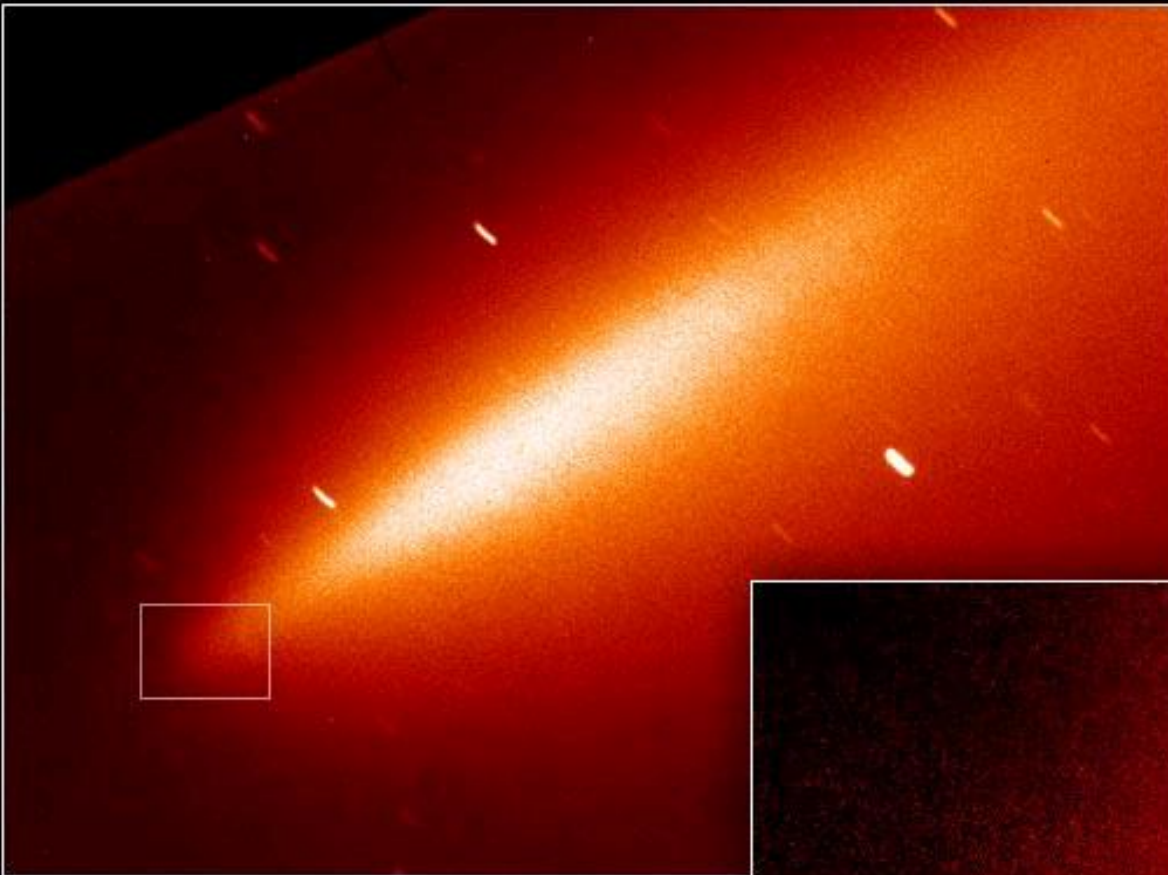


κομήτες από το τετράδιον παρατηρήσεων του Κελσίου, Μουσείο
του Γουστάβου, Ουψάλα



Κομήτης LINEAR 2000

**Comet LINEAR
Fragments
August 5, 2000**

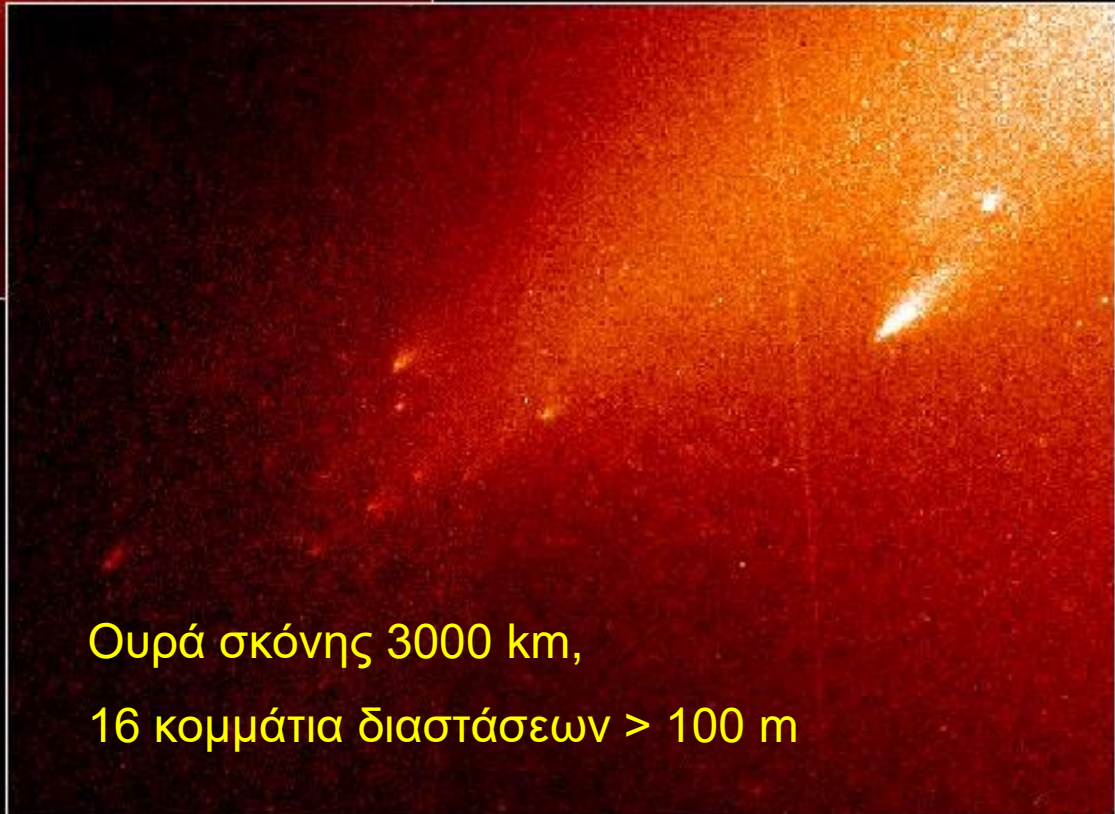


HST

University of Hawaii

**Hubble Space Telescope
WFPC2**

NASA and H. Weaver (JHU)
STScI-PRC00-27



Ουρά σκόνης 3000 km,
16 κομμάτια διαστάσεων > 100 m

Κομήτης LINEAR 2000

Ουρά σκόνης 3000 km,
16 κομμάτια διαστάσεων > 100 m









Μια σειρά διαστημόπλοια από το 1976 μελετούν κομήτες
Το διαστημόπλοιο Giotto, στον κομήτη 1P/Halley;
Deep Space 1 at 19P/Borrelly;
Stardust at 81P/Wild 2;
Deep Impact and Stardust NeXT at 9P/Tempel
EPOXI at 103P/Hartley 2.
Rosetta, Philae, 2014

Το διαστημόπλοιο Rosetta λαμβάνει συνεχώς μετρήσεις του κομήτη 67P/Churyumov-Gerasimenko (67P). Έφθασε στον πυρήνα στις 6 Αυγούστου 2014, σε 3.7 AU από τον Ήλιο και έστειλε τις Philae στον πυρήνα στις 12 Νοεμβρίου 2014 σε απόσταση 3.0 AU από τον Ήλιο.

Η Rosetta είναι σε τροχιά σε απόσταση ~10 km από τον κομήτη Γερασιμένκο-Τσιουρούμοβ.

Πολλές ενεργές διεργασίες συμβαίνουν στην επιφάνεια... Αναπάντεχο.

Ο στερεός πυρήνα έχει μάζα 10^{13} kg (100 000 000 φορές την μάζα του διαστημικού σταθμού).

Έχει χαμηλή πυκνότητα 470 kg/m^3 (όσο ο φελός).

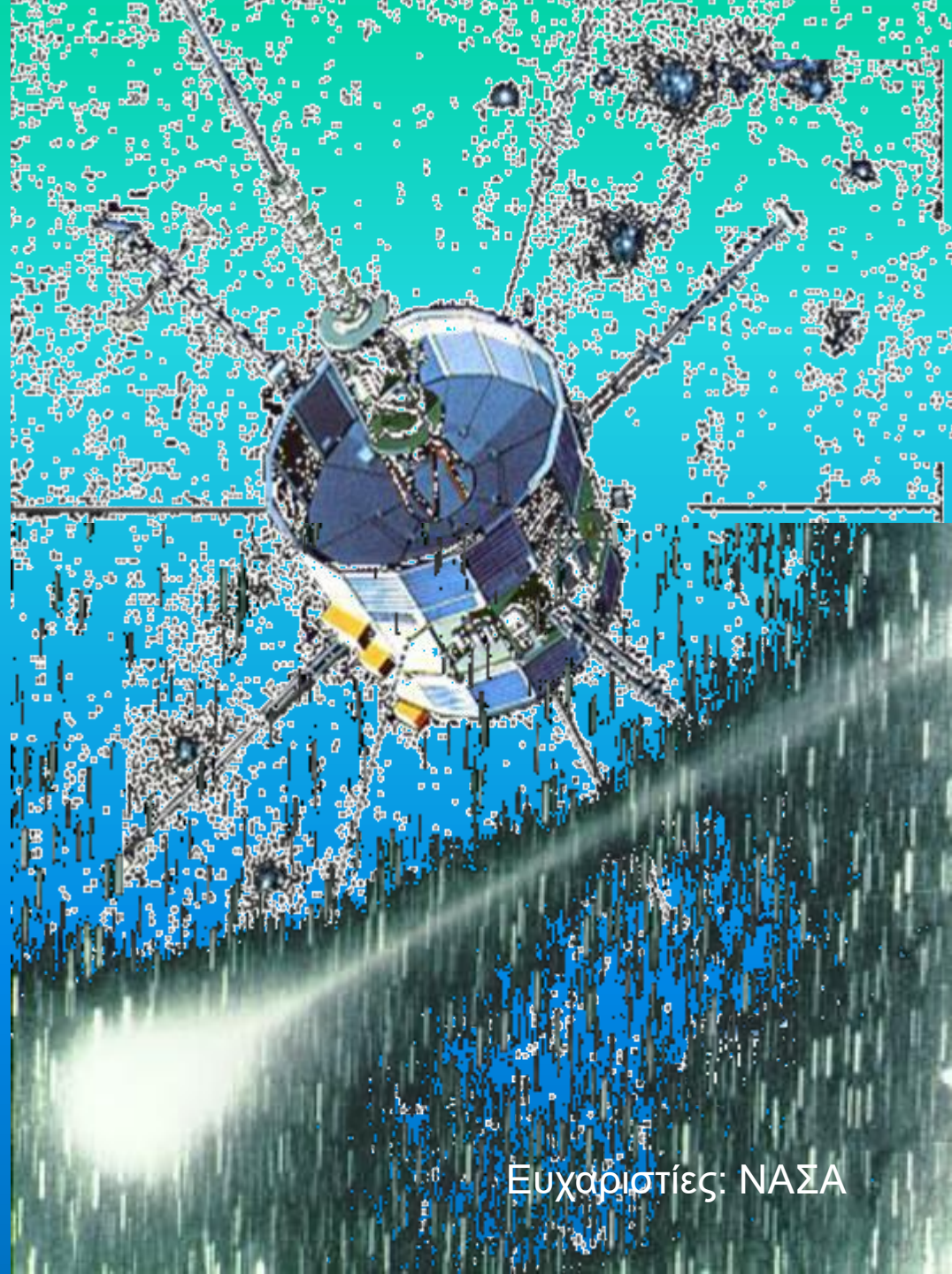
Ο πυρήνας είναι γεμάτος **κενά**.

βλ. επιστημονικό περιοδικό *Science*, 23 January 2015, Vol. 347

το διαστημόπλοιο
**International Cometary
Explorer (ICE)** αρχικά
**International Sun/Earth
Explorer 3 (ISEE-3)**
12 Αυγούστου 1978

Έφθασε στον κομήτη
Giacobini-Zinner και
μελέτησε την ουρά του από
απόσταση 7,800 km

Εμείς μελετήσαμε τα ιόντα
του κομήτη με φοιτητές μας
στο Πανεπιστήμιο Αθηνών
και του Λονδίνου



Ευχαριστίες: ΝΑΣΑ

Τι είναι οι κομήτες;

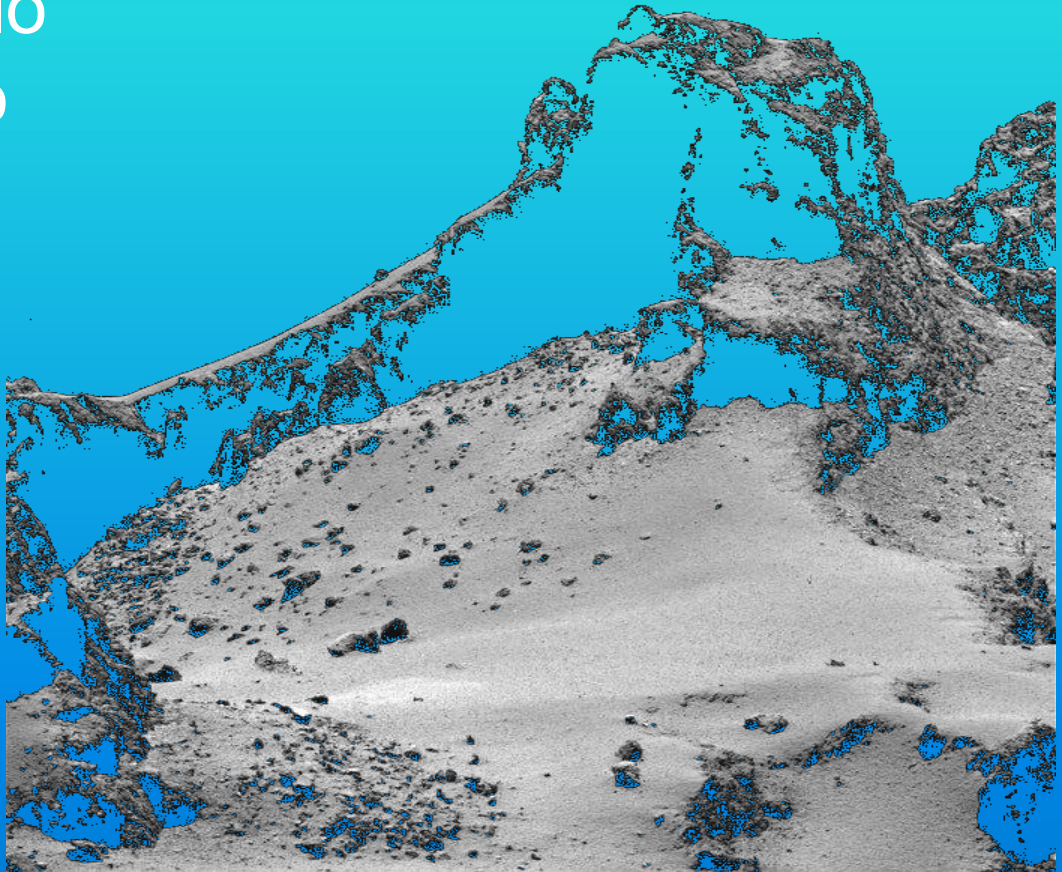
- Τι είναι οι κομήτες;
- "βρώμικες χιονόμπαλες", ή
- "παγωμένες σκονόμπαλες"»
- Simon Green, Open University, U.K.

Ευχαριστίες:

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

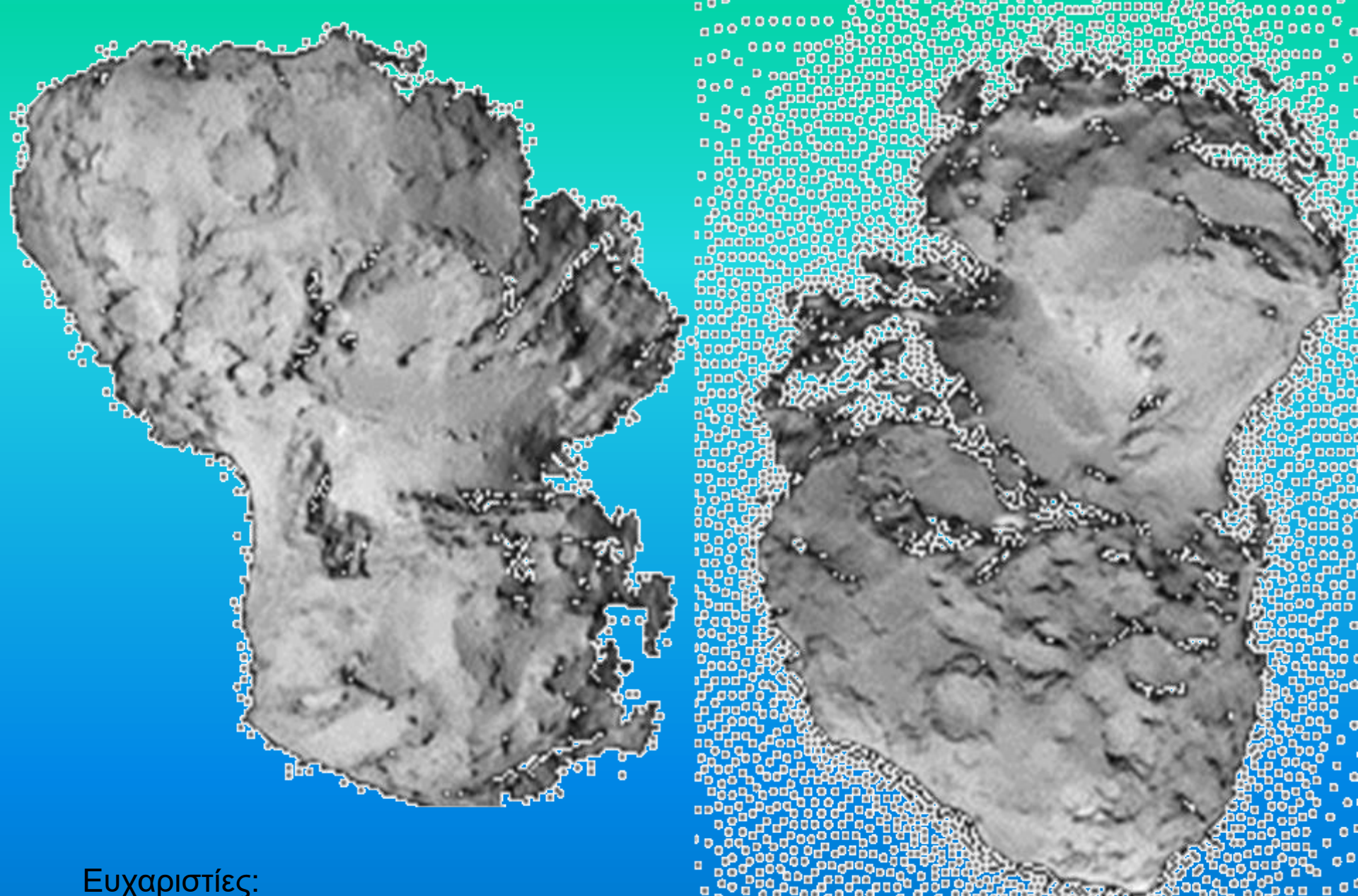
Ο κομήτης μαύρος σαν πίσσα

- Οι κομήτες είναι πιο μαύροι από μαύρο βελούδο.
- Ο κομήτης Τσιουρούμωβ Γερασιμένκο ανακλά μόλις το 0,06 του φωτός



Ευχαριστίες:

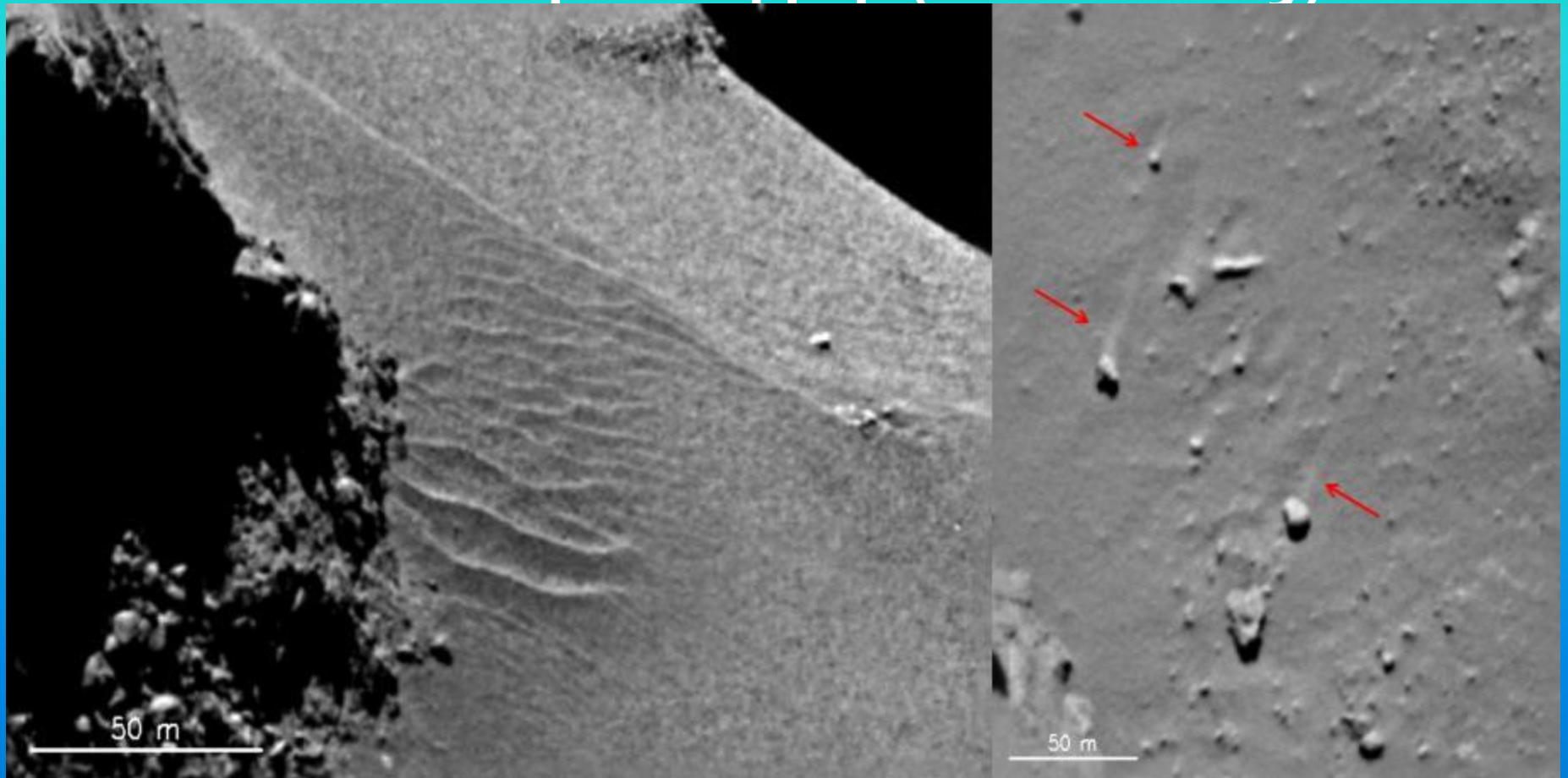
ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA



Ευχαριστίες:

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IA/SSC/INT/CFR/DASP/DA

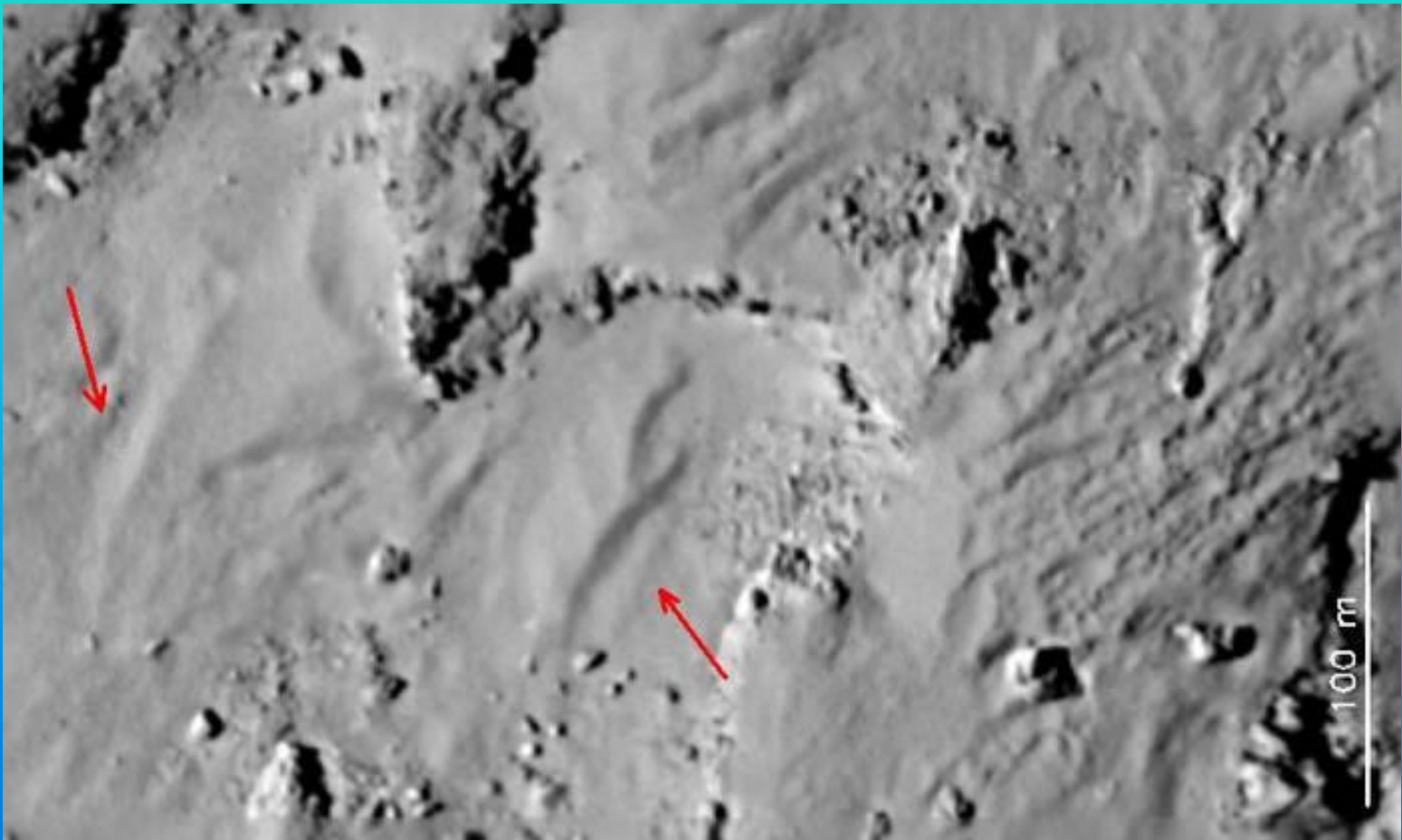
Θίνες άμμου; Υλικό που βγαίνει από την πηγή (λάκκους)



Ευχαριστίες:

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

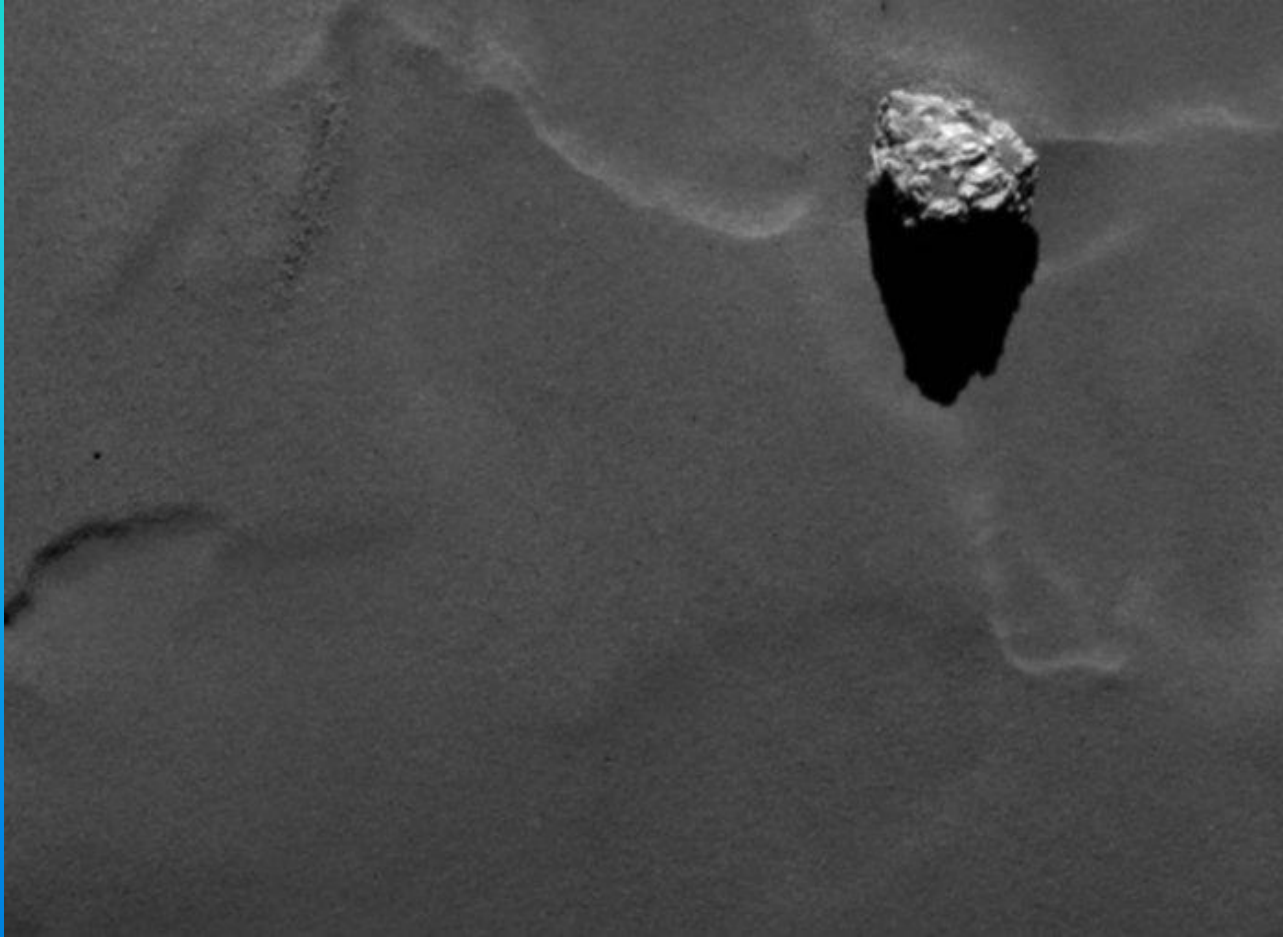
Θίνες άμμου; πίδακες από λάκκους



Ευχαριστίες:

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

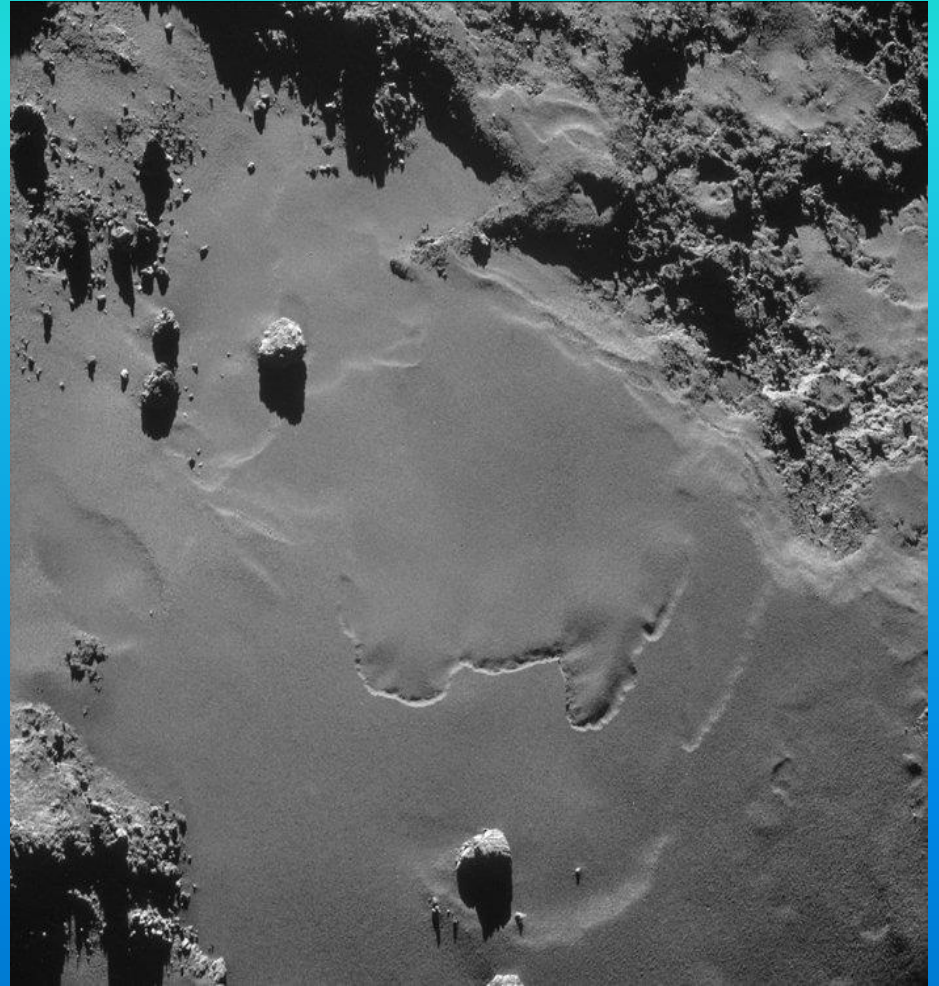
Ο βράχος Χέωψ! (45 m X 25 m)



Ευχαριστίες:

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

Ο βράχος Χέωψ! (45 m X 25 m)



Ευχαριστίες:

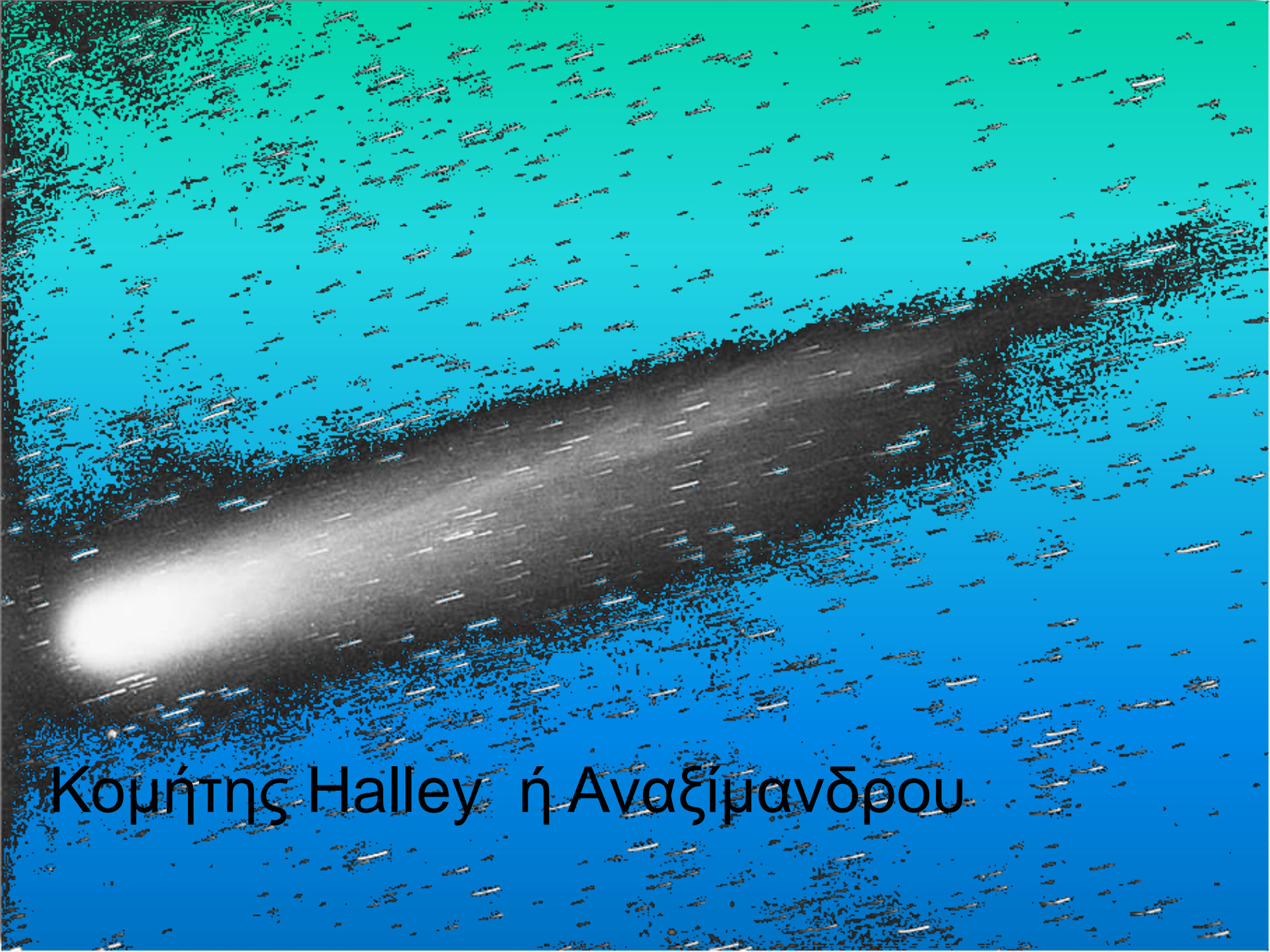
ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

Χημική σύσταση αερίων

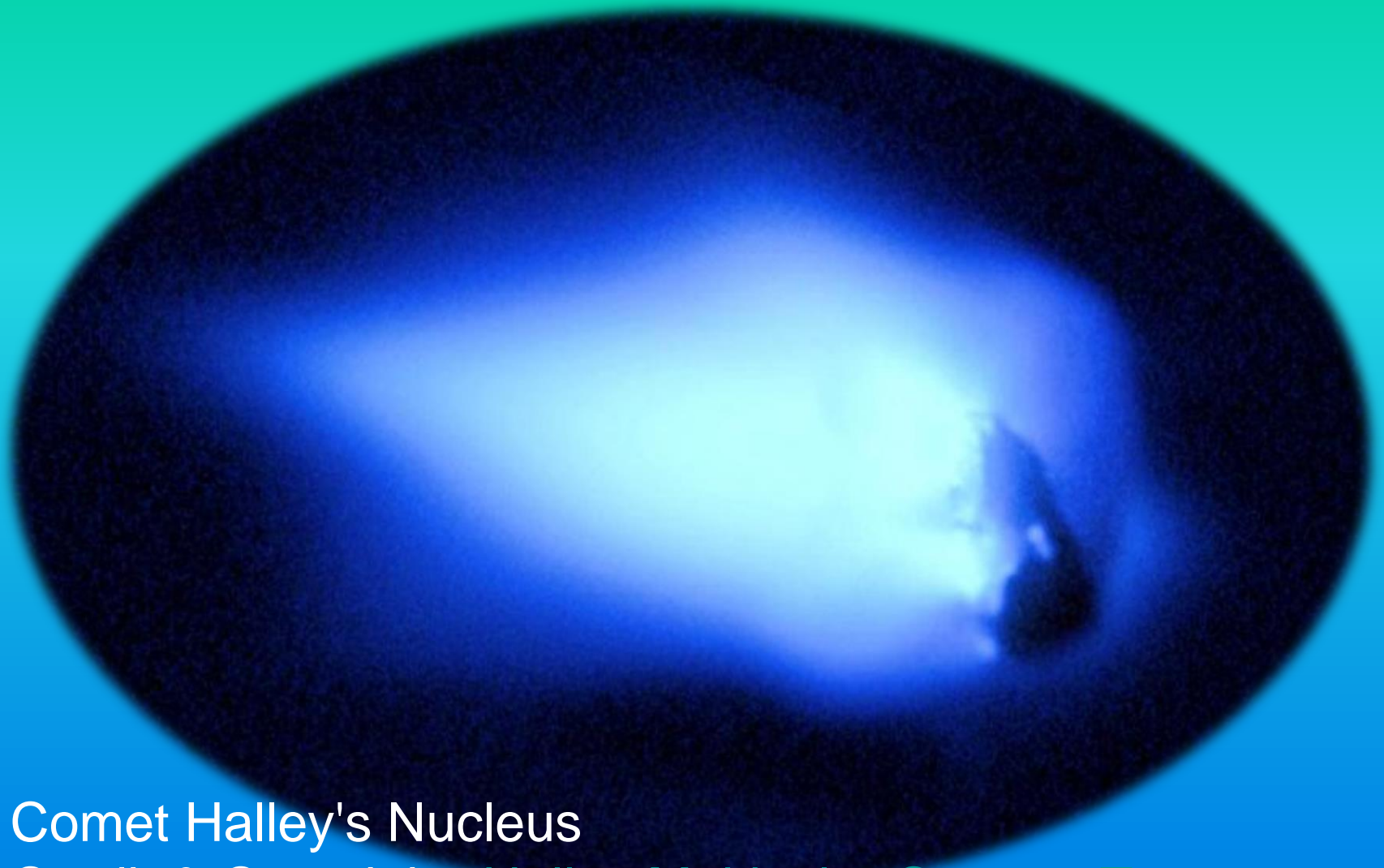
- Στον κομήτη Τσιουρούμωβ Γερασιμένκο παρατηρήθηκε εκπομπή νερού, από 0,3 λίτρα ανά δευτερόλεπτο μέχρι 1,2 λίτρα ανά δευτερόλεπτο
- και άλλα αέρια,
- Μονοξείδιο του άνθρακα,
- διοξείδιο του άνθρακα.
- Και παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις στη σύνθεση των αερίων
- Το νερό είναι η κυρίαρχη χημική ένωση

σκόνη

- Υπάρχουν δύο πληθυσμοί κόκκων σκόνης γύρω από τον κομήτη.
- Μόρια σκόνης που εκτοξεύονται κινούμενα προς τα έξω και μόρια σκόνης που βρίσκονται σε τροχιές σε αποστάσεις 100 και πλέον χιλιομέτρων από τον κομήτη.

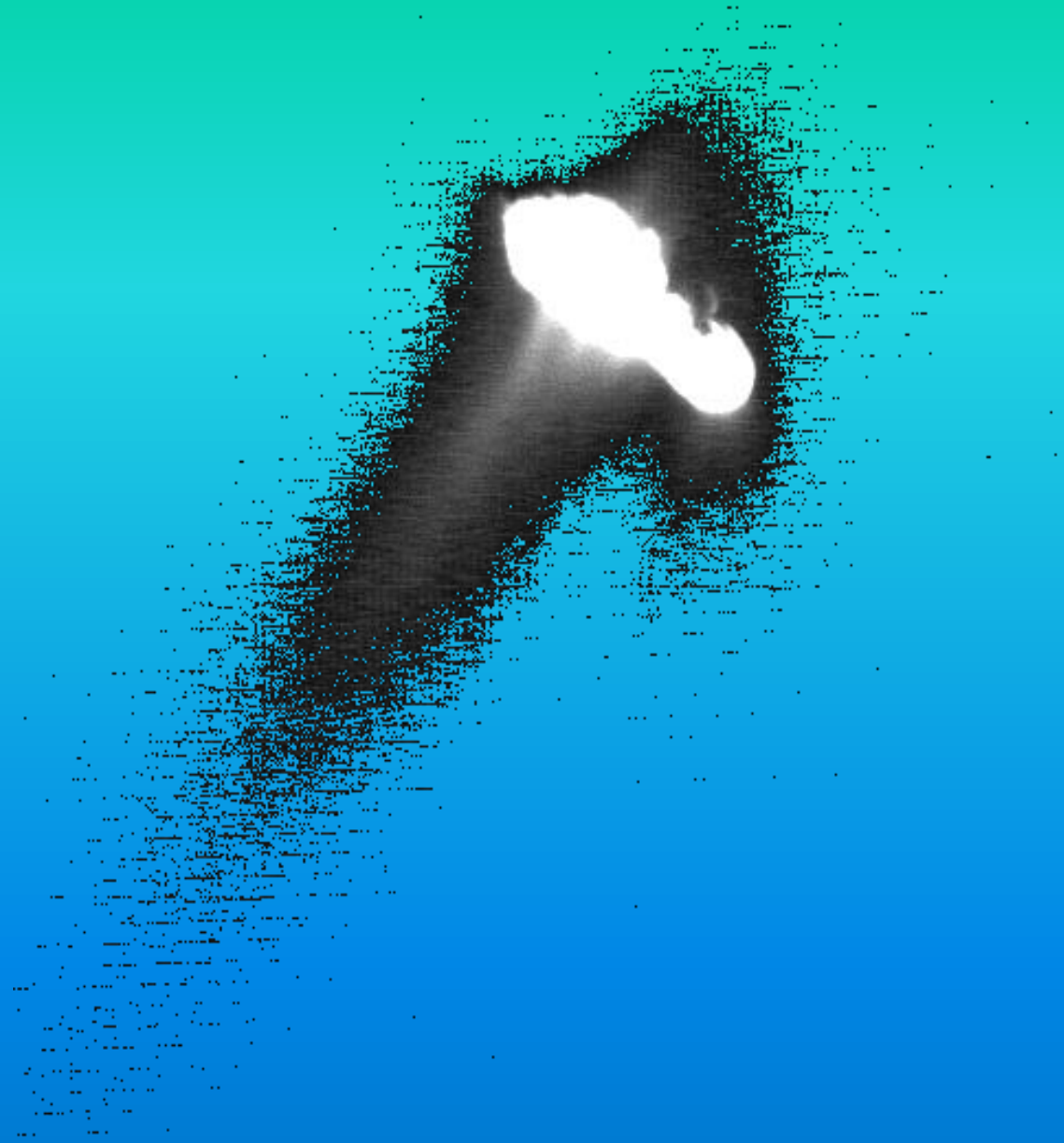


Κομήτης Halley ή Αναξίμανδρου



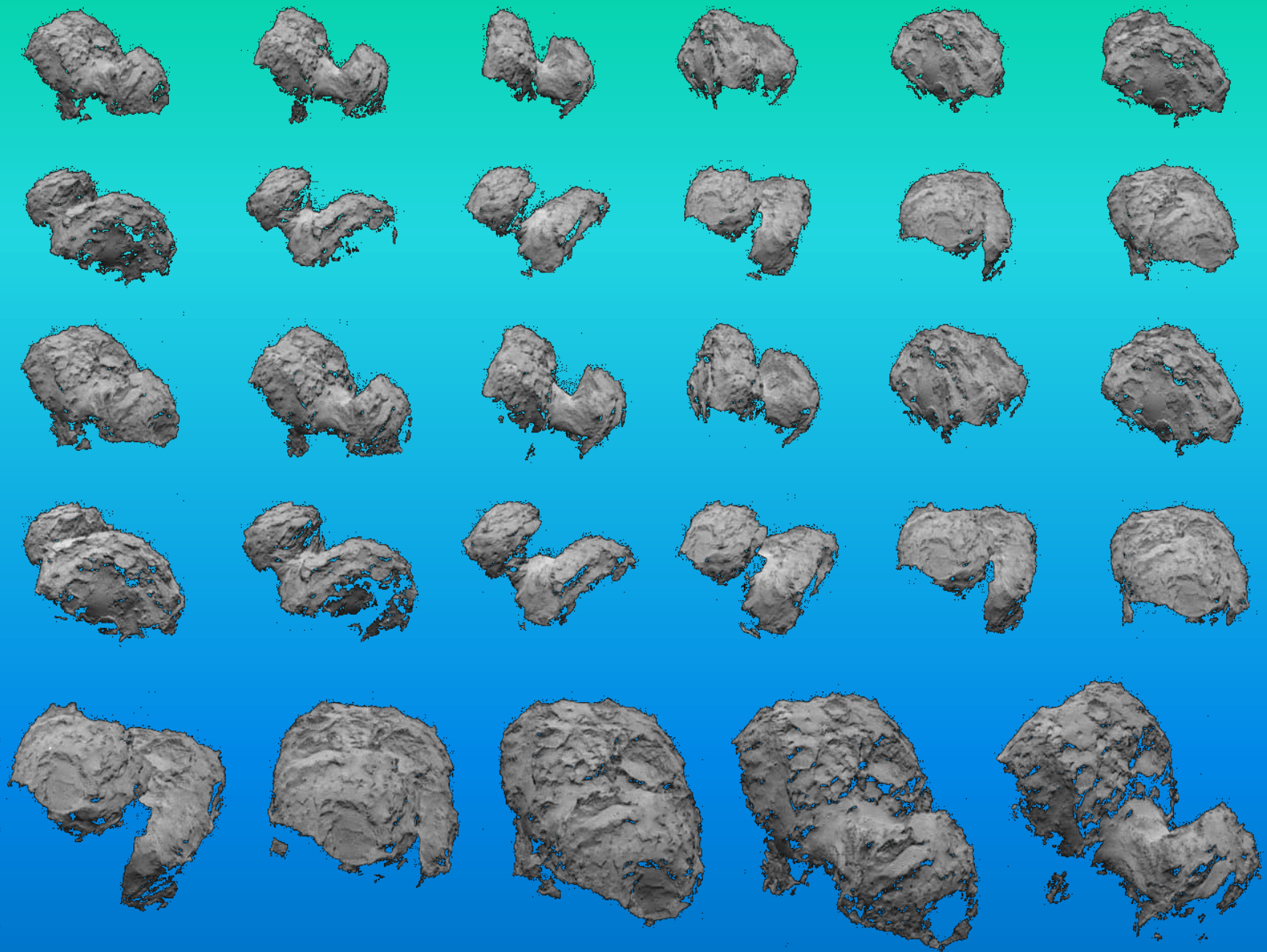
Comet Halley's Nucleus

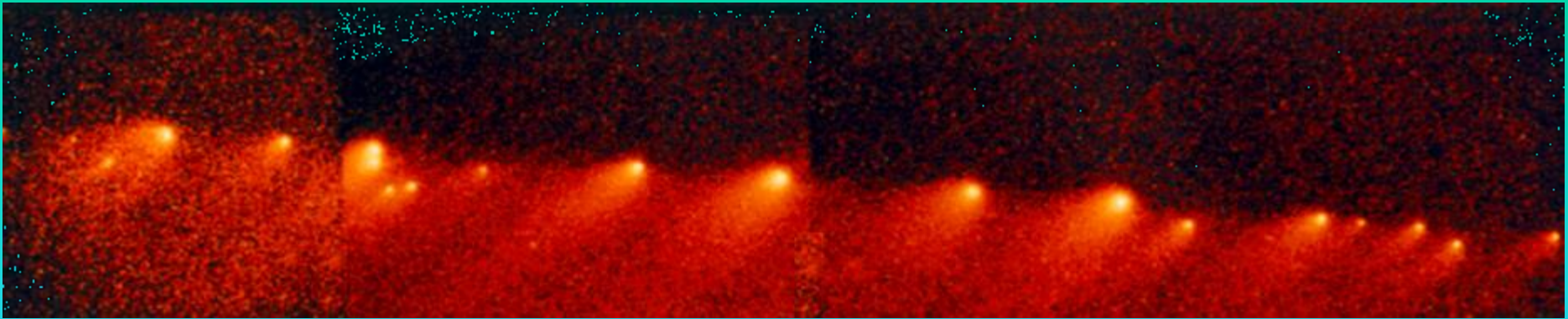
Credit & Copyright: [Halley Multicolor Camera Team](#),
[Giotto Project](#), [ESA](#)



Κομήτης Daniel 1907

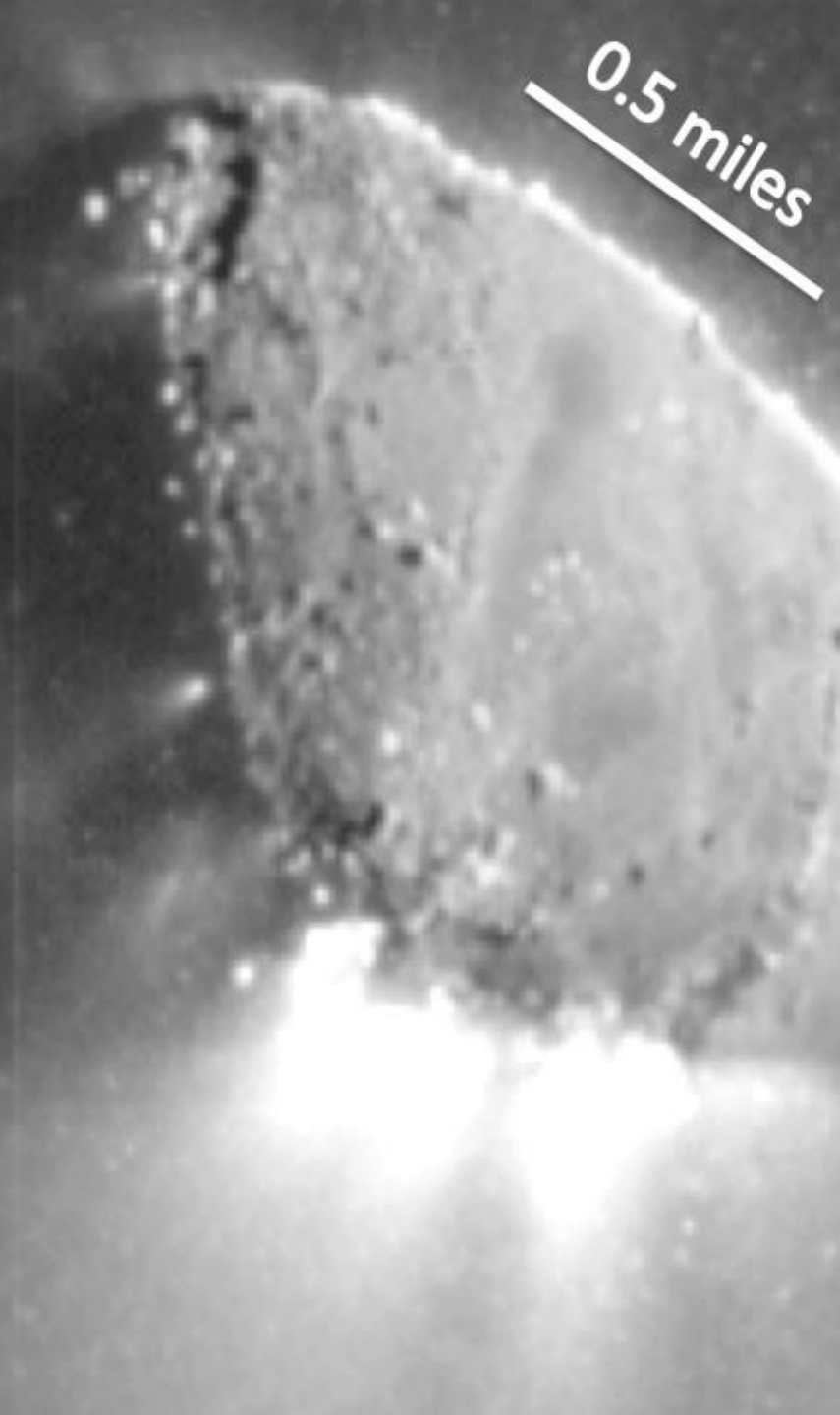






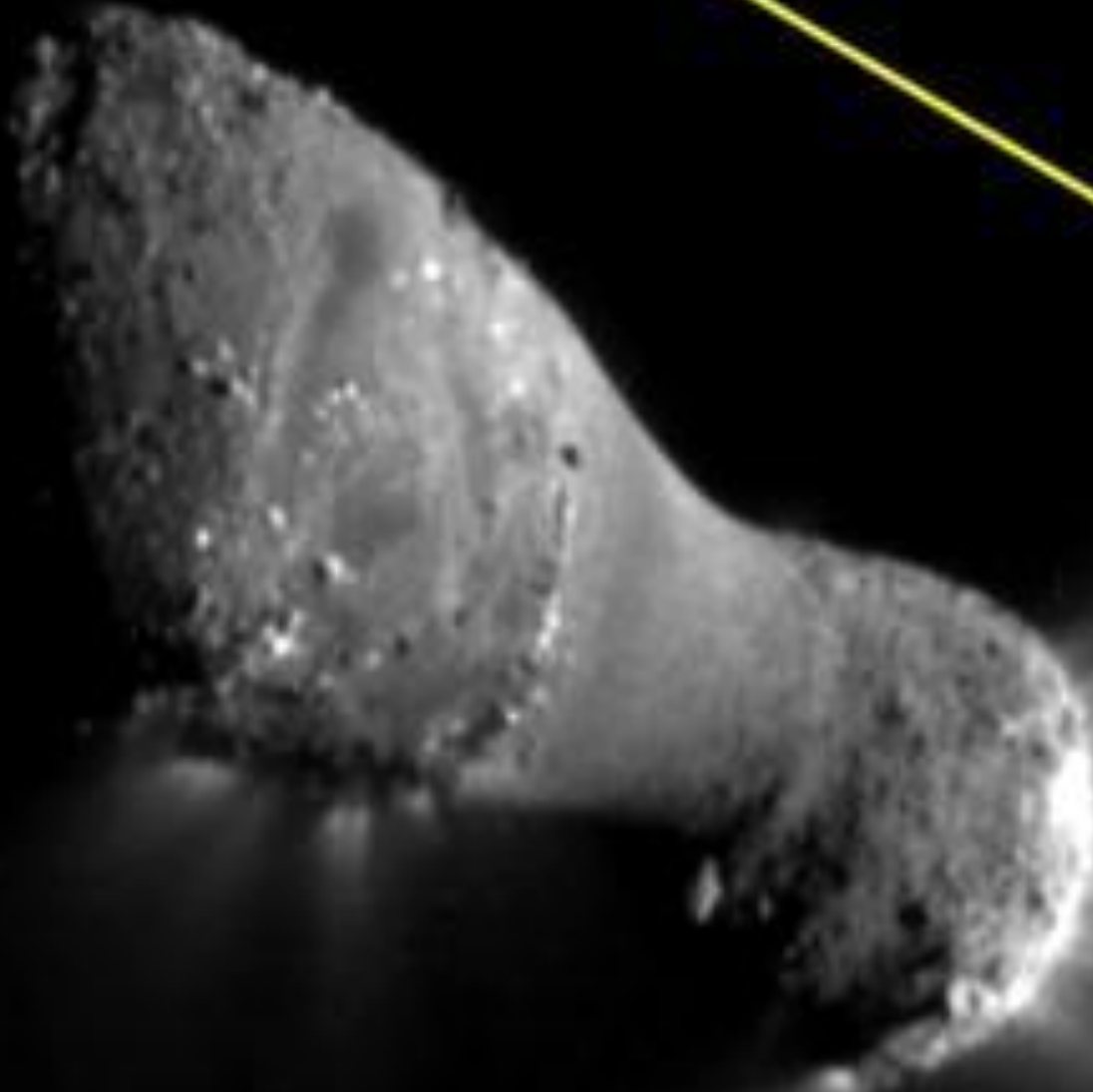
Μια φωτογραφία της NASA με το Hubble Space Telescope (HST) του κομήτη Shoemaker-Levy 9, στις 17 Μαΐου 1994, με την Wide Field Planetary Camera 2(WFPC2), NASA, ESA, and H. Weaver and E. Smith (STScI)

- Hartley 2
by NASA
- **EPOXI**
mission
- Nov. 4, 2010



1.25 miles
2.0 km

Hartley 2
by NASA
EPOXI
mission

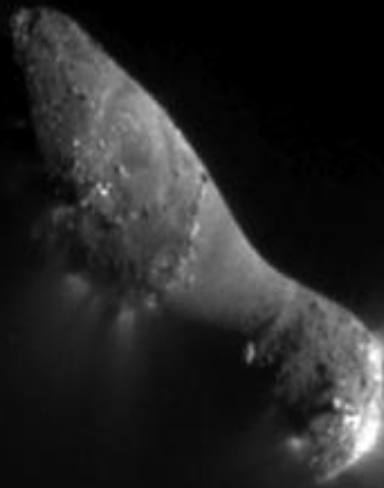
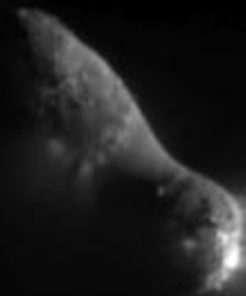
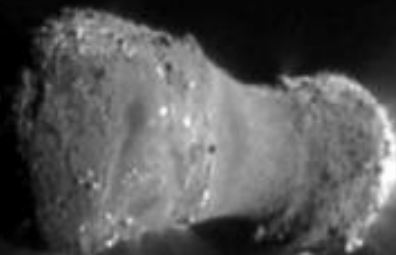


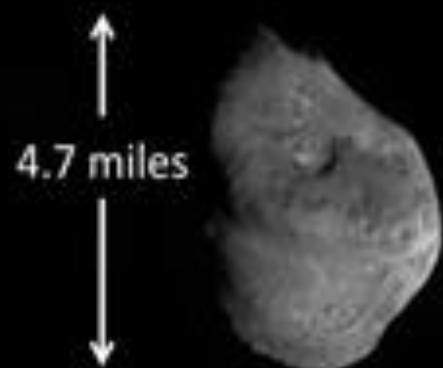


- Hartley 2
by NASA
- **EPOXI**
mission
- Nov. 4, 2010

Hartley 2 by
NASA

EPOXI
mission,





4.7 miles

9P/Tempel 1



5.4 miles

Borrelly



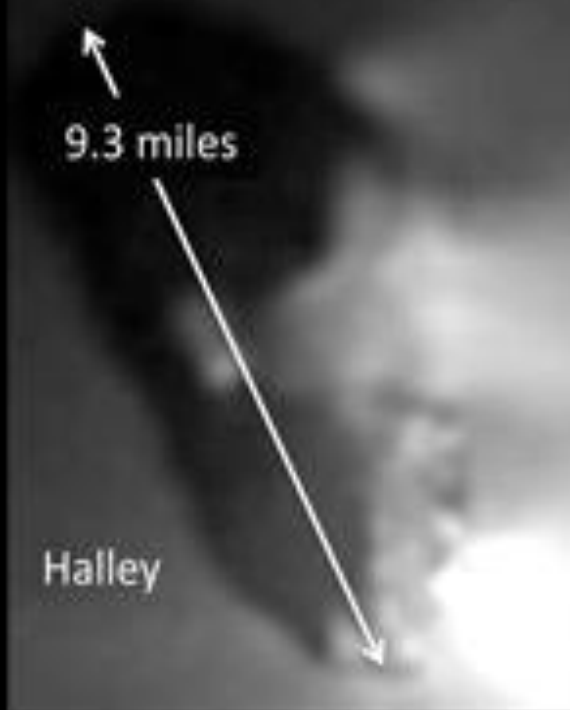
3.4 miles

Wild 2

1.25 miles



Hartley 2

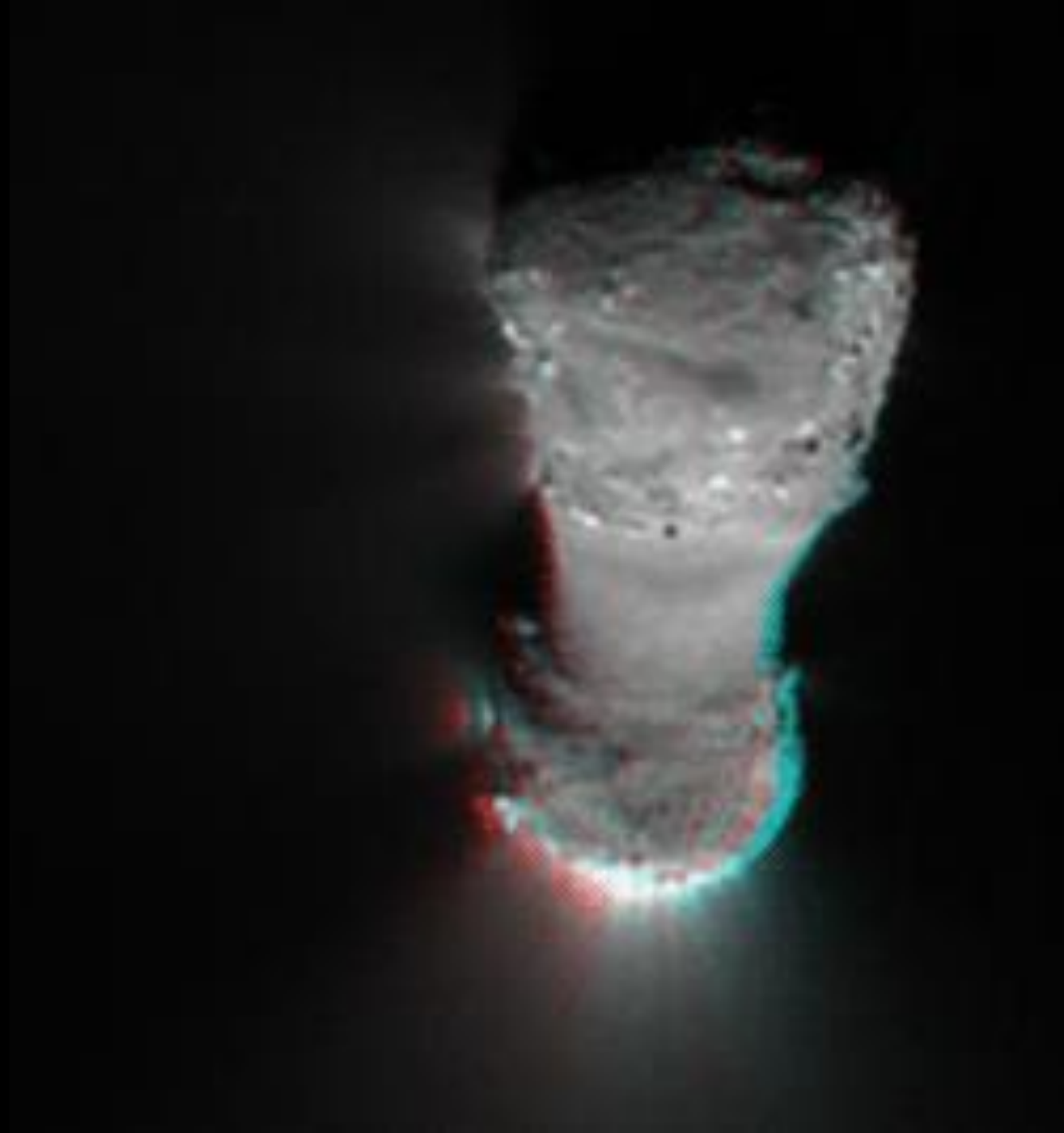


9.3 miles

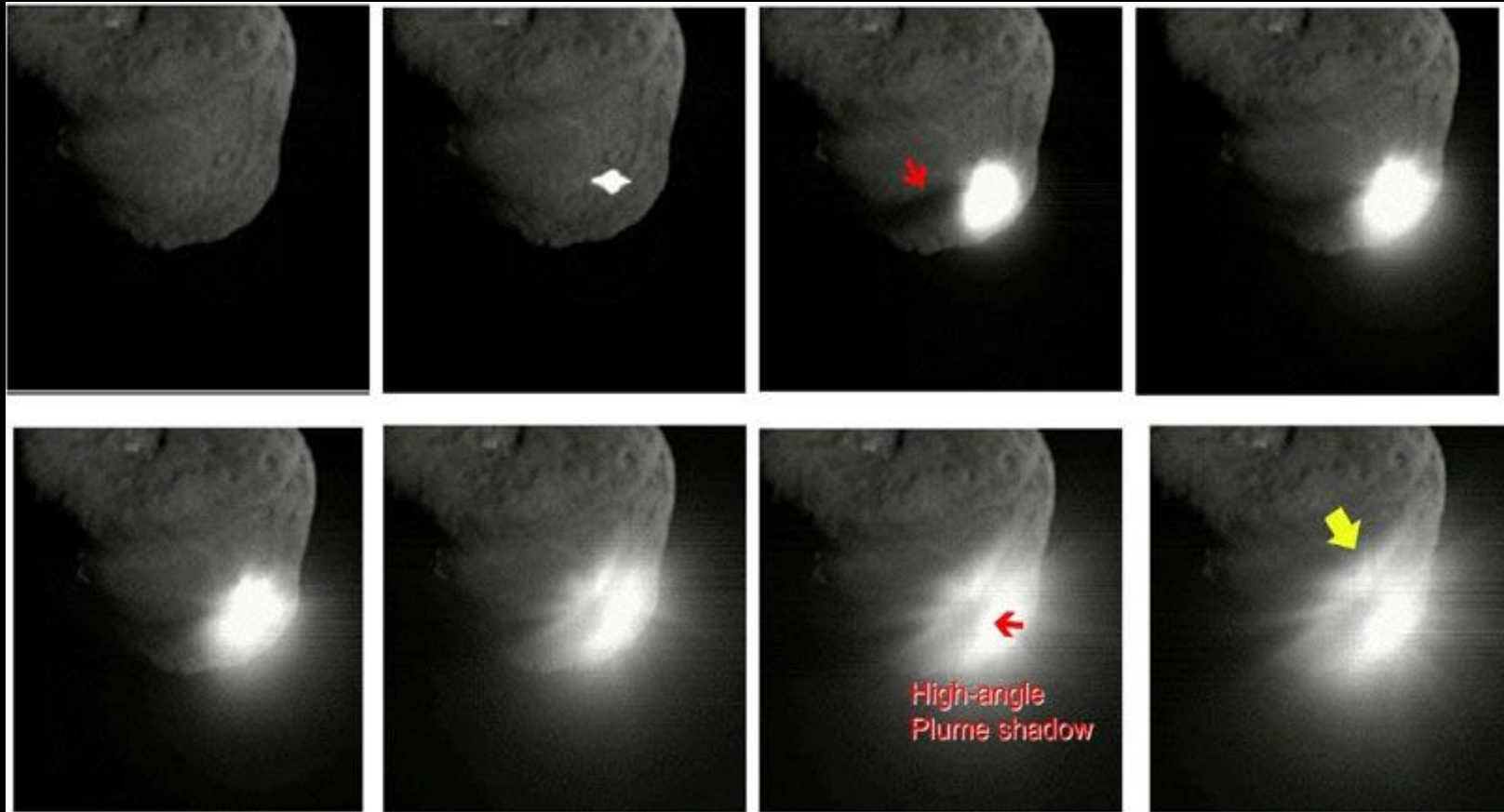
Halley

Κομήτης Boreli





Deep Impact κομήτης Tempel 1



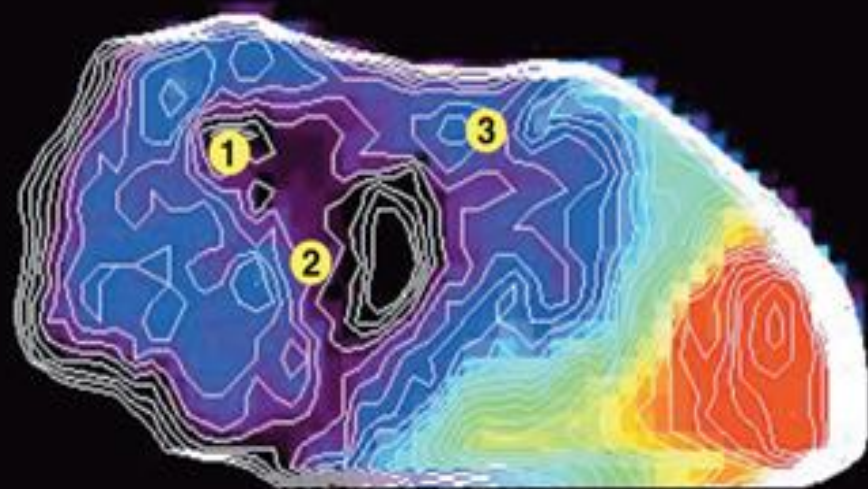
Deep Impact κομήτης Tempel 1



Deep Impact κομήτης Tempel 1



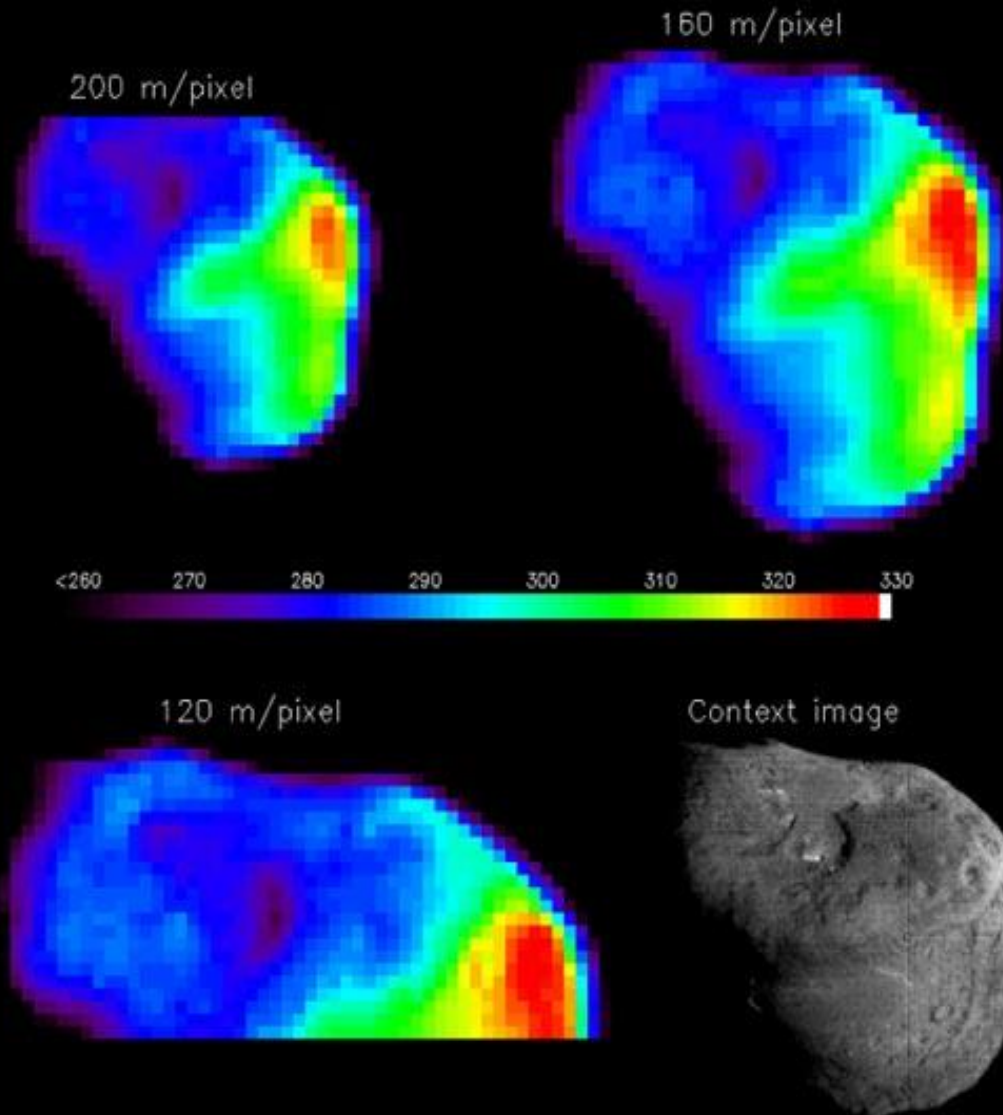
Image Credit: NASA/JPL-Caltech/UMD 2005-07-20



Temperature (K)

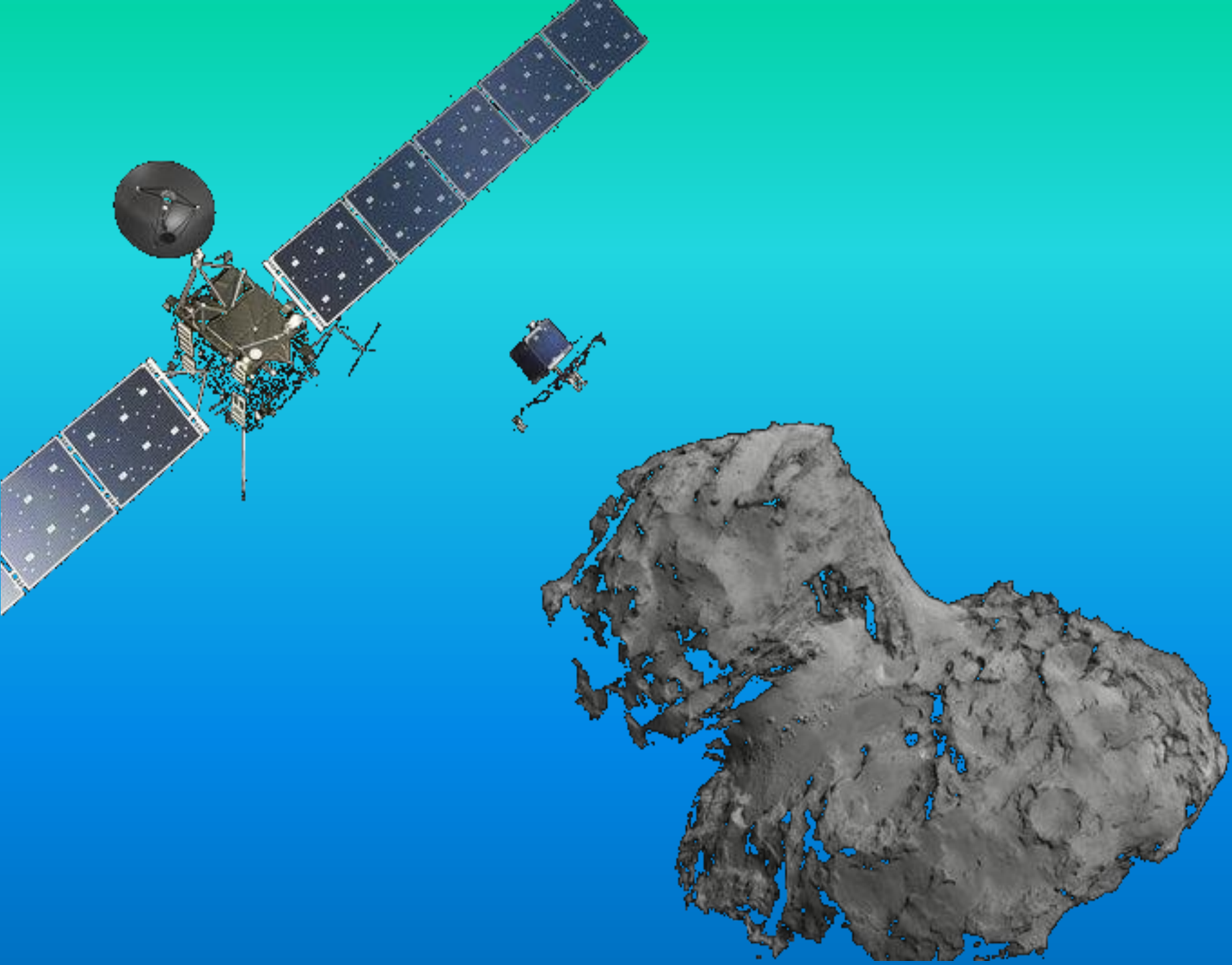


Deep Impact κομήτης Tempel 1

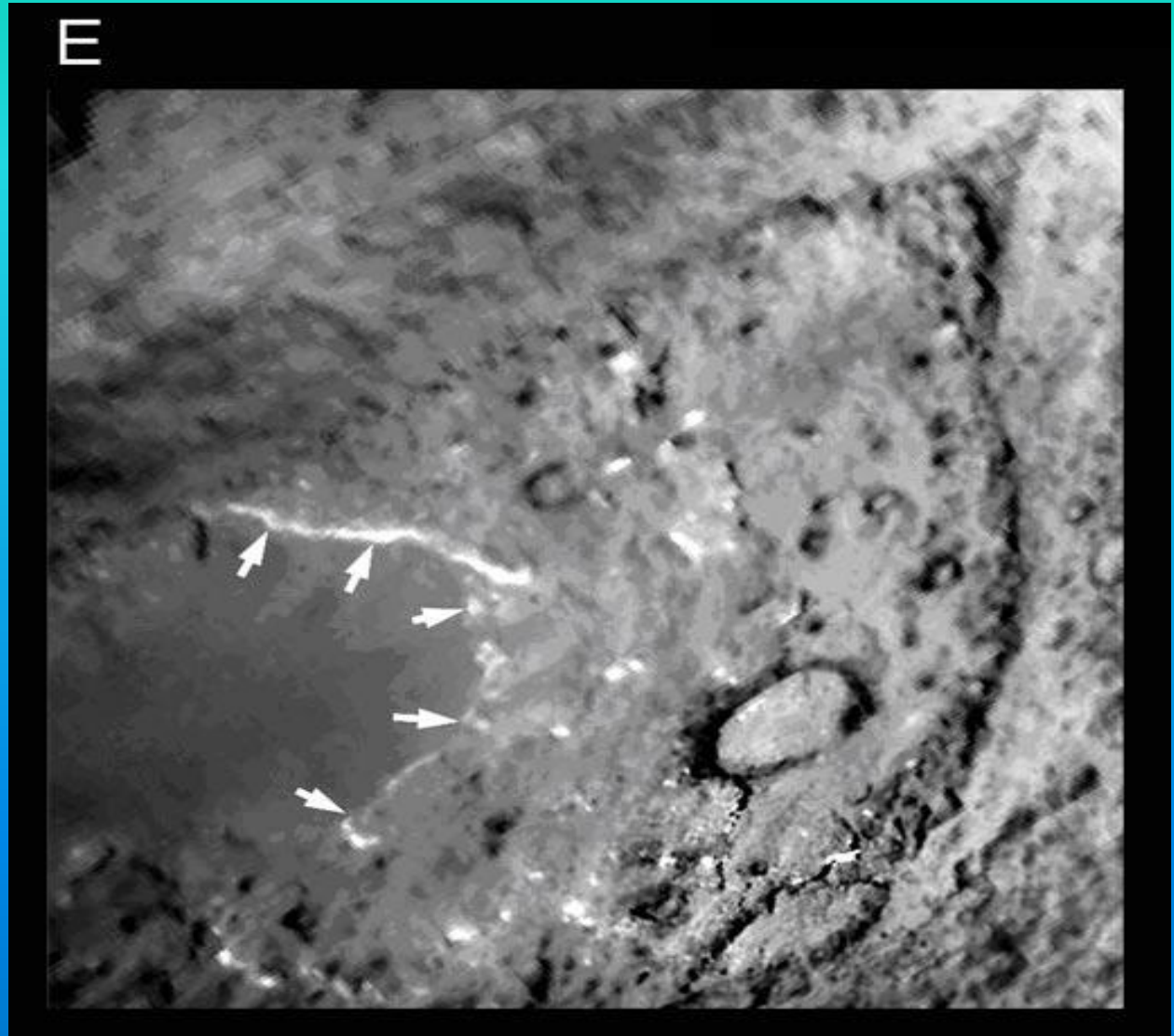


Deep Impact κομήτης Tempel 1

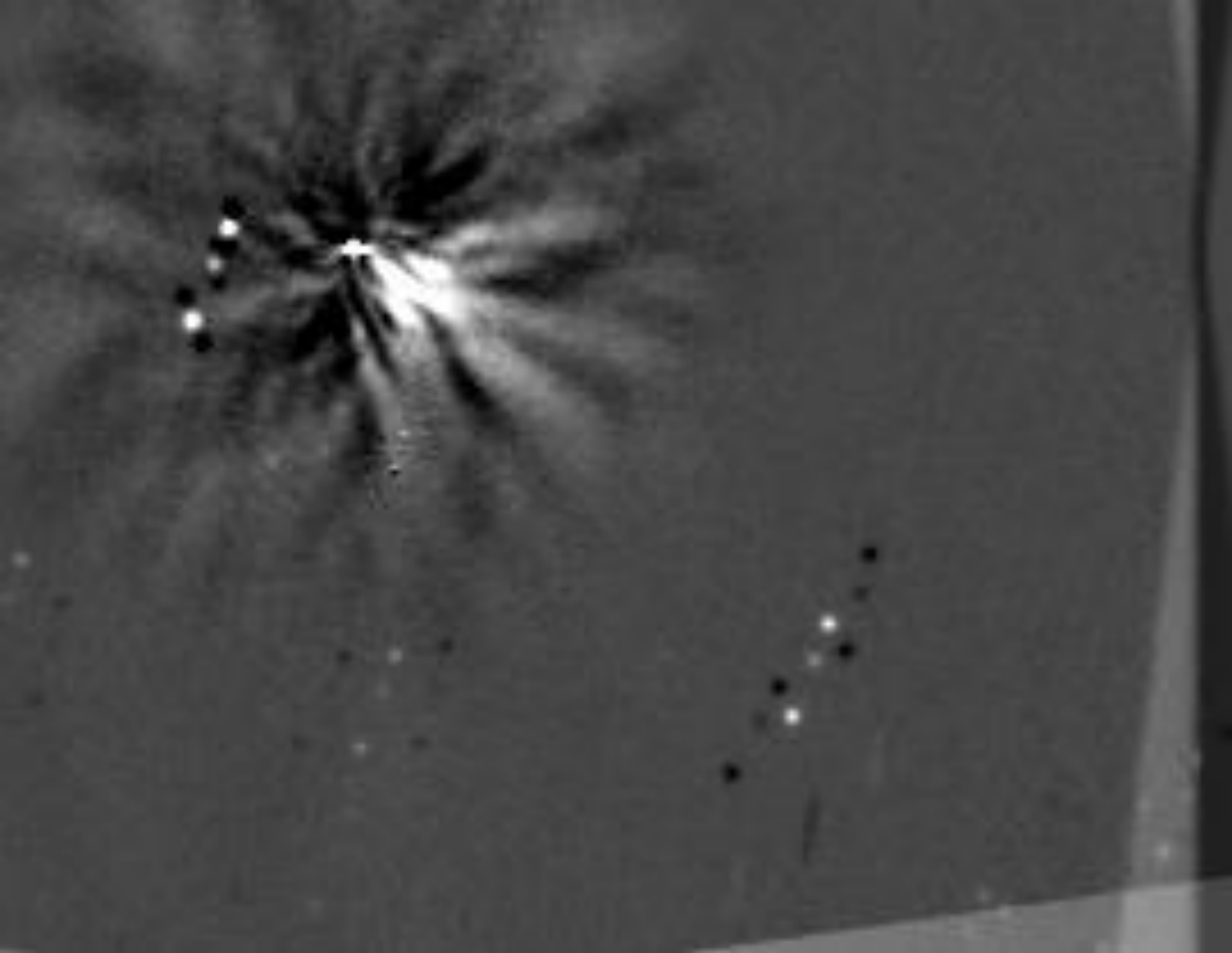


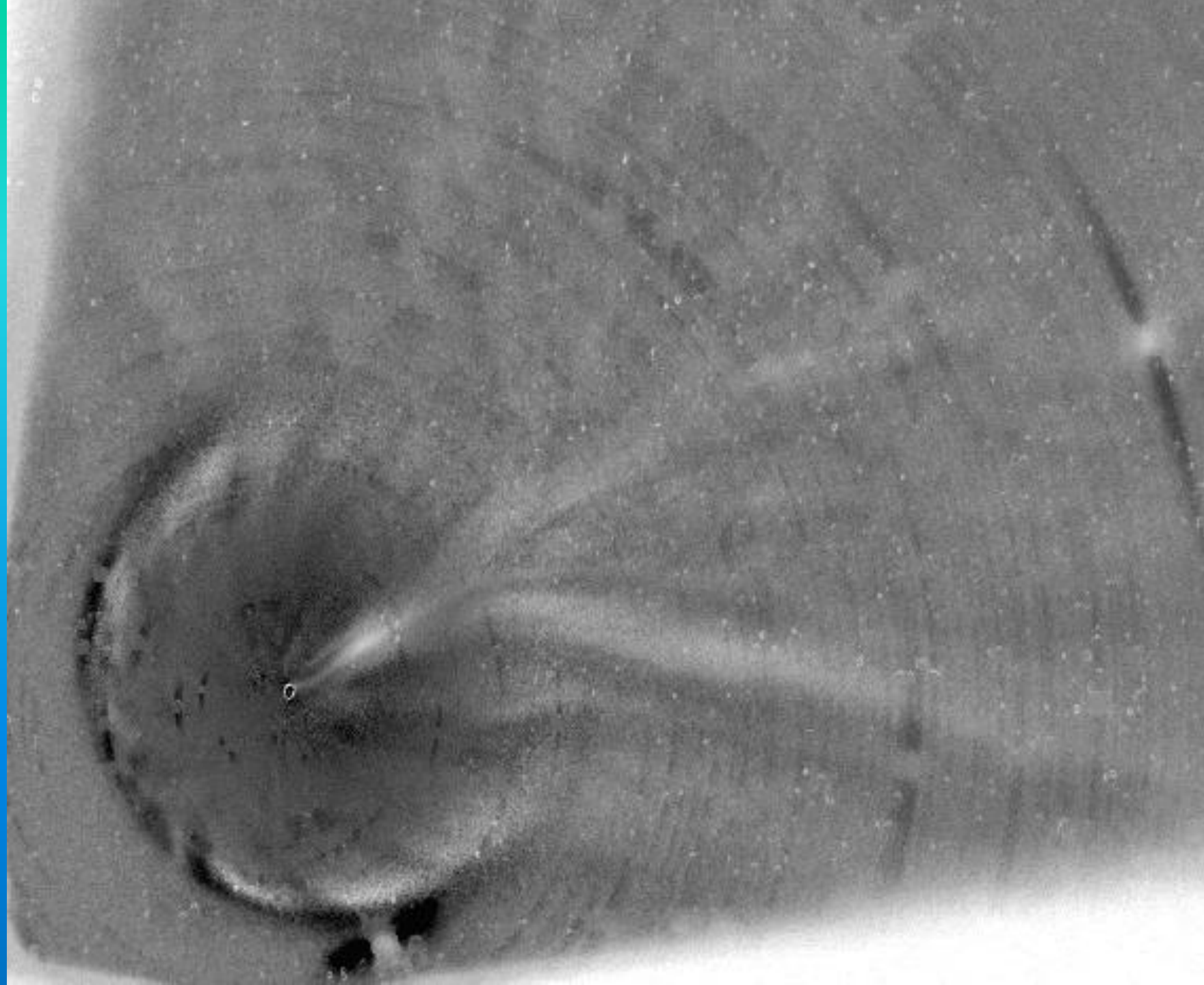


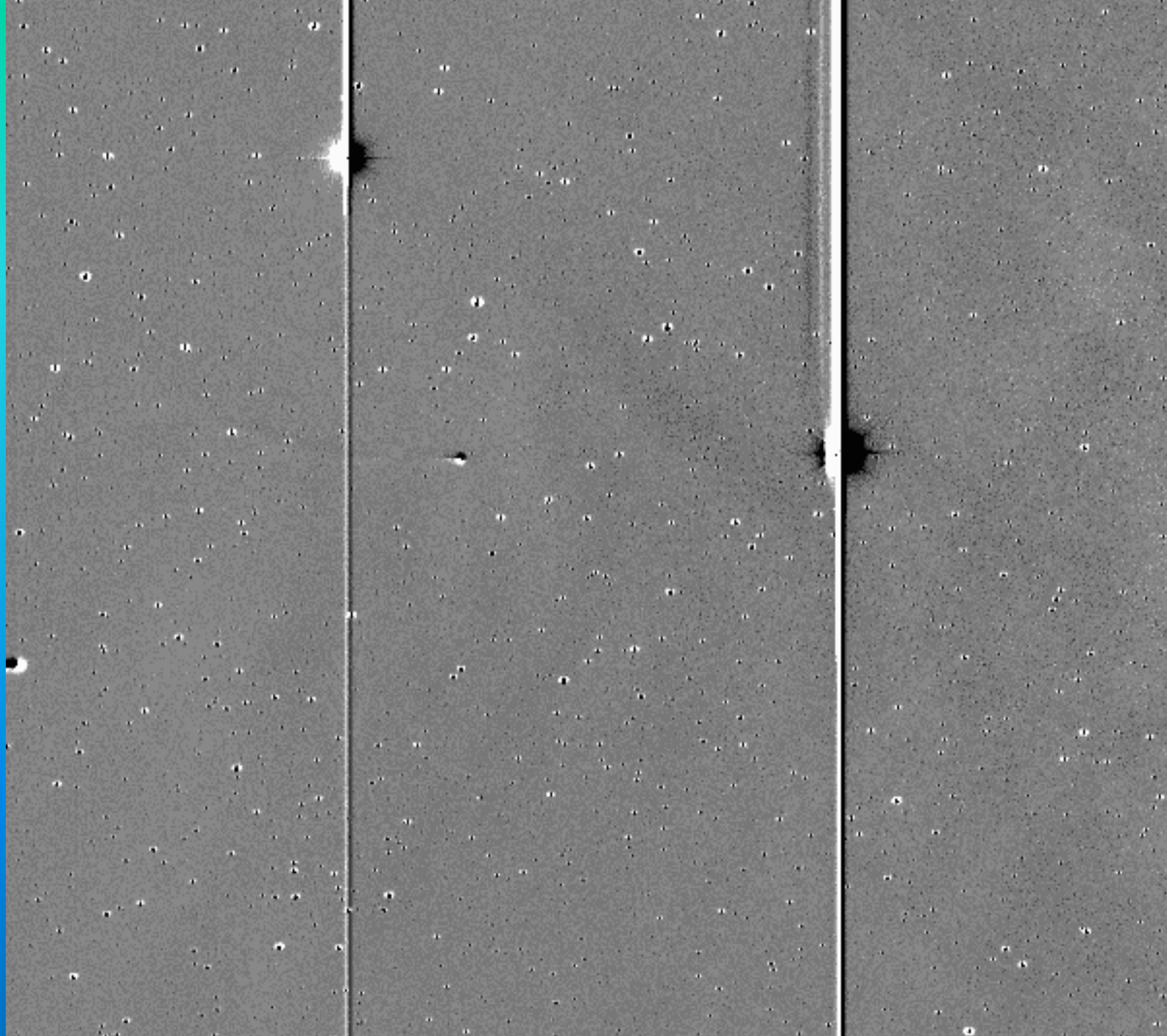
Deep Impact κομήτης Tempel 1



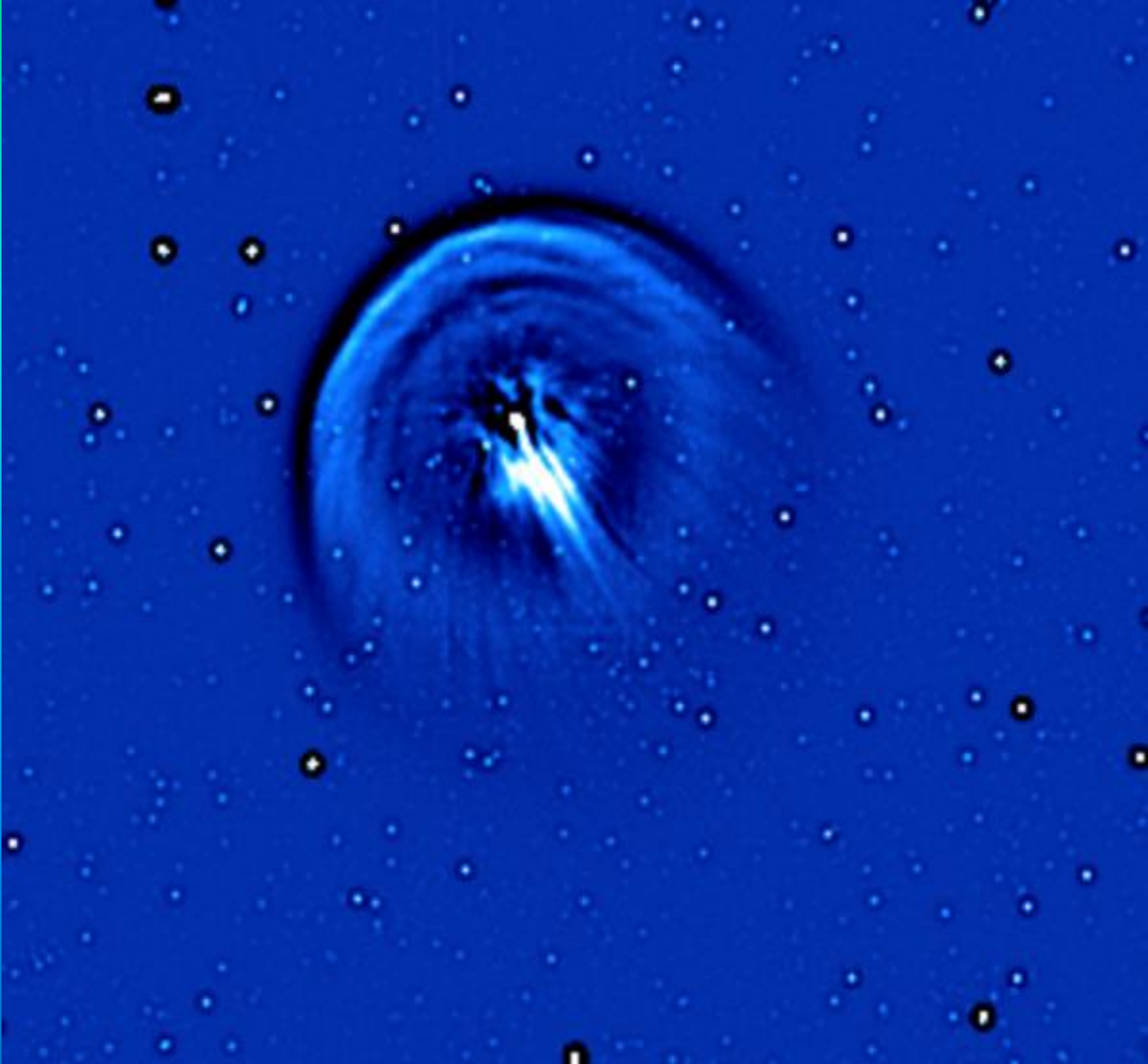








Comet LINEAR



- Pseudo-Plutarchus, Placita philosophorum (874d-911c)
Stephanus page 893, section B, line 2

- **Περὶ κομητῶν καὶ διαπτόντων καὶ δοκίδων**

-

Τῶν ἀπὸ Πυθαγόρου τινὲς μὲν ἀστέρα φασὶν εἶναι τὸν κομήτην τῶν οὐκ ἀεὶ φαινομένων, διὰ τινος δ' ὠρισμένου χρόνου **περιοδικῶς** ἀνατελλόντων· ἄλλοι δ' ἀνάκλασιν τῆς ἡμετέρας ὄψεως πρὸς τὸν ἥλιον, παραπλησίαν ταῖς **κατοπτρικαῖς ἐμφάσεσιν**.

• ΑΝΑΞΑΓΟΡΑΣ

• Άναξαγόρας Ἡγησιβούλου ἢ Εὐβούλου, Κλαζομένιος. οὗτος ἤκουσεν Ἀναξιμένους, καὶ πρῶτος τῆ ὕλη νοῦν ἐπέστησεν, ἀρξάμενος οὕτω τοῦ συγγράμματος, ὃ ἐστὶν ἡδέως καὶ μεγαλοφρόνως ἠρμηνευμένον “πάντα χρήματα ἦν ὁμοῦ.” εἴτα νοῦς ἐλθὼν αὐτὰ διεκόσμησε. παρὸ καὶ Νοῦς ἐπεκλήθη, καὶ φησι περὶ αὐτοῦ Τίμων ἐν τοῖς Σίλλοις οὕτω καὶ πού Ἀναξαγόρην φάσ' ἔμμεναι, ἄλκιμον ἦρω Νοῦν, ὅτι δὴ νόος αὐτῷ, ὃς ἐξαπίνης ἐπεγείρας πάντα συνεσφῆκωσεν ὁμοῦ τεταραγμένα πρόσθεν. Οὗτος εὐγενεῖα καὶ πλούτῳ διαφέρων ἦν, ἀλλὰ καὶ μεγαλοφροσύνη, ὃς γε τὰ πατρῶα τοῖς οἰκείοις παρεχώρησε. αἰτιαθεὶς γὰρ ὑπ' αὐτῶν ὡς ἀμελῶν, “τί οὖν,” ἔφη, “οὐχ ὑμεῖς ἐπιμελεῖσθε;” καὶ τέλος ἀπέστη καὶ περὶ τὴν τῶν φυσικῶν θεωρίαν ἦν, οὐ φροντίζων τῶν πολιτικῶν. ὅτε καὶ πρὸς τὸν εἰπόντα, “οὐδέν σοι μέλει τῆς πατρίδος;”, “εὐφήμει,” ἔφη, “ἐμοὶ γὰρ καὶ σφόδρα μέλει τῆς πατρίδος,” δείξας τὸν οὐρανόν.

• Λέγεται δὲ κατὰ τὴν Ξέρξου διάβασιν εἴκοσιν ἐτῶν εἶναι, βεβιωκέναι δὲ ἐβδομήκοντα δύο. φησὶ δ' Ἀπολλόδωρος ἐν τοῖς Χρονικοῖς γεγενῆσθαι αὐτὸν τῆ ἐβδομηκοστῇ Ὀλυμπιάδι, τεθνηκέναι δὲ τῷ πρώτῳ ἔτει τῆς ὀγδοηκοστῆς ὀγδότης. ἤρξατο δὲ φιλοσοφεῖν Ἀθήνησιν ἐπὶ Καλλίου, ἐτῶν εἴκοσιν ὦν, ὡς φησι Δημήτριος ὁ Φαληρεὺς ἐν τῇ τῶν Ἀρχόντων ἀναγραφῇ, ἔνθα καὶ φασιν αὐτὸν ἐτῶν διατρίψαι τριάκοντα.

• Οὗτος ἔλεγε τὸν ἥλιον μύδρον εἶναι διάπυρον καὶ μείζω τῆς Πελοποννήσου: οἱ δὲ φασὶ Τάνταλον· τὴν δὲ σελήνην οἰκῆσεις ἔχειν, ἀλλὰ καὶ λόφους καὶ φάραγγας. ἀρχὰς δὲ τὰς ὁμοιομερείας· καθάπερ γὰρ ἐκ τῶν ψηγμάτων λεγομένων τὸν χρυσὸν συνεστάναι, οὕτως ἐκ τῶν ὁμοιομερῶν μικρῶν σωμάτων τὸ πᾶν συγκεκρισθαι. καὶ νοῦν μὲν ἀρχὴν κινήσεως· τῶν δὲ σωμάτων **τὰ μὲν βαρέα τὸν κάτω τόπον ὡς τὴν γῆν, τὰ δὲ κοῦφα τὸν ἄνω** ἐπισχεῖν ὡς τὸ πῦρ· ὕδωρ δὲ καὶ ἀέρα τὸν μέσον. οὕτω γὰρ ἐπὶ τῆς γῆς πλατείας οὔσης τὴν θάλασσαν ὑποστήναι, διατμισθέντων ὑπὸ τοῦ ἡλίου τῶν ὑγρῶν. τὰ δ' ἄστρα κατ' ἀρχὰς μὲν θολοειδῶς ἐνεχθῆναι, ὥστε κατὰ κορυφὴν τῆς γῆς τὸν αἰεὶ φαινόμενον εἶναι πόλον, ὕστερον δὲ τὴν ἔγκλισιν λαβεῖν. καὶ τὸν γαλαξίαν ἀνάκλασιν εἶναι φωτὸς <τῶν ὑπὸ> ἡλίου μὴ καταλαμπομένων ἄστρων. τοὺς δὲ **κομήτας σύνοδον πλανητῶν φλόγας ἀφιέντων (δεν σημαίνει σύνοδο πλανητῶν, ἀλλὰ πολλά μαζί σώματα που περιφέρονται και βγάζουν και φλόγες)**· τοὺς τε διάπτοντας οἶον σπινθηρας ἀπὸ τοῦ ἀέρος ἀποπάλλεσθαι. ἀνέμους γίνεσθαι λεπτυνομένου τοῦ ἀέρος ὑπὸ τοῦ ἡλίου. βροντὰς σύγκρουσιν νεφῶν· ἀστραπαὶς ἔκτριψιν νεφῶν· σεισμὸν ὑπνονόστησιν ἀέρος εἰς γῆν.

- **Aristoteles et Corpus Aristotelicum Phil.,**
Meteorologica
Bekker page 344b, line 33

ὅταν μὲν οὖν πυκνοὶ καὶ πλείους φαίνωνται, καθάπερ λέγομεν, ξηροὶ καὶ **πνευματώδεις** γίνονται οἱ ἔνιαυτοὶ ἐπιδήλως· ὅταν δὲ σπανιώτεροι καὶ ἀμαυρότεροι τὸ μέγεθος, ὁμοίως μὲν οὐ γίνεται τὸ τοιοῦτον, οὐ μὴν ἀλλ' ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ γίνεται τις ὑπερβολὴ πνεύματος ἢ κατὰ χρόνον ἢ κατὰ μέγεθος, ἐπεὶ καὶ ὅτε **ὁ ἐν Αἰγὸς ποταμοῖς ἔπεσε λίθος** ἐκ τοῦ ἀέρος, **ὑπὸ πνεύματος ἀρθεὶς ἐξέπεσε** μεθ' ἡμέραν· ἔτυχε δὲ καὶ τότε **κομήτης** ἀστὴρ γενόμενος ἀφ' ἐσπέρας.

- **Aristoteles et Corpus Aristotelicum**
- Phil., Meteorologica , Bekker page 344a, line 35
ὅταν μὲν οὖν ἐν αὐτῷ τῷ κάτω τόπῳ ἢ ἀρχῇ τῆς συστάσεως ἦ, καθ' ἑαυτὸν φαίνεται κομήτης: ὅταν δ' ὑπὸ τῶν ἄστρον τινός, ἢ τῶν ἀπλανῶν ἢ τῶν πλανήτων, **ὑπὸ τῆς κινήσεως συνιστῆται ἢ ἀναθυμιάσις**, τότε κομήτης γίνεται τούτων τις: οὐ γὰρ πρὸς αὐτοῖς ἢ κόμη γίνεται τοῖς ἄστροις, ἀλλ' ὥσπερ αἱ ἄλλω περὶ τὸν ἥλιον φαίνονται καὶ τὴν σελήνην παρακολουθοῦσαι, καίπερ μεθισταμένων, ὅταν οὕτως ἢ **επυκνωμένος ὁ ἀήρ** ὥστε τοῦτο γίνεσθαι τὸ πάθος ὑπὸ τὴν τοῦ ἡλίου πορείαν, οὕτω καὶ ἡ κόμη τοῖς ἄστροις οἷον ἄλλως ἐστίν: πλήν ἢ μὲν γίνεται δι' ἀνάκλασιν τοιαύτη τὴν χροάν, ἐκεῖ δ' ἐπ' αὐτῶν τὸ χρῶμα φαινόμενόν ἐστιν.

Straton Phil., Fragmenta Fragment 86, line 2

- Aetius III 2, 4 p. 366 Diels:
Στράτων ἄστρου φῶς
περιληφθὲν νέφει πυκνῷ τὸν
κομήτην εἶναι, καθάπερ ἐπὶ
τῶν λαμπτήρων γίνεται.

Κομήτης και κρουστικό κύμα:

Αριστοτέλους *Μετεωρολογικά*

... ὃ τε γὰρ μέγας κομήτης ὁ γενόμενος περὶ τὸν ἐν Ἀχαΐᾳ σεισμὸν καὶ

τὴν τοῦ κύματος ἔφοδον ἀπὸ δυσμῶν τῶν ἰσημερινῶν ἀνέσχεν, καὶ πρὸς νότον

καὶ ἐρμηνεύει ὁ Ἰωάννης Φιλόπονος

Σχόλια εἰς Αριστοτέλους μετεωρολογικά:

ἀναγκαίως δὲ καὶ τὸ μέγιστον εἶναι τὸν κομήτην ἐπισημιοῦται, καὶ τοσοῦτον μέγεθος ἦν, ὡς διὰ τὴν πολλὴν τότε ὕλην, ἐξ ἧς ὁ Ἀριστοτέλης τοὺς κομήτας καὶ τοὺς σεισμοὺς καὶ τοὺς ἀνέμους γίνεσθαι δείκνυσι, πολλὰς τῶν Ἀχαϊκῶν πόλεων ὑπὸ τοῦ τότε γινομένου σεισμοῦ κατενεχθῆναι καὶ κύματος γενέσθαι κατὰ τῆς γῆς ἔφοδον ἐξ ἀντικειμένων συνισταμένην πνευμάτων, ὡς δείξει.

... πάλιν δὲ τὴν ἱστορίαν τοῦ λόγου ποιεῖται μάρτυρα, τὸν τε λίθον [ΜΕΤΕΩΡΙΤΗ] τὸν ὑπὸ τῆς βίας τοῦ πνεύματος [ΑΕΡΙΑ ΠΟΥ ΒΓΑΙΝΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΜΕΤΕΩΡΙΤΗ ΚΑΙ ΤΟ ΚΡΟΥΣΤΙΚΟ ΚΥΜΑ] μετεωρισθέντα *** τῷ ἐμφύτῳ βάρει ἐν Αἰγὸς ποταμοῖς, δηλονότι τοῦ πνεύματος ἐνδεδωκότος καὶ μηκέτι τὴν λίθον ἀνέχειν ἐπὶ πολὺ δυνηθέντος, καὶ προσέτι τὸν σεισμὸν τὸν ἐπὶ τοῦ μεγάλου κομήτου γενόμενον καὶ τὴν τοῦ κύματος ἔφοδον ἐξ ἐναντίων γινομένην πνευμάτων, ὡς ἐν τῷ περὶ σεισμῶν δειχθήσεται.

Πιθανότατα περιγράφει σεισμό που προκλήθηκε ἀπὸ πτώση μετεωρίτη που προήλθε ἀπὸ κάποιον κομήτη. Περιγράφει τὴν κυμάτωση τοῦ εδάφους τῆς Γῆς. Μας λέει ὅτι υπήρξε καὶ κρουστικό κύμα στὴν ἀτμόσφαιρα.

Αφθαρσία της ύλης

Anaxagoras Phil., Testimonia

Fragment 41, line 2

μὲν

γὰρ Ἡγησιβούλου Κλαζομένιος, κοινωνήσας τῆς Ἀναξιμένους φιλοσοφίας,
πρῶτος

μετέστησε τὰς περὶ τῶν ἀρχῶν δόξας καὶ τὴν ἐλλείπουσαν αἰτίαν ἀνεπλήρωσε,
τὰς

μὲν σωματικὰς ἀπείρους ποιήσας· πάντα γὰρ τὰ ὁμοιομερῆ, οἶον ὕδωρ ἢ πῦρ
ἢ

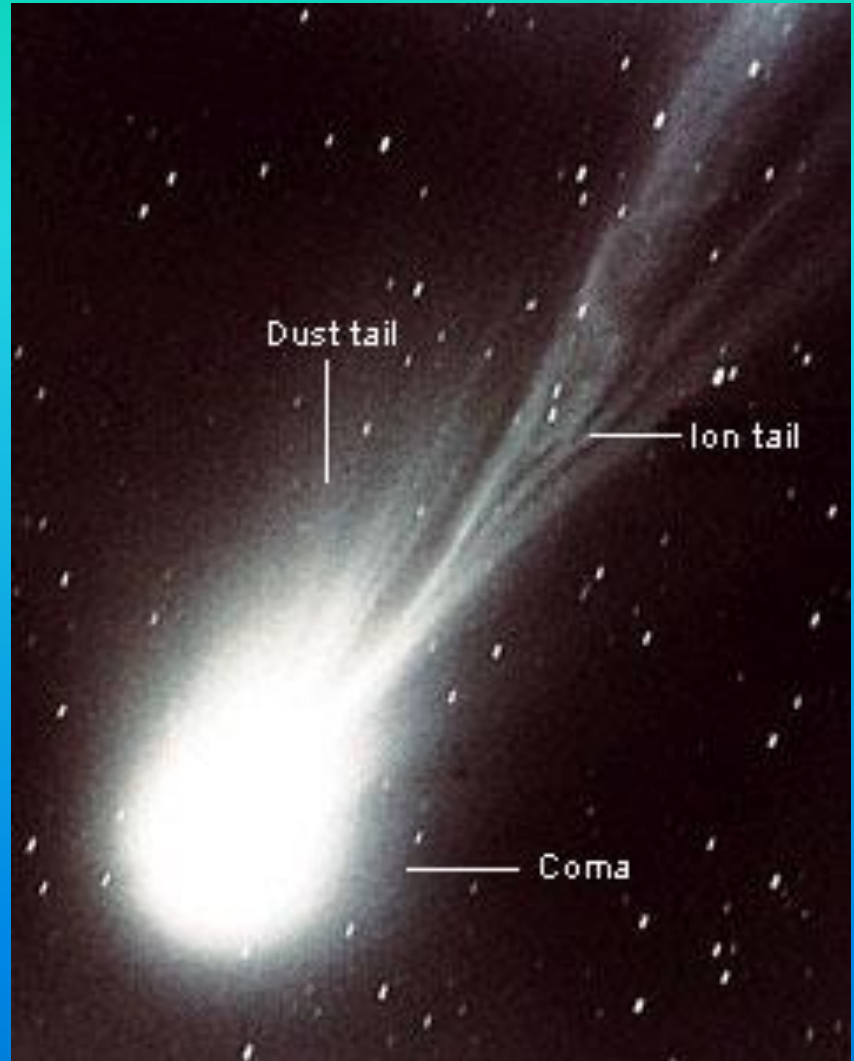
χρυσόν, ἀγένητα μὲν εἶναι καὶ ἄφθαρτα, φαίνεσθαι δὲ γινόμενα καὶ
ἀπολλύμενα

συγκρίσει καὶ διακρίσει μόνον, πάντων μὲν ἐν πᾶσιν ἐνόντων, ἐκάστου δὲ κατὰ
τὸ ἐπικρατοῦν ἐν αὐτῷ χαρακτηριζομένου.

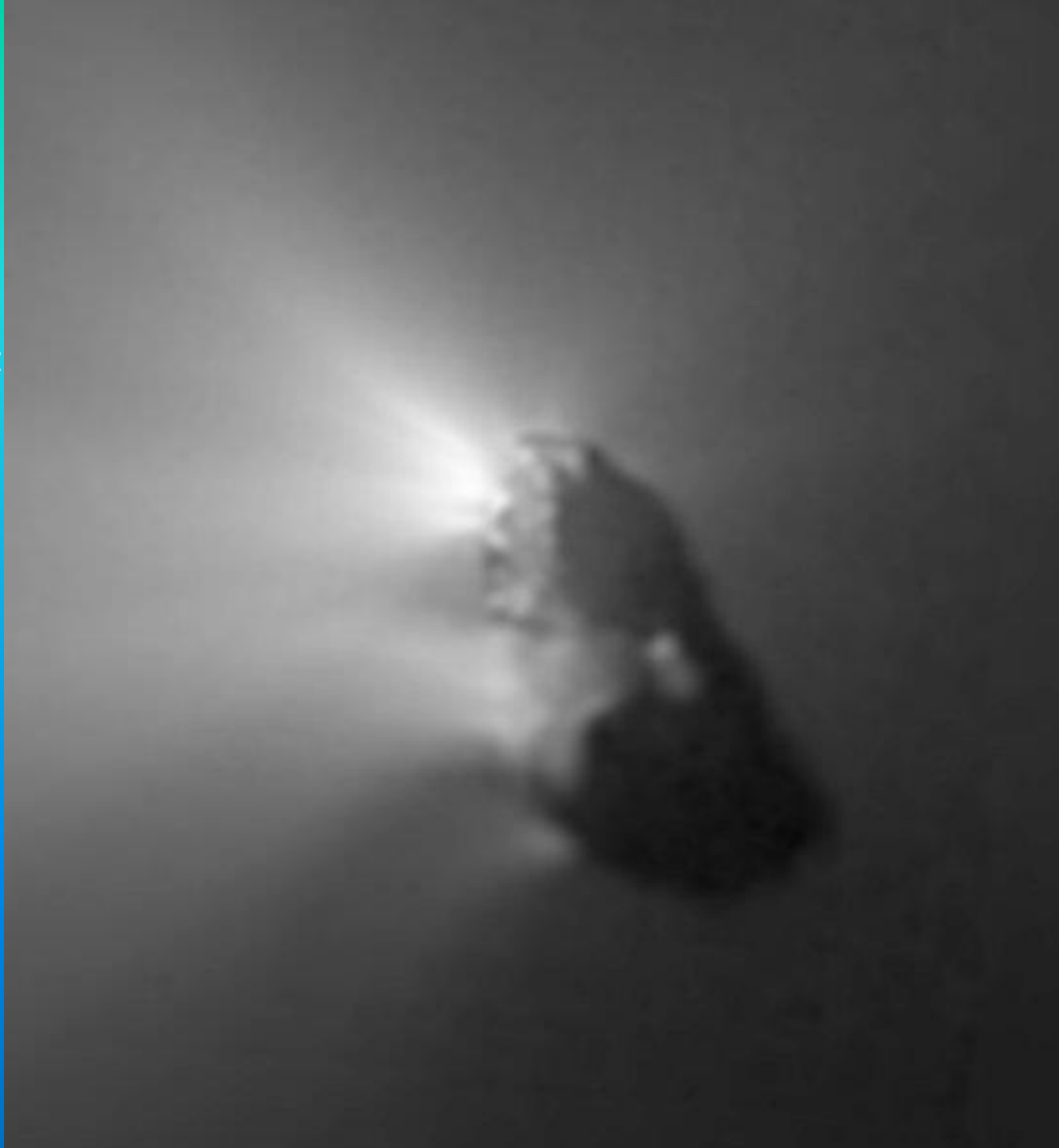
Theophrastus Phil., *Physicorum opiniones*
Section 4, line 4

Ἀναξαγόρας μὲν γὰρ Ἠγησιβούλου Κλαζομένιος κοινωνήσας τῆς Ἀναξιμένους φιλοσοφίας πρῶτος μετέστησε τὰς περὶ τῶν ἀρχῶν δόξας καὶ τὴν ἐλλείπουσαν αἰτίαν ἀνεπλήρωσε τὰς μὲν σωματικὰς ἀπείρους ποιήσας· πάντα γὰρ τὰ ὁμοιομερῆ οἶον ὕδωρ ἢ πῦρ ἢ χρυσὸν ἀγέννητα μὲν εἶναι καὶ ἄφθαρτα, φαίνεσθαι δὲ γινόμενα καὶ ἀπολλύμενα συγκρίσει καὶ διακρίσει μόνον, πάντων μὲν ἐν πᾶσιν ἐνόητων, ἐκάστου δὲ κατὰ τὸ ἐπικρατοῦν ἐν αὐτῷ χαρακτηριζομένου.

- Testimonia 11.1 to
- τὰ δὲ ἄστρα γίνεσθαι κύκλον πυρός, ἀποκριθέντα τοῦ κατὰ τὸν κόσμον πυρός, περιληφθέντα δ' ὑπὸ ἀέρος. ἐκπνοὰς δ' ὑπάρξαι πόρους τινὰς αὐλώδεις, καθ' οὓς φαίνεται τὰ ἄστρα· διὸ καὶ ἐπιφρασσομένων τῶν ἐκπνοῶν τὰς ἐκλείψεις γίνεσθαι.



- Testimonia 11.1 to Testimonia 11.21
- τὰ δὲ ἄστρα γίνεσθαι κύκλον πυρός, ἀποκριθέντα τοῦ κατὰ τὸν κόσμον πυρός, περιληφθέντα δ' ὑπὸ ἀέρος. ἐκπνοὰς δ' ὑπάρξαι πόρους τινὰς αὐλώδεις, καθ' οὓς φαίνεται τὰ ἄστρα· διὸ καὶ ἐπιφρασσομένων τῶν ἐκπνοῶν τὰς ἐκλείψεις γίνεσθαι.

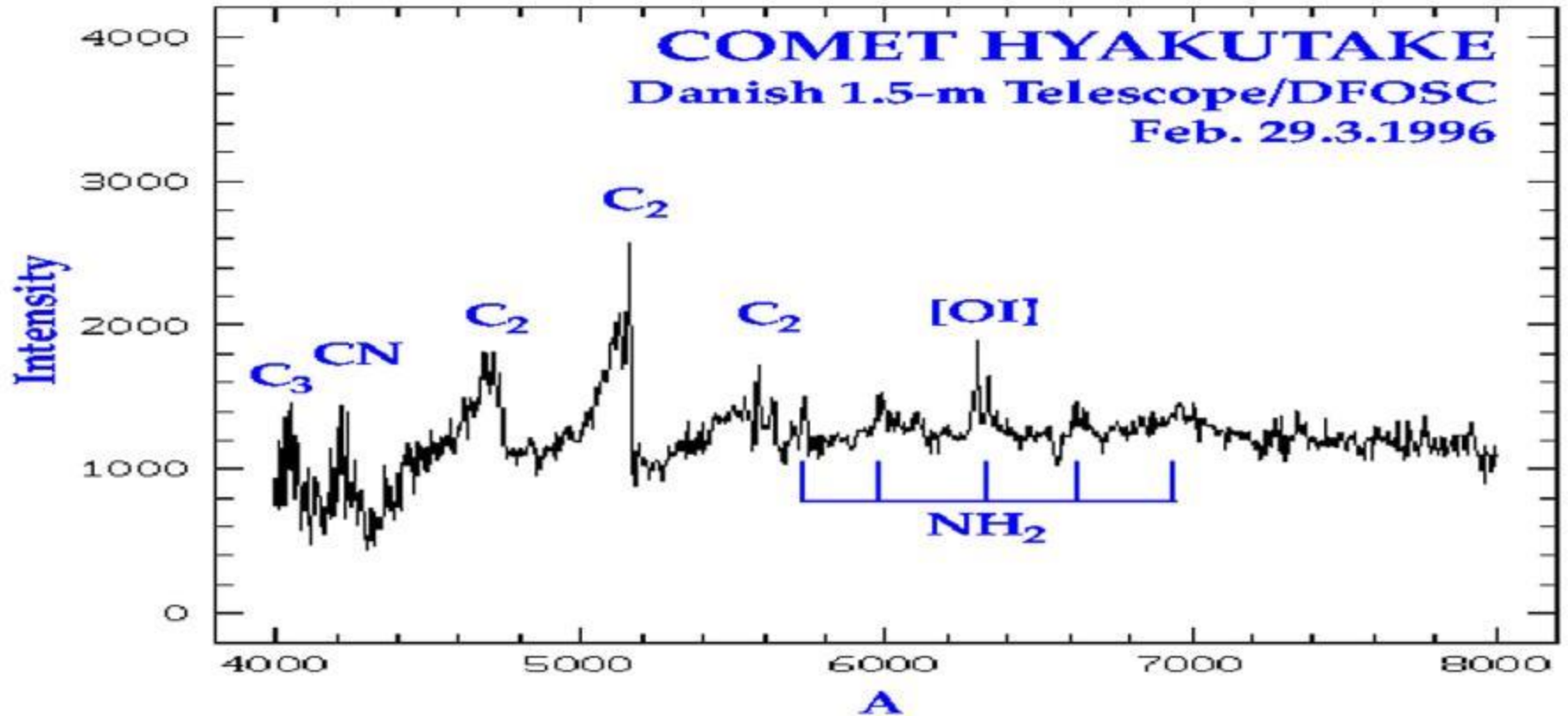








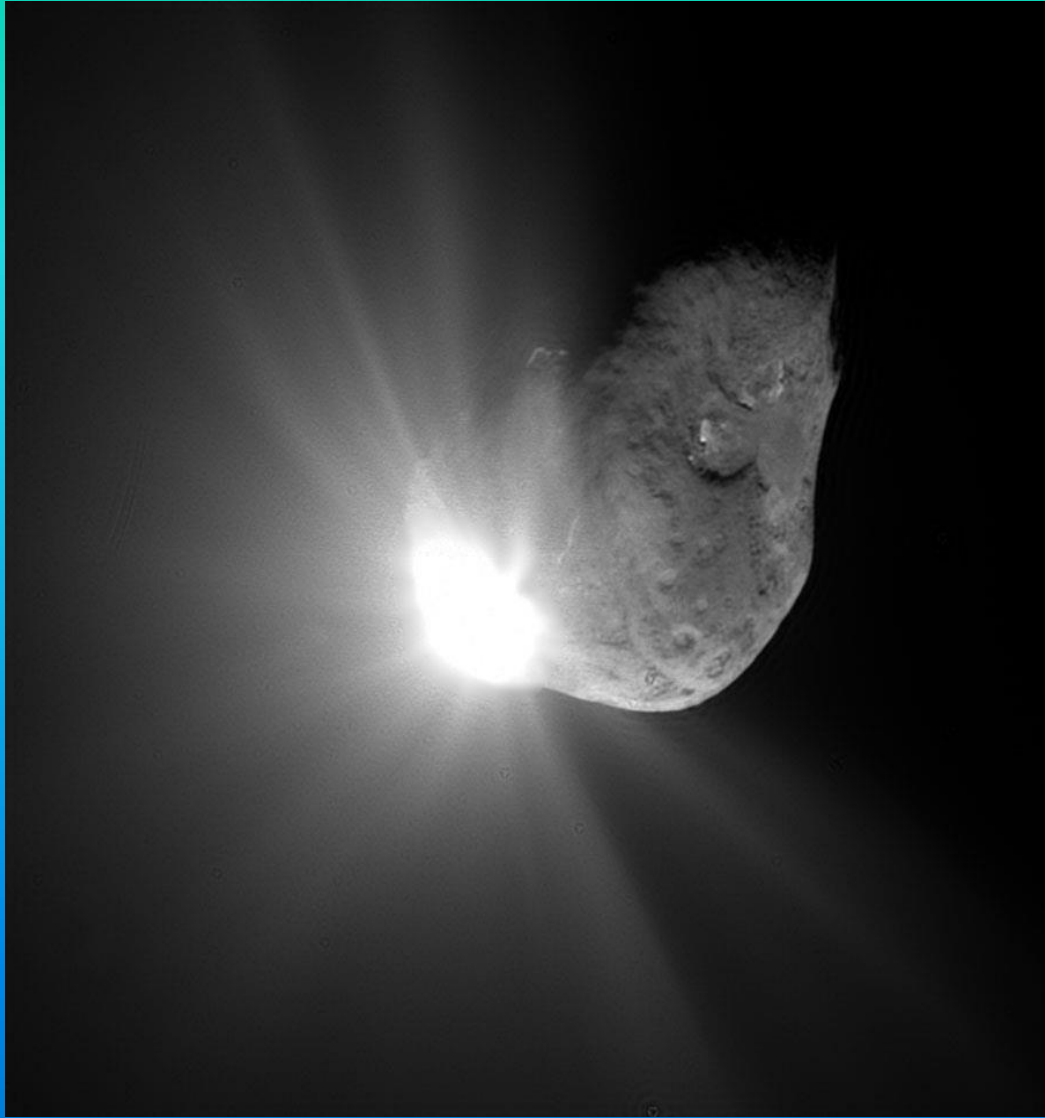




Φάσμα κομήτη όπου διακρίνονται οργανικές ενώσεις.

Spectra of Comet Hyakutake were obtained at the ESO La Silla Observatory on February 29.3 UT by Klaus Simon (Institute for Astronomy and Astrophysics, University of Munich, Germany) and Chris Lidman (ESO-Chile). They used the Danish 1.54-m telescope with the multi-mode DFOSC instrument and a large CCD. The slit was centred on the brightest part of the cometary coma. The frames were reduced by S. Benetti (ESO-Chile). This graphical representation is based on the combination of two 10-min exposures. They have been calibrated to show the wavelength (abscissa, in Angstrom) and relative intensity (ordinate). The spectrum covers the wavelength region 4000-8000 A with a spectral resolution of approx. 12 A.

Credit:ESO



Comet Halley's Nucleus

Credit & Copyright: [Halley Multicolor Camera Team](#), [Giotto Project](#), [ESA](#)





Comet Halley's Nucleus

Credit & Copyright: [Halley Multicolor Camera Team](#), [Giotto Project](#), [ESA](#)

Μετέωρα **Ωριωνίδες**,
κομήτης Χάλη ή
κομήτης Αναξιμάνδου



Μετέωρα Ωριωνίδες
Γύρω στις 20 Οκτωβρίου
κομήτης Χάλη ή Αναξιμάνδου



Halley ή κομήτης του Αναξαγόρα;



COMET HALLEY

HALLEY MULTICOLOUR CAMERA

13-MAR



Halley ή κομήτης του Αναξαγόρα;



IMAGE #3416 - 25 600 km



IMAGE #3444 - 18 000 km



IMAGE #3461 - 13 400 km



IMAGE #3475 - 9 600 km



IMAGE #3491 - 5 200 km



IMAGE #3496 - 3 900 km

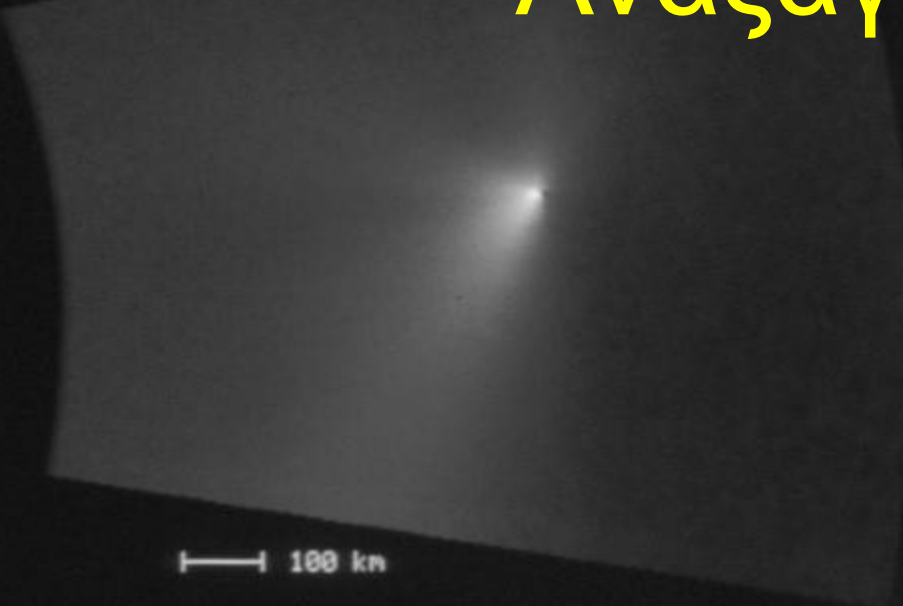
Copyright MPAE 1986

MAX-PLANCK-INSTITUT FUER AERONOMIE

#3056

Halley ή κομήτης του Αναξαγόρα;

#3418



100 kn



10 kn

#3457



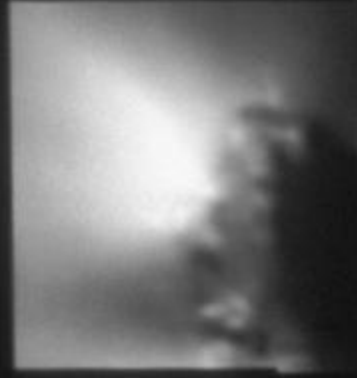
5 kn

#3475



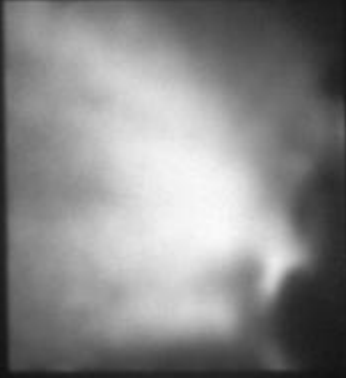
5 kn

#3491



1 kn

#3502



1 kn



Μια φωτογραφία της NASA με το Hubble Space Telescope (HST) του κομήτη Shoemaker-Levy 9, στις 17 Μαΐου 1994, με την Wide Field Planetary Camera 2(WFPC2), NASA, ESA, and H. Weaver and E. Smith (STScI)

**Diogenes Laertius Biogr., Vitae philosophorum (0004:
001) “*Diogenis Laertii vitae philosophorum,***

τοὺς δὲ κομήτας σύνοδον πλανητῶν φλόγας ἀφιέντων·
τούς τε διάττοντας οἷον σπινθῆρας ἀπὸ τοῦ ἀέρος
ἀποπάλλεσθαι.

Diogenes Laertius Biogr., Vitae philosophorum
Book 7, section 152, line 11

κομήτας δὲ καὶ πωγωνίας
καὶ λαμπαδίας πυρὰ εἶναι
ὑφεστῶτα πάχους ἀέρος εἰς
τὸν αἰθερώδη τόπον
ἀνενεχθέντος.

Diogenes Laertius Biogr., Vitae philosophorum
Book 10, section 111, line 5

**Κομῆται ἀστέρες γίνονται ἤτοι πυρὸς ἐν τόποις
τισὶ διὰ χρόνων τινῶν ἐν τοῖς μετεώροις
συντρεφομένου περιστάσεως γινομένης, ἢ ἰδίαν
τινὰ κίνησιν διὰ χρόνων τοῦ οὐρανοῦ ἴσχοντος
ὑπὲρ ἡμᾶς**

Diogenes Laertius Biogr., Vitae philosophorum
Book 7, section 152, line 11

ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ

Ἴριν δ' εἶναι αὐγὰς ἀφ' ὑγρῶν νεφῶν
ἀνακεκλασμένας ἢ, ὡς Ποσειδώνιος
φησιν ἐν τῇ Μετεωρολογικῇ, ἔμφασιν
ἡλίου τμήματος ἢ σελήνης ἐν νέφει
δεδροσισμένῳ κοίλῳ καὶ συνεχεῖ πρὸς
φαντασίαν, ὡς ἐν κατόπτρῳ
φανταζομένην κατὰ κύκλου περιφέρειαν

μετεωρίτες

ΜΕΤΕΩΡΙΤΕΣ:

1. Αερόλιθοι

2. Σιδηρολιθομετεωρίτες,

3. Σιδηρομετεωρίτες >

50%



Μετωρίτες, μετεωροειδείς



Taza_Meteorite

Μετεωρίτες, μετεωροειδείς

- Κομμάτια από αστεροειδείς και κομήτες
- Πέφτουν στη Γη
- Σημαντικές πληροφορίες
- ιδιότητες των σμηνών.

Κατηγορίες μετεωριτών

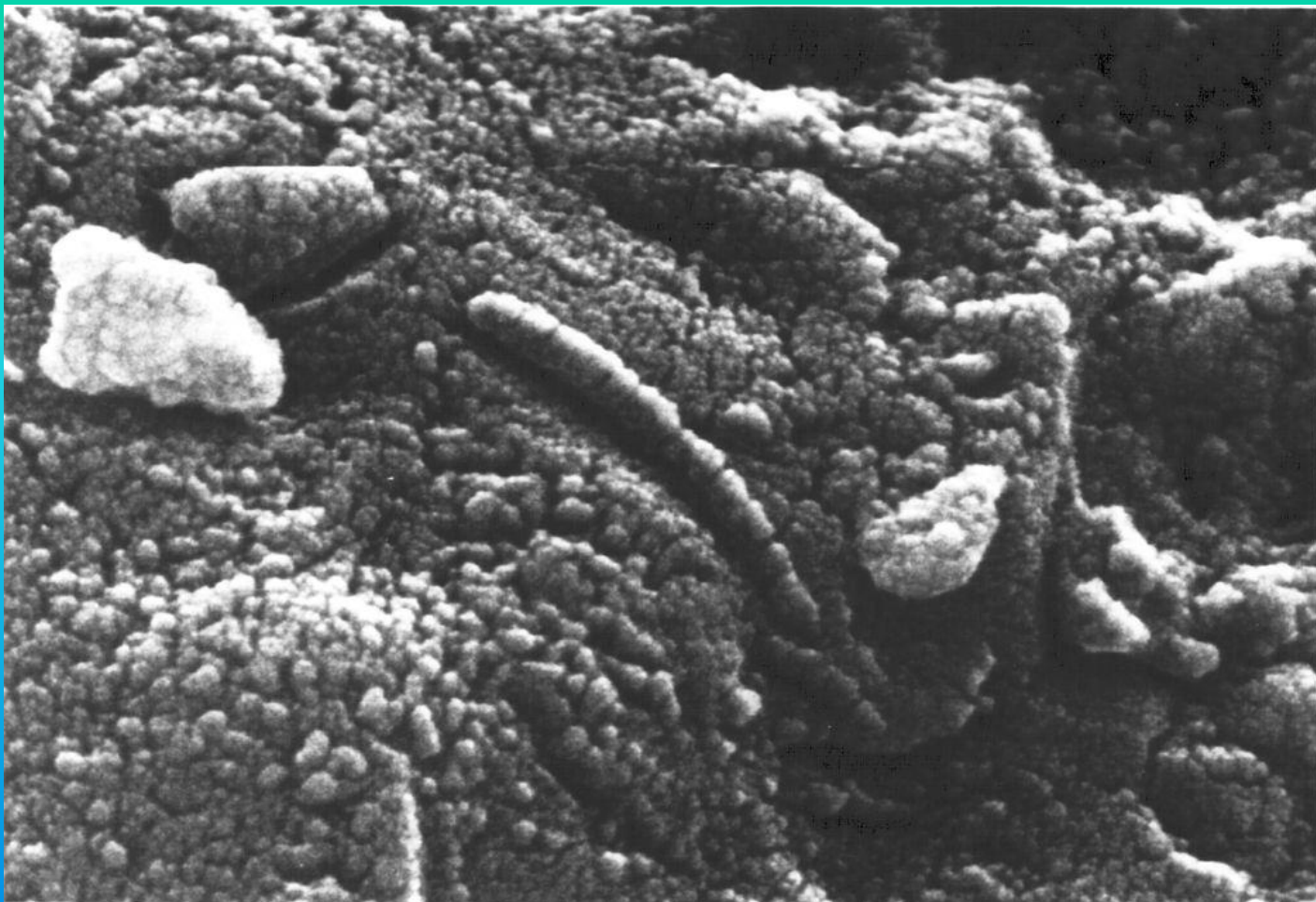
- Λιθομετεωρίτες ή αερόλιθοι (ποσοστό σιδήρου 1%)
- Λιθοσιδηρομετεωρίτες ή Σιδηρολιθομετεωρίτες,
- Σιδηρομετεωρίτες ή σιδερίτες (ποσοστό σιδήρου μεγαλύτερο του 50%)
- Υπάρχουν πολλοί τρόποι ταξινόμησης
- Βλ. http://en.wikipedia.org/wiki/Meteorite_classification



"Murnpeowie meteorite" by James St. John

Flickr: Murnpeowie Meteorite. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons -

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Murnpeowie_meteorite.jpg#mediaviewer/File:Murnpeowie_meteorite.jpg



Μετεωρίτης που πιθανότατα ήλθε από πρόσπτωση μεγαλύτερου σώματος στον Άρη και έχει ίχνη από βακτήρια (:).

"ALH84001 structures" by NASA -

<http://web.archive.org/web/2/curator.jsc.nasa.gov/antmet/marsmets/alh84001/ALH84001-EM1.htm>. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ALH84001_structures.jpg#mediaviewer/File:ALH84001_structures.jpg

"ALH84001 structures" by NASA -

<http://web.archive.org/web/2/curator.jsc.nasa.gov/antmet/marsmets/alh84001/ALH84001-EM1.htm>. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons -

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:ALH84001_structures.jpg#mediaviewer/File:ALH84001_structures.jpg

Χρήση σιδηρομετεωρίτη από πρωτόγονους ανθρώπους ως αιχμή του ακοντίου τους. Βρετανικό Μουσείο.

"Meteorite iron harpoon"

Photo by user:geni. Licensed under GFDL via Wikimedia Commons -

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meteorite_iron_harpoon.jpg#mediaviewer/File:Meteorite_iron_harpoon.jpg



Κρατήρας από πτώση αστεροειδούς στον Καναδά

- "Pingualuit aerial 2007" by NASA. Courtesy of Denis Sarrazin. - <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=79743&src=eoaiotd>. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pingualuit_aerial_2007.jpg#mediaviewer/File:Pingualuit_aerial_2007.jpg

μετεωροειδής διαμέτρου της τάξεως των 10 μέτρων, αν πέσει στην Γη ως μετεωρίτης, προκαλεί έκρηξη των 20 κιλοτόνων (όσο η βόμβα στην Χιροσίμα και το Ναγκασάκι).

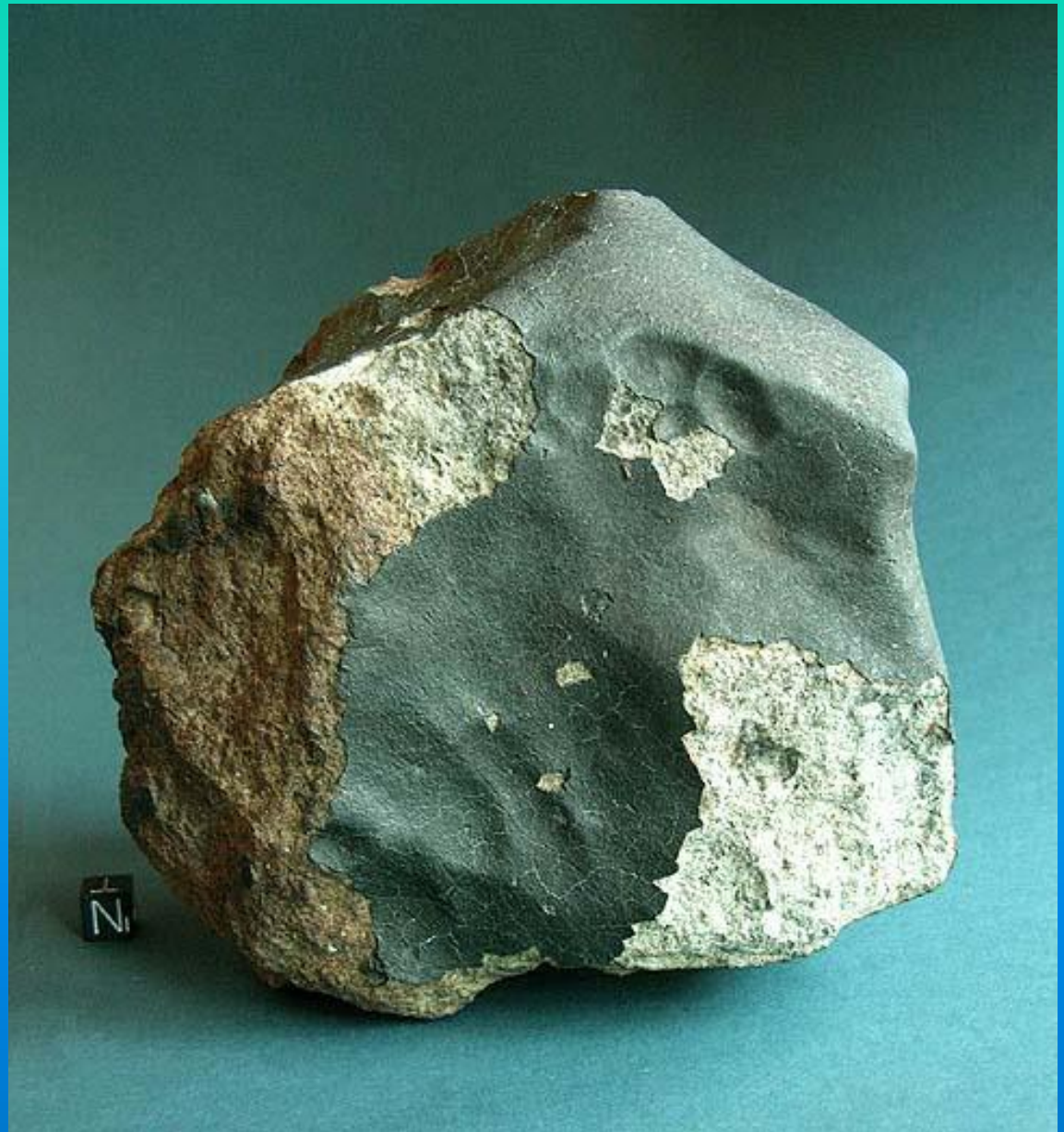
σίδηρομετεωρίτης από νικέλιο και σίδηρο με
κρυσταλλική δομή εξαγωνικού πλέγματος



μετεωρίτης του Hans Bernhard (Schnobly) ίδιο έργο. Άδεια CC BY-SA 3.0 υπό
Wikimedia Commons - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meteorite.JPG#mediaviewer/File:Meteorite.JPG>

λιθομετεωρίτης
(χονδρίτης) από την
Δυτική Αφρική, Σαχάρα,
από το
EI Mahbes "NWA 778 -
200705"

Υπό την άδεια CC BY 3.0 μέσω του
Wikimedia Commons -
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NWA_778_EI_Mahbes_meteorite_-_200705.jpg#mediaviewer/File:NWA_778_EI_Mahbes_meteorite_-_200705.jpg



Μετεωρίτης του
Mundrabilla
φωτογραφία του Klaus
Wagner. Μεγέθυνση με
το μικροσκόπιο.

[http://commons.wikimedia.org/
wiki/File:Mundrabilla_detail.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mundrabilla_detail.jpg)
#mediaviewer/File:Mundrabilla
_detail.jpg

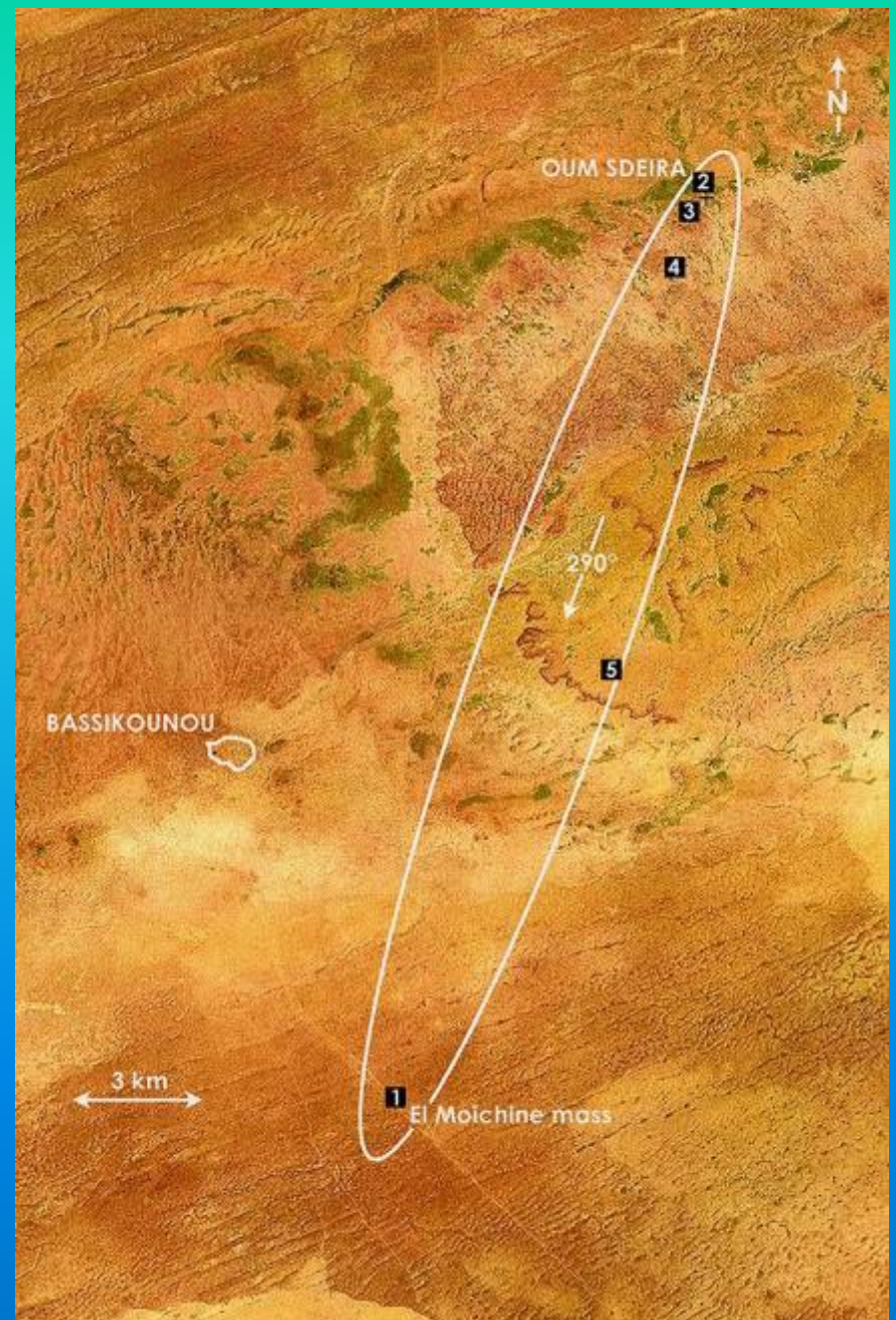


German geologists inspecting the Hoba meteorite in 1929. *Image courtesy of Marmet-Meteorites.com.*



Τα θραύσματα ενός μεγάλου μετεωρίτη σκορπίζουν σε μεγάλη περιοχή και σχηματίζουν πάνω στην Γη μια κωνική τομή, συνήθως έλλειψη, όπως η φωτογραφία από την Αφρική, Bassikounou Μαυριτανία.

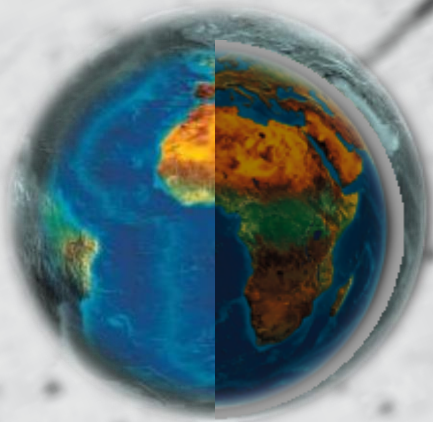
Φωτογραφία και μελέτη του κ. Dr. Svend Buhl, Βλ. www.niger-meteorite-recon.de
[http://de.wikipedia.org/wiki/Bassikounou_\(Meteorit\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Bassikounou_(Meteorit))



- μετεωρίτες
- και
- Κρουστικά
κύματα

Οι μετεωρίτες πέφτουν συνήθως στην Γη από ορισμένες κατευθύνσεις και ταχύτητες, λόγω των σχετικών κινήσεων Γης και μετεωριτών.

Φωτεινή πλευρά της Γης
Ταχύτητες μετεωροειδών
< 30 km/sec



Νυκτερινή πλευρά της Γης
Ταχύτητες > 30 km/sec

Ἀναξίμανδρος Πραξιάδου Μιλήσιος

- Testimonia 1.2 to Testimonia 1.17
- DIOG. II 1-2. (1) Ἀναξίμανδρος Πραξιάδου Μιλήσιος. οὗτος ἔφασκεν
- **ἀρχὴν καὶ στοιχεῖον τὸ ἄπειρον**, οὐ διορίζων ἀέρα ἢ ὕδωρ ἢ ἄλλο τι. καὶ τὰ μὲν μέρη μεταβάλλειν,
- τὸ δὲ πᾶν ἀμετάβλητον εἶναι. μέσσην τε τὴν γῆν κεῖσθαι κέντρου τάξιν ἐπέχουσαν, οὕσαν σφαιροειδῆ
- τὴν τε **σελήνην ψευδοφαῖ** καὶ ἀπὸ ἡλίου φωτίζεσθαι,
- **ἀλλὰ καὶ τὸν ἥλιον οὐκ ἐλάττονα τῆς γῆς καὶ καθαρώτατον πῦρ**
- εὗρεν δὲ καὶ γνώμονα πρῶτος καὶ ἔστησεν ἐπὶ τῶν σκιοθήρων ἐν Λακεδαίμονι, καθάφησι Φαβωρίνος ἐν Παντοδαπῇ ἱστορίᾳ,
- τροπὰς τε καὶ ἰσημερίας σημαίνοντα καὶ **ὠροσκοπεῖα κατεσκεύασε**. (2)
- καὶ γῆς καὶ θαλάσσης περίμετρον πρῶτος ἔγραψεν, ἀλλὰ καὶ **σφαῖραν κατεσκεύασε**.

Ἄναξιμανδρον

- Testimonia 18.1 18 AE+T. II 13, 7
- τὰ ἄστρα εἶναι] **πιλήματα** ἀέρος
τροχοειδῆ,
- πυρὸς ἔμπλεα,
- κατὰ τι μέρος ἀπὸ
- **στομίων ἐκπνέοντα φλόγας.**

Ψευδοπλούταρχος:

Placita philosophorum 890.D.8 890.D.9

- Ἀναξιμένης ὑπὸ πεπυκνωμένου ἀέρος καὶ **ἀντιτύπου** ἐξωθειῖσθαι τὰ ἄστρα.
- Δηλαδή οἱ κομήτες ωθούνται ἀπὸ τὰ ρεύματα αερῶν που εκτοξεύουν

Aëtius Doxogr.,

De placitis reliquiae (Stobaei
excerpta) Page 342, line 15

- Διογένης συμπεριφέρεσθαι τοῖς φανεροῖς ἄστροις ἀφανεῖς λίθους καὶ παρ' αὐτὸ τοῦτ' ἀνωνύμους· πίπτοντας δὲ πολλάκις ἐπὶ τῆς γῆς σβέννυσθαι καθάπερ τὸν ἐν Αἰγὸς ποταμοῖς πυρωδῶς ατενεχθέντα **ἀστέρα πέτρινον**.
Ἀναξιμένης **πυρίνην** μὲν τὴν φύσιν τῶν ἄστρον, περιέχειν δέ τινα καὶ **γεώδη σώματα** συμπεριφερόμενα τούτοις **ἀόρατα**.

Hephaestion Astrol.,

Apotelesmatica Page 75, line 14

- Ὁ δὲ φύσει Κομήτης λέγεται τοῦ Διός, πραϋτερος φαίνεται καὶ μόνος στίλβει τῇ χαίτῃ καὶ ἐναργυρίζει καὶ μακρὰ **πάλλει** ὥστε μὴ ἀντωπεῖν,

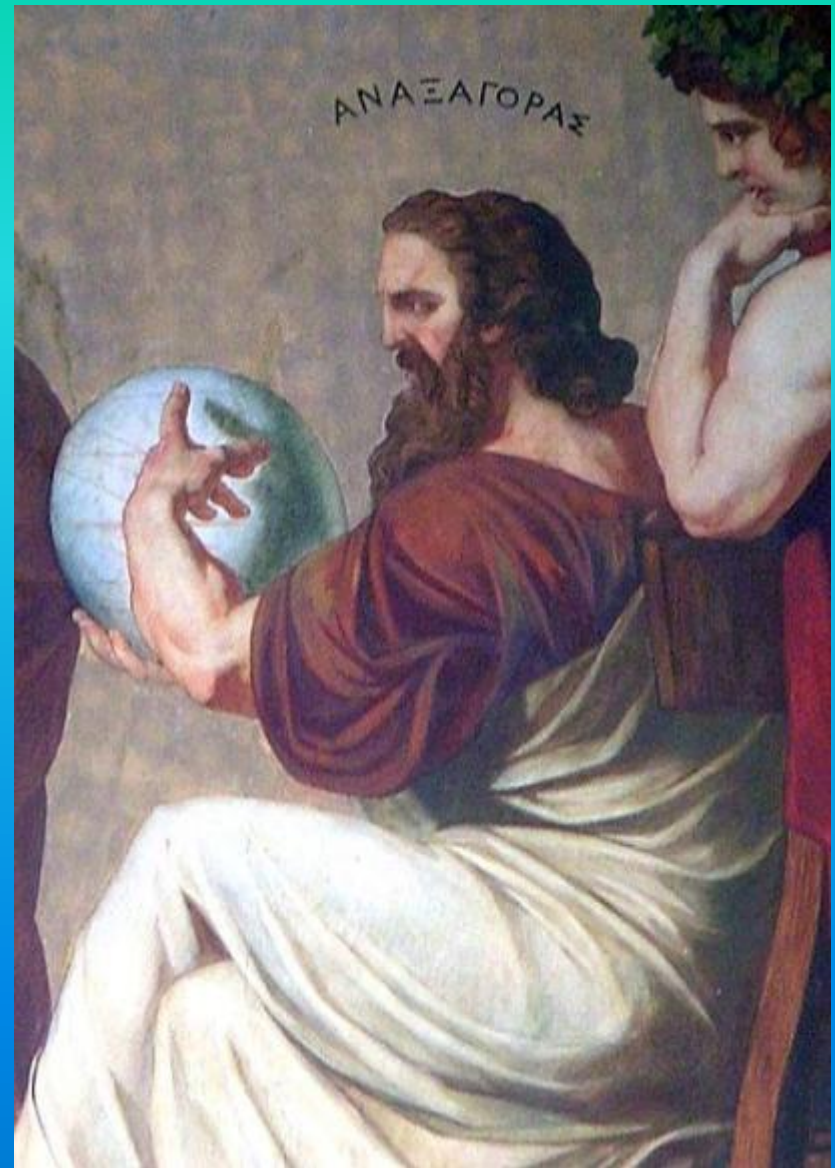
Olympiodorus Phil.,

In Aristotelis meteora commentaria,

Page 169, line 10

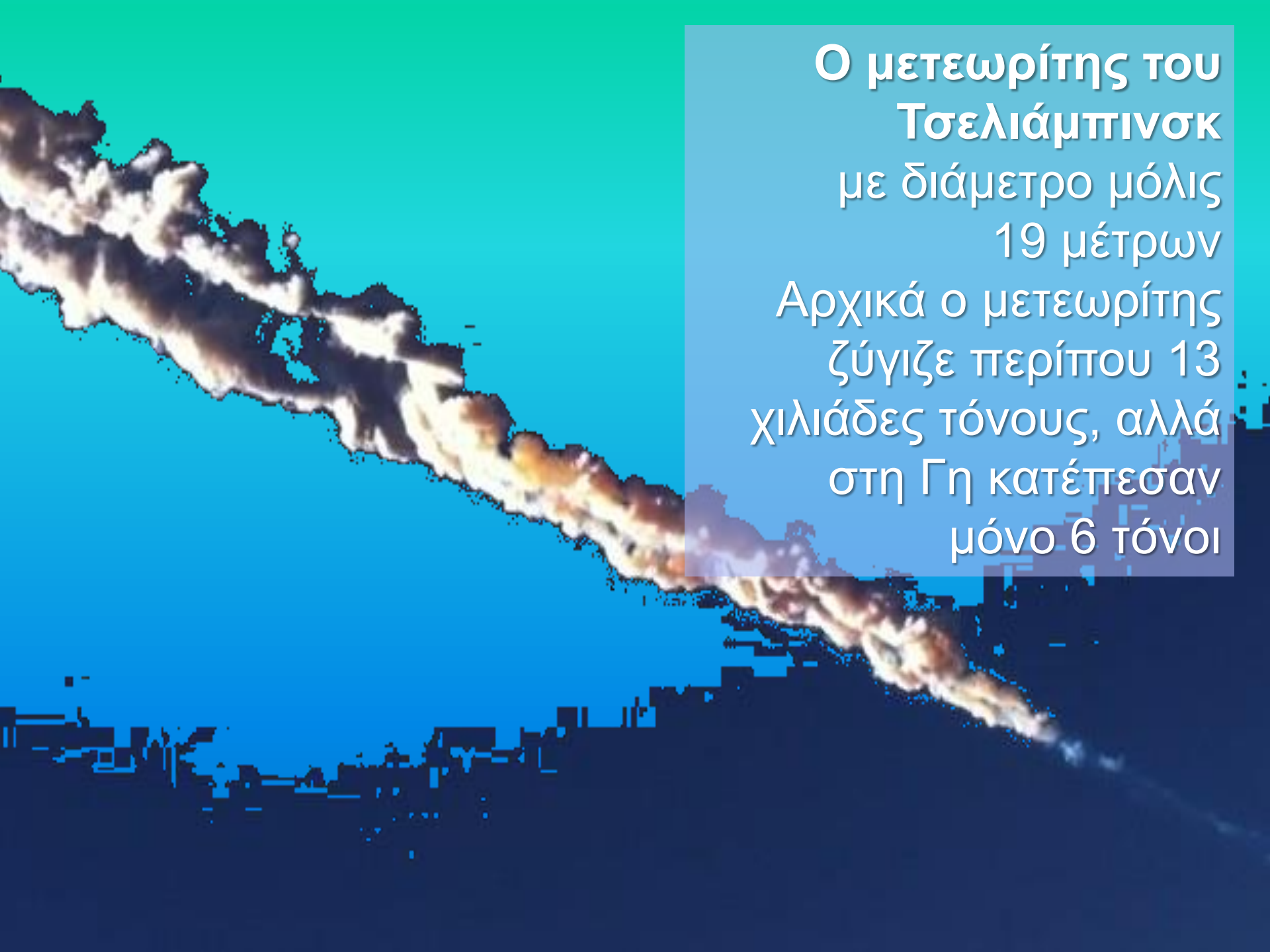
- ὅταν γὰρ εἴπωμεν τὸν μέγαν κομήτην φανῆναι, τότε γέγονε **σφοδρότατος ἄνεμος (το κρουστικό κύμα)**, ὥστ' ἐν τῷ ἀέρι λίθον μέγαν μετεωρισθέντα ῥιφῆναι ἐν Αἰγὸς ποταμοῖς.

Halley ή
κομήτης του
Αναξαγόρα;



Πτώση ενός τμήματος κομήτη το 1908 στην Σιβηρία!





Ο μετεωρίτης του
Τσελιάμπινσκ
με διάμετρο μόλις
19 μέτρων
Αρχικά ο μετεωρίτης
ζύγιζε περίπου 13
χιλιάδες τόνους, αλλά
στη Γη κατέπεσαν
μόνο 6 τόνοι



Ο μετεωρίτης του Τσελιάμπινσκ

με διάμετρο μόλις 19 μέτρων

Αρχικά ο μετεωρίτης ζύγιζε περίπου 13 χιλιάδες τόνους, αλλά στη Γη κατέπεσαν μόνο 6 τόνοι

Ο μετεωρίτης του Τσελιάμπινσκ

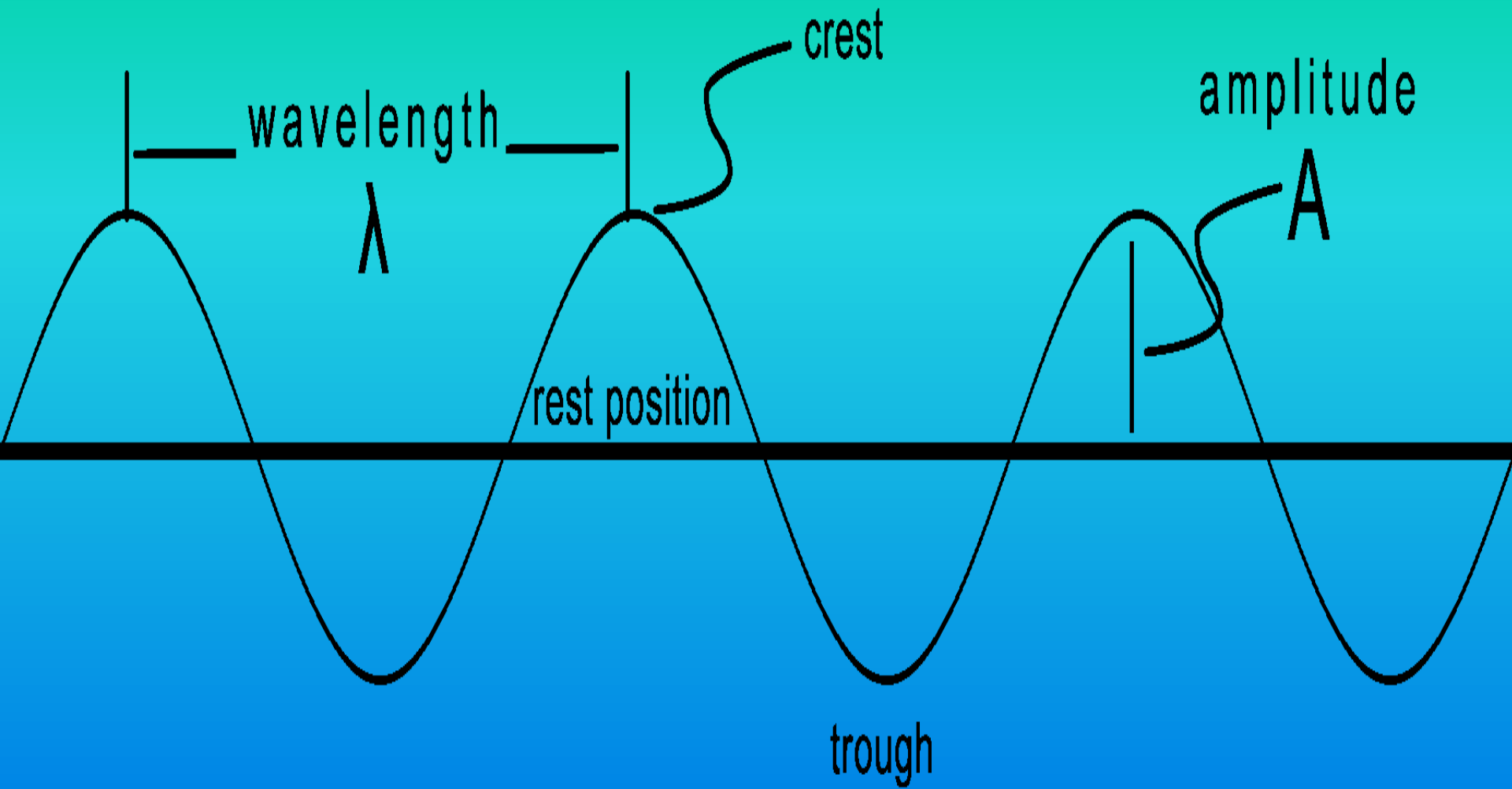
με διάμετρο μόλις 19 μέτρων

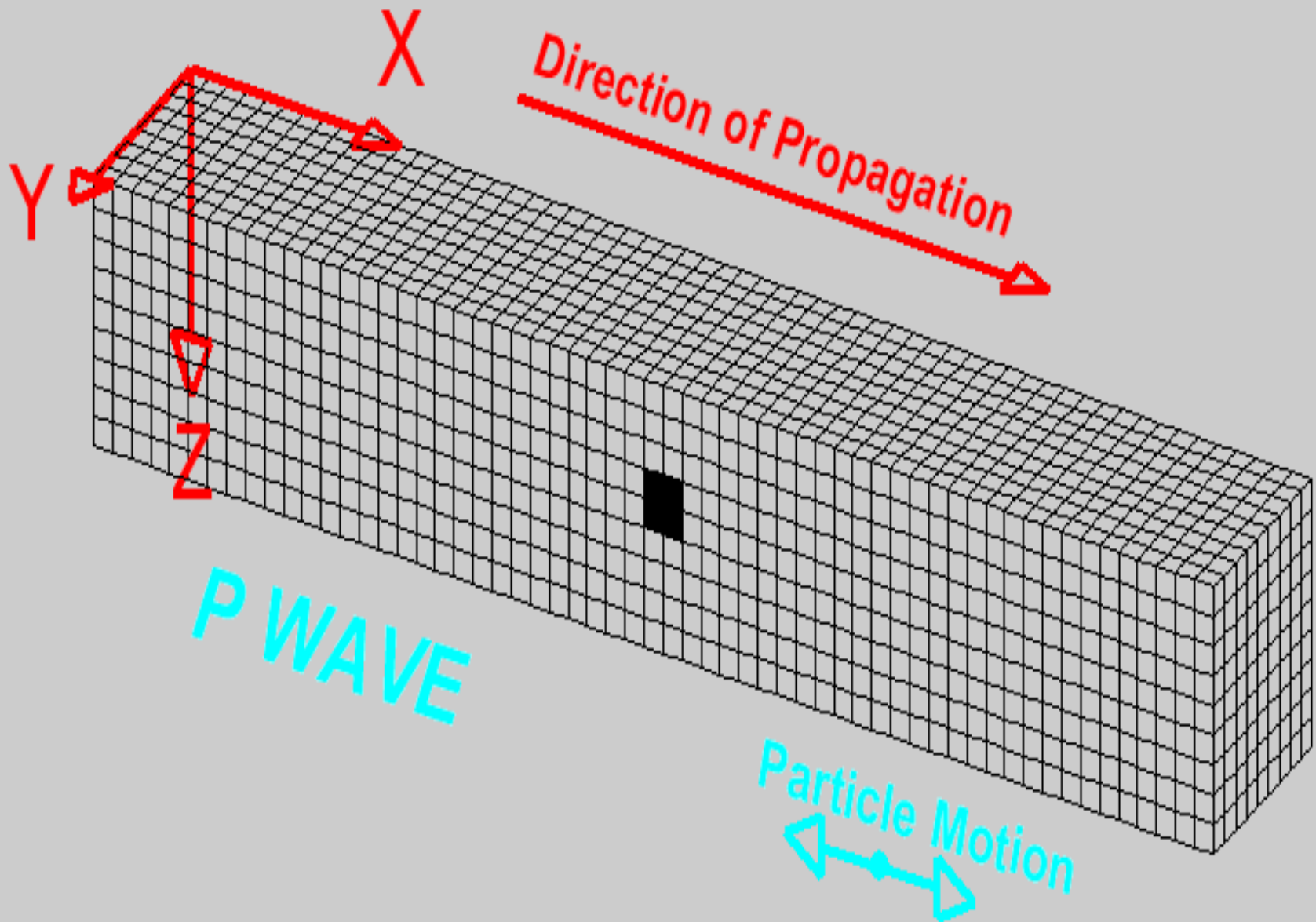
Αρχικά ο μετεωρίτης ζύγιζε περίπου 13 χιλιάδες τόνους, αλλά στη Γη κατέπεσαν μόνο 6 τόνοι

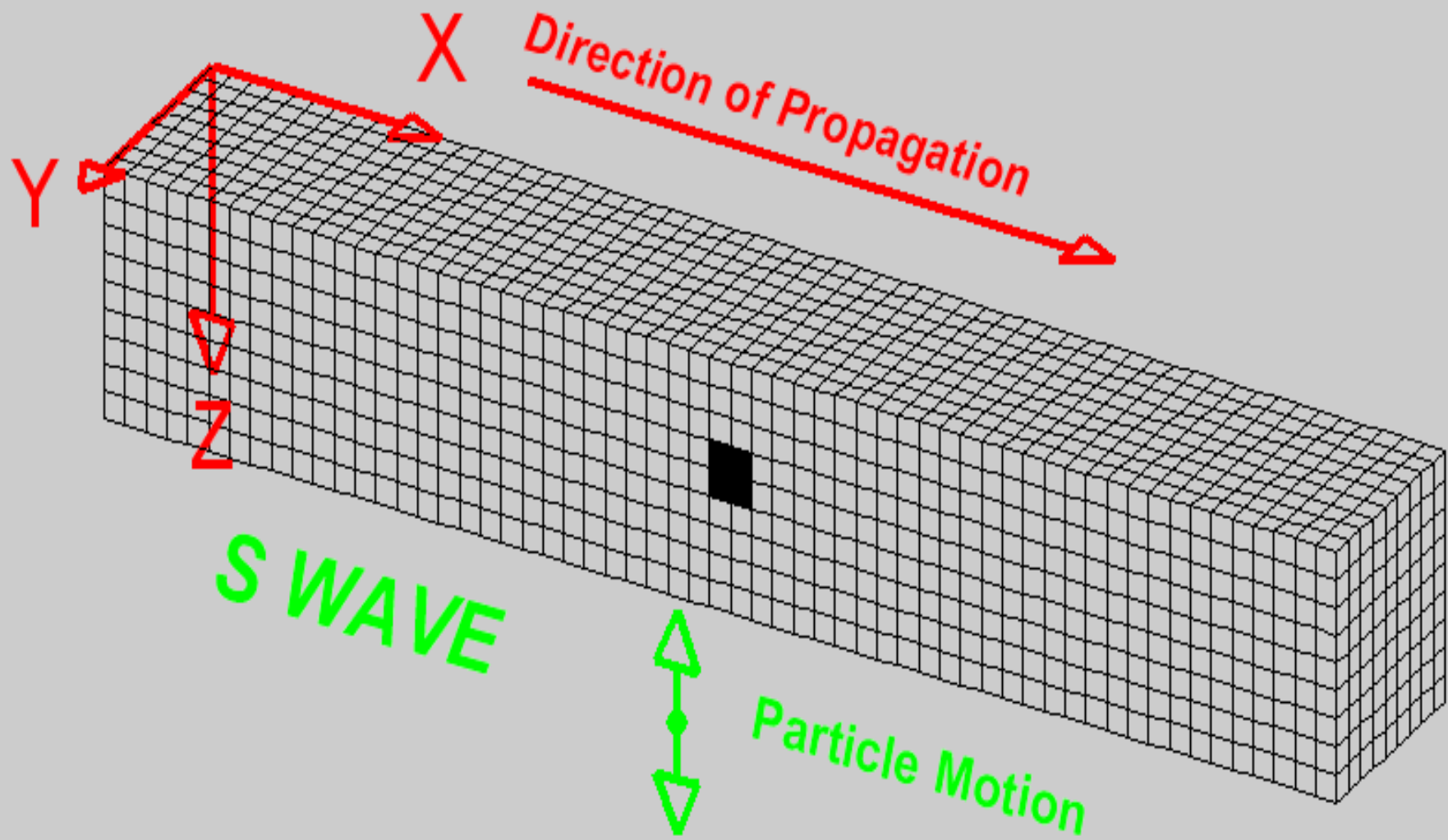
07:14 της 30ης του Ιούνη του 1908 ο ουρανός εξερράγη επάνω από μια απομακρυσμένη περιοχή της κεντρικής Σιβηρίας. Μια μπάλα φωτιάς με ισχύ 5 έως 10 μεγατόνων εκατονταπλάσια αυτή της έκρηξης στη Χιροσίμα, διέσχισε την ατμόσφαιρα 'σα να επρόκειτο για έναν δεύτερο ήλιο, σύμφωνα με τις μαρτυρίες όσων την είδαν. Οι επιστήμονες σήμερα πιστεύουν ότι ένα μικρό τμήμα ενός κομήτη ή ενός αστεροειδή ήταν αυτό που προκάλεσε το επονομαζόμενο 'συμβάν στην Tunguska', την περιοχή δηλαδή που βρίσκεται κοντά στον ομώνυμο ποταμό.

κύματα










$$\Delta\lambda/\lambda = v/c$$

$$v = c(\Delta\lambda/\lambda)$$

A white swan is shown swimming in dark water. The swan's head is turned to the left, and its long neck is extended. The water around the swan shows concentric ripples, indicating its movement. The text is overlaid on the upper right portion of the image.

Προσέξτε πώς αλλάζουν
τα κύματα που παράγονται
καθώς κινείται ο κύβινος

Φαινόμενο Ντόπλερ



Φαινόμενο Ντόπλερ

300 000 τζάμια στην Ρωσία έσπασαν από το κρουστικό κύμα του
Τεράστιου μετεωρίτη που έπεσε στην Σιβηρία (15 2 2013)

Κατέστρεψε όλα τα δένδρα σε ακτίνα 50 km



Κατέστρεψε όλα τα δένδρα σε ακτίνα 50 km



Εκρηκτική διάλυση ενός μεγάλου μετεωροειδούς, ή μικρού αστεροειδούς ή και θραύσματος κομήτη (διαστάσεων μερικών δεκάδων μέτρων) στην ατμόσφαιρα σε ύψος από 5 ως 10 χιλιόμετρα.

Εξερράγη στον αέρα με έκλυση ενέργειας 5 ως 30 μεγατόνοιους TNT, χιλιαπλάσια της ατομικής βόμβας της Χιροσίμας.

Τα δέντρα στη γύρω περιοχή είχαν πέσει κάτω προς τις κατευθύνσεις που έδειχναν μακριά από το κέντρο.

Κατέστρεψε 85 εκατομμύρια δέντρα σε έκταση πάνω από 2 εκατομμύρια στρέμματα.

Κατέστρεψε όλα τα δένδρα σε ακτίνα 50 km



Οι κατοικοι στην λίμνη Βαϊκάλης είδαν γαλαζιο φως, λαμπρό όσο και ο Ήλιος, να διασχίζει τον ουρανό.

10 λεπτά αργότερα, σημειώθηκε λάμψη και ήχος παρόμοιος με τον ήχο πυρών πυροβολικού και

ωστικό κύμα που έριξε ανθρώπους κάτω και έσπασε παράθυρα σε αποστάσεις εκατοντάδων χιλιομέτρων.

Η πρώτη αποστολή το 1921 ο Ρώσος ορυκτολόγος Λεονίντ Κούλικ επισκέφθηκε τη λεκάνη της Τουνγκούσκα ως μέρος επιθεωρήσεως από τη Σοβιετική Ακαδημία Επιστημών και συμπέρανε από τοπικές αφηγήσεις του γεγονότος ότι η έκρηξη είχε προκληθεί από ένα γιγάντιο μετέωρο.

Ο Κούλικ έψαχνε για μετεωρικό σίδηρο, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τη βιομηχανία.

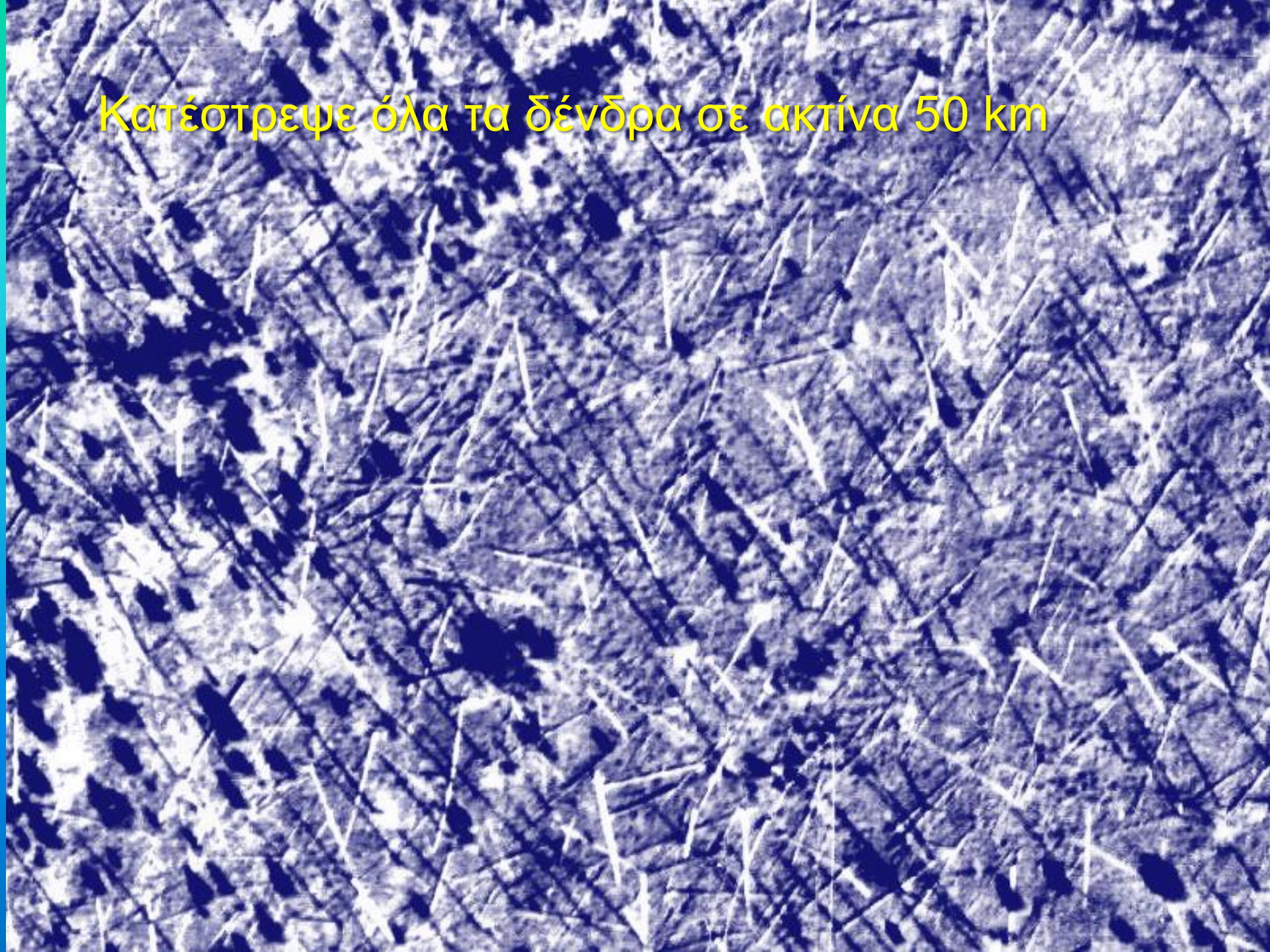
Δεύτερη αποστολή, πάλι υπό τον Κούλικ, το 1927 δεν βρέθηκε κρατήρας. Περιοχή καμένων δένδρων διαμέτρου περίπου 50 χιλιομέτρων. Στο κεντρο λίγα δέντρα στέκονταν όρθια, γυμνωμένα από τα κλαδιά και φλοιό.

Σε τρεις ακόμα αποστολές το 1938 ο Κούλικ οργάνωσε αεροφωτογράφιση.

Κατέστρεψε όλα τα δένδρα σε ακτίνα 50 km



Κατέστρεψε όλα τα δένδρα σε ακτίνα 50 km



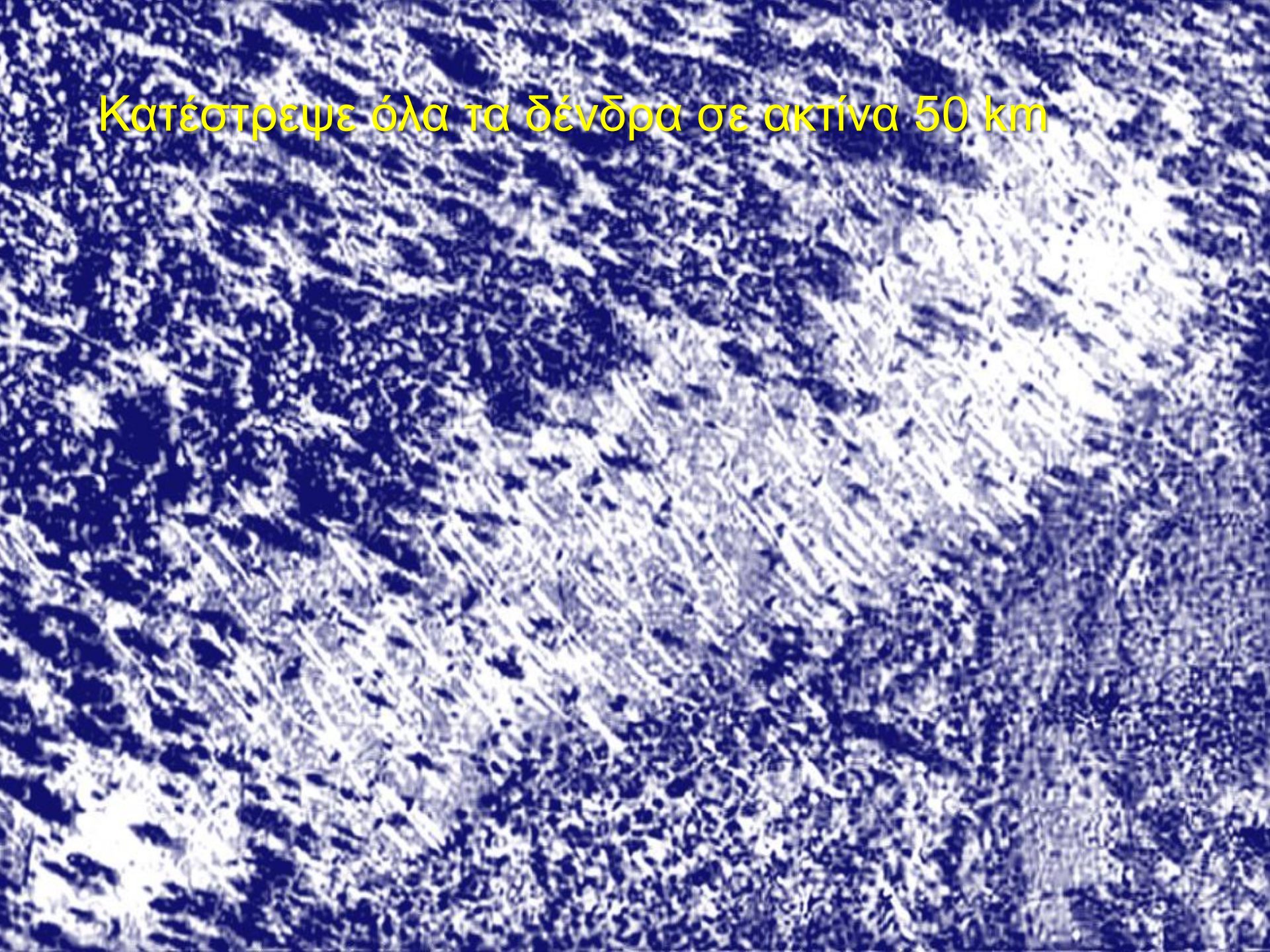
Νέες αποστολές στην περιοχή (1950-1970) ανακάλυψαν μικροσκοπικά υαλώδη σφαιρίδια στο κοσκίνισμα του εδάφους, με μεγάλες ποσότητες νικελίου και ιριδίου, που βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις σε μετεωρίτες.

Συνεντεύξεις από αυτόπτες μάρτυρες (1959), σε αποστάσεις μικρότερες των 100 χιλιομέτρων από την έκρηξη έδειχναν ότι είχαν βγάλει φλύκταινες στο δέρμα τους μετά την έκρηξη και ότι πέθαναν ολόκληρες οικογένειες.

Οι γιατροί που συνόδευαν την αποστολή συμπέραναν ότι η έκρηξη είχε συμπίσει τυχαία με μία επιδημία ευλογιάς στην περιοχή.

Μικρόβια από το διάστημα ή ραδιενέργεια.

Κατέστρεψε όλα τα δένδρα σε ακτίνα 50 km



•Του **S. Semenov**, όπως καταγράφηκε από την αποστολή του Leonid Kulik το 1930 (N.V. Vasiliev, A.F. Kovalevsky, S.A. Razin, L.E. Epiktetova, 1981).

«Την ώρα του πρωινού καθόμουν δίπλα στο σπίτι, στον εμπορικό σταθμό Βαναβάρα (65 km νότια από την έκρηξη), βλέποντας βόρεια. [...] Ξάφνικά είδα ότι ακριβώς βόρεια, πάνω από τον δρόμο της Τουνγκούσκα του Ογκουί, ο ουρανός άνοιξε στα δύο και φάνηκε φωτιά πάνω από το δάσος (όπως έδειξε ο αυτόπτης, περί τις 50 μοίρες ύψος - σημ. αποστολής). Το άνοιγμα μεγάλωσε και όλη η βόρεια πλευρά καλύφθηκε με φωτιά.

Εκείνη τη στιγμή ζεστάθηκα τόσο πολύ ώστε δεν μπορούσα να το υποφέρω, σαν να καιγόταν το πουκάμισό μου: από τον βοριά, όπου ήταν η φωτιά, ερχόταν δυνατή ζέστη. Ήθελα να σκίσω το πουκάμισό μου και να το πετάξω κάτω, αλλά μετά ο ουρανός έκλεισε, ένας ισχυρός γδούπος ακούστηκε και πετάχτηκα λίγα μέτρα μακριά. Για μια στιγμή έχασα τις αισθήσεις μου, αλλά τότε έτρεξε έξω η γυναίκα μου και με πήρε μέσα στο σπίτι.

Μετά από αυτό ήρθε ήχος όμοιος με αυτόν που κάνουν βράχια που πέφτουν ή κανόνια που ρίχνουν, η γη σείστηκε και όσο ήμουν κάτω πίεζα το κεφάλι μου στο πάτωμα, φοβούμενος ότι θα το έσπαζαν βράχια. Και καυτός άνεμος πέρασε ανάμεσα από τα σπίτια, σαν από κανόνια, που άφησε ίχνη στο έδαφος σαν μονοπάτια και προκάλεσε ζημιές σε κάποιες φυτείες. Αργότερα είδαμε ότι πολλά παράθυρα είχαν σπάσει..."

•Διήγηση του Τσουτσάν της φυλής των Σουαναγύρων, όπως καταγράφηκε από τον Ι.Μ. Σουσλώβ το 1926.

«Είχαμε μια καλύβα δίπλα στο ποτάμι με τον αδελφό μου Chekaren. Ξυπνήσαμε ξαφνικά την ίδια ώρα. Κάτι σαν να μας έσπρωξε. Ακούσαμε ένα σφύριγμα και αισθανθήκαμε δυνατό άνεμο. Ο Chekaren είπε: *Ακούς όλα αυτά τα πουλιά που πετούν από πάνω;* Μέσα στην καλύβα δεν μπορούσαμε να δούμε τι συνέβαινε απέξω. Ξαφνικά σπρώχτηκα και πάλι... Φοβήθηκα. Το ίδιο κι ο αδελφός μου. Αρχίσαμε να φωνάζουμε τους γονείς μας, αλλά κανένας δεν απάντησε. Ακουγόταν θόρυβος πέρα από την καλύβα, μπορούσαμε να ακούσουμε δέντρα να πέφτουν. Ο Chekaren κι εγώ βγήκαμε από τους υπνόσακούς μας και θέλαμε να τρέξουμε έξω, αλλά τότε σαν να χτύπησε κεραυνός. Αυτός ήταν ο πρώτος. Η γη άρχισε να σείεται, άνεμος χτύπησε την καλύβα μας και τη διέλυσε. Ρίχτηκα κάτω από τα δοκάρια, αλλά το κεφάλι μου τη γλίτωσε. Τότε είδα ένα θαύμα: δέντρα έπεφταν, τα κλαδιά τους καίγονταν, όλα ήταν πολύ φωτεινά, πώς μπορώ να το πω, σαν να υπήρχε ένας δεύτερος ήλιος, τα μάτια μου πονούσαν, έφθασα να τα κλείσω... Και αμέσως ακολούθησε μια δυνατή βροντή. Αυτός ήταν ο δεύτερος κεραυνός. Το πρωινό ήταν ηλιόλουστο, δεν υπήρχαν σύννεφα, ο Ήλιος μας έλαμπε όπως συνήθως... Ο Chekaren κι εγώ δυσκολευτήκαμε λίγο να βγούμε από τα ερείπια της καλύβας. Τότε είδαμε σε ένα άλλο μέρος του ουρανού μια άλλη λάμψη και μια δυνατή βροντή ακούστηκε. Αυτός ήταν ο τρίτος κεραυνός. Και πάλι ήρθε άνεμος, μας έσπρωξε και χτύπησε στα πεσμένα δέντρα. Κοιτάξαμε τα πεσμένα δέντρα, είδαμε κορυφές δέντρων να τσακίζονται και φωτιές. Ξαφνικά ο αδελφός μου ούρλιαξε *Κοίτα πάνω!* και έδειξε με το χέρι του. Κοίταξα και είδα μια άλλη αστραπή που προκάλεσε μια ακόμα βροντή. Αλλά ο ήχος ήταν λιγότερο δυνατός. Αυτό ήταν το τέταρτο χτύπημα, σαν ένας συνηθισμένος κεραυνός. Τώρα θυμάμαι καλά ότι υπήρξε και ένας ακόμα κεραυνός, αλλ' ήταν μικρός, και κάπου μακριά, εκεί που ο ήλιος πάει να κοιμηθεί»

•Εφημερίδα **Sibir**, 2 Ιουλίου 1908

«Στις 17η Ιουνίου, περί τις 9 το πρωί, παρατηρήσαμε ένα ασυνήθιστο φυσικό περιστατικό. Στο βόρειο χωριό Καρελίνσκι (200 βέρστια βόρεια του Κιρένσκ) οι χωρικοί είδαν προς τα βορειοδυτικά, ψηλά πάνω από τον ορίζοντα, υπέρλαμπρο (αδύνατο να το κοιτάξουν) ασπρογάλαζο ουράνιο σώμα, το οποίο επί δεκάλεπτο εκινείτο προς τα κάτω. Το σώμα εμφανιζόταν σωληνοειδές, δηλαδή κυλινδρικό στο σχήμα. Ο ουρανός ήταν αίθριος, μόνο ένα μικρό σκοτεινό σύννεφο παρατηρήθηκε στη γενική κατεύθυνση του λαμπρού σώματος. Επικρατούσε ζέστη και ξηρασία. Καθώς το σώμα πλησίαζε το έδαφος (δάσος), φάνηκε να μαυρίζει και μετατράπηκε σε ένα γιγάντιο κύμα μαύρου καπνού. Ακούστηκε ένας ισχυρός γδούπος (όχι βροντή), σαν να έπεφταν βράχια ή να ηχούσαν κανόνια, και όλα τα κτίσματα σείσθηκαν. Την ίδια ώρα το σύννεφο άρχισε να βγάζει φλόγες αβέβαιου σχήματος. Οι χωρικοί όλοι πανικοβλήθηκαν και βγήκαν στους δρόμους, γυναίκες έκλαιγαν, νομίζοντας ότι ήταν το τέλος του κόσμου. Ο συγγραφέας αυτών των γραμμών βρισκόταν στο δάσος περί τα 6 βέρστια βόρεια του Κιρένσκ και άκουσε προς τα ΒΑ σαν μπαράζ πυροβολικού που επαναλήφθηκε σε διαστήματα 15 λεπτών τουλάχιστον 10 φορές. Στο Κιρένσκ, σε λίγα κτήρια, στις βορειοανατολικές τους πλευρές τα παράθυρα έσπασαν»

•Εφημερίδα **Ζωή της Σιβηρίας**, 27 Ιουλίου 1908

«Κατά την πτώση του μετεωρίτη, ισχυρές δονήσεις του εδάφους παρατηρήθηκαν και κοντά στο χωριό Λοβάτ του ουέζντ του Κανσκ ακούστηκαν δύο ισχυρές εκρήξεις, σαν από κανόνια μεγάλου διαμετρήματος.»

•Εφημερίδα **Krasnoyaretz**, 13 Ιουλίου 1908
«Χωριό Κεζέμσκογιε. Στις 17 (ενν. Ιουνίου με το παλ.ημερολ.) ένα ασυνήθιστο ατμοσφαιρικό γεγονός παρατηρήθηκε.

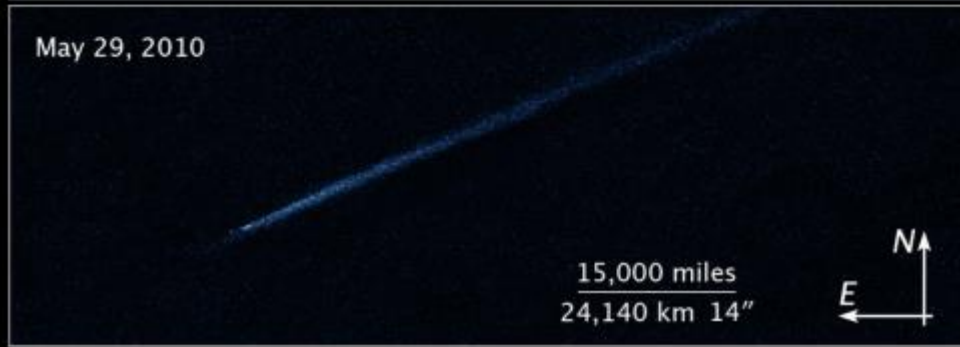
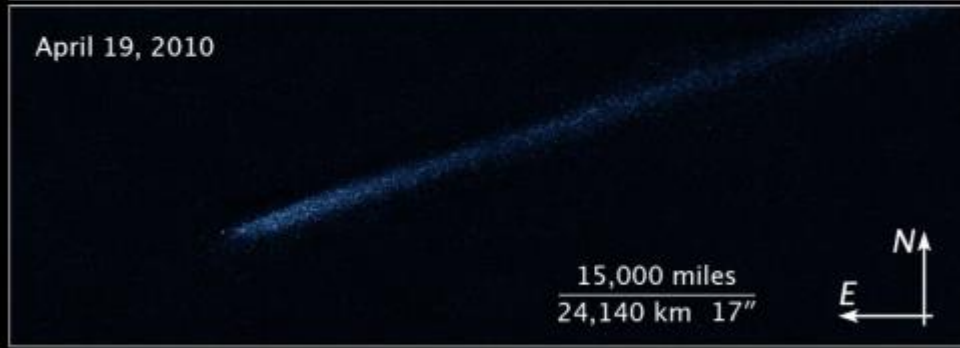
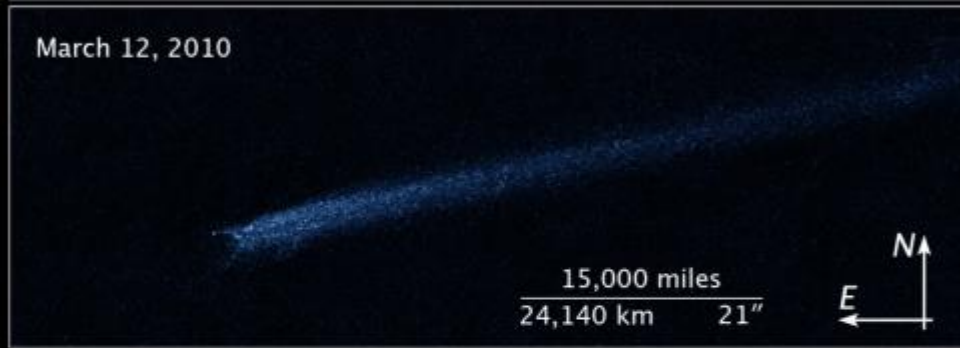
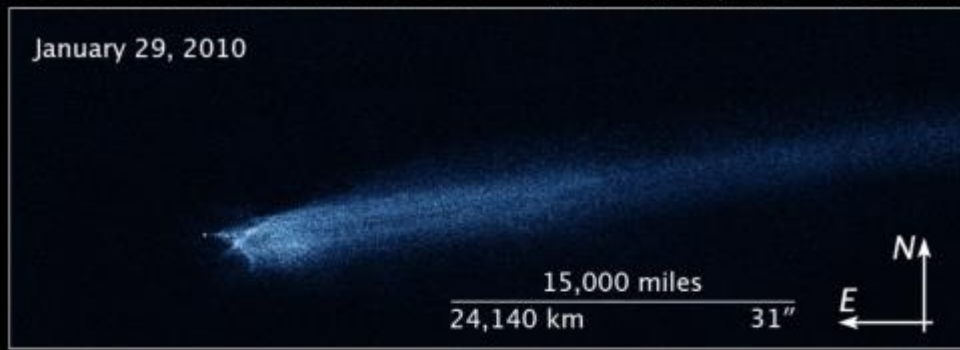
Στις 7:43 ακούσθηκε ήχος παρόμοιος ισχυρού ανέμου. Αμέσως μετά ακούσθηκε ένας φρικιαστικός γδούπος, ακολουθούμενος από σεισμό που έσεισε τα κτήρια σαν να είχαν κτυπηθεί από ένα βαρύ βράχο.

Ο πρώτος γδούπος ακολουθήθηκε από δεύτερο και τρίτο. Το διάστημα μεταξύ του πρώτου και του τρίτου γδούπου ακουγόταν ένα ασυνήθιστο υπόγειο κροτάλισμα, παρόμοιο με μια σιδηροδρομική γραμμή επί της οποίας δεκάδες τρένα συγχρόνως.

Στη συνέχεια, επί 5 ως 6 λεπτά ακουγόταν ήχος ακριβώς ίδιος με. Μετά από 1,5 ως 2 λεπτά ακόμα έξι επιπλέον γδούποι ακούστηκαν συνοδευόμενοι από κανονιοβολισμούς: 50 ως 60, σε ίσα μικρά διαστήματα που προοδευτικά ελαττώνονταν σε ένταση από δονήσεις.

Ο ουρανός, εκ πρώτης όψεως, εμφανιζόταν καθαρός. Δεν υπήρχε άνεμος ή σύννεφα. Ωστόσο, με προσεκτικότερη παρατήρηση προς τα βόρεια, δηλ. προς την κατεύθυνση των γδούπων, ένα είδος σύννεφου στάχτης φάνηκε κοντά στον ορίζοντα, που γινόταν συνεχώς μικρότερο και αραιότερο, και περί τις 2-3 μ.μ. εξαφανίσθηκε ολότελα».

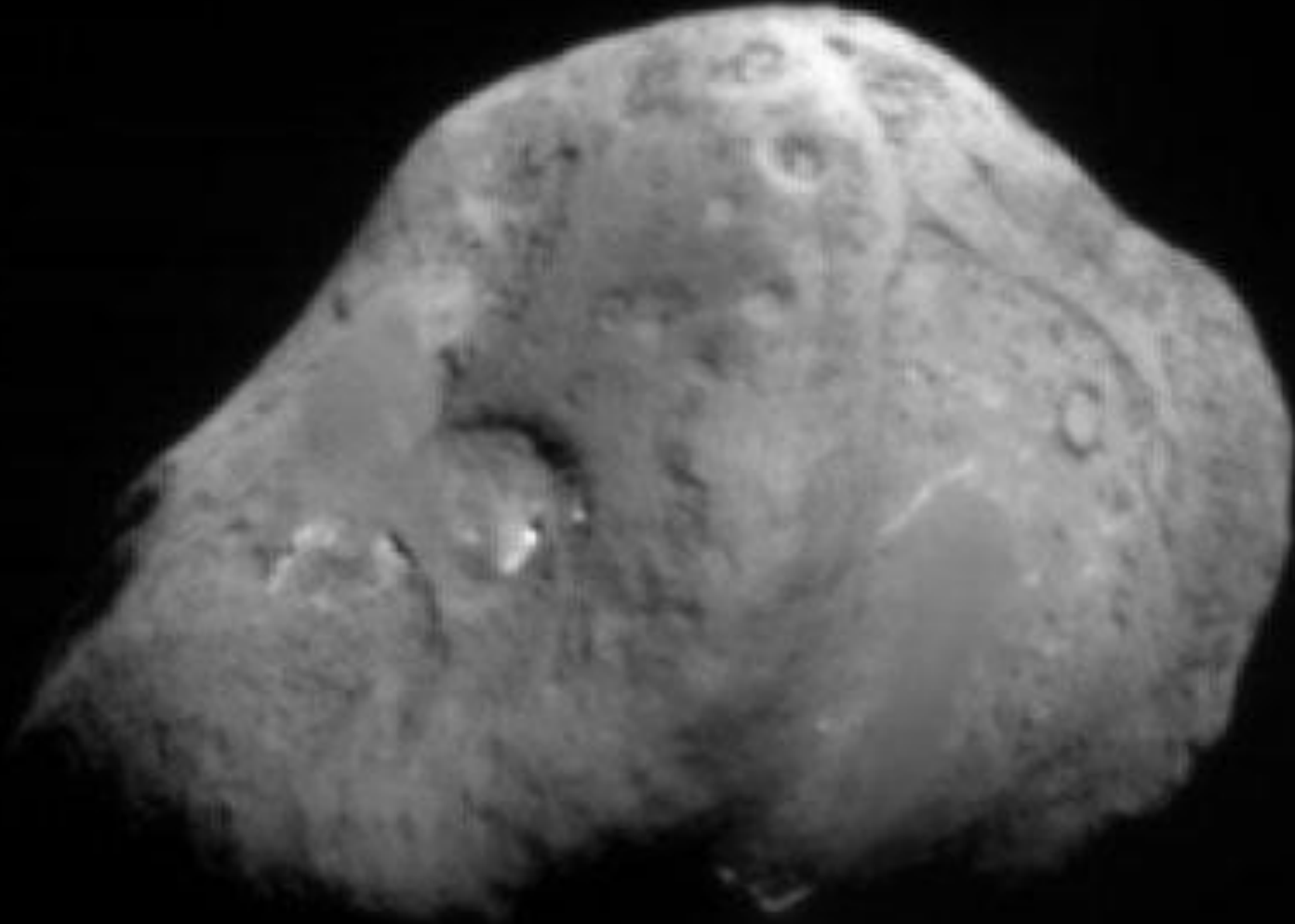
- four Hubble Space Telescope images, taken over a five-month period, from January to May 2010 with Wide Field Camera 3, show the odd-shaped debris that likely came from a collision between two asteroids. **Illustration Credit:** NASA, ESA, and Z. Levay (STScI) **Science Credit:** NASA, ESA, and D. Jewitt (UCLA)





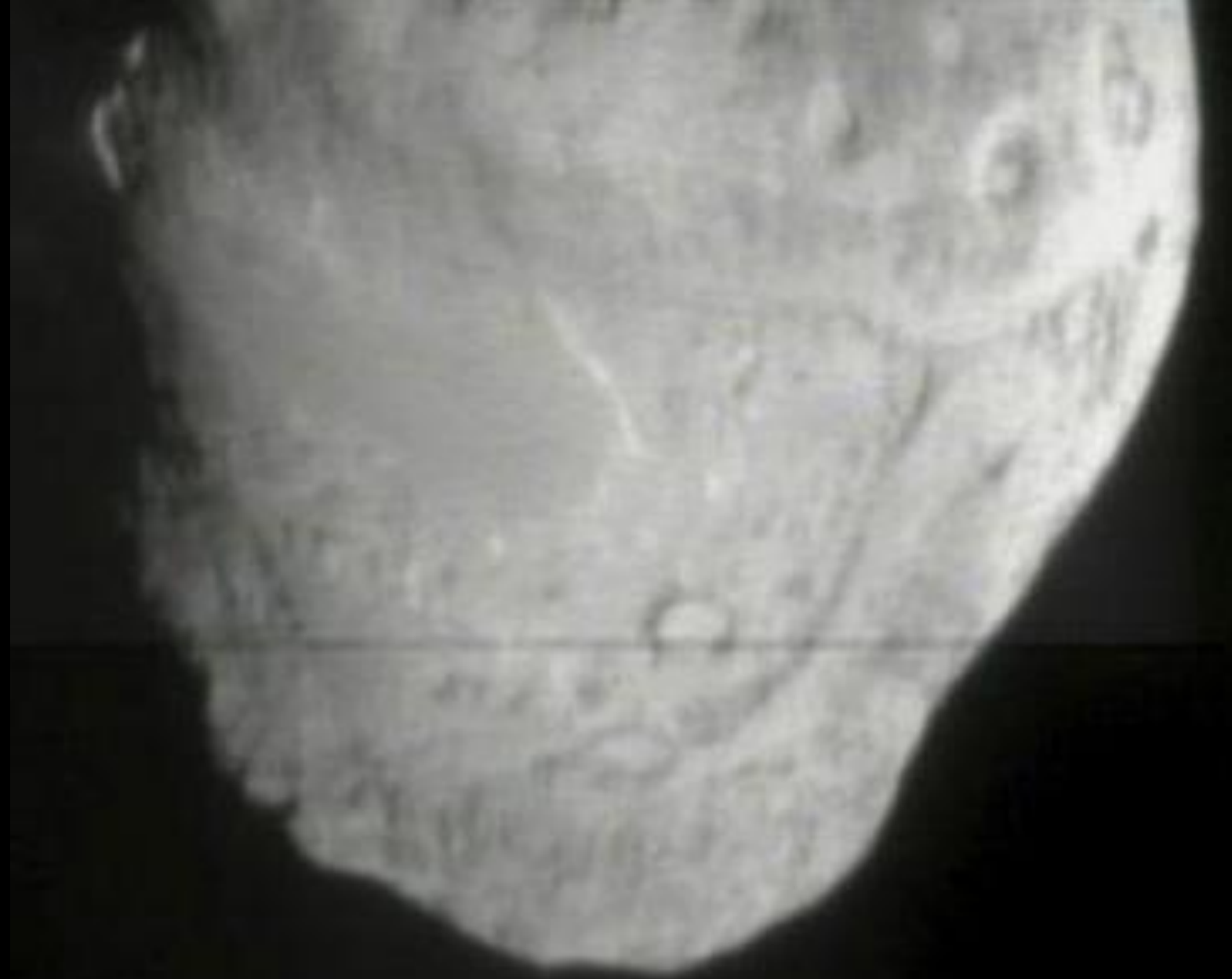
Κομήτης 9P/Tempel 1.

φωτογραφία που ελήφθη από το δειγματολήπτη του Deep Impact's πριν διεισδύσει στον κομήτη



Composite image of Comet Tempel 1, with data from Deep Impact's three cameras. Arrows a and b point to large, smooth regions. The impact site is indicated by the third large arrow. The scale bar is 1 km and the two arrows above the nucleus point to the sun and the rotational axis of the nucleus. Credit: NASA/JPL/UMd







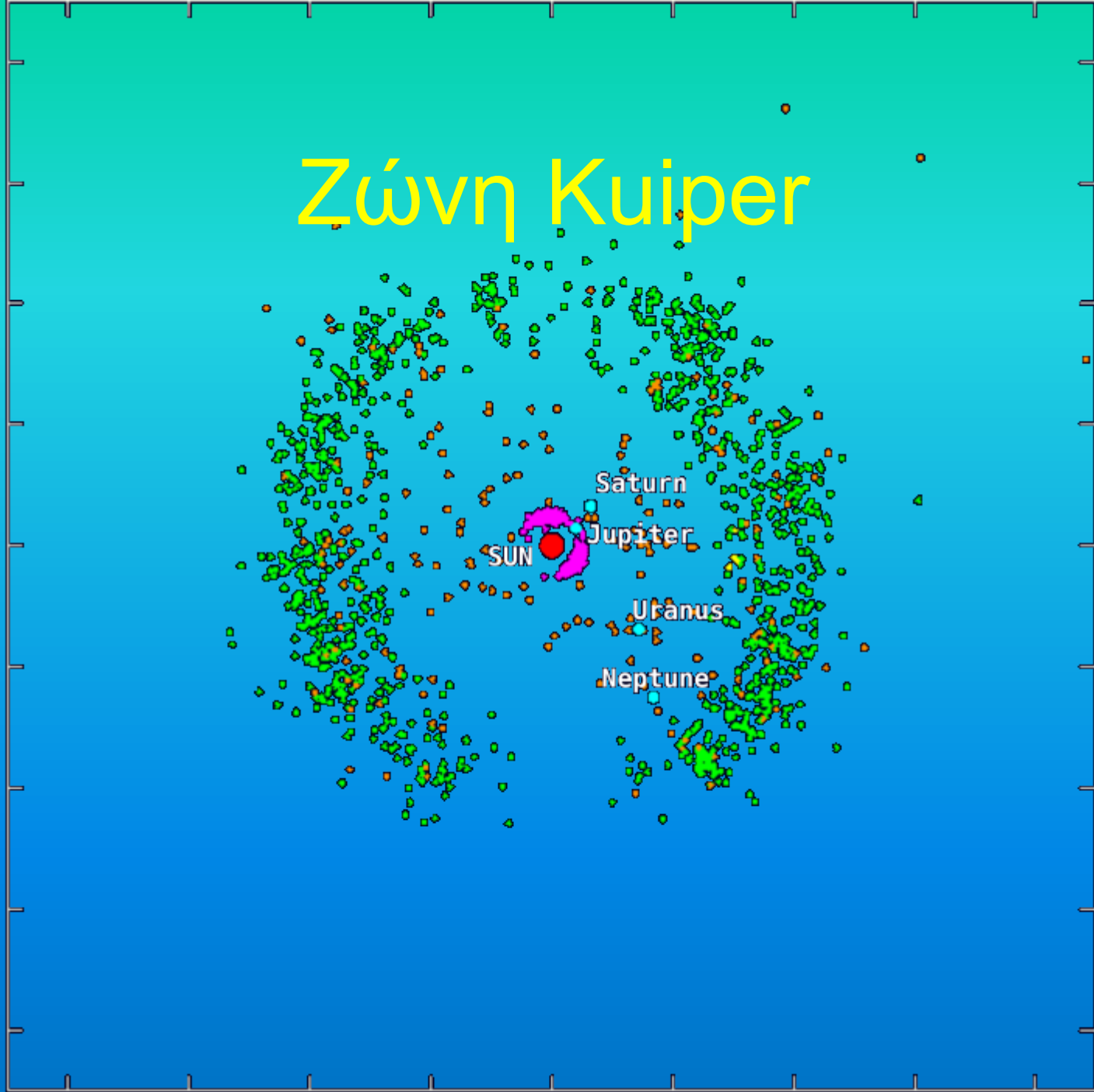


Deep impact από το Hubble



Ζώνη Kuiper

80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80



80 60 40 20 0 20 40 60 80

Oort Cloud



Ζώνη Kuiper

- Όμοια με τη ζώνη των αστεροειδών
- 20 φορές εκτενέστερη
- 20–200 φορές μεγαλύτερης μάζας

Χημική σύσταση

- Αποτελούνται από μεθάνιο, αμμωνία και νερό

Kuiper belt objects (KBOs)

- Υπάρχουν 70 000 KBOs με διάμετρο μεγαλύτερη από 100 km

ΥΠΕΡ-ΠΟΣΕΙΔΩΝΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

- [134340 Pluto](#), a dwarf planet. [Charon](#), the largest [moon](#) of Pluto.
- [\(15760\) 1992 QB₁](#), the prototype [cubewano](#), the first Kuiper belt object discovered after Pluto and Charon.
- [1998 WW₃₁](#), the first binary Kuiper belt object discovered after Pluto and Charon.
- [\(15874\) 1996 TL₆₆](#), the first object to categorized as a [scattered disk object](#).
- [\(48639\) 1995 TL₈](#) has a very large satellite and is the earliest discovered scattered disc object.
- [1993 RO](#), the next [plutino](#) discovered after [Pluto](#).
- [20000 Varuna](#) and [50000 Quaoar](#), large cubewanos.
- [90482 Orcus](#) and [28978 Ixion](#), large plutinos.
- [90377 Sedna](#), a distant object, classified in a new category named *Extended scattered disc* (E-SDO),^[3] *detached objects*,^[4] *Distant Detached Objects* (DDO)^[5] or *Scattered-Extended* in the formal classification by DES^[6]
- [136108 Haumea](#)^[7], a dwarf planet, the fourth largest known trans-Neptunian object. Notable for its two known satellites and unusually short rotation period (3.9 h).^[8]
- [136199 Eris](#), dwarf planet, a scattered disk object, currently the largest known trans-Neptunian object. One known satellite, [Dysnomia](#).
- [136472 Makemake](#)^[9], dwarf planet, a cubewano, the third largest known trans-Neptunian object
- [2004 XR₁₉₀](#), a scattered disk object following unusual, highly inclined but circular orbit.
- [\(87269\) 2000 OO₃₇](#) and [\(148209\) 2000 CR₁₀₅](#), remarkable for their eccentric orbits and large aphelia.

Largest known trans-Neptunian objects (TNOs)



Eris



Pluto



Makemake



Haumea



Sedna



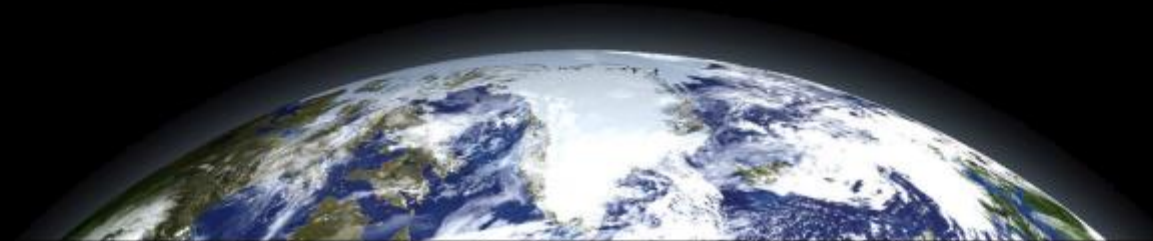
Orcus



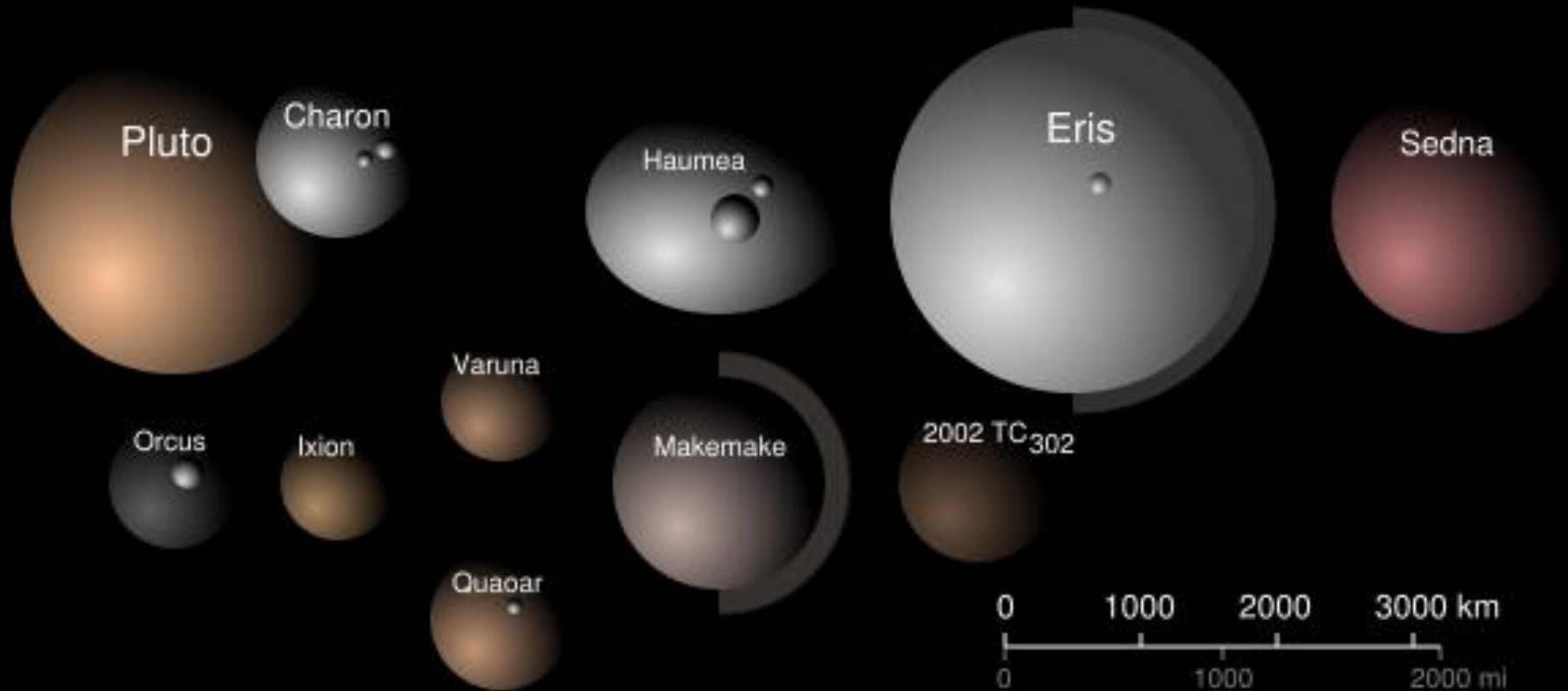
Quaoar



Varuna



Τα μεγαλύτερα



Name	Provisional Designation	Absolute magnitude	Albedo	Equatorial diameter (km)	Semimajor axis (AU)	Class	Discovery date	Discoverer(s)	Diameter method
<u>Eris</u> Νάνος πλανήτης	2003 UB ₃₁₃	-1.2	~0.86 ± 0.07	2400 ± 100	67.7	<u>SDO</u> Σκεδασμένου δίσκου	2005	<u>M. Brown, C. Trujillo & D. Rabinowitz</u>	<u>thermal</u>
<u>Pluto</u> Νάνος πλανήτης		-1.0	0.49 to 0.66	2306 ± 20	39.4	<u>KBO</u>	1930	<u>C. Tombaugh</u>	<u>occultation</u>
<u>Makemake</u>		-0.48					2005	<u>M. Brown et al.</u>	
<u>Haumea</u>		0.17					2005	disputed	
<u>Charon</u> Νάνος πλανήτης	S/1978 P 1	1	0.36 to 0.39	1205 ± 2	39.4	KBO <u>satellite</u>	1978	<u>J. Christy</u>	<u>occultation</u>

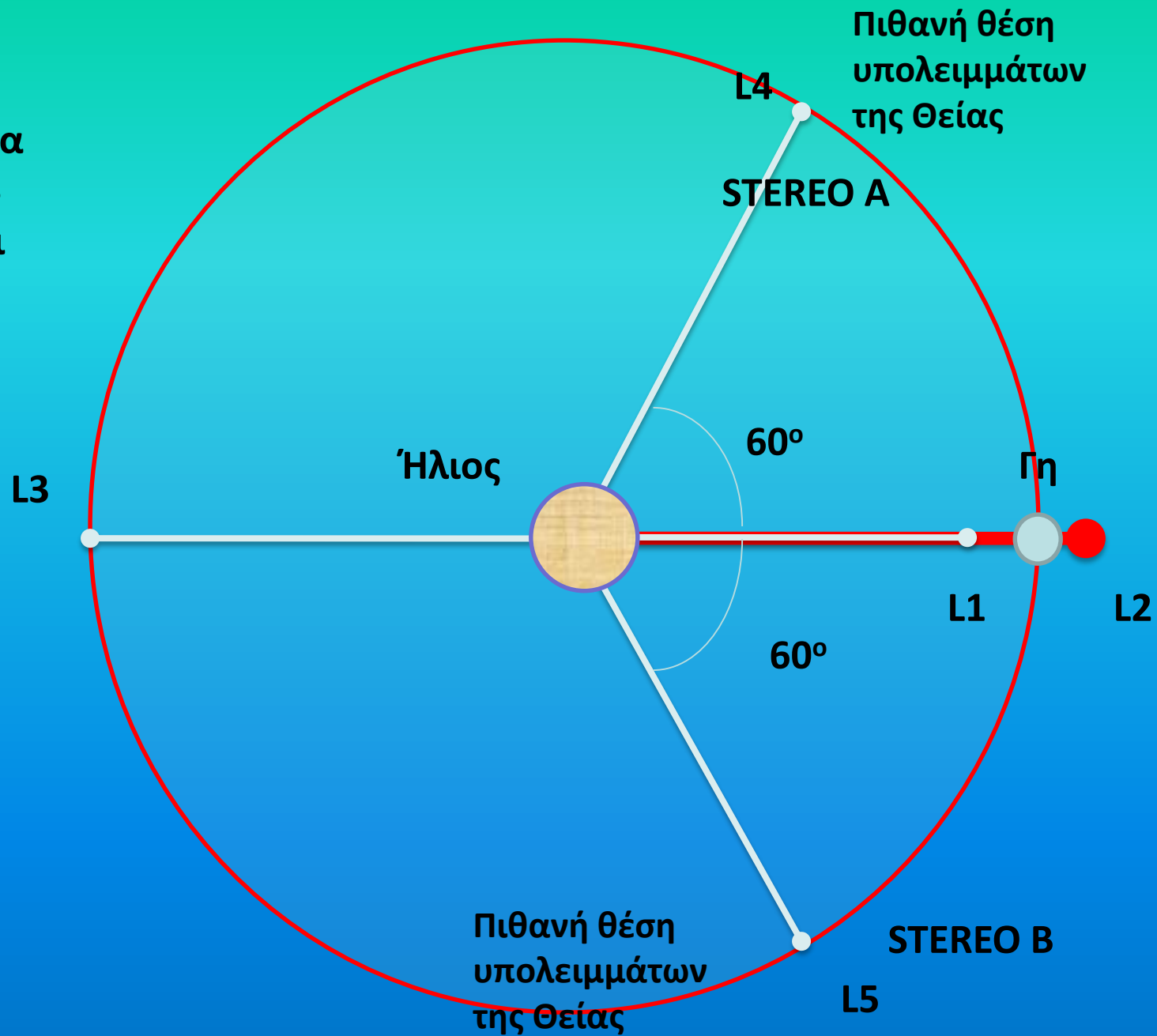
Έρις



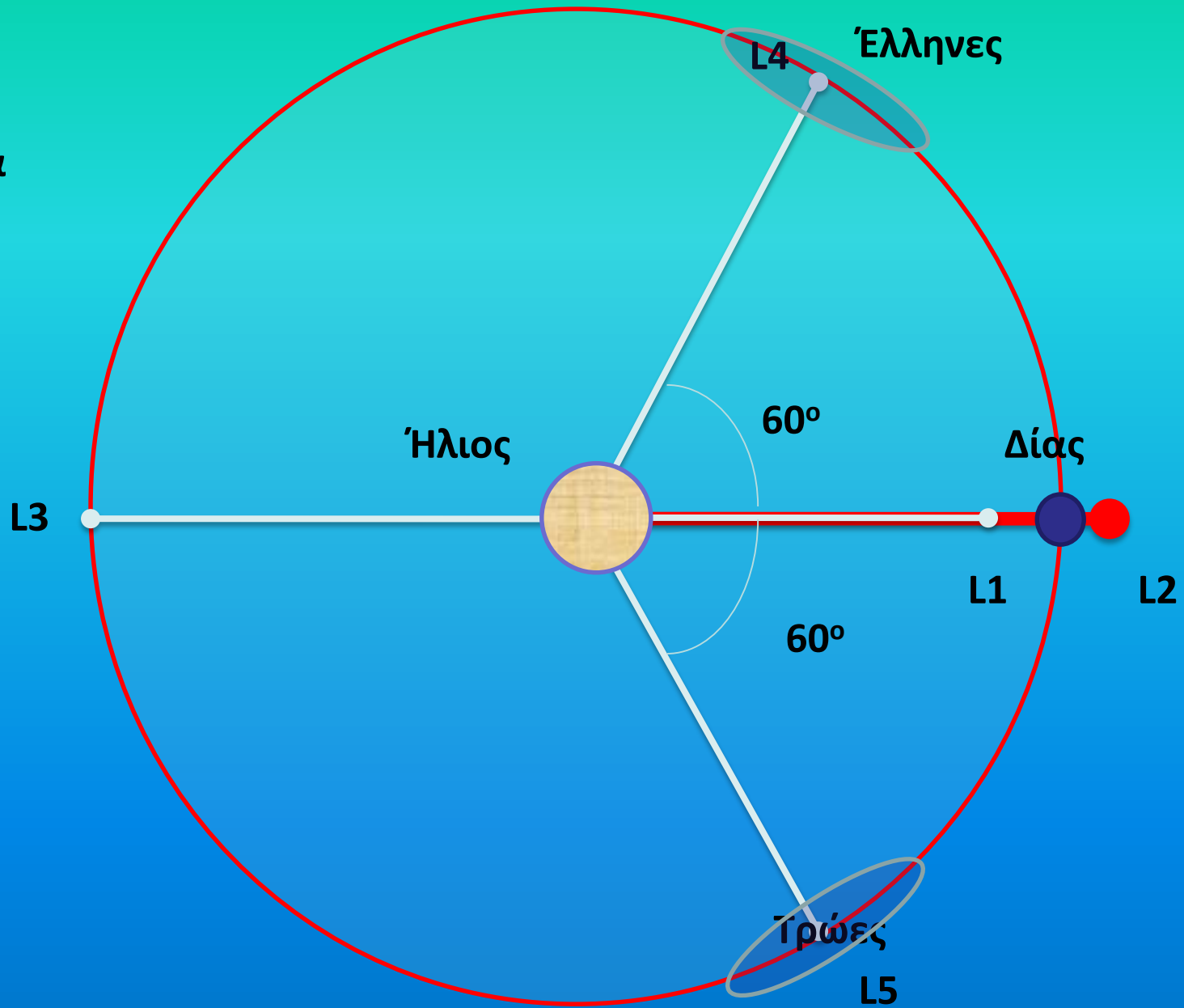
και Δυσνομία



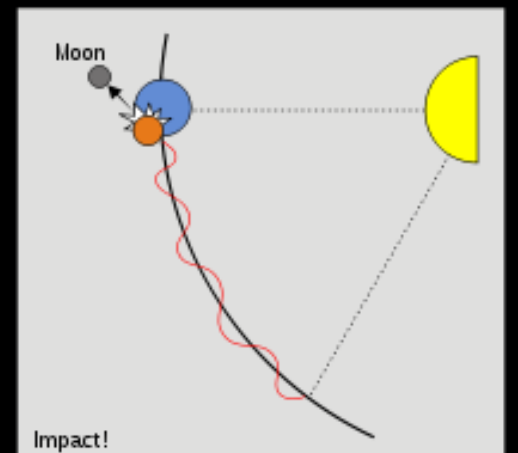
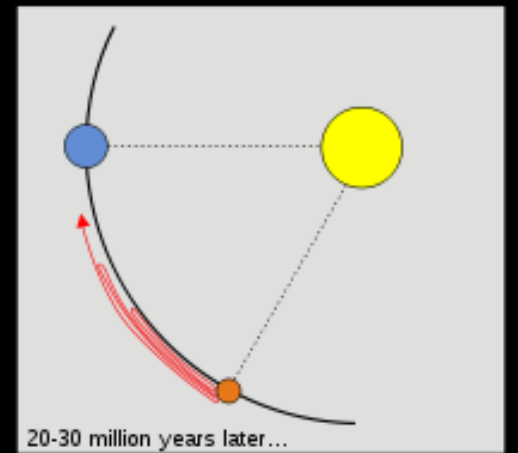
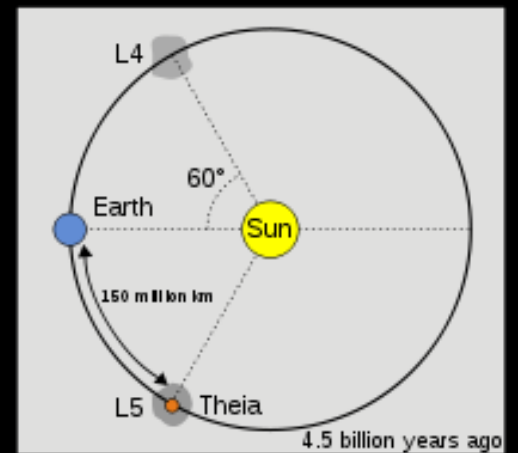
Τα 5 σημεία του Lagrange γύρω από δυο ουράνια σώματα, A και B π.χ. τον Ήλιο και τη Γη, τη Γη και τη Σελήνη ή τον Ήλιο και τον πλανήτη Δία



στα σημεία του Lagrange L4 και L5 του Ήλιου και του πλανήτη Δία υπάρχουν οι αστεροειδείς Έλληνες και Τρώες

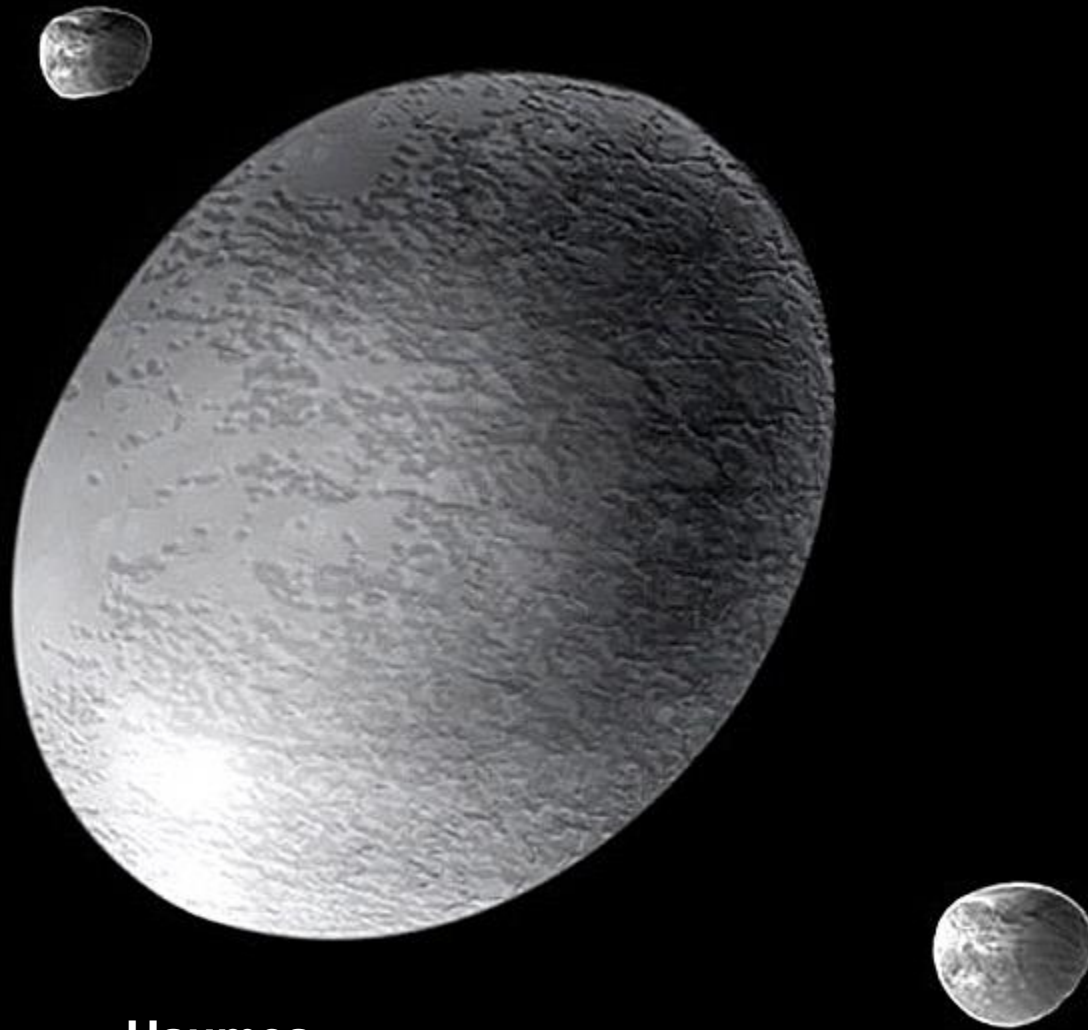


Θεία, μία από τους Τιτάνες που γέννησε τη Σελήνη
η Θεία ήταν ένας μικρός πλανήτης με μάζα μικρότερη από του Άρη που χτύπησε τη Γη και γεννήθηκε η Σελήνη



ΑΠΟΣΤΟΛΕΣ

- 1971: Mariner 9- φωτογραφίζει το Φόβο και το Δείμο.
- 1991:Galileo- φωτογραφίζει τον 951 Gaspra
- 1993:Galileo-φωτογραφίζει τους Ida και Dactyl
- 1997:NEAR Shoemaker φωτογραφίζει την 253 Mathilde
- 1999:Deep space περνα από τον 9969 Braille
- 2002:Stardust περνά από τον 5535 Annefrank
- 2005:Hayabusa μελετά τον 25143 Itokawa
- 2004:Rosetta περνά από τον 2867 Šteins το 2008 και από τον 21 Lutetia το 2010.
- Το Σεπτέμβριο του 2007 η NASA εκτόξευσε την αποστολή Dawn που τέθηκε σε τροχιά γύρω από τον 4 Vesta(Εστία) τον Ιούλιο του 2011 και μπει σε τροχιά γύρω από τη Δήμητρα το 2015.
- Έχει ανακοινωθεί από τη NASA ότι το 2016 θα εκτοξευτεί νέα αποστολή με το όνομα OSIRIS-REx για να συλλέξει και να μελετήσει δείγματα από τον αστεροειδή 1999 RQ36.



Haumea

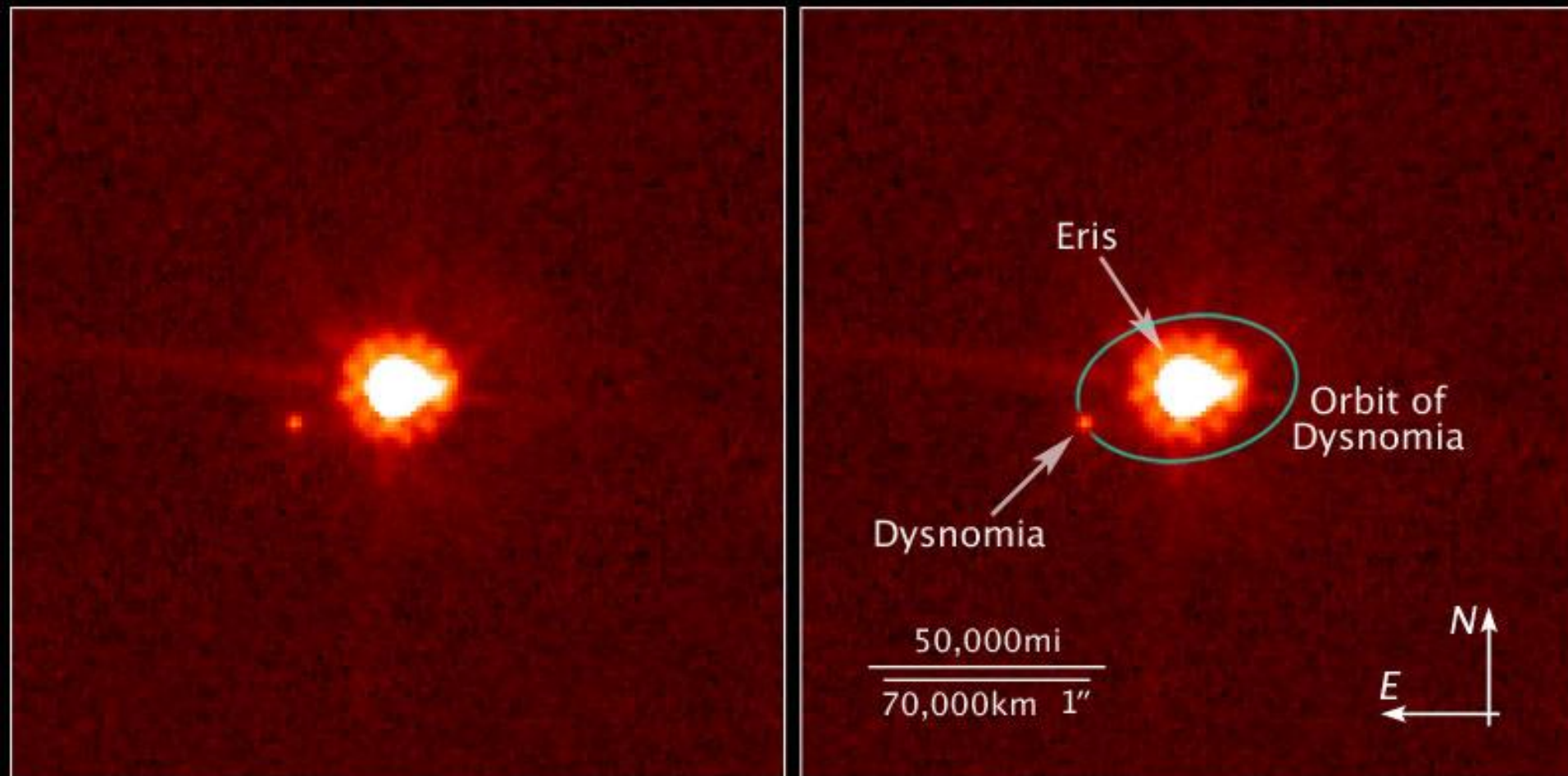
An artist's concept of Haumea and its moons, Hi'aka and Namaka.



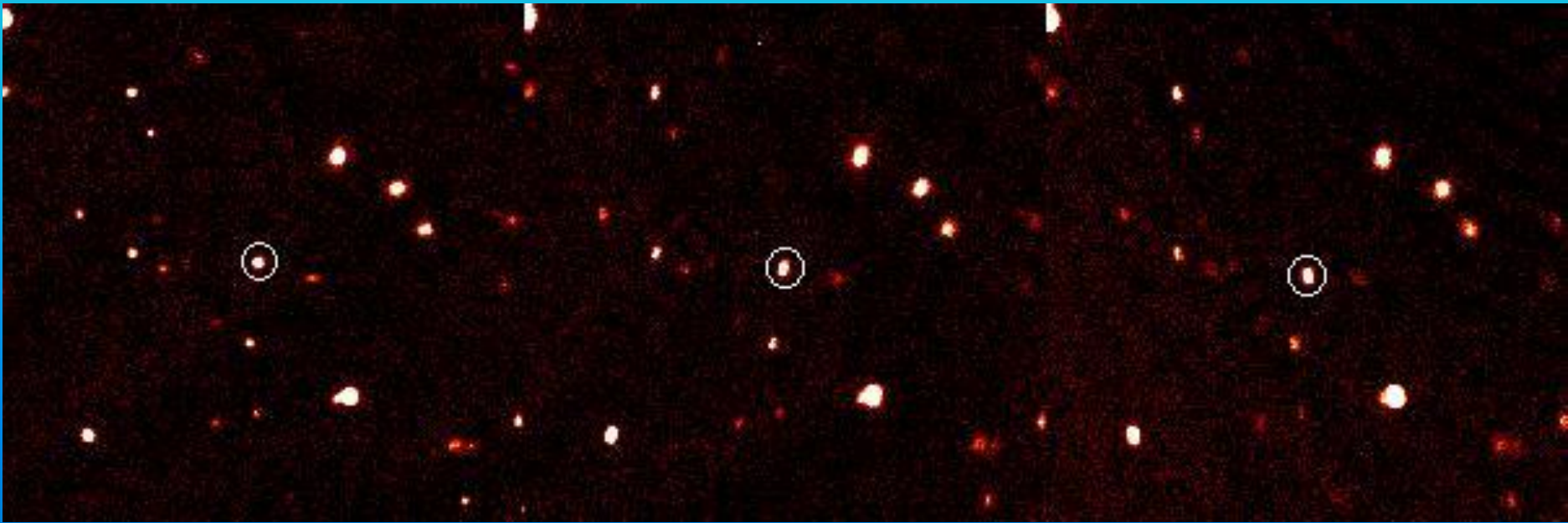
Έρις και Δυσνομία

Dwarf Planet Eris and Satellite Dysnomia • August 30, 2006

HST • ACS/HRC



Ανακάλυψη Έριδος



Δήμητρα



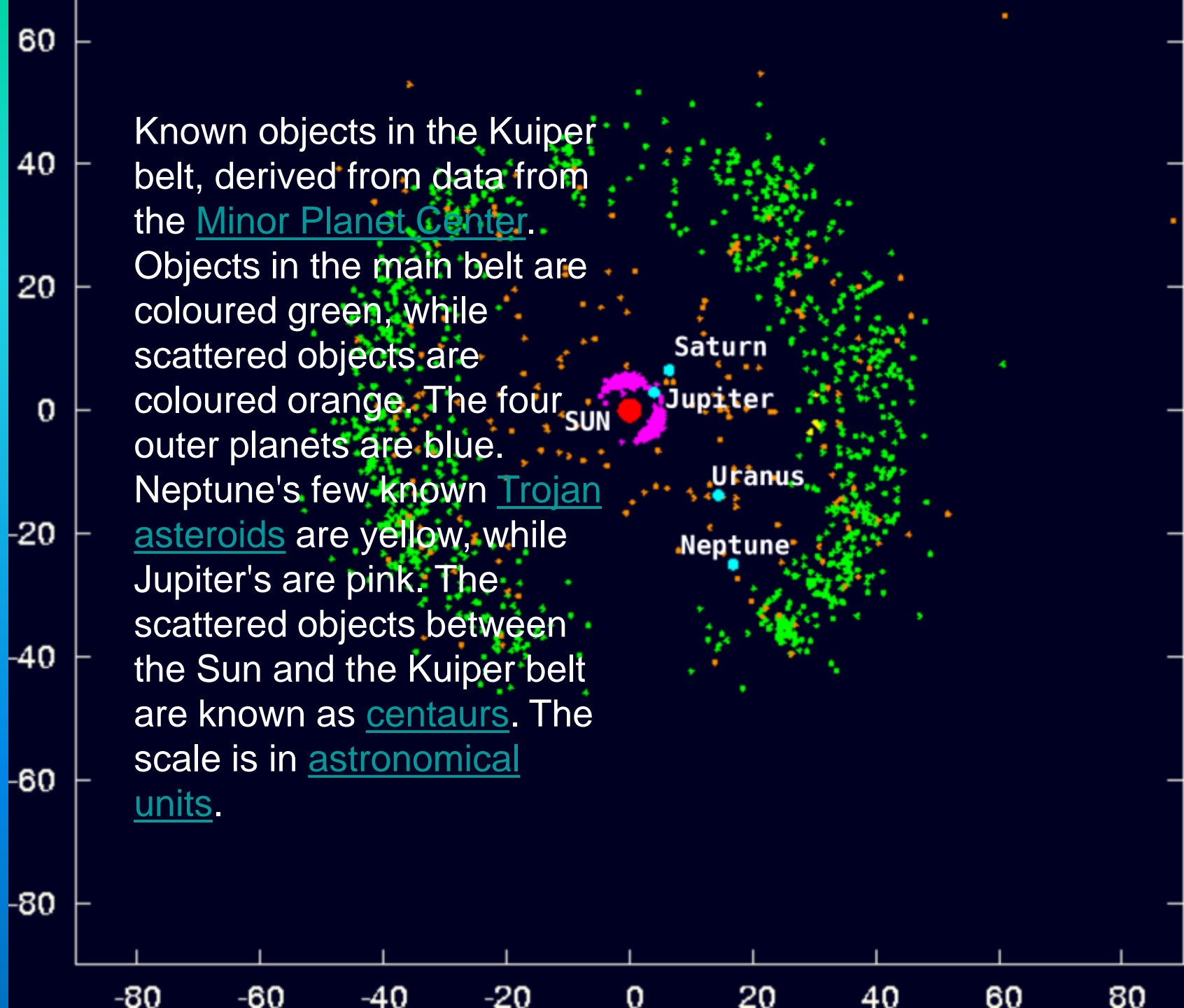
Πως σχηματίστηκαν;

- Μια θεωρία για το σχηματισμό των αστεροειδών προτείνει πως είναι αποτέλεσμα των διεργασιών στα αρχικά στάδια της δημιουργίας των πλανητών.
- Στη φάση αυτή κάποια σώματα ανέπτυξαν αρκετή μάζα ώστε να αναπτύξουν βαρύτητα και να αποκτήσουν σφαιρικό σχήμα.
- Οι αστεροειδείς συνέχισαν να συγκρούονται και να αλληλοκαταστρέφονται μέχρι να αποκτήσουν το σημερινό 'ακανόνιστο' σχήμα τους.
- Μια εναλλακτική θεωρία προτείνει πως είναι συντρίμια από σώμα ή σώματα τα οποία συνετρίβησαν.

Known objects in the Kuiper belt, derived from data from the [Minor Planet Center](#).

Objects in the main belt are coloured green, while scattered objects are coloured orange. The four outer planets are blue.

Neptune's few known [Trojan asteroids](#) are yellow, while Jupiter's are pink. The scattered objects between the Sun and the Kuiper belt are known as [centaurs](#). The scale is in [astronomical units](#).

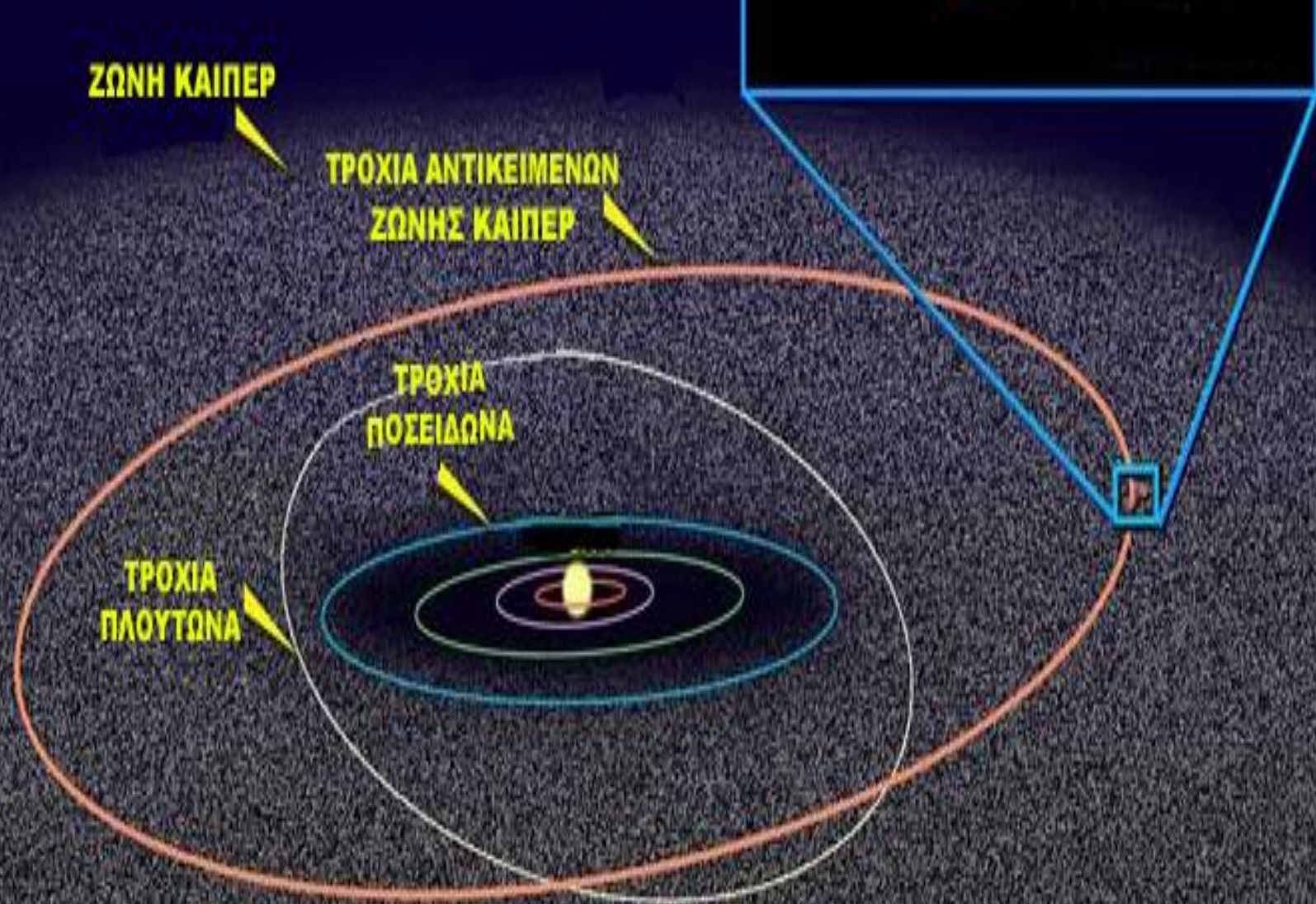


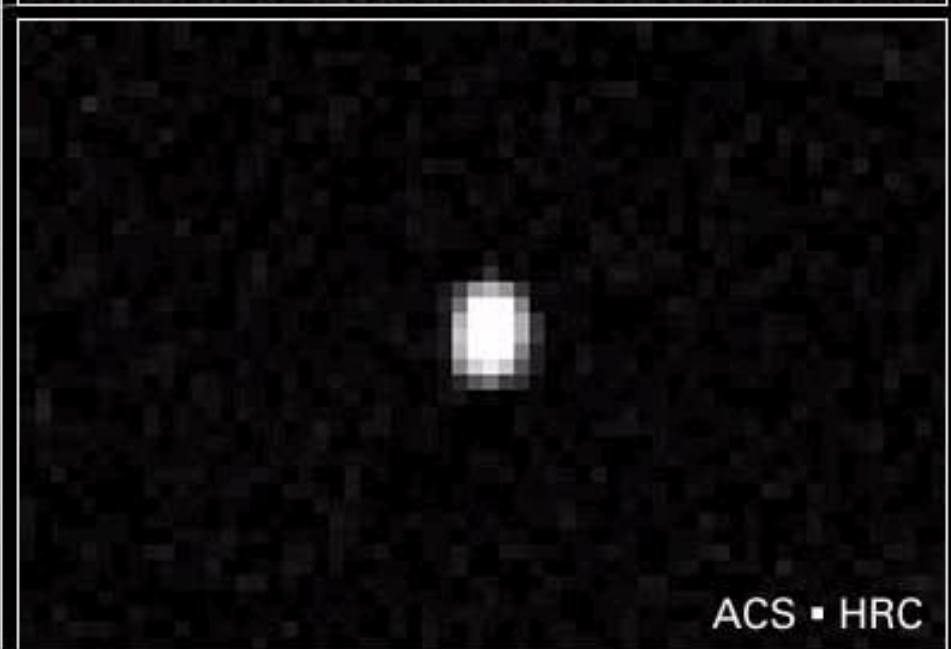
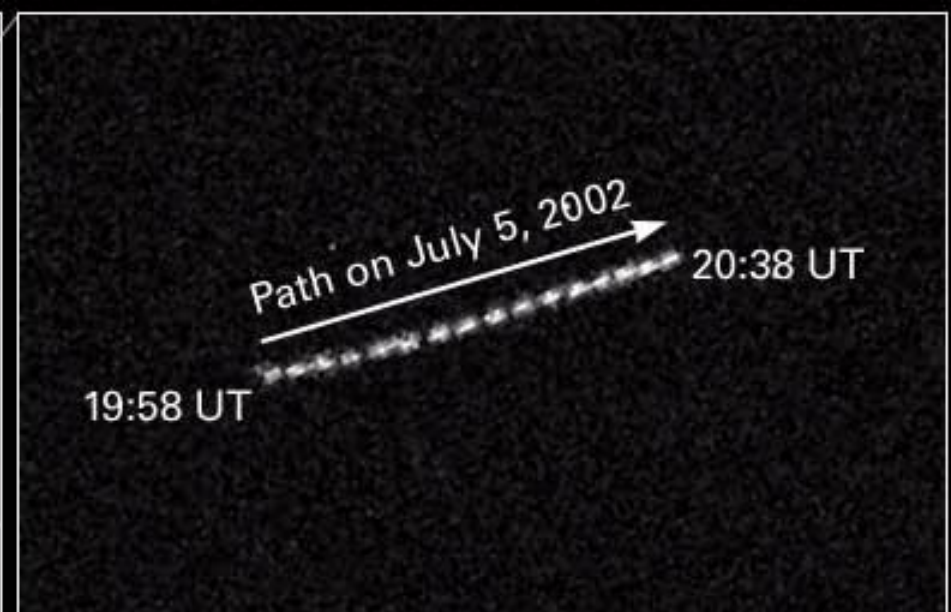
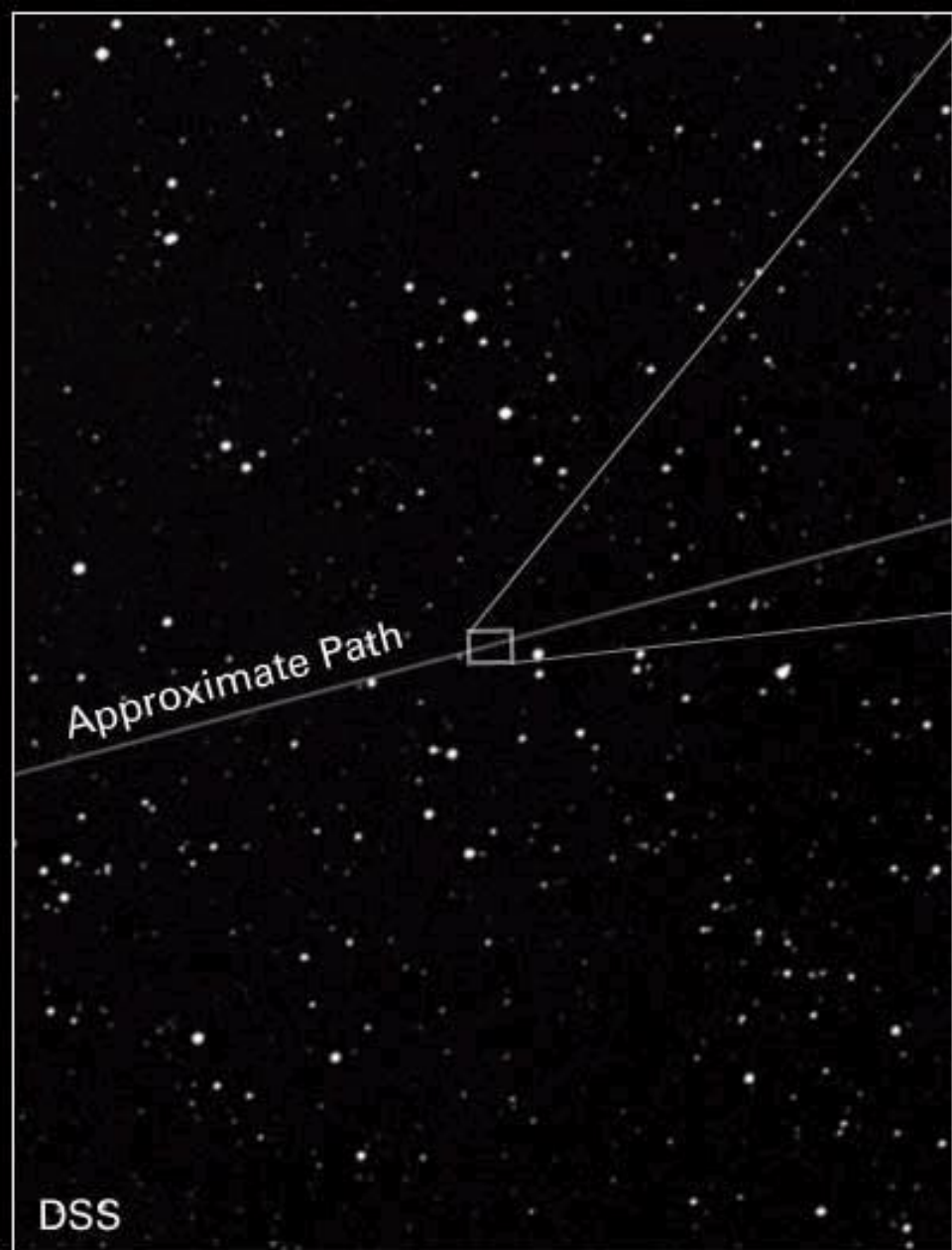
ΖΩΝΗ ΚΑΙΠΕΡ

**ΤΡΟΧΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ
ΖΩΝΗΣ ΚΑΙΠΕΡ**

**ΤΡΟΧΙΑ
ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ**

**ΤΡΟΧΙΑ
ΠΛΟΥΤΩΝΑ**



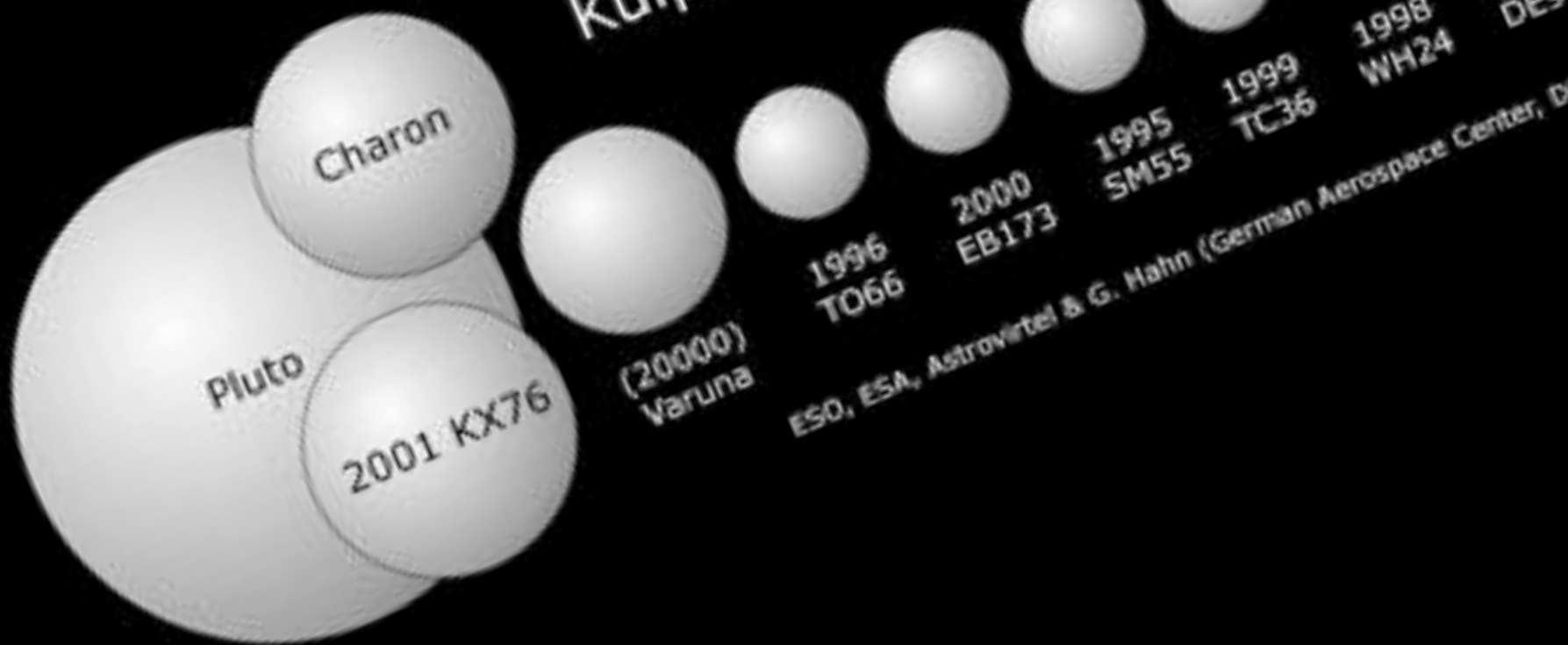


Kuiper Belt Object "Quaoar"
NASA and M. Brown (Caltech) ■ STScI-PRC02-17b

Hubble Space Telescope ■ ACS

Kuiper Belt Objects

1000 km



ESO, ESA, Astrovirtel & G. Hahn (German Aerospace Center, DLR)

δορυφόροι

δορυφόροι



Σελήνη



δορυφόροι

Σελήνη από το διαστημόπλοιο
Γαλιλαίος

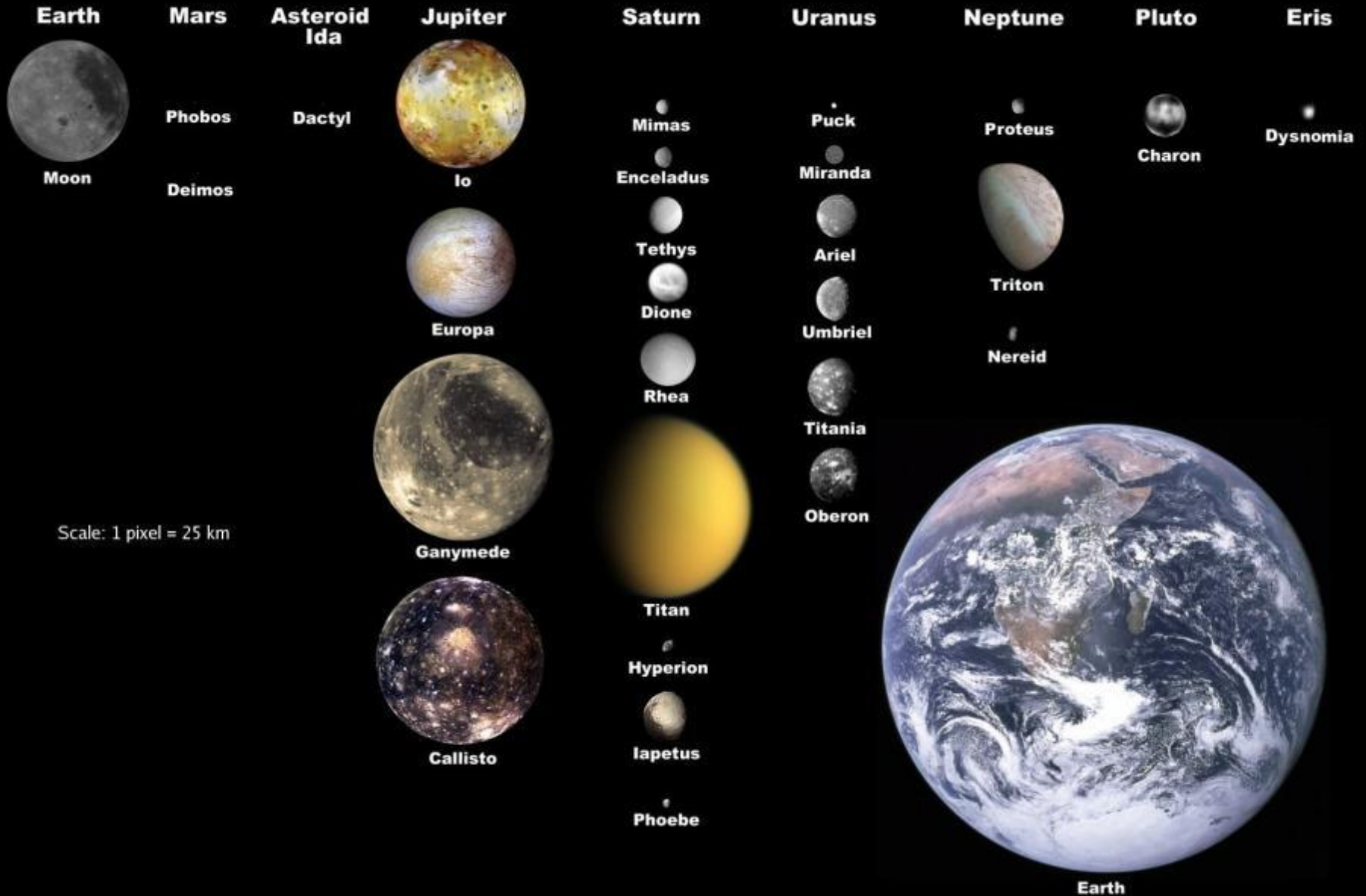
δορυφόροι

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA10246>



Δακτύλιος της Ρέας (Κρόνος)

Selected Moons of the Solar System, with Earth for Scale



Δορυφόρος μικρού πλανήτη

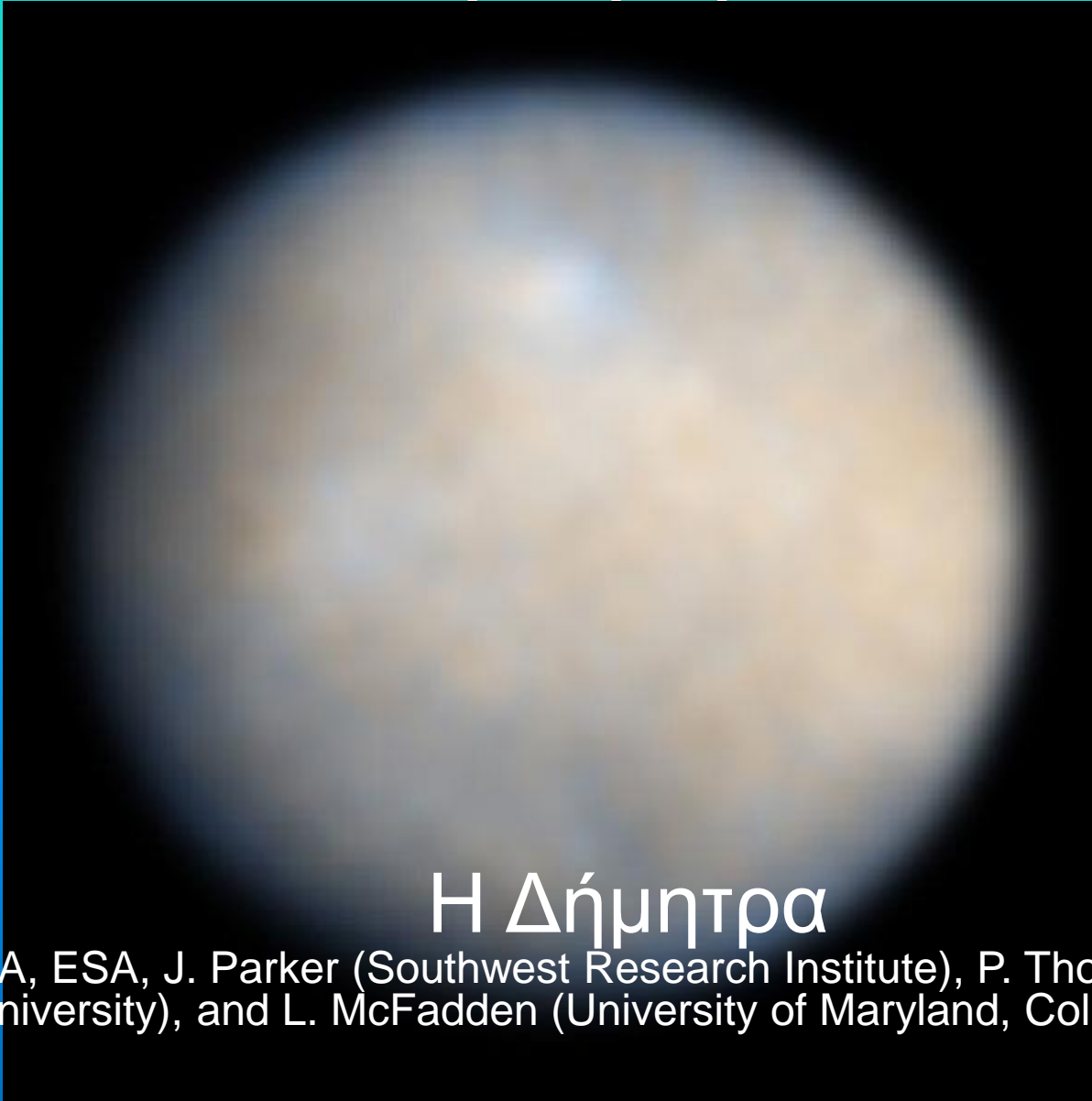


Ίδα και δακτυλος

Galileo spacecraft about 14 minutes before its closest approach to asteroid 243 Ida on August 28, 1993.

ΣΕΙΡΑ	ΟΝΟΜΑ	ΠΛΑΝΗΤΗΣ	ΑΚΤΙΝΑ(ΣΕ ΧΛΜ)
1	Γανυμήδης	Δίας	2.634
2	Τιτάνας	Κρόνος	2.576
3	Καλλιστώ	Δίας	2.410
4	Ιώ	Δίας	1.821
5	Σελήνη	Γη	1.737
6	Ευρώπη	Δίας	1.561
7	Τρίτωνας	Ποσειδώνας	1.353
8	Τιτάνια	Ουρανός	788,4
9	Ρέα	Κρόνος	763,8
10	Όμπερον	Ουρανός	761,4
11	Ιαπετός	Κρόνος	734,5
12	Χάρων	Πλούτωνας	603,5
13	Ουμβριήλ	Ουρανός	584,7
14	Άριελ	Ουρανός	578,9
15	Διώνη	Κρόνος	561,4
16	Τηθύς	Κρόνος	531,1
17	Εγκέλαδος	Κρόνος	252,1
18	Μιράντα	Ουρανός	235,8
19	Πρωτέας	Ποσειδώνας	210
20	Μίμας	Κρόνος	198,3

δορυφόροι



Η Δήμητρα

NASA, ESA, J. Parker (Southwest Research Institute), P. Thomas (Cornell University), and L. McFadden (University of Maryland, College Park)

δορυφόροι



Έρις και Δυσνομία

δορυφόροι



Ο Πλούτωνας, ο Χάροντας, η Νυξ και η Ύδρα από το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble.

δορυφόροι



Δείμος 12 km (Άρης)

δορυφόροι



Φόβος 22 km (Άρης)



δορυφόροι

Φόβος 22 km (Άρης)

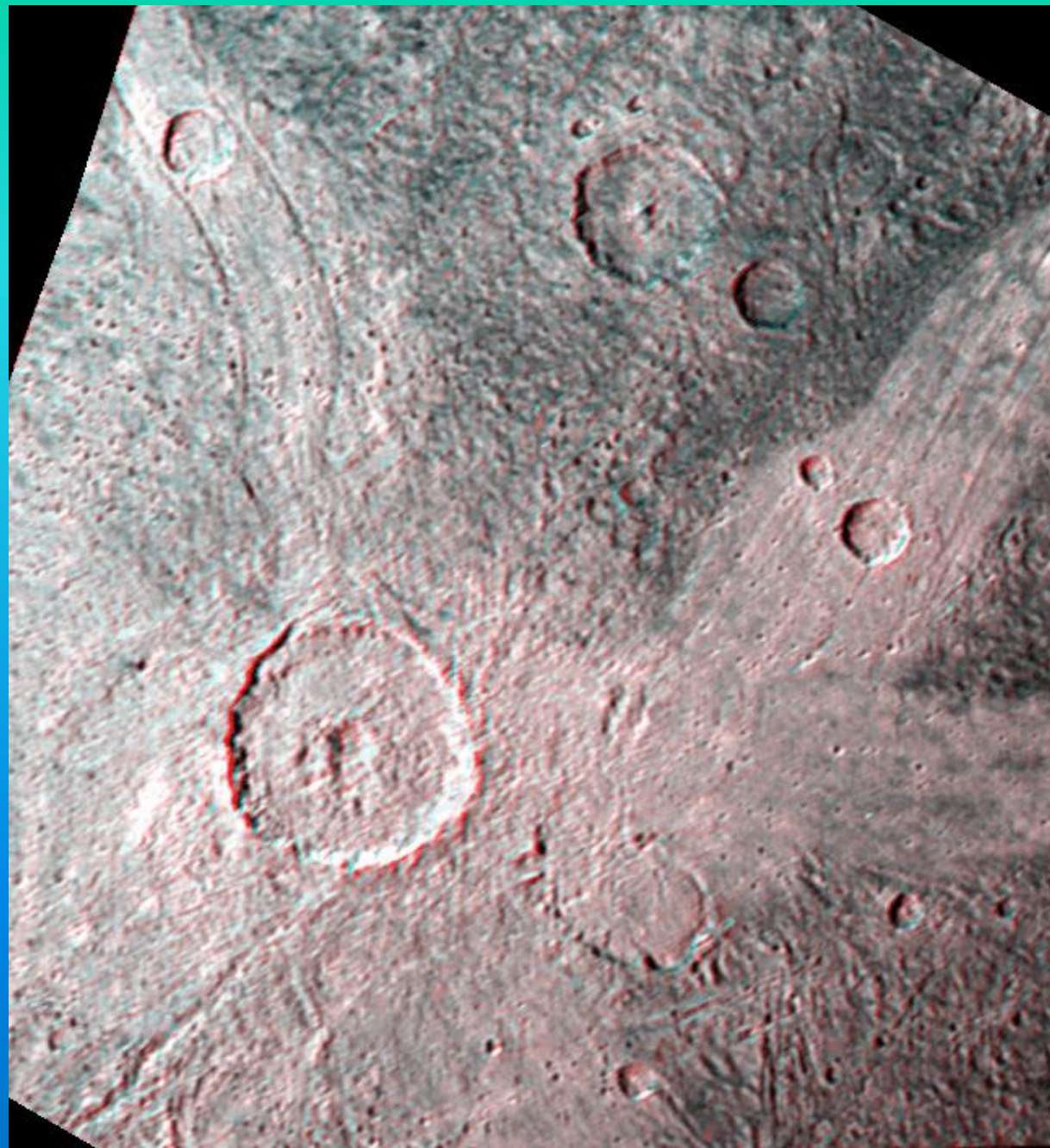


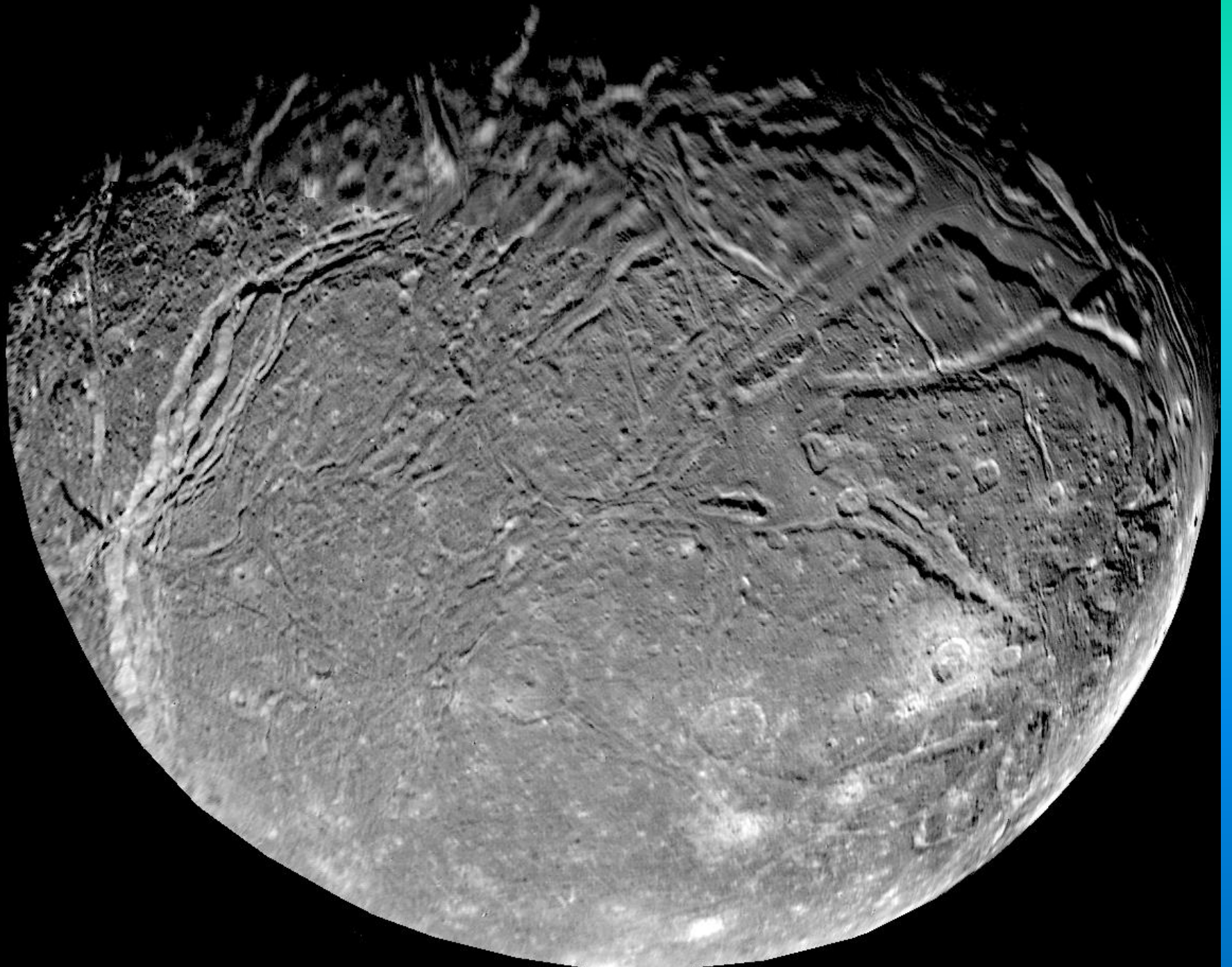
δορυφόροι

Φόβος 22 km (Άρης)

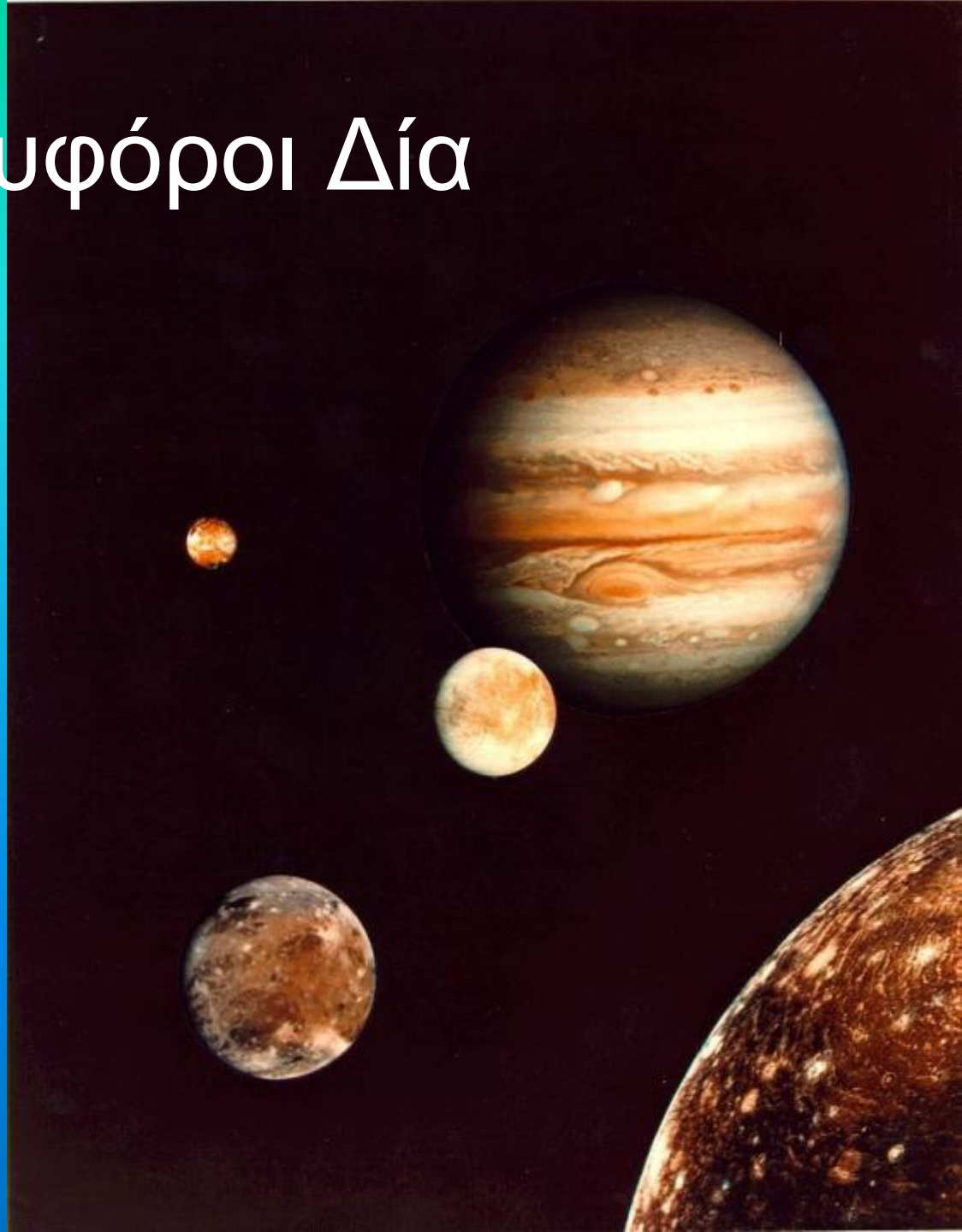


Φόβος 22 km (Άρης)





Δορυφόροι Δία



δορυφόροι



Καλλιστώ

δορυφόροι

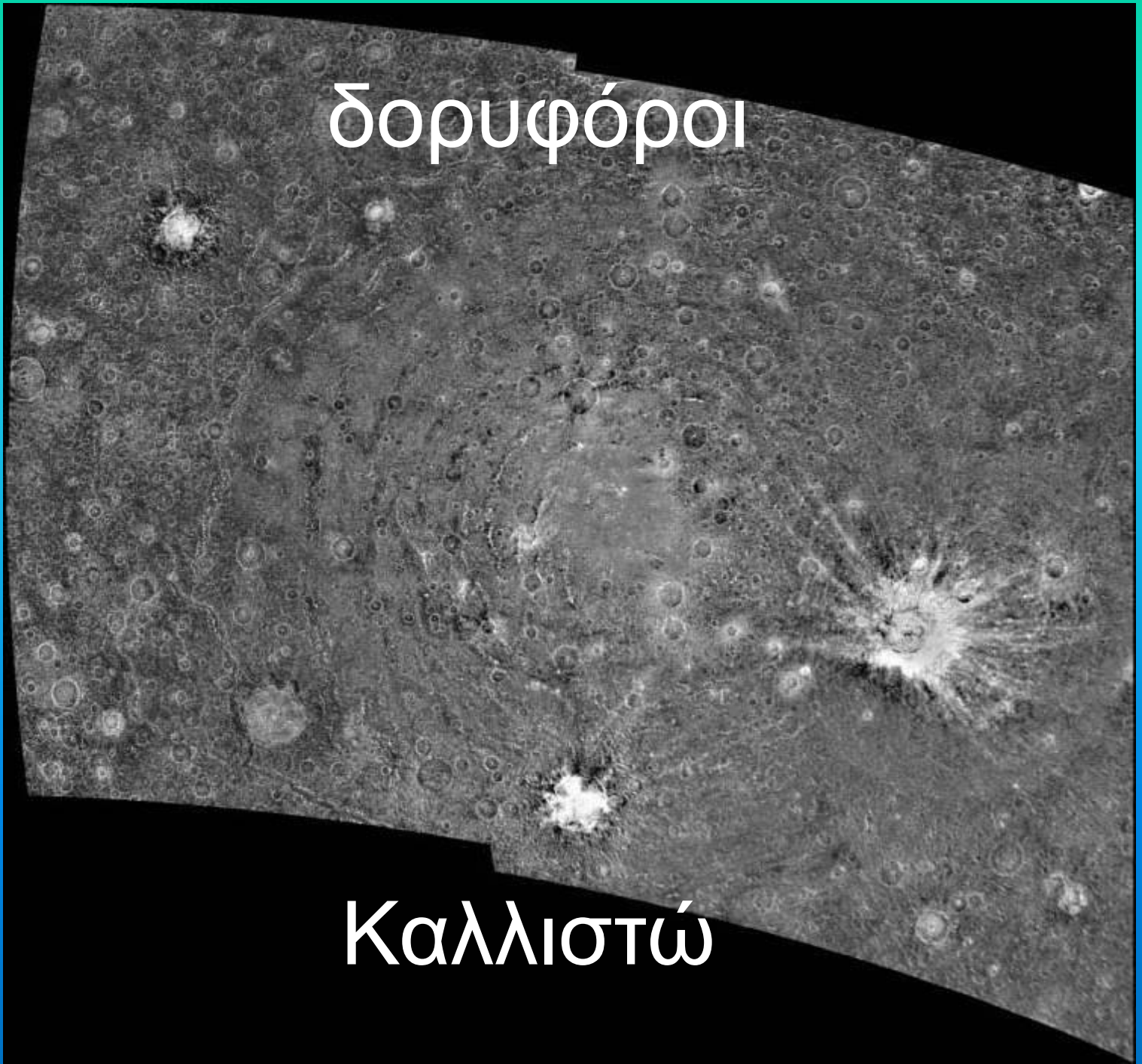


Καλλιστώ



Καλλιστώ

δορυφόροι

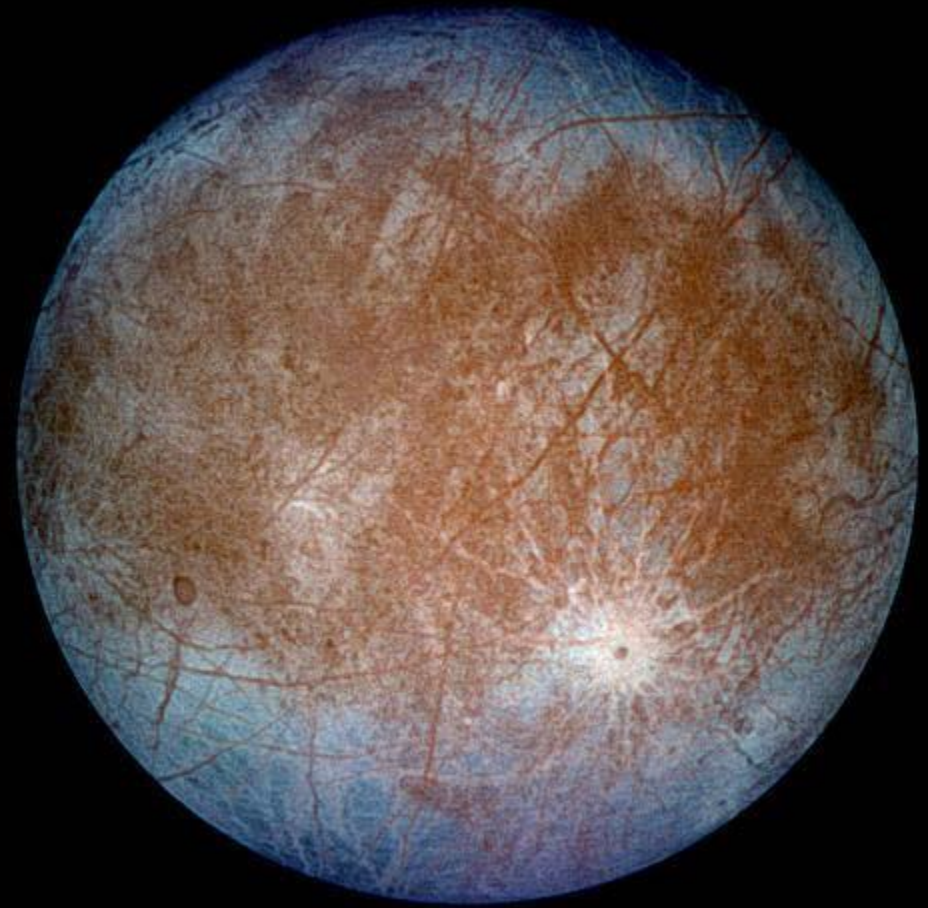
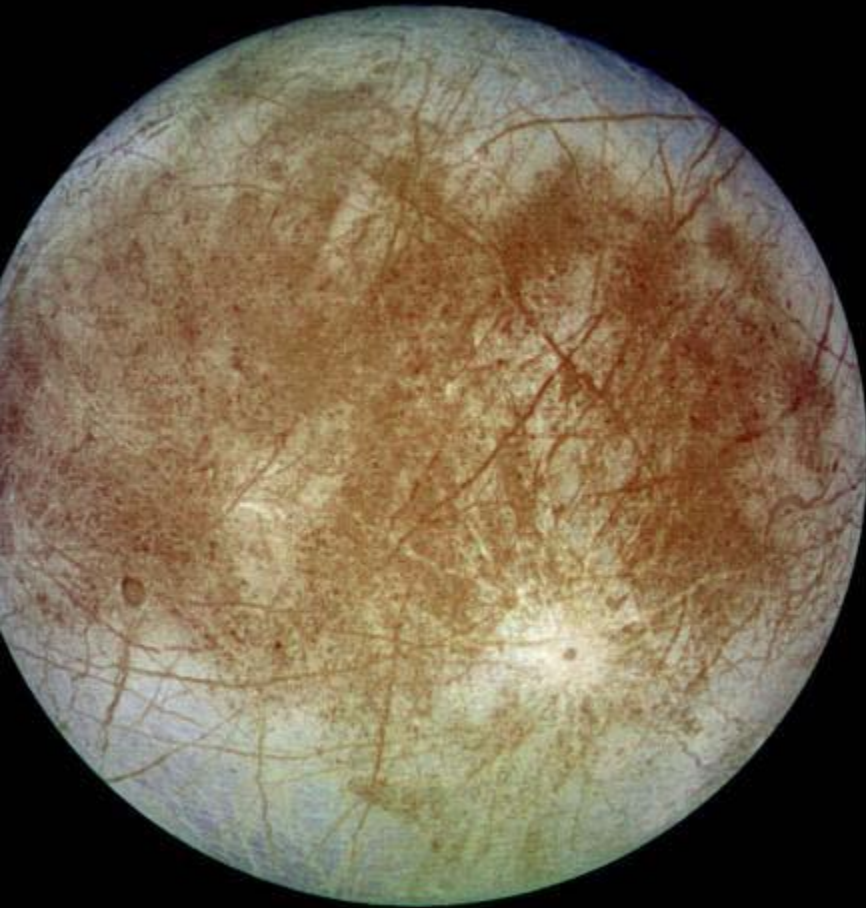


Καλλιστώ



Καλλιστώ

δορυφόροι



Ευρώπη (Δίας)

A microscopic image showing a dense network of collagen fibers in the dermis. The fibers are stained with Masson's trichrome, appearing as thick, dark red bundles and a fine, light blue network. The overall structure is fibrous and interconnected, typical of connective tissue.

δορυφόροι

Ευρώπη (Δίας)

A high-magnification black and white micrograph of skeletal muscle tissue. The image displays numerous parallel myofibrils with distinct transverse striations. A prominent, dark, diagonal line, likely a Z-line or sarcomere boundary, runs across the center of the frame. The overall texture is highly organized and repetitive.

δορυφόροι

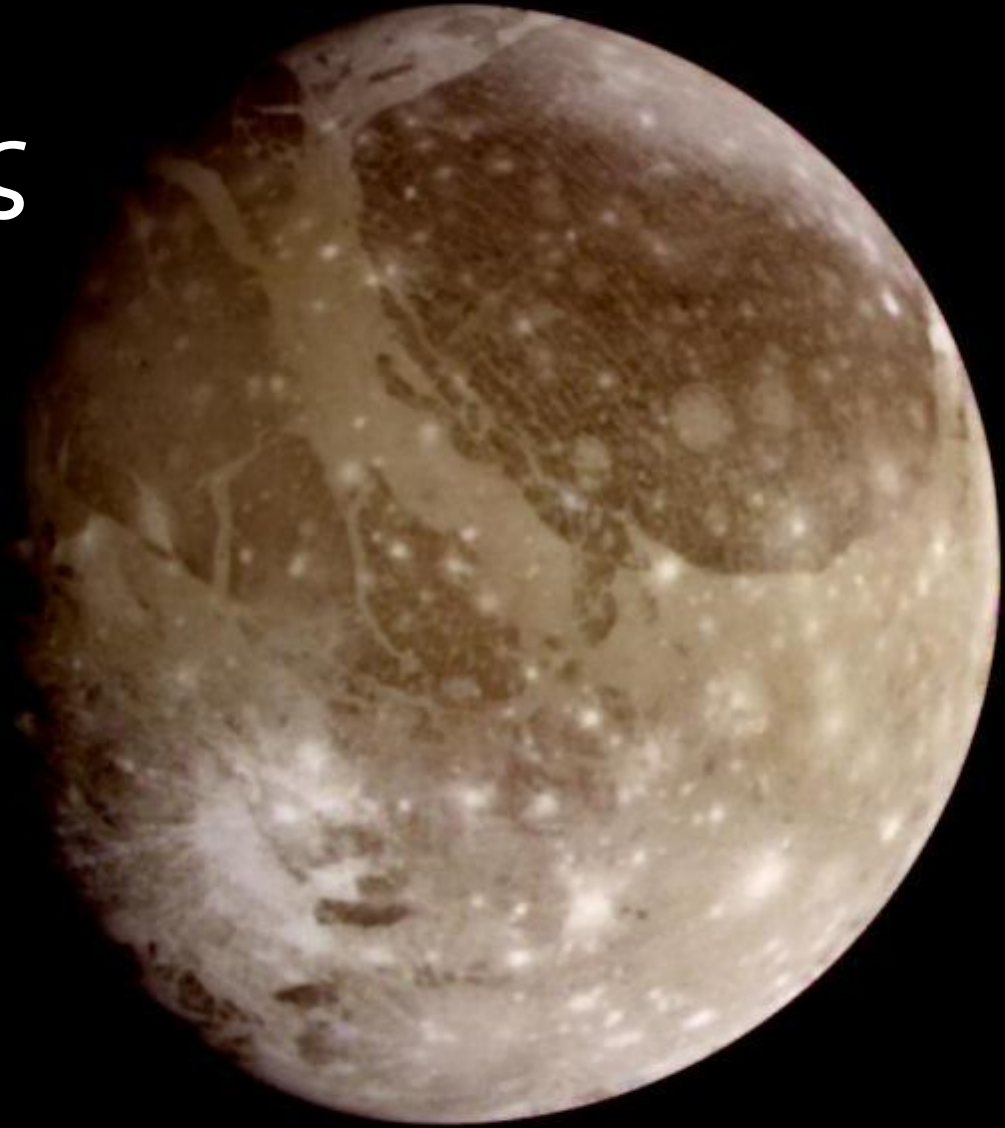
Ευρώπη (Δίας)

A black and white micrograph showing a cross-section of plant tissue. The image displays several vascular bundles, which are the primary structural and functional units of the vascular tissue in plants. Each bundle consists of xylem on the inner side and phloem on the outer side, surrounded by a vascular cambium. The bundles are arranged in a somewhat regular pattern. The surrounding tissue shows various cellular structures, including epidermal cells and ground tissue.

δορυφόροι

Ευρώπη (Δίας)

Δορυφόροι
Δια
Γανυμήδης

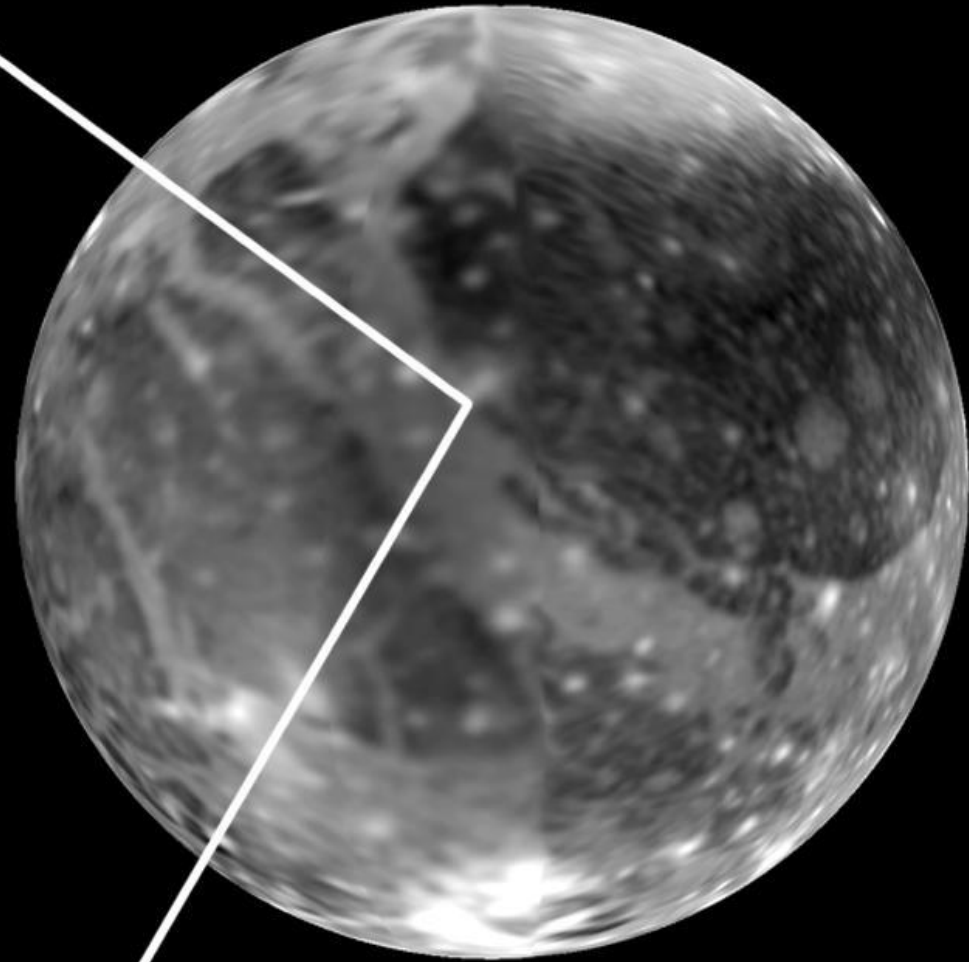
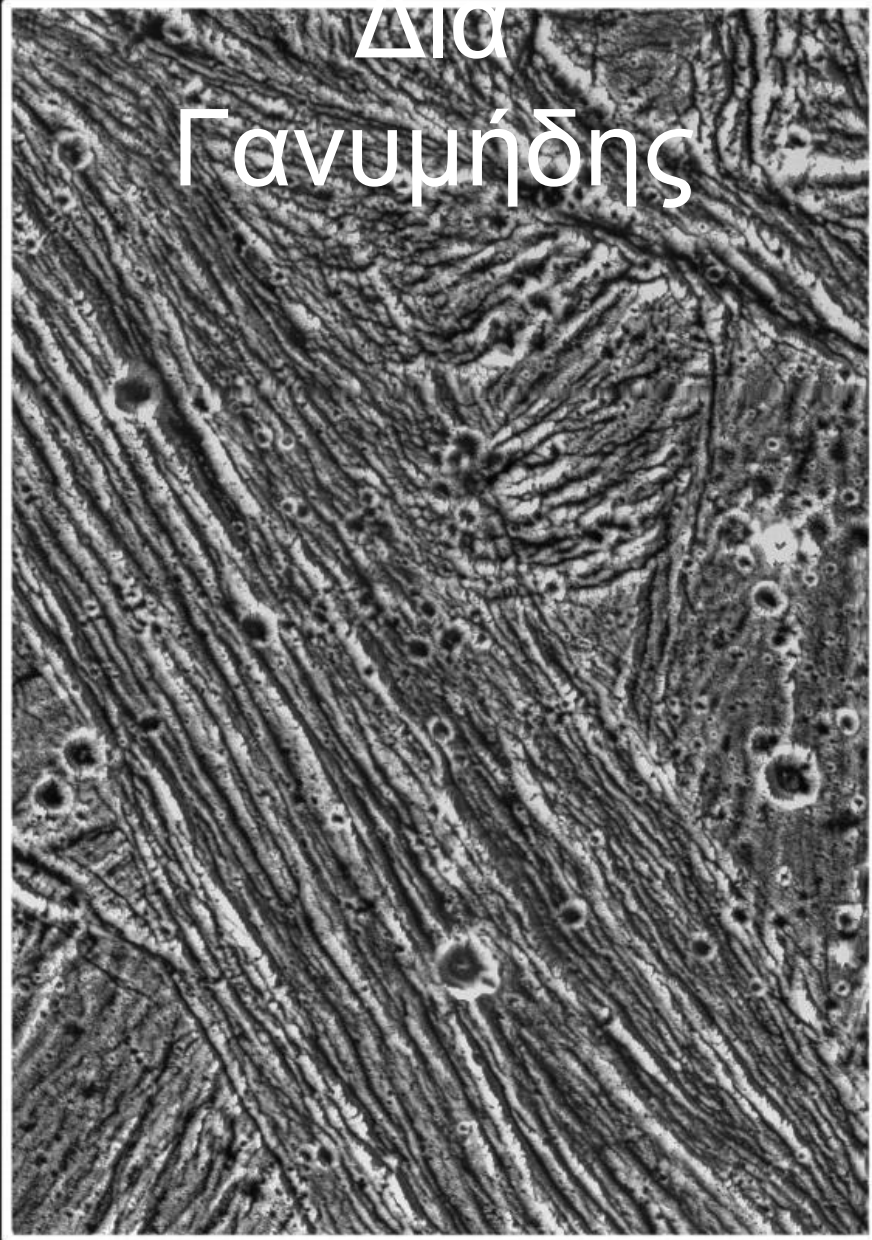


Δορυφόροι
Δια
Γανυμήδης

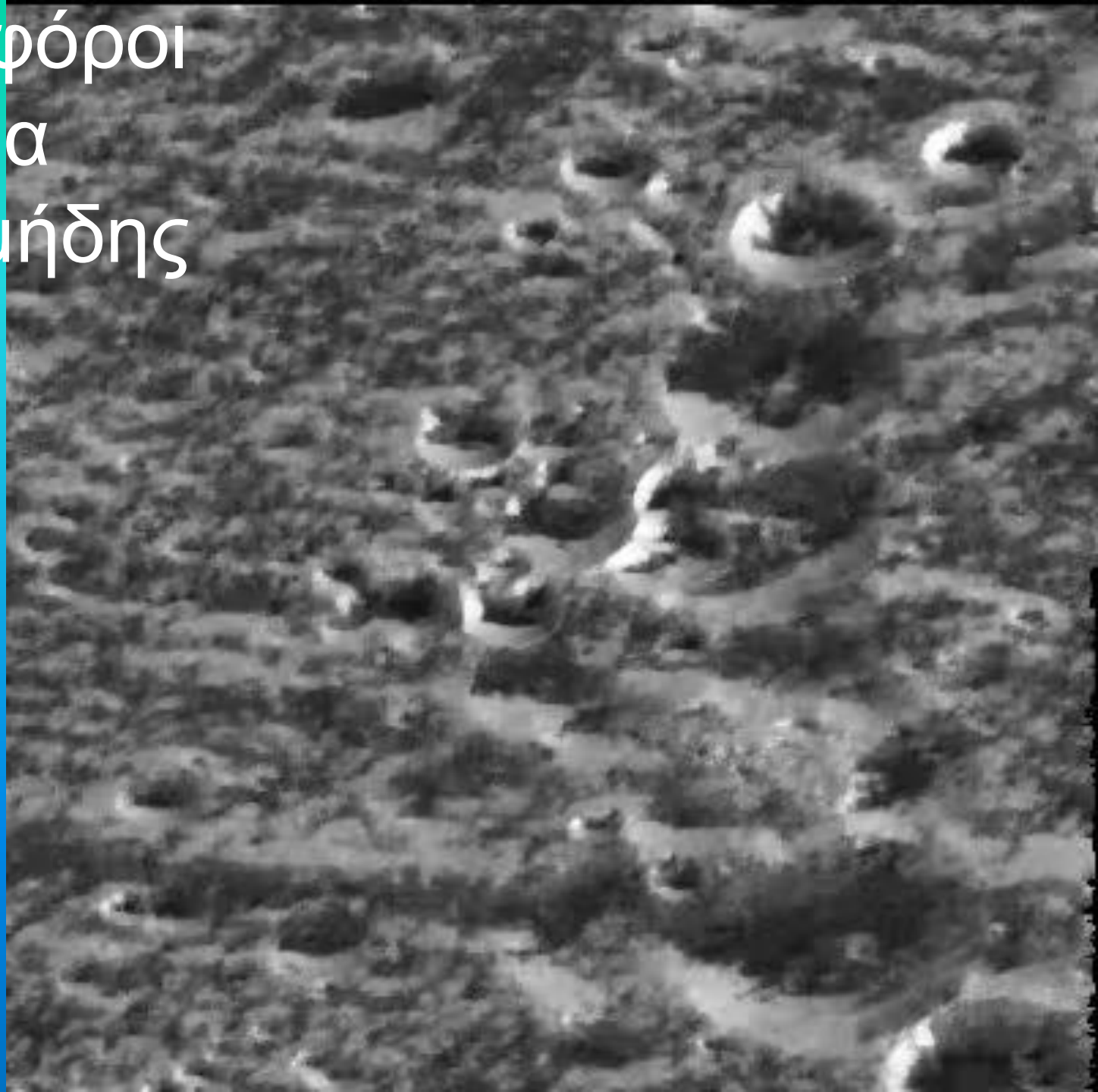


Δορυφόροι

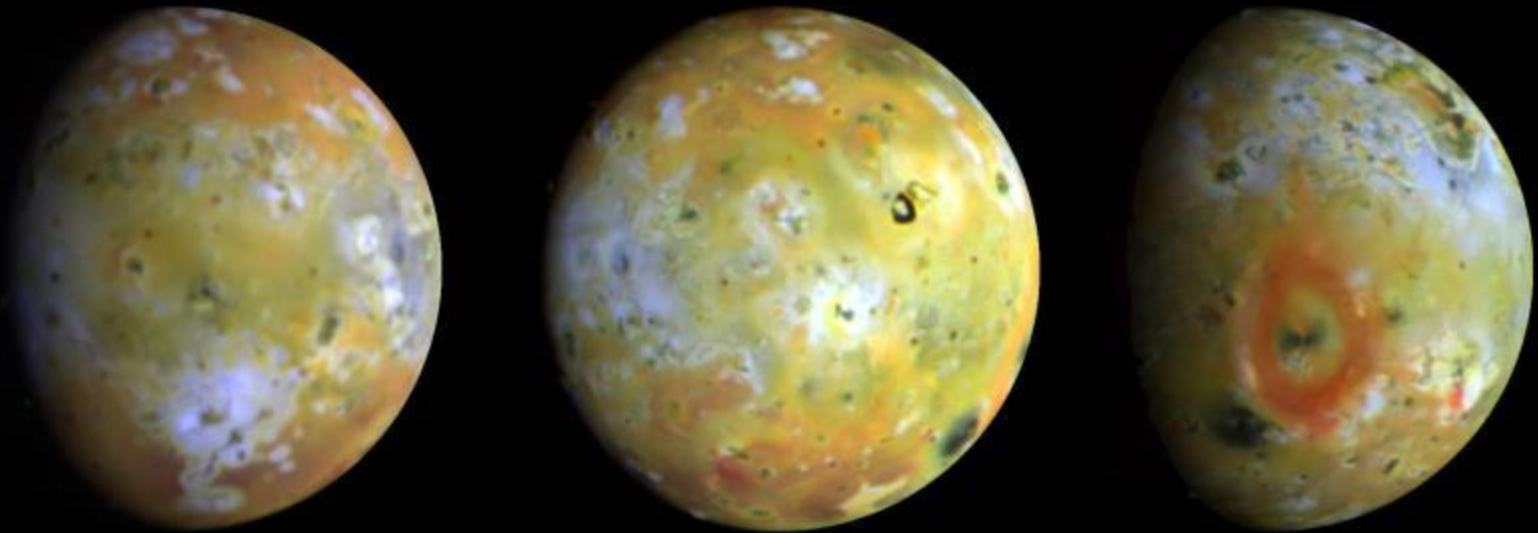
Δια
Γανυμήδης



Δορυφόροι
Δια
Γανυμήδης



δορυφόροι

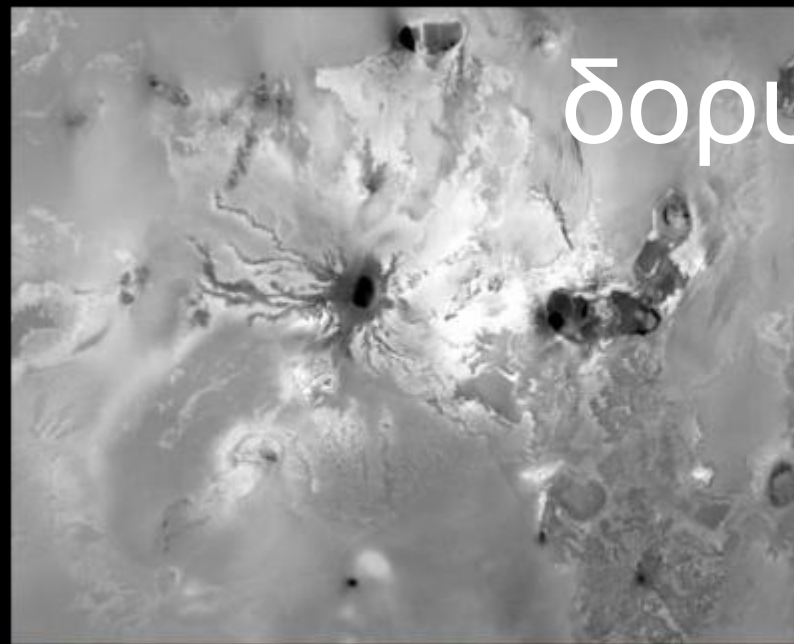


Ιώ (Δίας)

Έκρηξη Ιούς

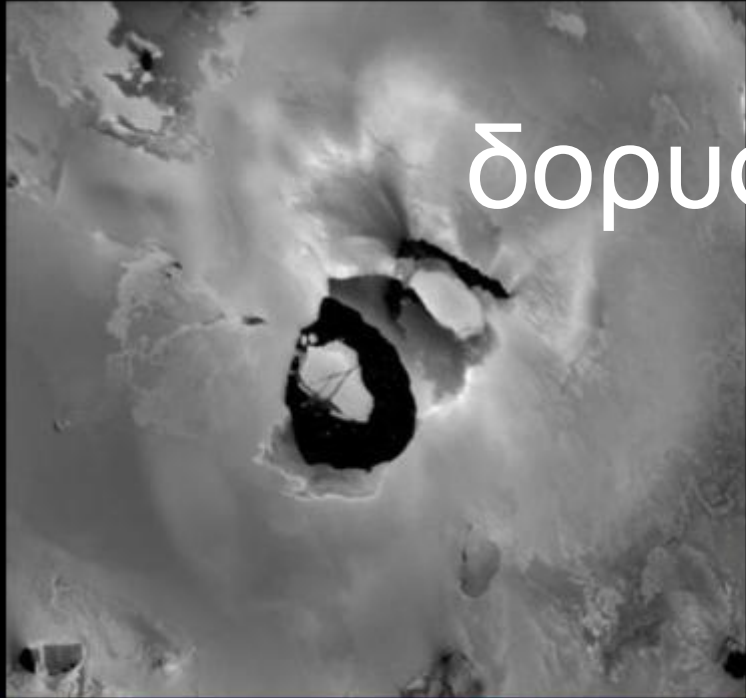


δορυφόροι



Ιω

δορυφόροι

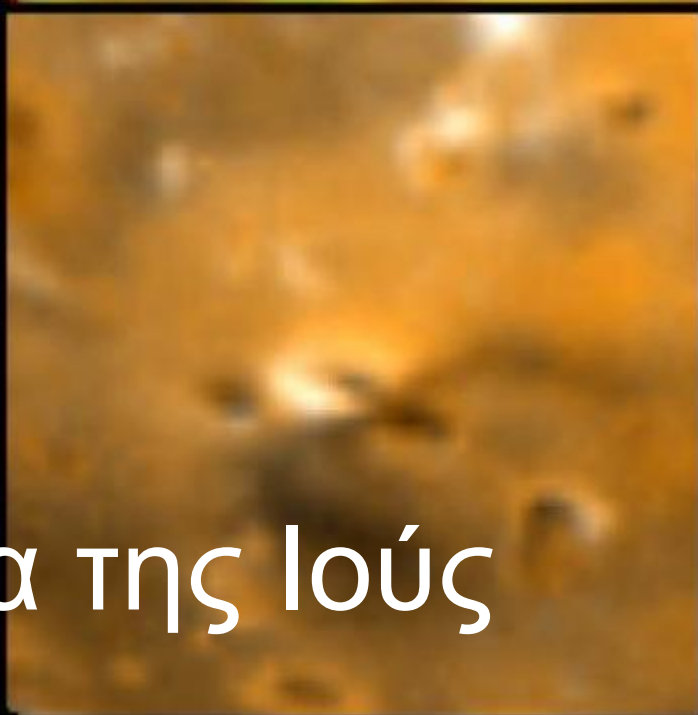
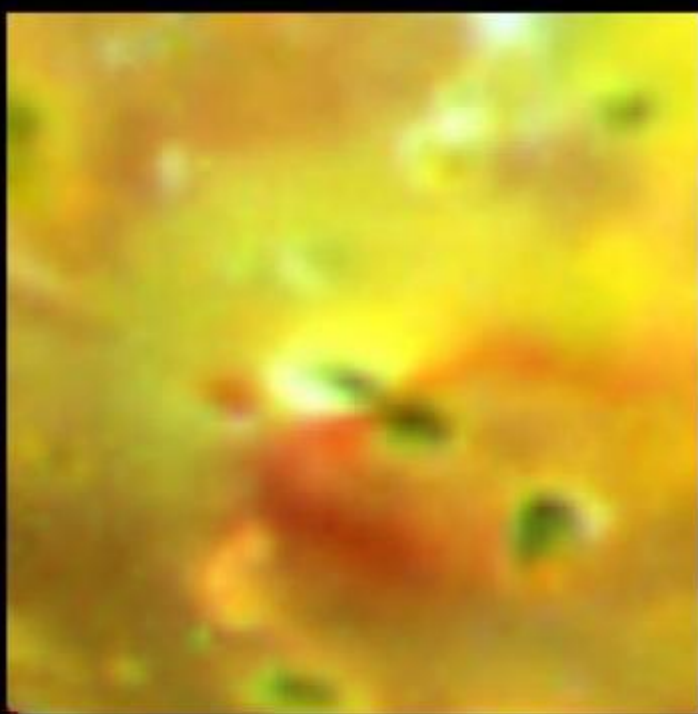
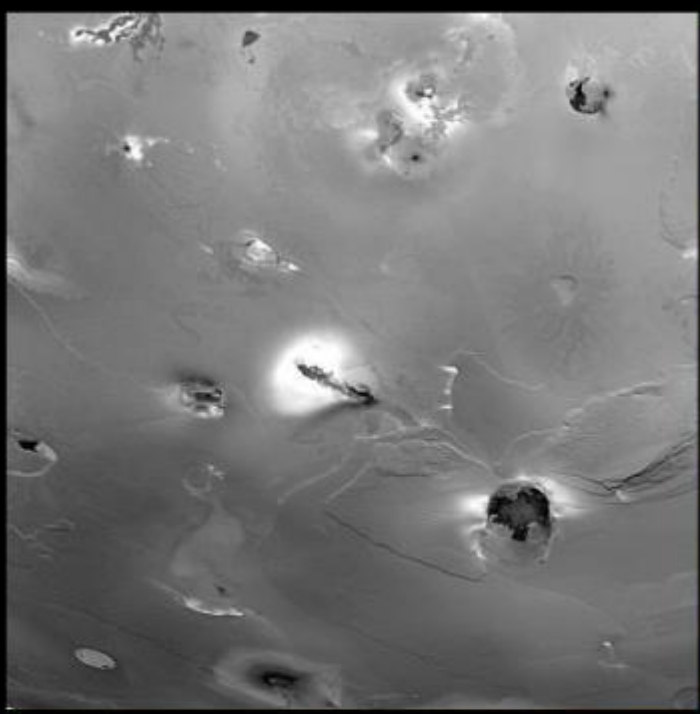


Ιώ

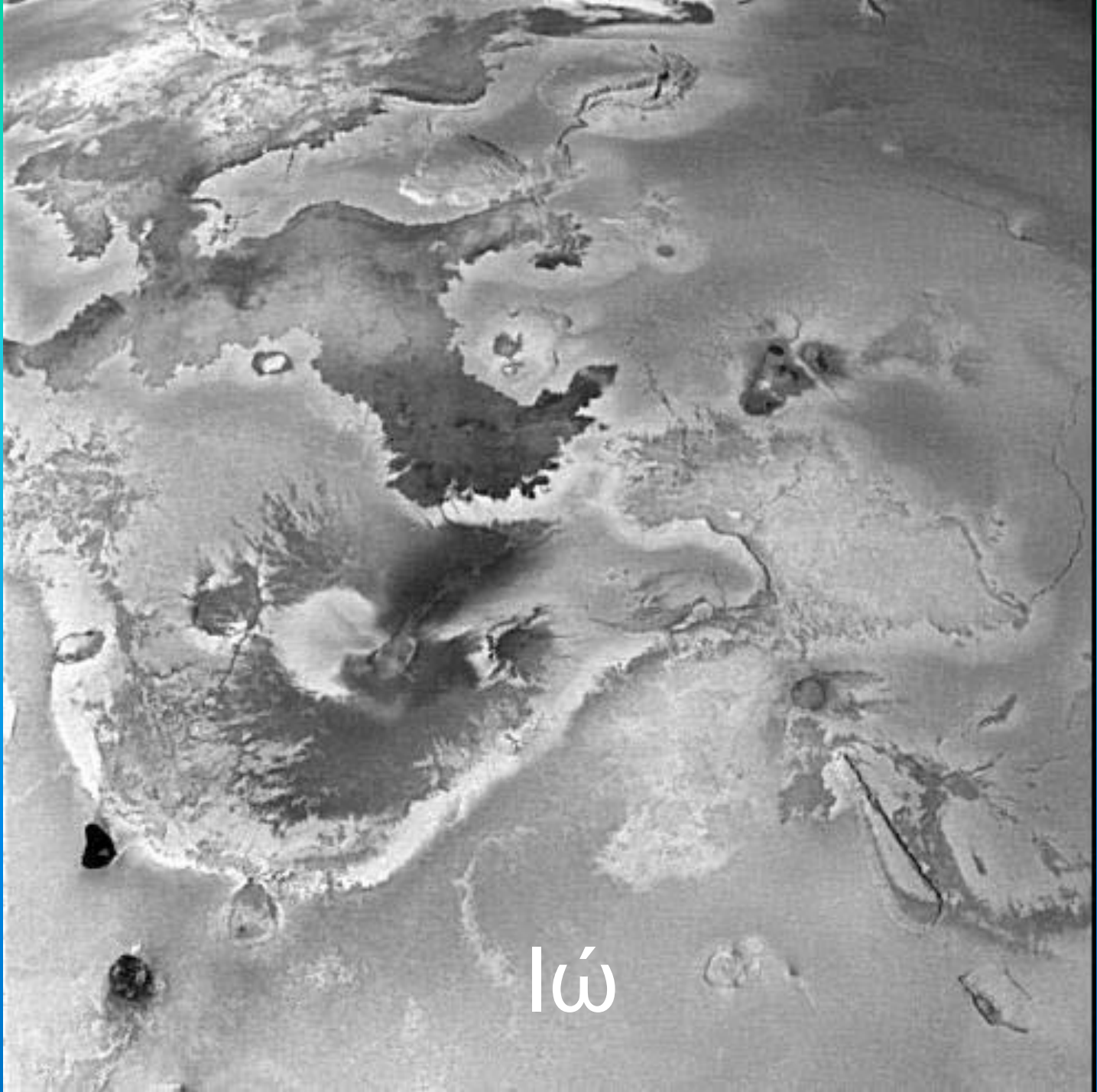
δορυφόροι



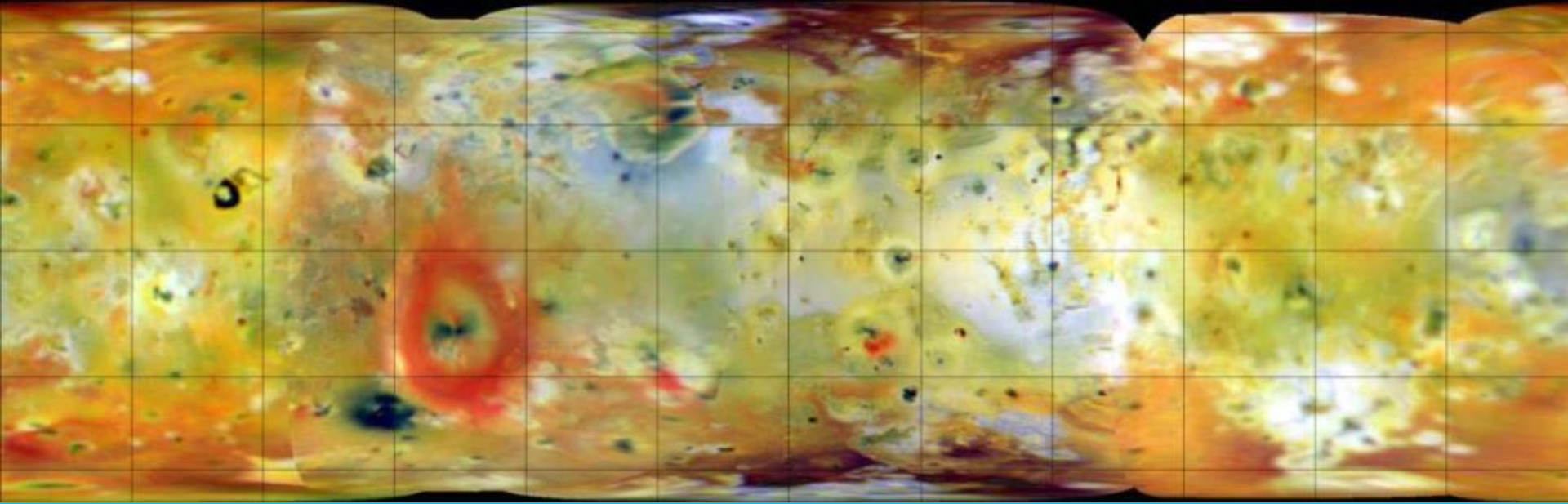
Νέφος νατρίου γύρω από την Ιώ



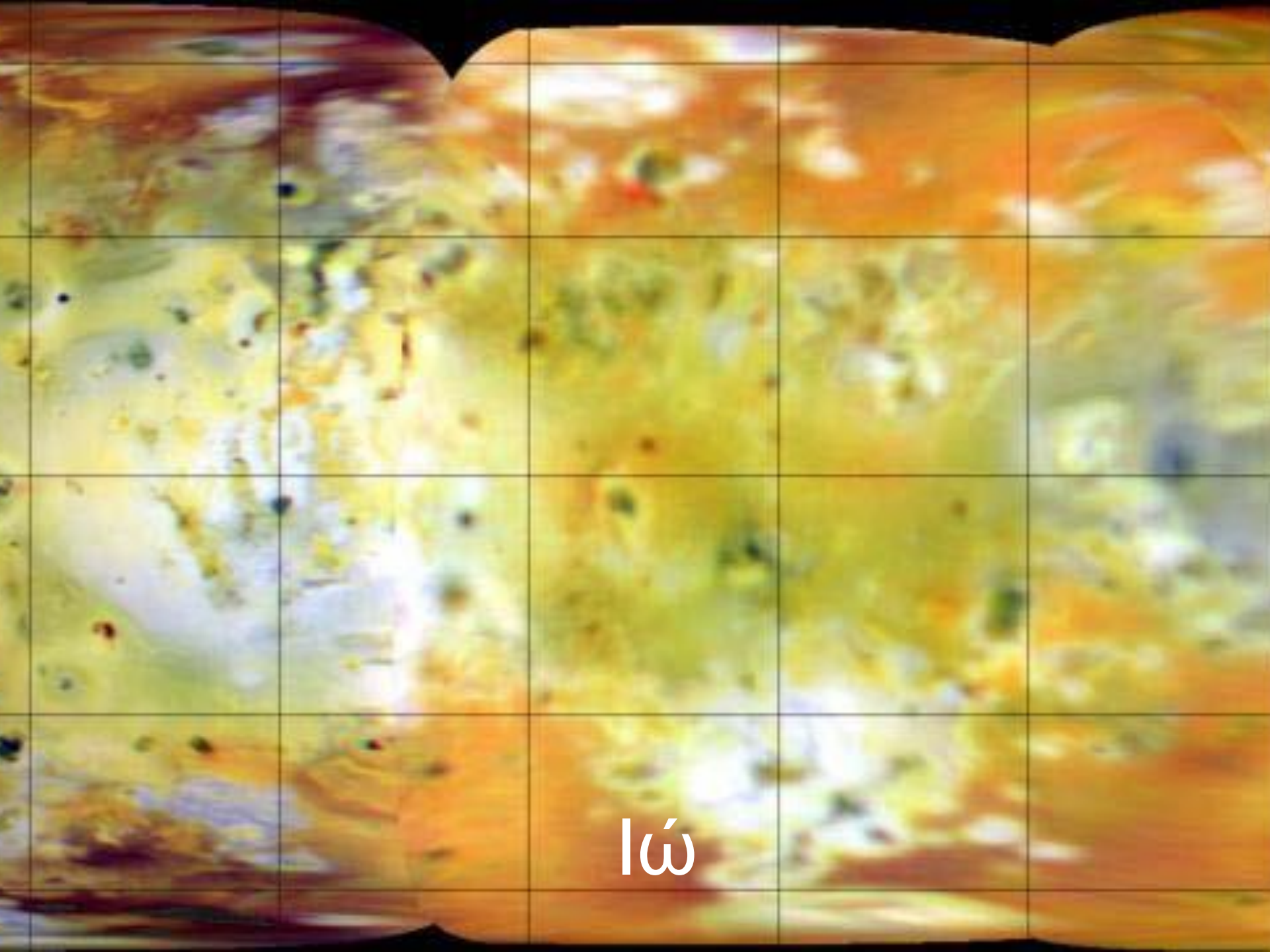
Η Εύβοια της Ιούς



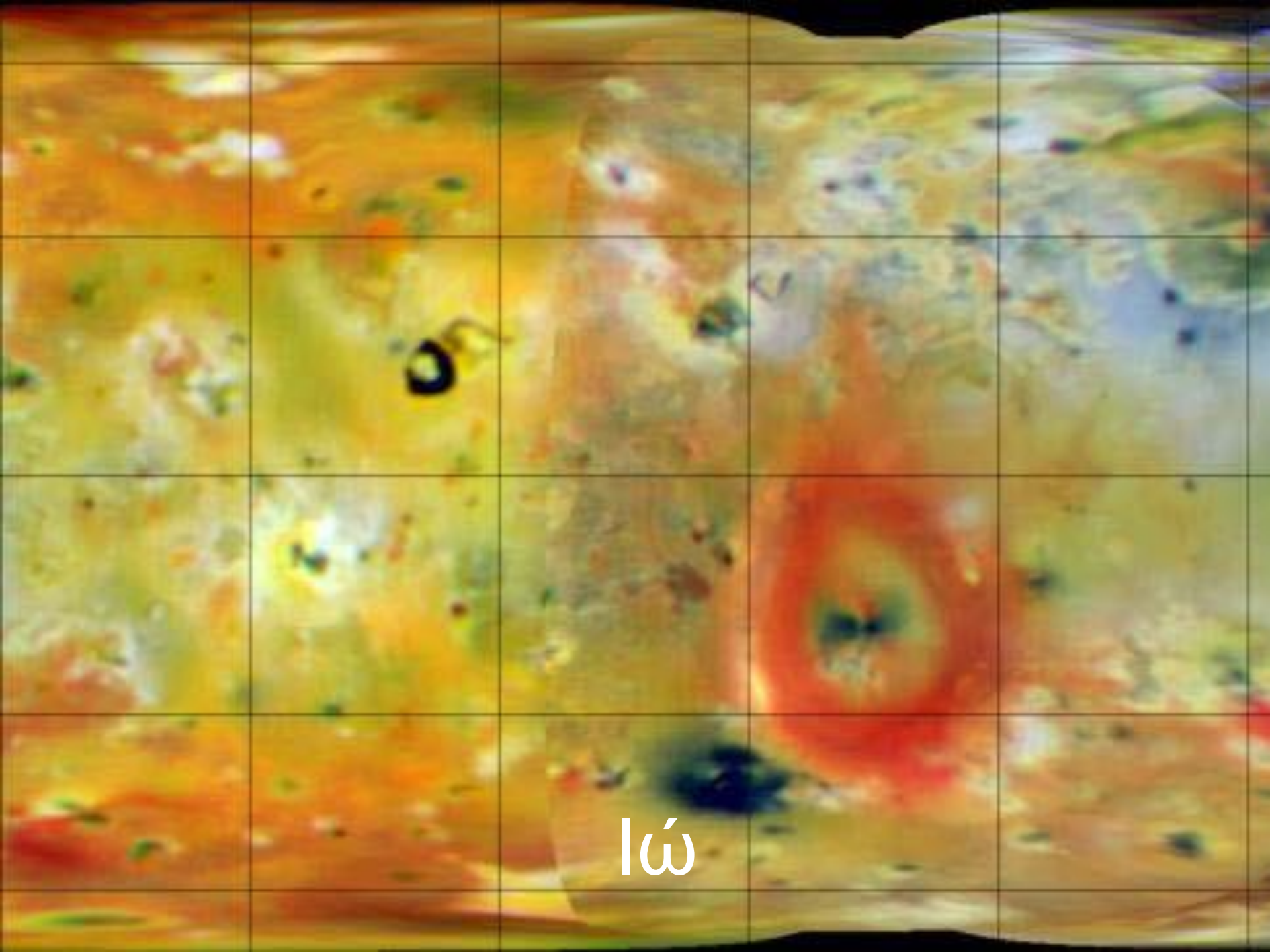
Ω



Ιώ

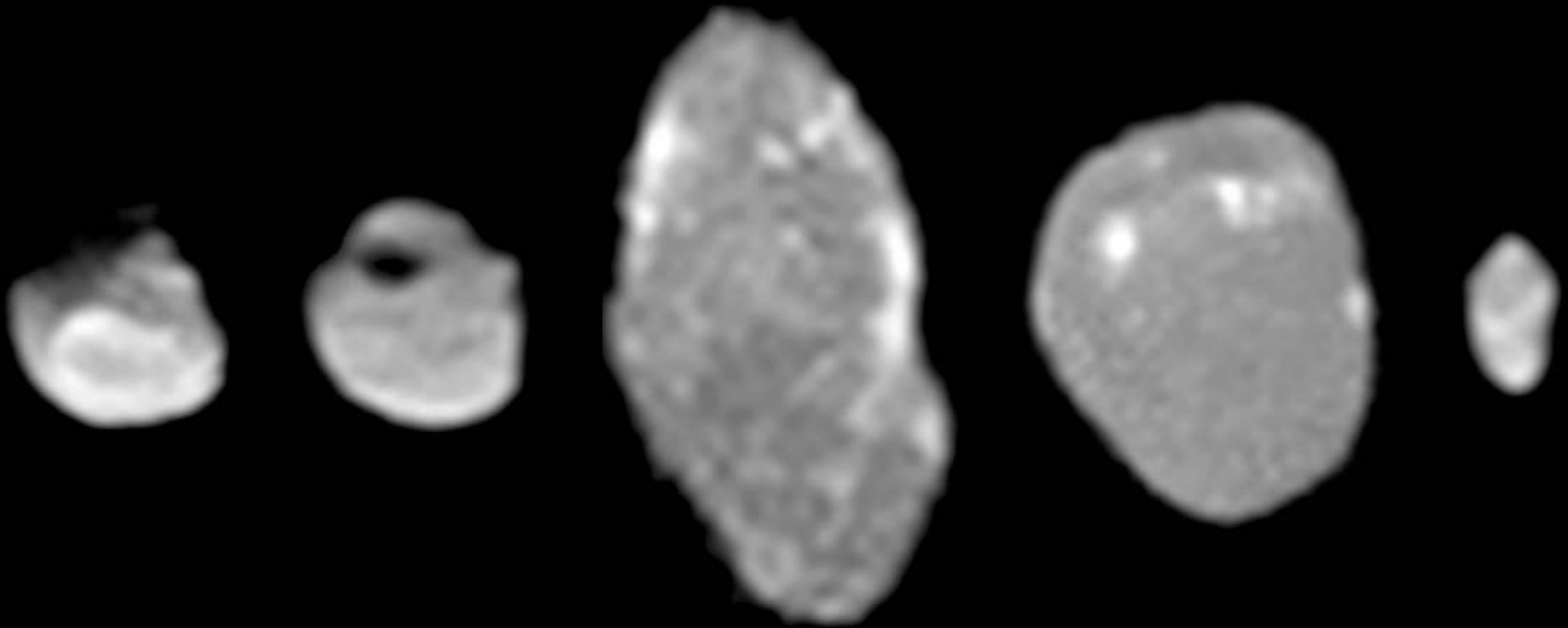


Ιώ

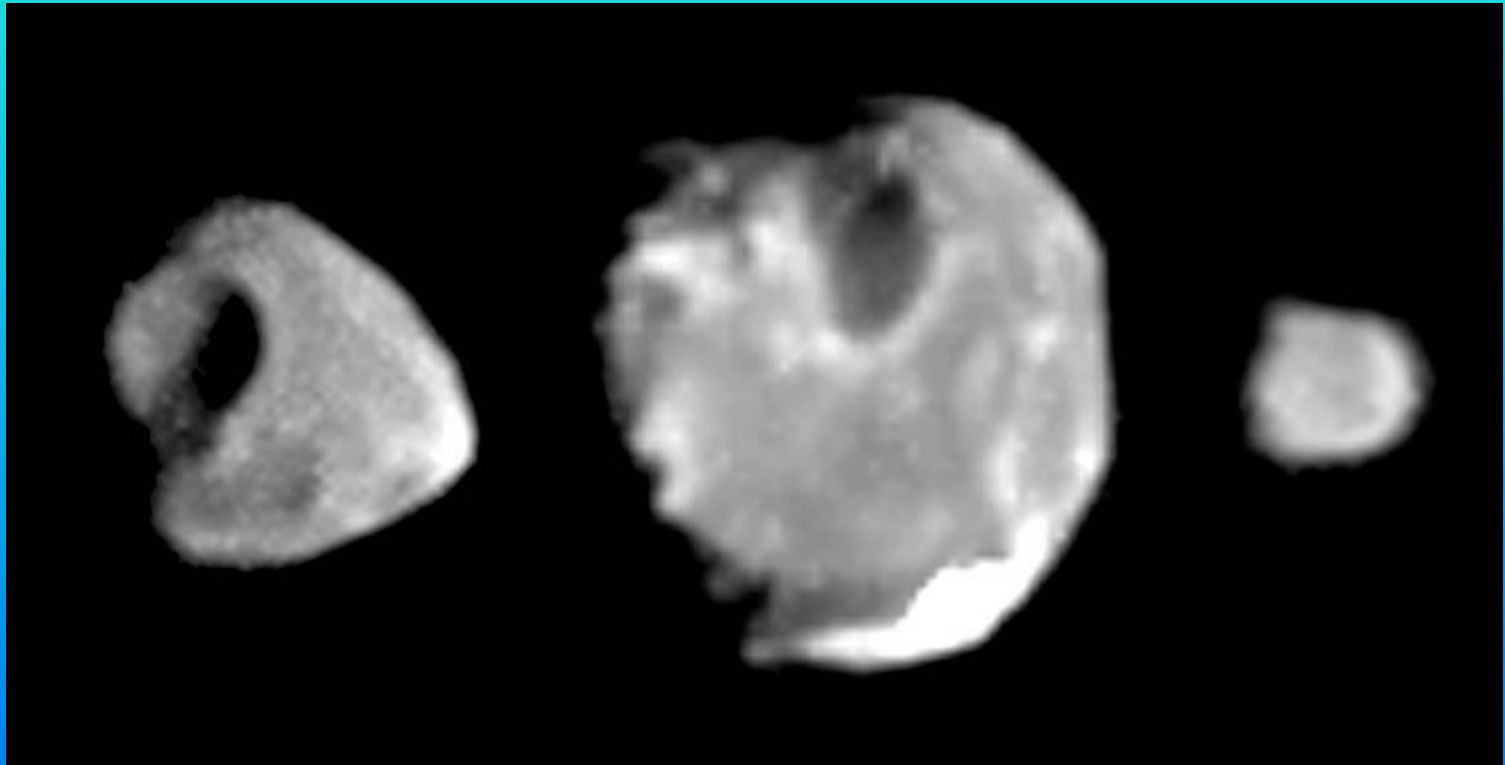


Ιώ

Μικροί Δορυφόροι Δία



Μικροί δορυφόροι Δία



δορυφόροι



Κρόνου

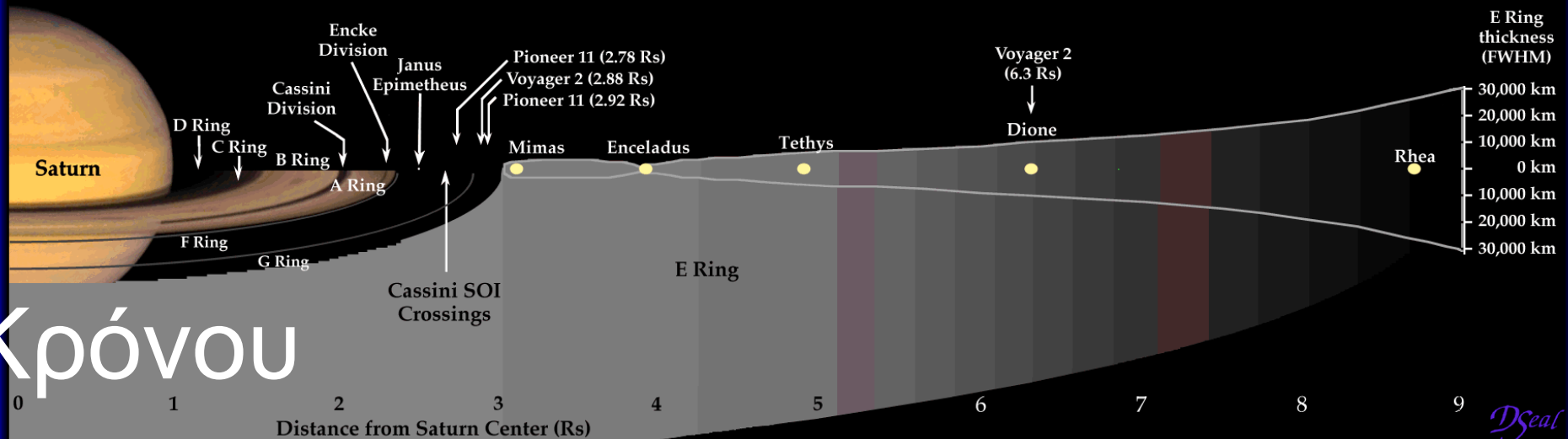
Saturn's Satellites and Ring Structure

δορυφόροι



Not shown:

Pan	2.22 Rs	Titan	20.3 Rs
Atlas	2.28 Rs	Hyperion	24.6 Rs
Prometheus	2.31 Rs	Iapetus	59.1 Rs
Pandora	2.35 Rs	Phoebe	214.9 Rs



Κρόνου

DSeal

This graphic is available in color if required.



Δακτύλιος και Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



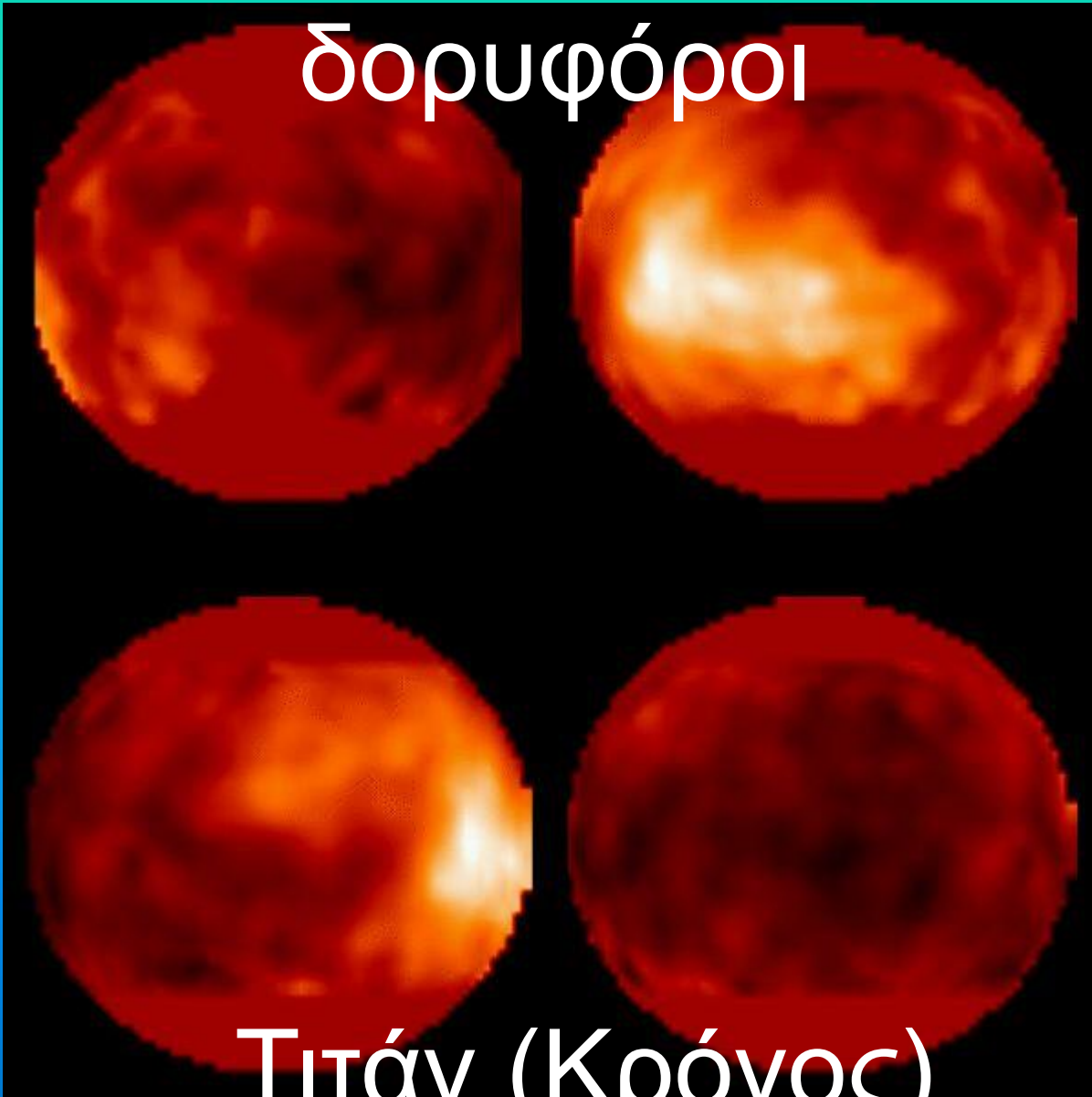
Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



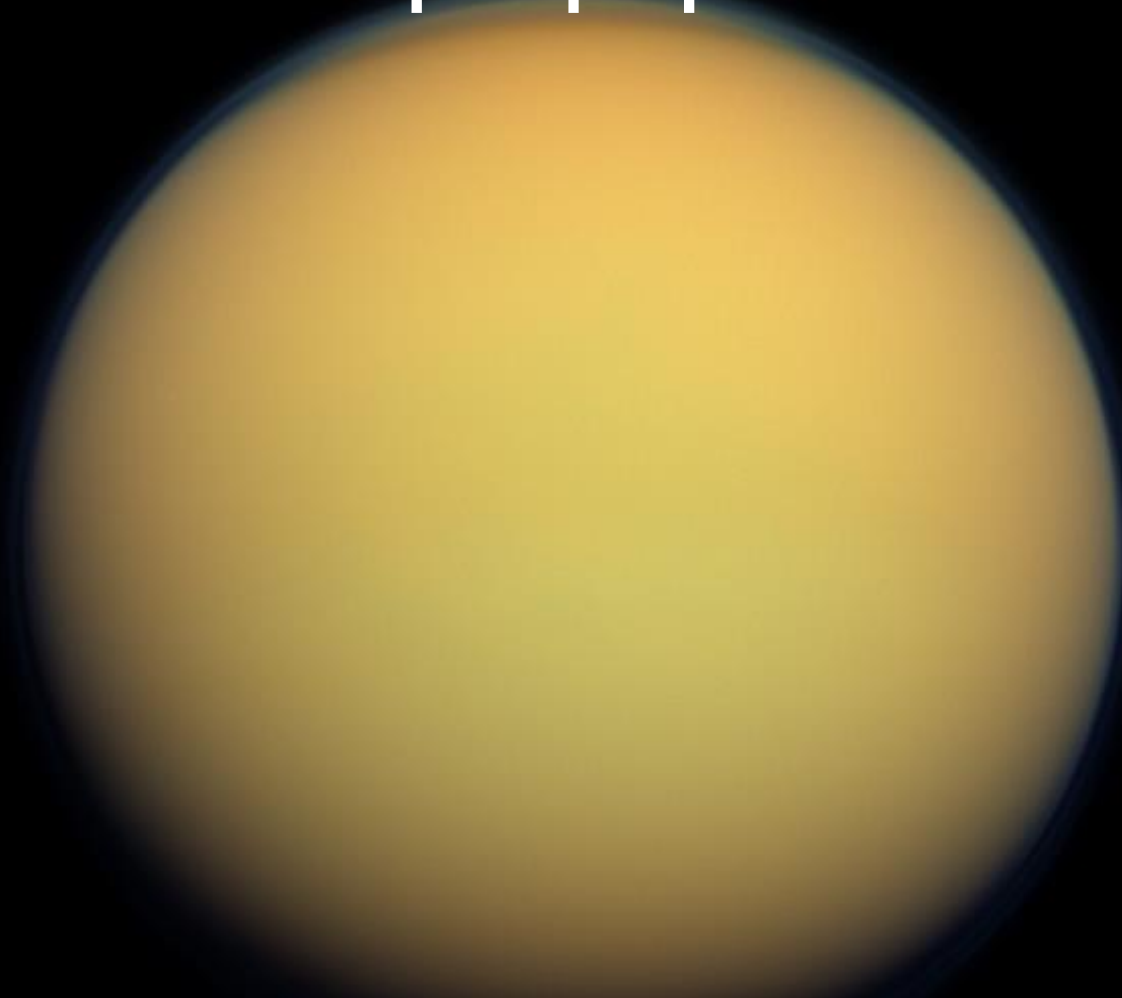
Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



Τιτάν (Κρόνος)

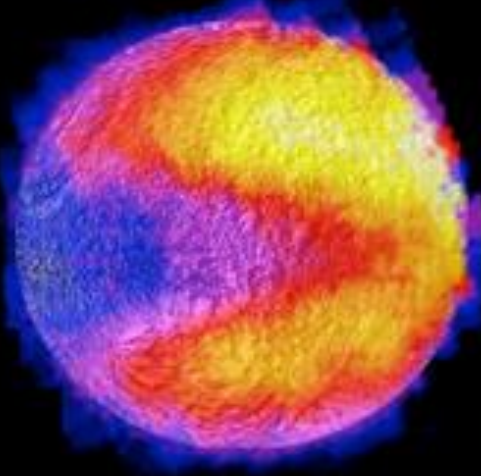
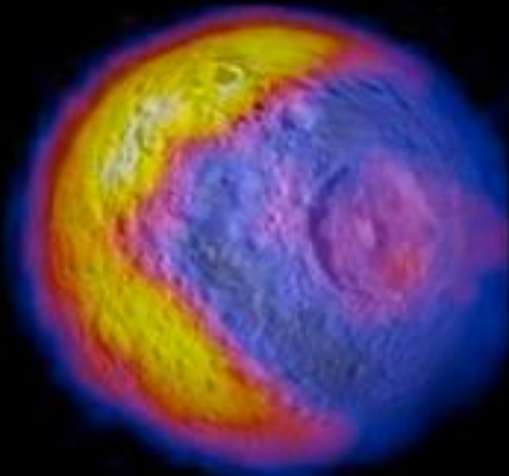
A large, pale yellowish-white planet with a prominent equatorial band of darker, reddish-brown material, set against a black background. The planet's surface appears to have a complex, textured appearance with various shades of yellow, white, and brown. The equatorial band is particularly dark and dense, suggesting a thick atmosphere or a large body of liquid. The overall appearance is that of a gas giant or a large, rocky planet with a significant atmosphere.

δορυφόροι

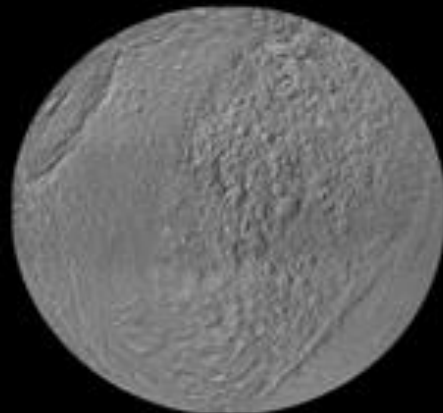
Τιτάν (Κρόνος)

MIMAS

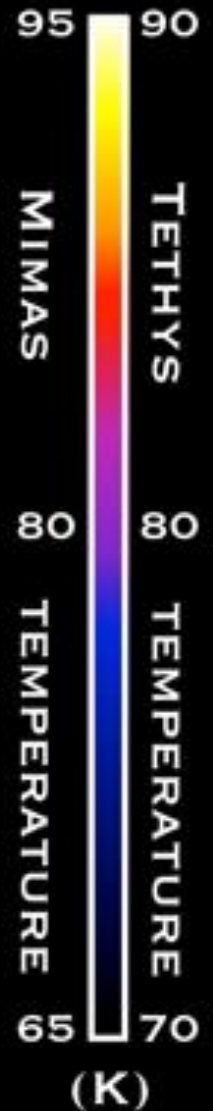
TETHYS



SURFACE TEMPERATURE

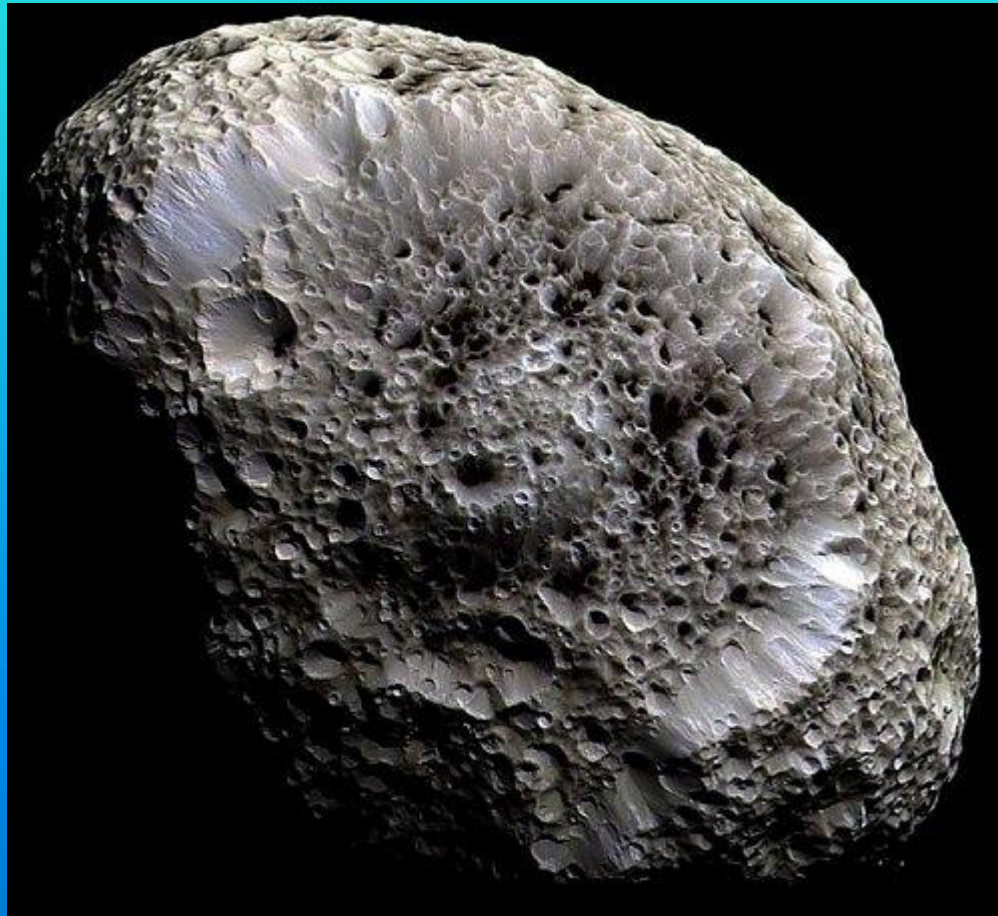


SURFACE APPEARANCE

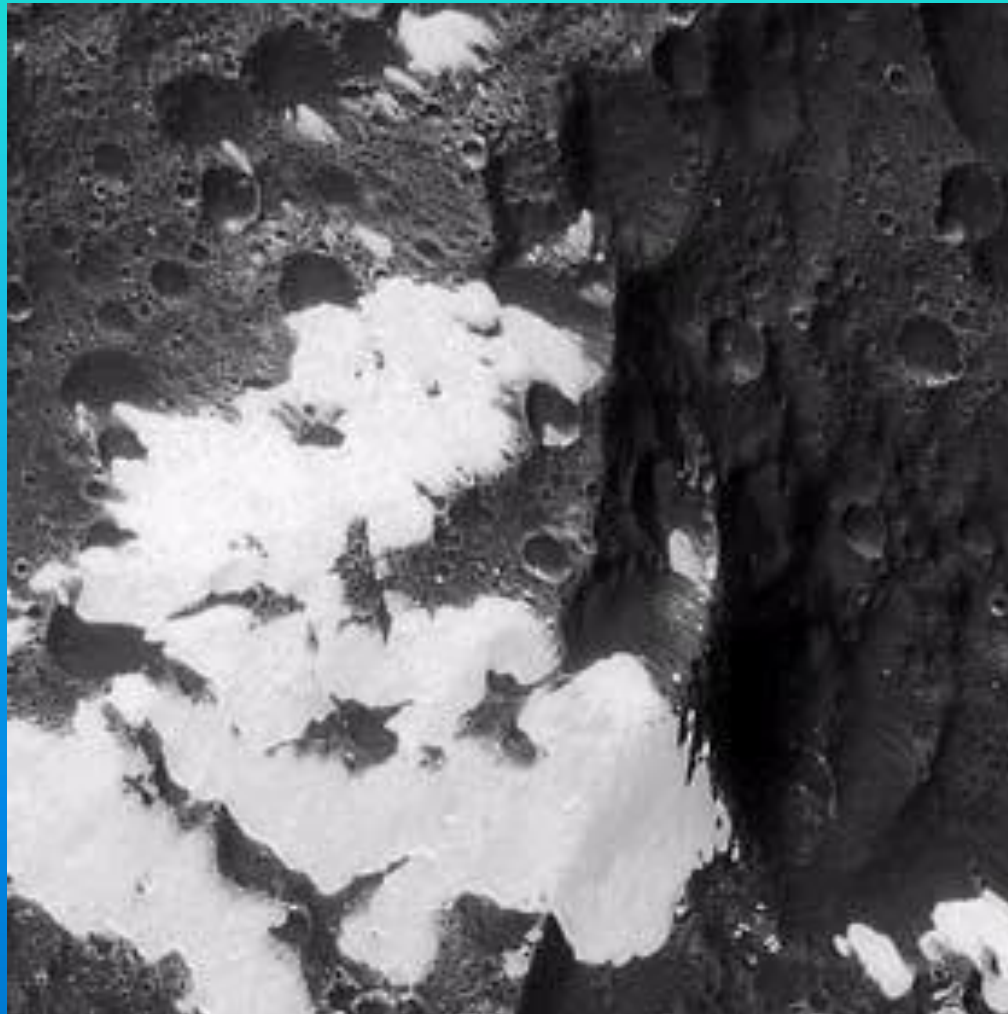


Δορυφόροι Κρόνου

Ιαπετός (πάγος)



Υπερίων (πάγος)





Εγκέλαδος (Κρόνος)



Τρίτων με πάγο (Κρόνος)

δορυφόροι



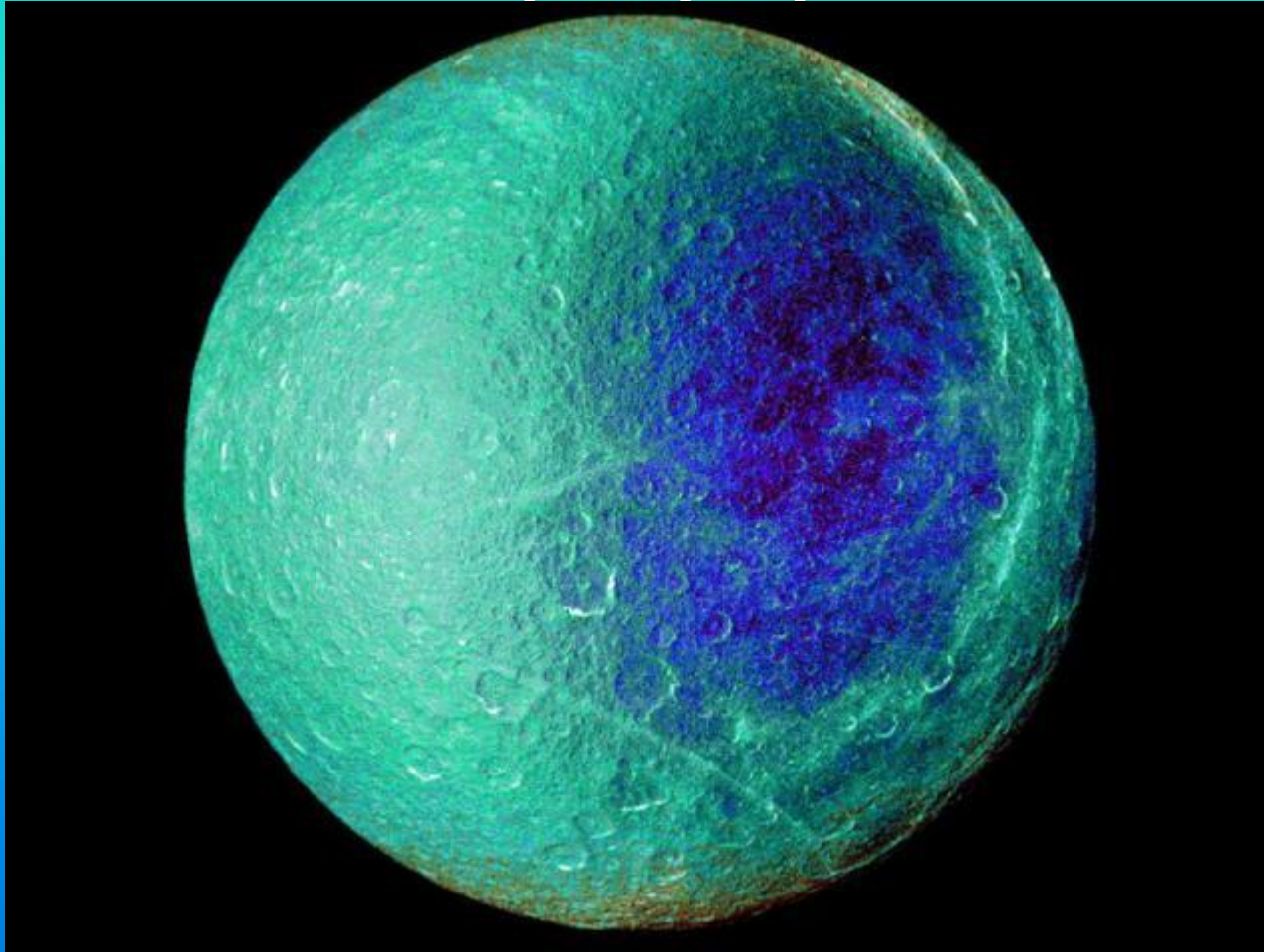
Ιαπετός (Κρόνος)

δορυφόροι



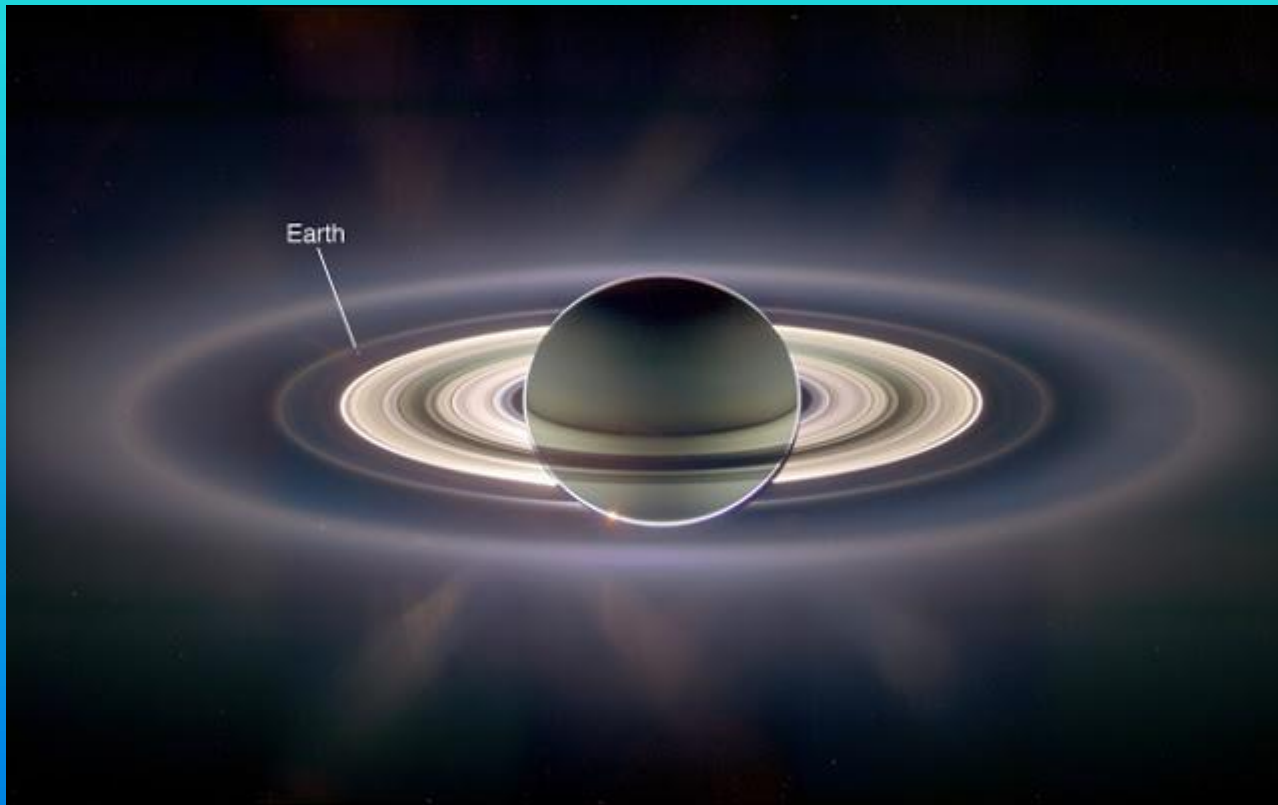
Διόνη (Κρόνος)

δορυφόροι



magnetic sweeping, Ρέα (Κρόνος)

δορυφόροι

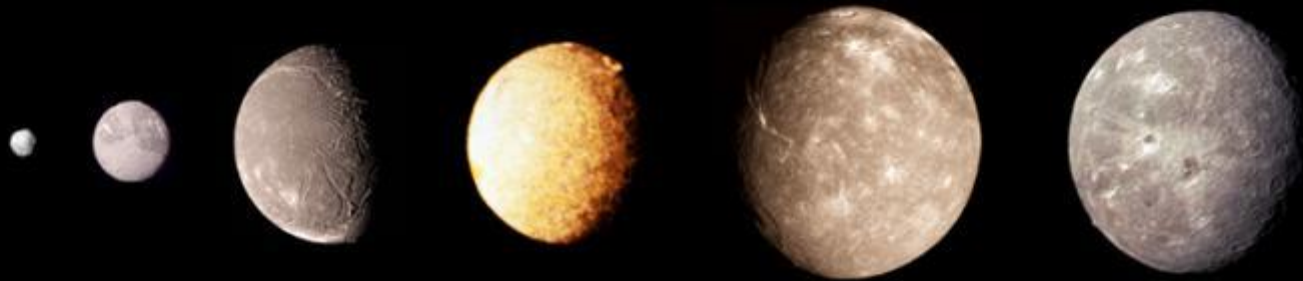


Δακτύλιοι Κρόνου

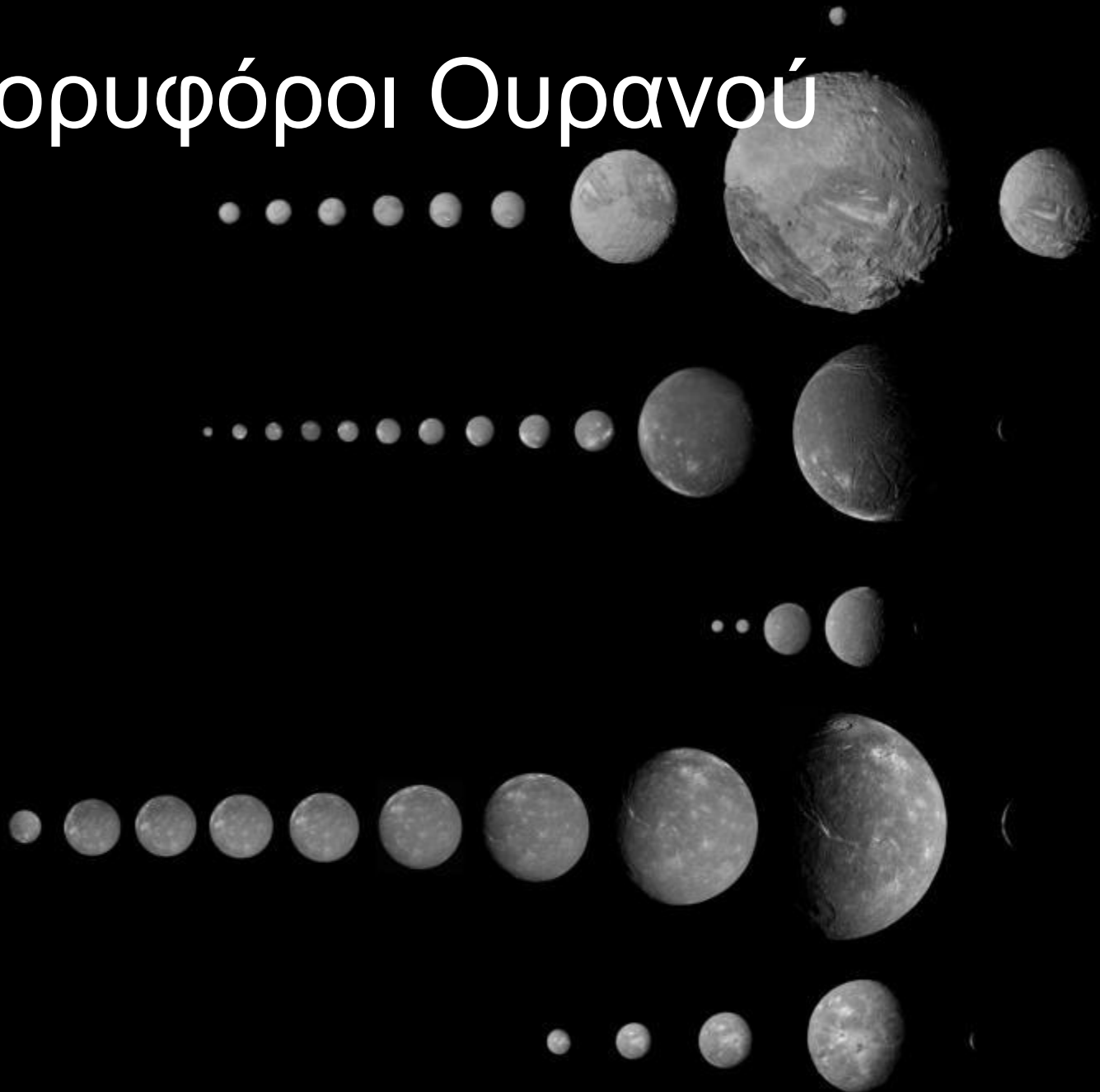
Δορυφόροι Κρόνου

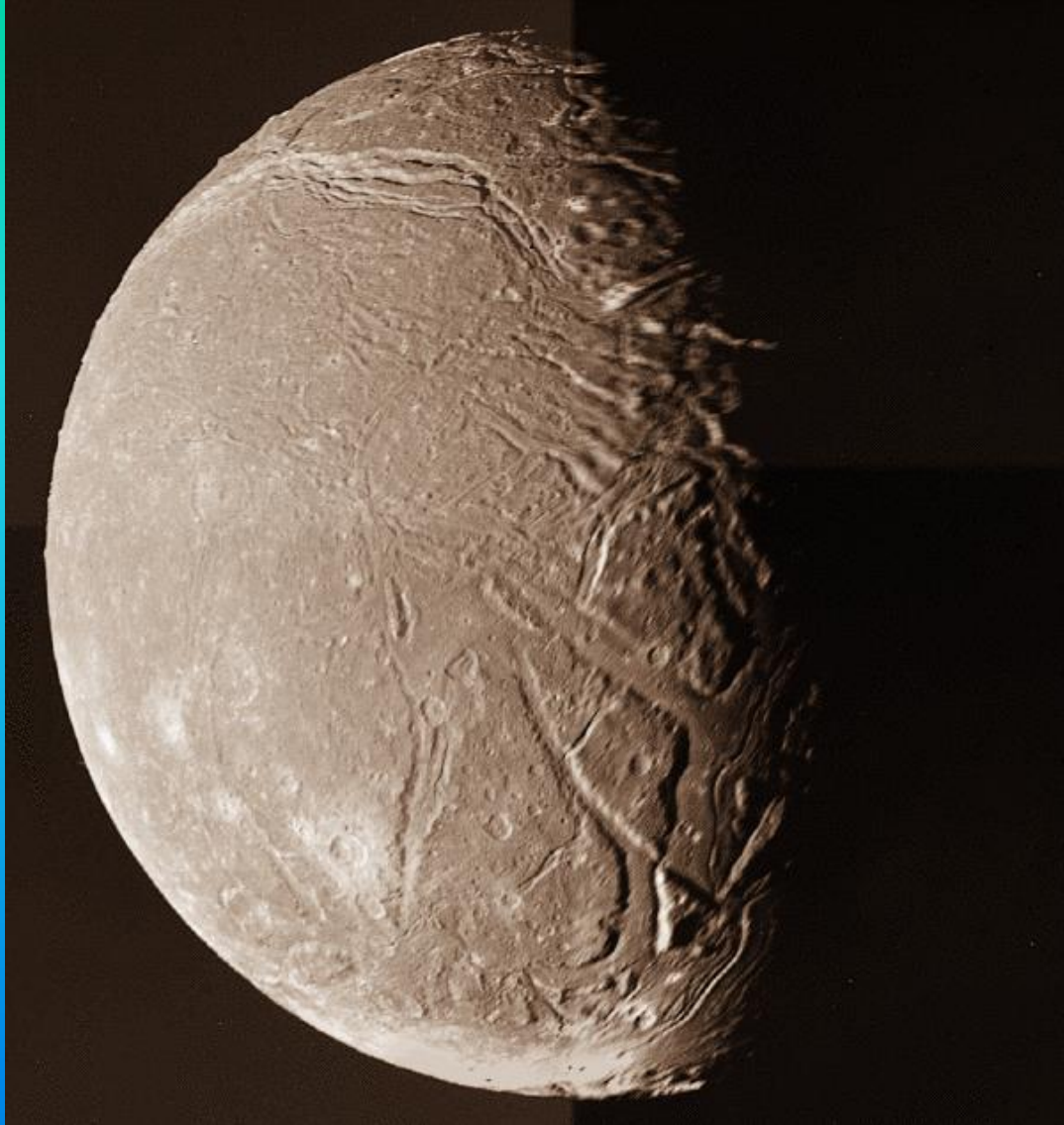


Δορυφόροι Ουρανού



Δορυφόροι Ουρανού



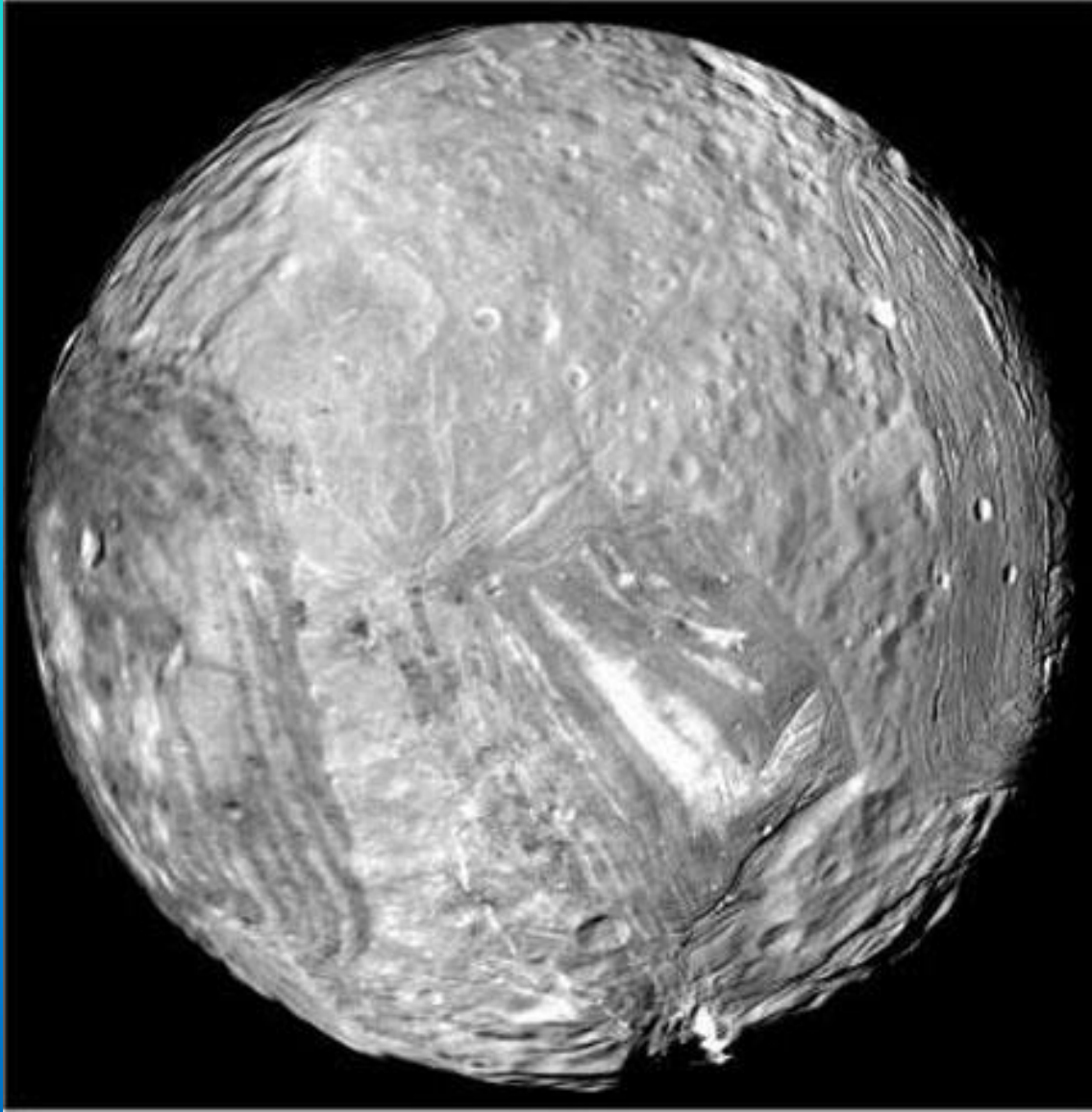


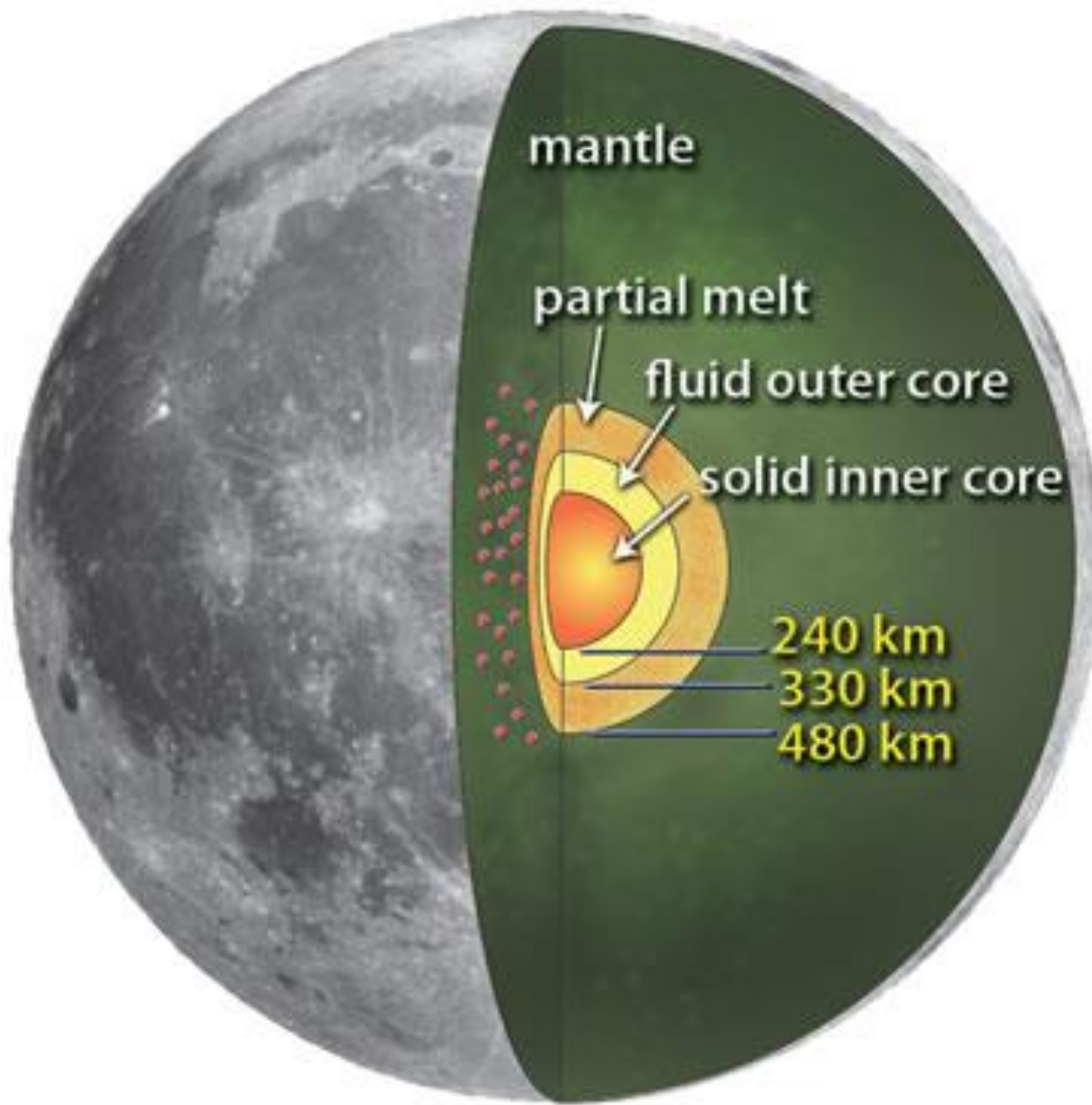
Άριελ

Τιάνια, Δορυφόρος Ουρανού



Μιράντα, Δορυφόρος Ουρανού





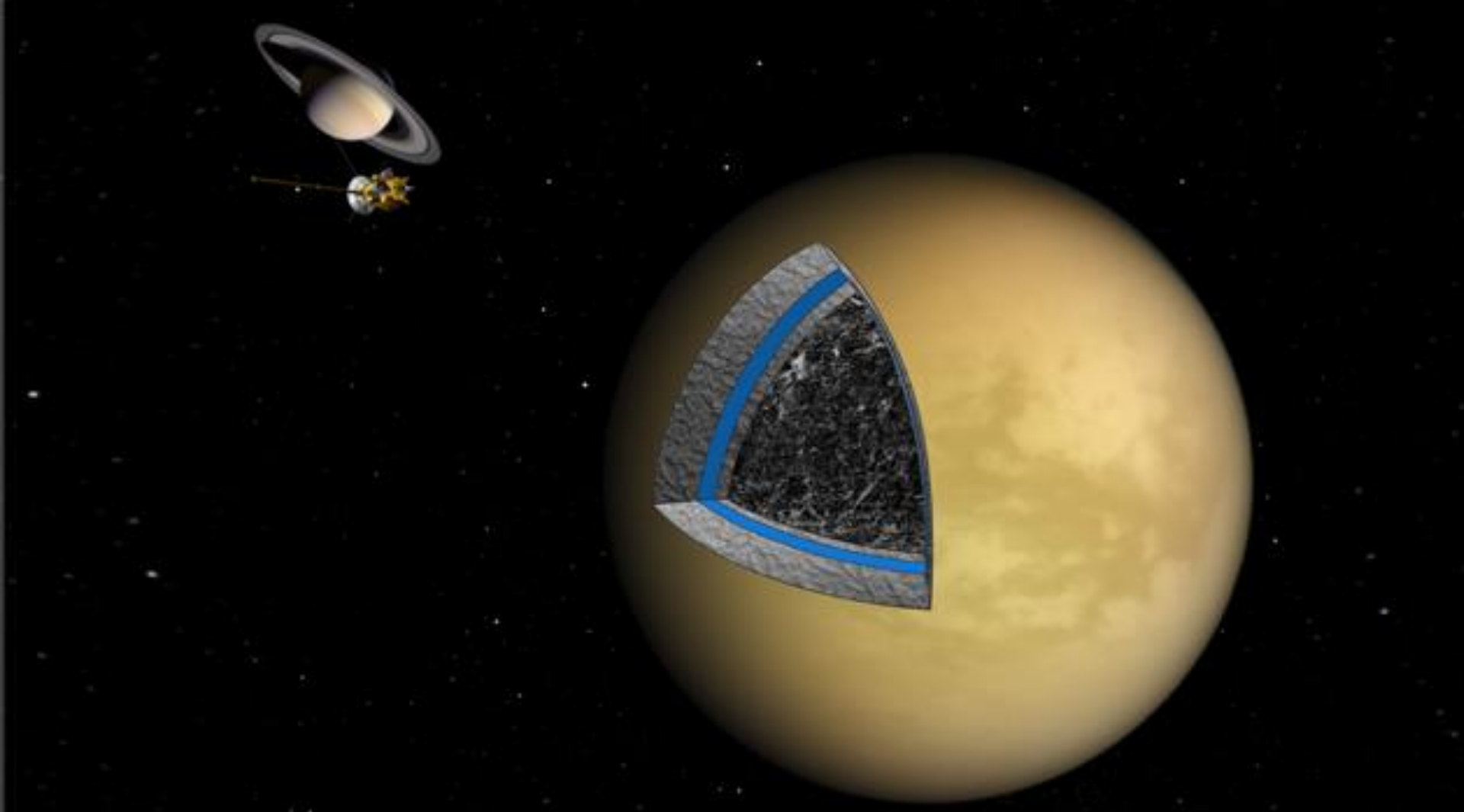
organic-rich atmosphere
and surface

de-coupled outer shell
(water-ice / clathrate)

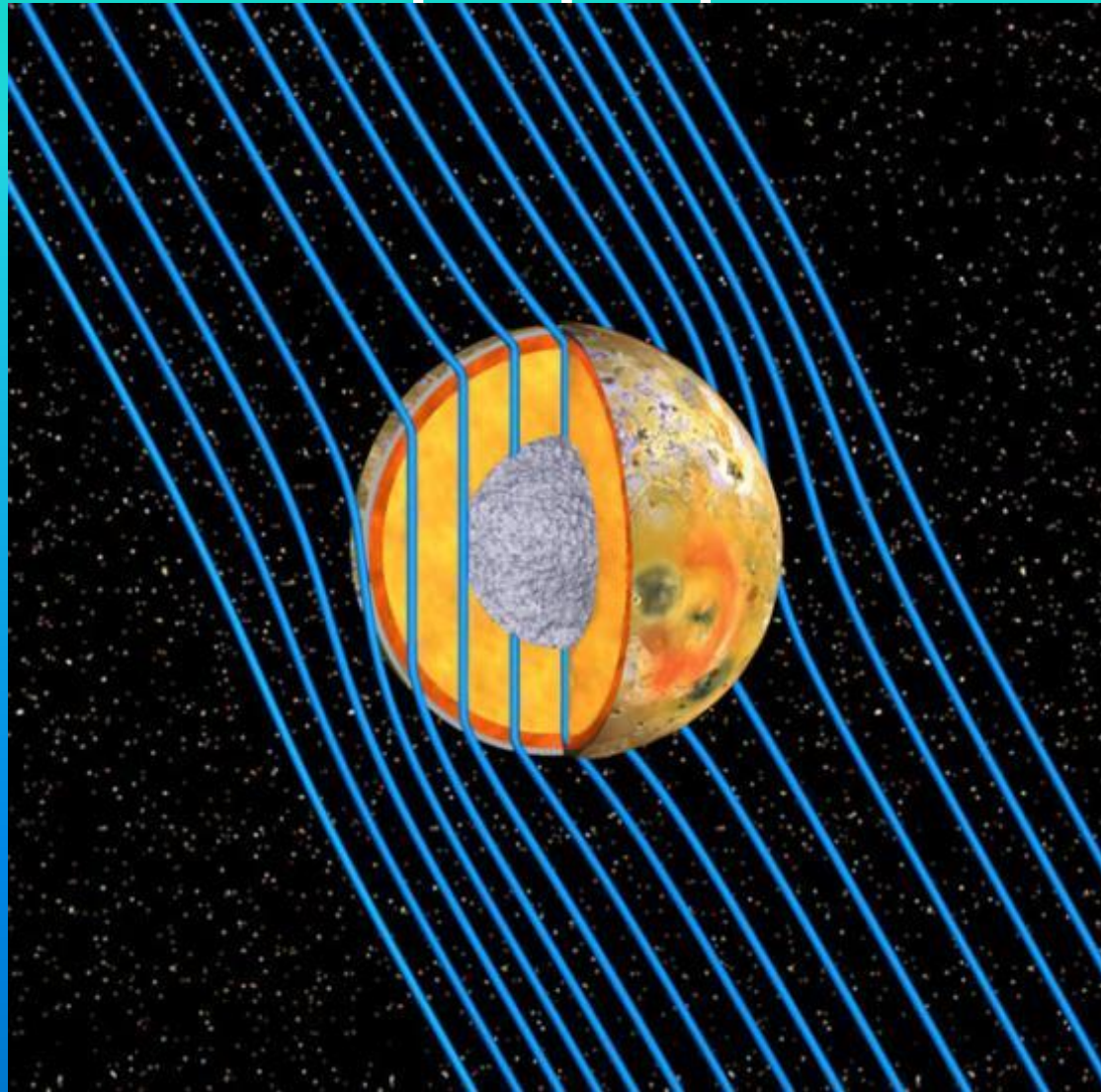
global subsurface ocean

high-pressure ice VI shell

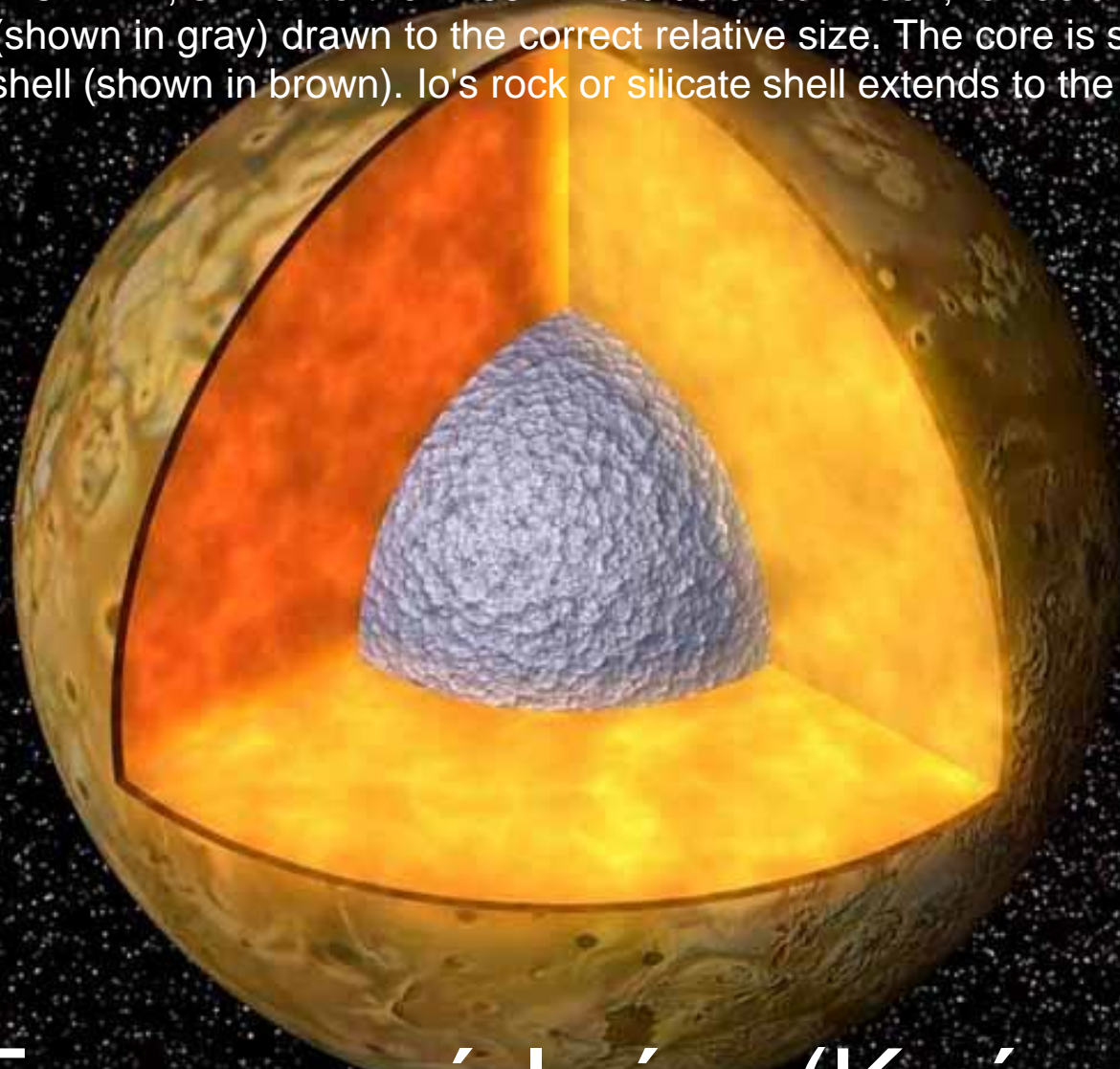
hydrous silicate core
~2000 km radius



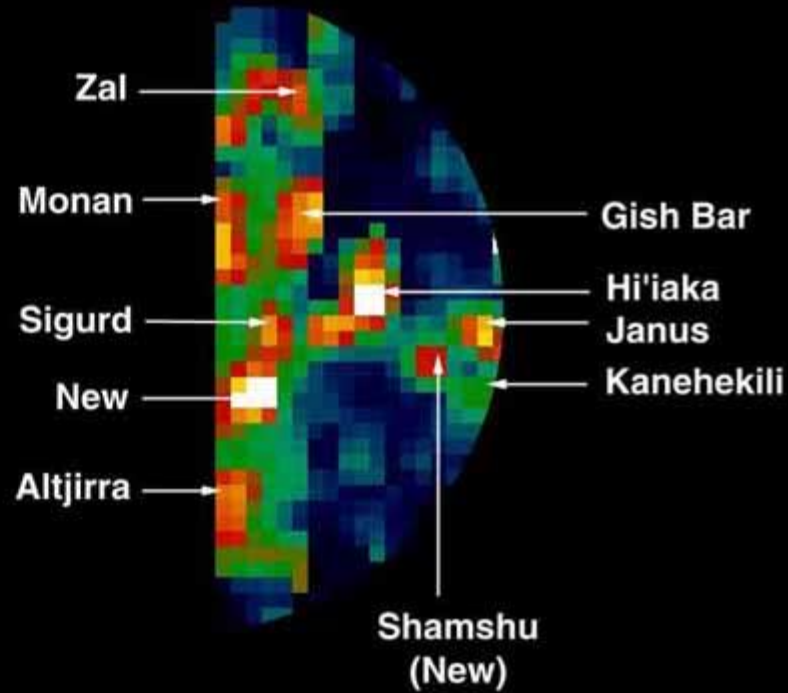
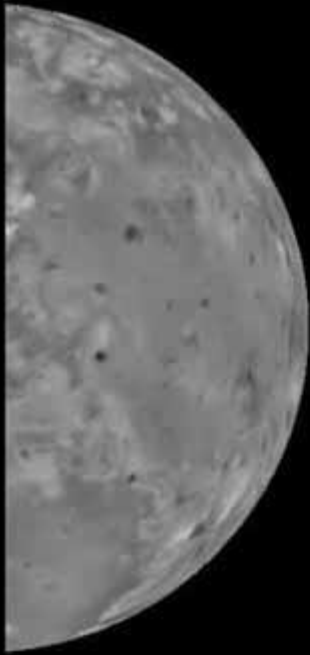
Η Ίω και μαγνητικό πεδίο



Io's radius is 1821 km, similar to the 1738 km radius of our Moon; Io has a metallic (iron, nickel) core (shown in gray) drawn to the correct relative size. The core is surrounded by a rock shell (shown in brown). Io's rock or silicate shell extends to the surface.



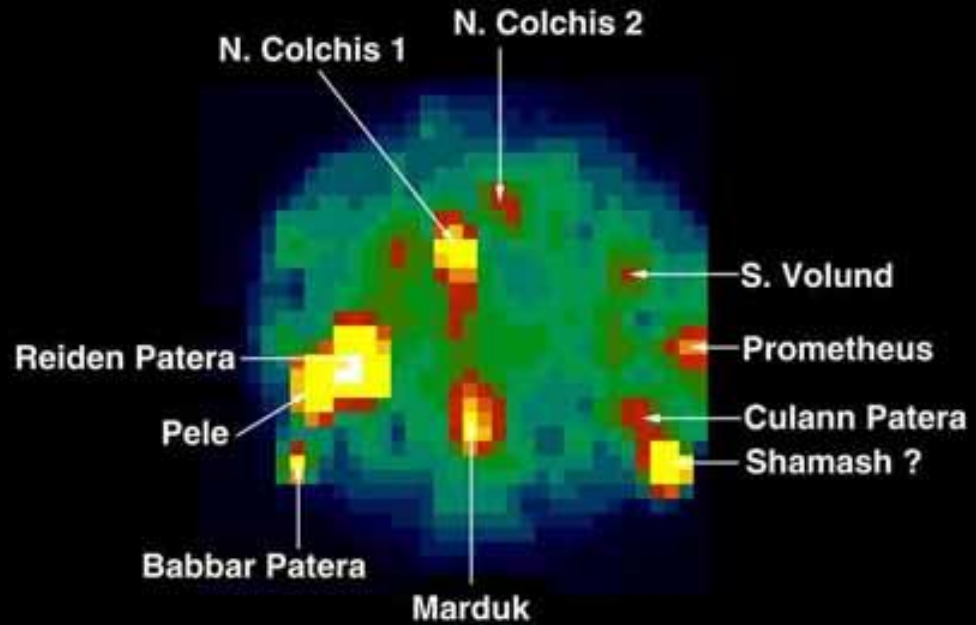
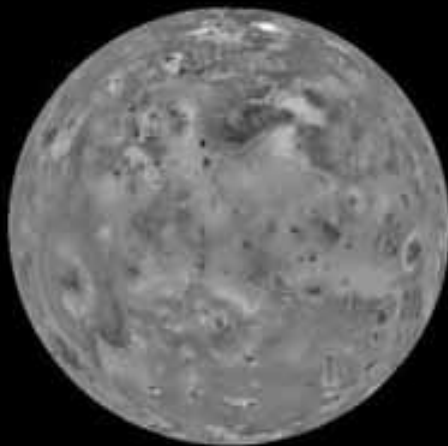
Εσωτερικό Ιούς (Κρόνος)



C10INTHRMAL02
42W-111W 171 km / NIMS pixel
Sept. 19, 1997 UTC=00:52:23

Νέα θερμά σημεία Ιούς

δορυφόροι



G2INHRSPEC01
120W-300W 219 km/pixel
Sept. 7, 1996 UTC=05:21:01

Νέα θερμά σημεία Ιούς

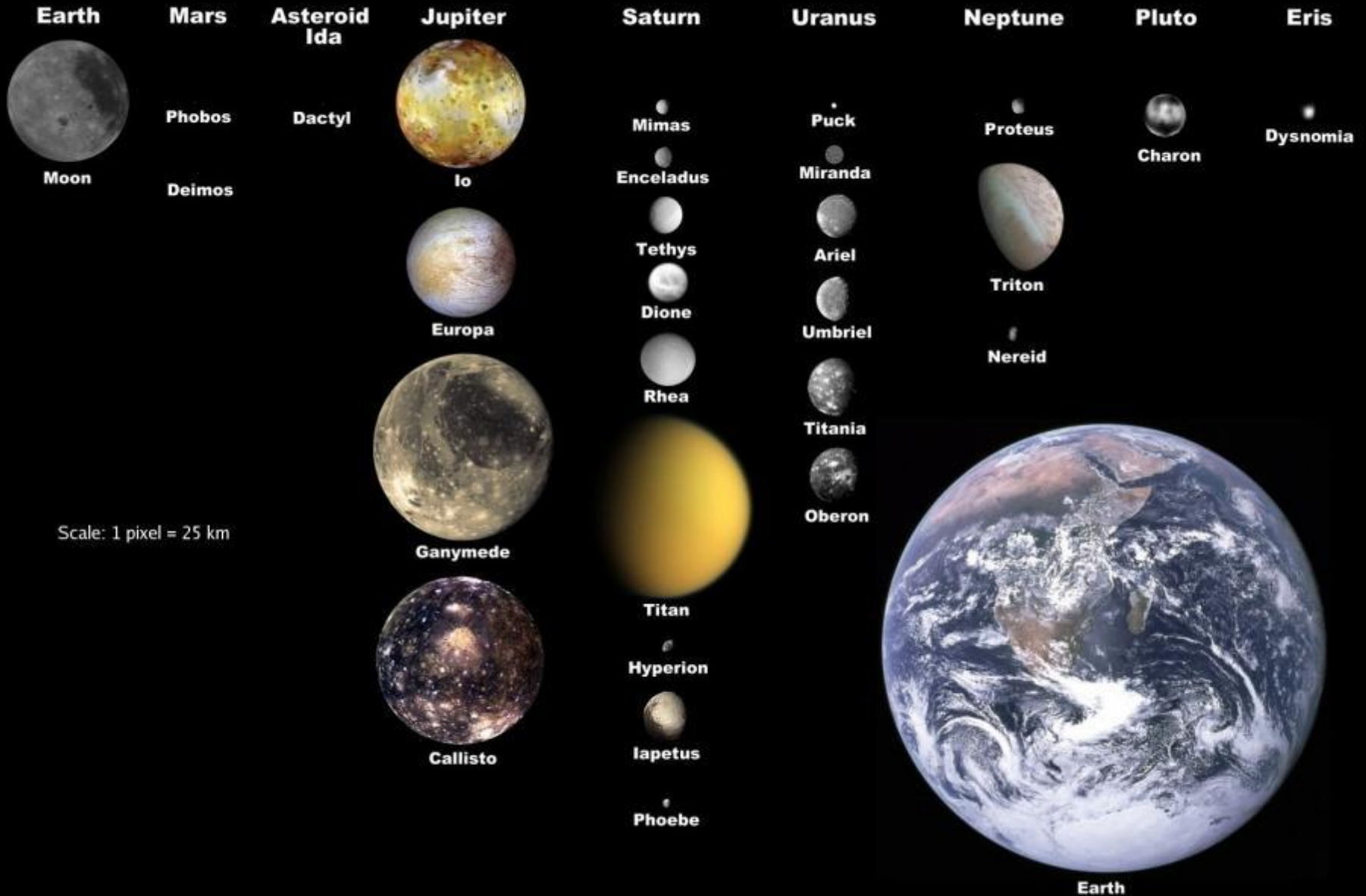
δορυφόροι

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA10246>



Δακτύλιος της Ρέας (Κρόνος)

Selected Moons of the Solar System, with Earth for Scale



δορυφόροι



Σελήνη



δορυφόροι

Σελήνη από το διαστημόπλοιο
Γαλιλαίος

Δορυφόρος μικρού πλανήτη

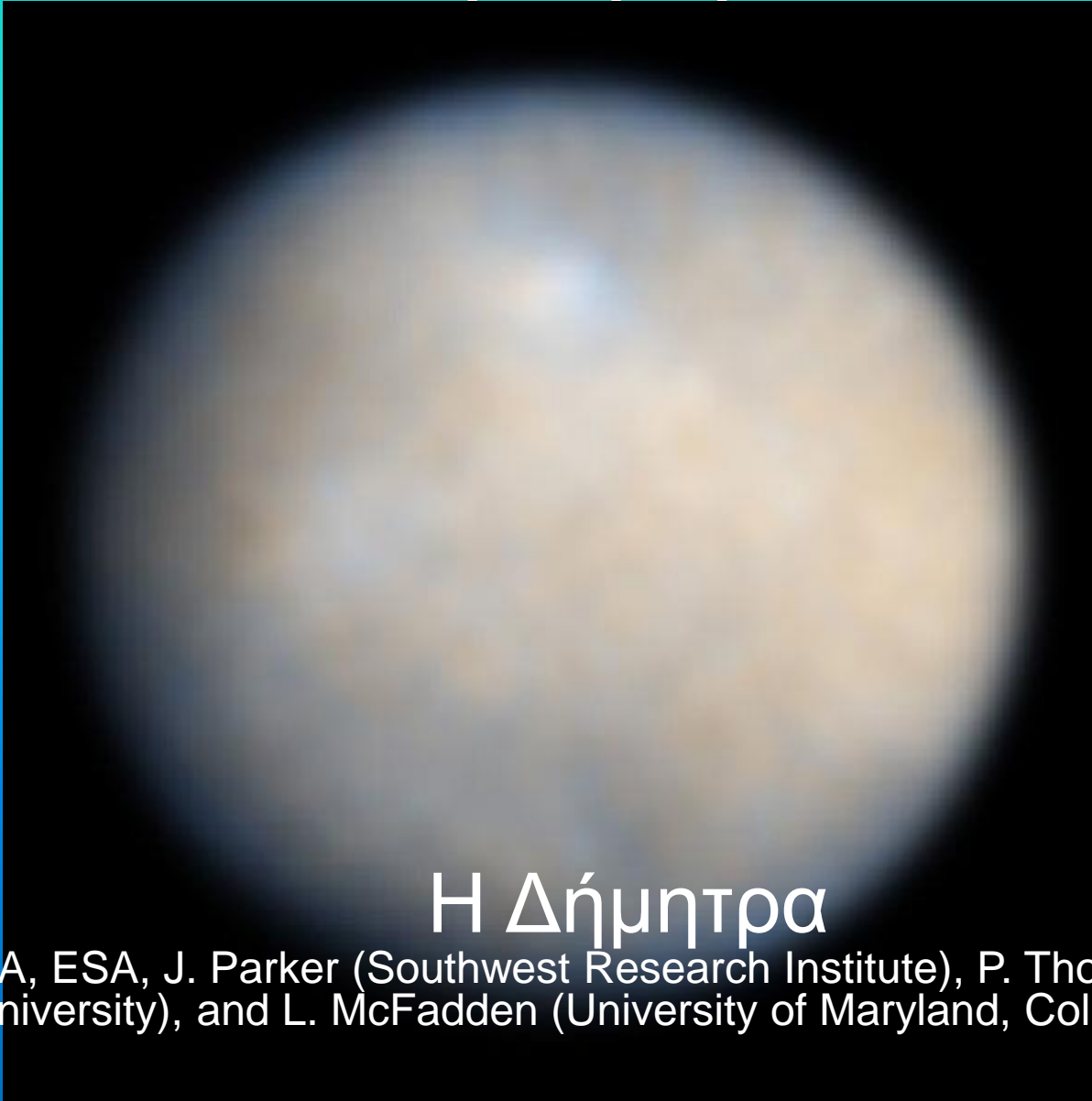


Ίδα και δακτυλος

Galileo spacecraft about 14 minutes before its closest approach to asteroid 243 Ida on August 28, 1993.

ΣΕΙΡΑ	ΟΝΟΜΑ	ΠΛΑΝΗΤΗΣ	ΑΚΤΙΝΑ(ΣΕ ΧΛΜ)
1	Γανυμήδης	Δίας	2.634
2	Τιτάνας	Κρόνος	2.576
3	Καλλιστώ	Δίας	2.410
4	Ιώ	Δίας	1.821
5	Σελήνη	Γη	1.737
6	Ευρώπη	Δίας	1.561
7	Τρίτωνας	Ποσειδώνας	1.353
8	Τιτάνια	Ουρανός	788,4
9	Ρέα	Κρόνος	763,8
10	Όμπερον	Ουρανός	761,4
11	Ιαπετός	Κρόνος	734,5
12	Χάρων	Πλούτωνας	603,5
13	Ουμβριήλ	Ουρανός	584,7
14	Άριελ	Ουρανός	578,9
15	Διώνη	Κρόνος	561,4
16	Τηθύς	Κρόνος	531,1
17	Εγκέλαδος	Κρόνος	252,1
18	Μιράντα	Ουρανός	235,8
19	Πρωτέας	Ποσειδώνας	210
20	Μίμας	Κρόνος	198,3

δορυφόροι



Η Δήμητρα

NASA, ESA, J. Parker (Southwest Research Institute), P. Thomas (Cornell University), and L. McFadden (University of Maryland, College Park)

δορυφόροι



Έρις και Δυσνομία

δορυφόροι



Ο Πλούτωνα, ο Χάροντας, η Νυξ και η Ύδρα από το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble.

δορυφόροι



Δείμος 12 km (Άρης)

δορυφόροι



Φόβος 22 km (Άρης)



δορυφόροι

Φόβος 22 km (Άρης)



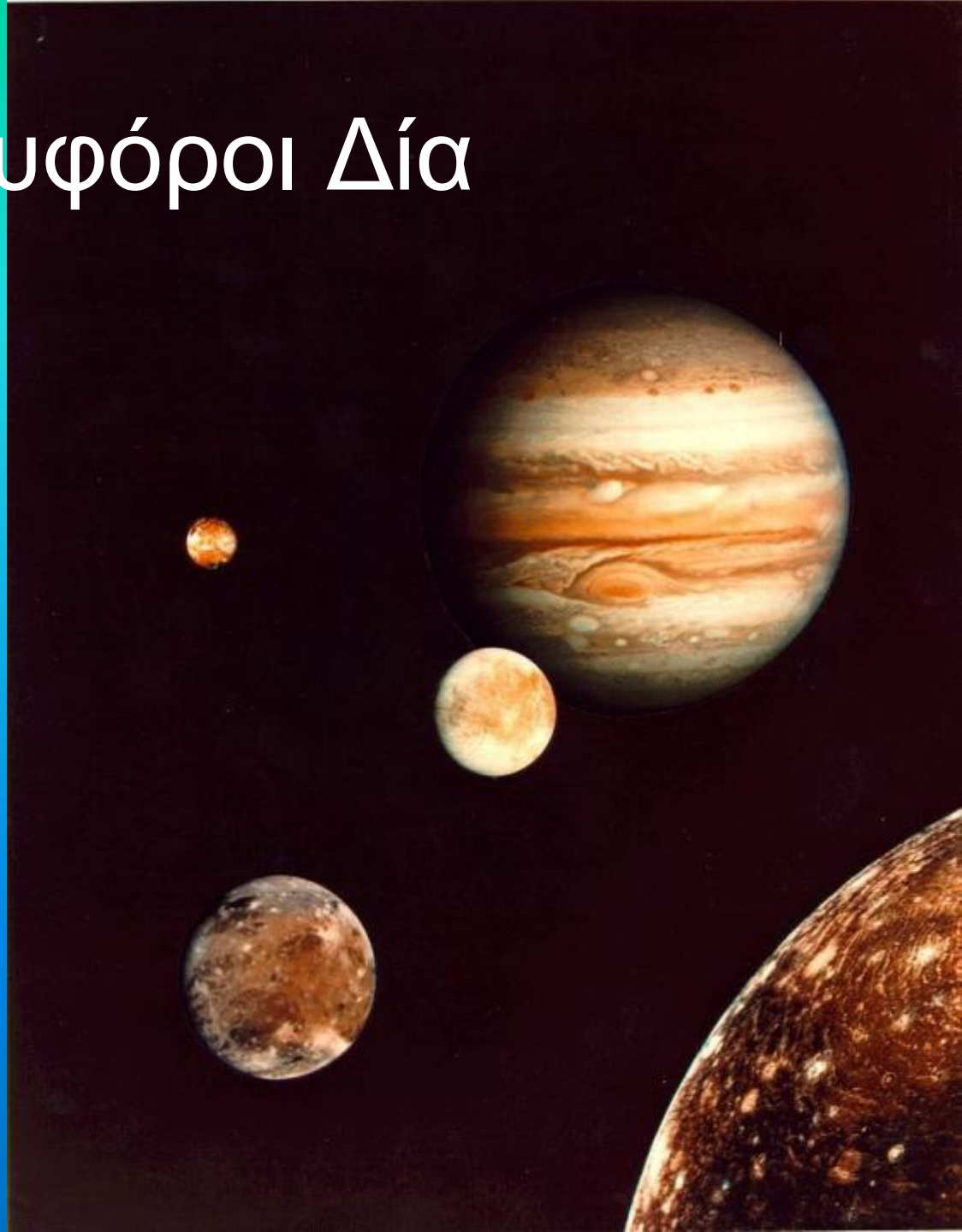
δορυφόροι

Φόβος 22 km (Άρης)



Φόβος 22 km (Άρης)

Δορυφόροι Δία



δορυφόροι



Καλλιστώ

δορυφόροι



Καλλιστώ



Καλλιστώ

δορυφόροι

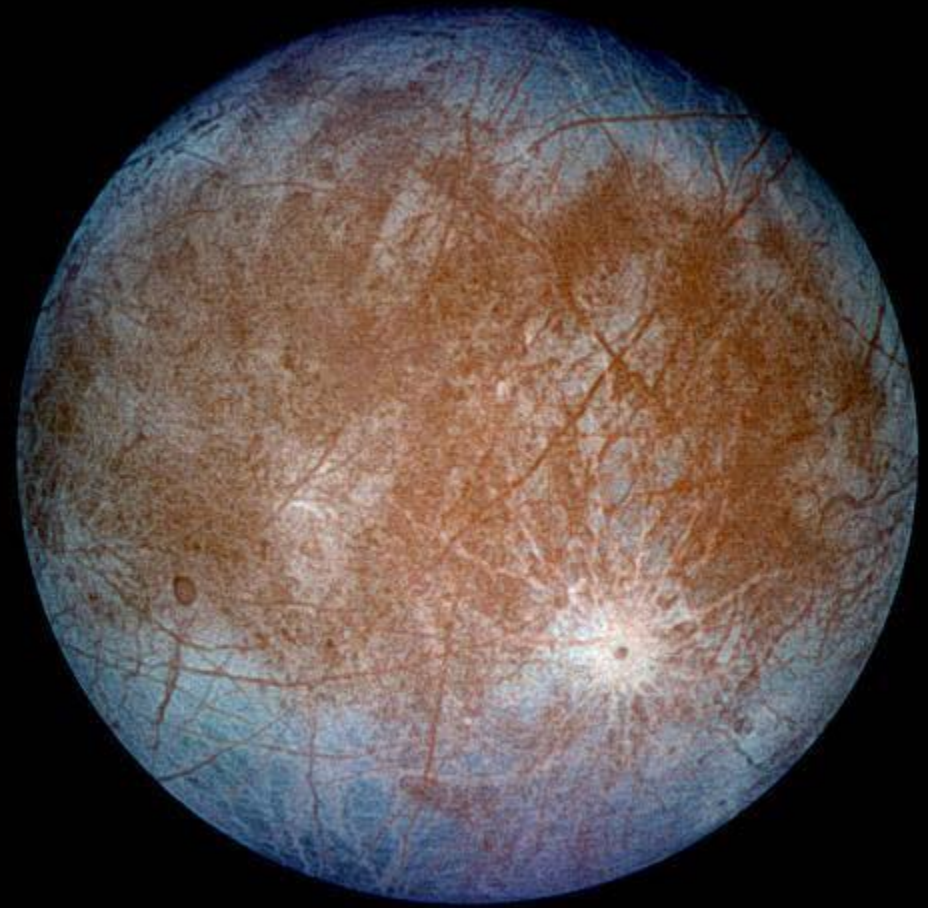
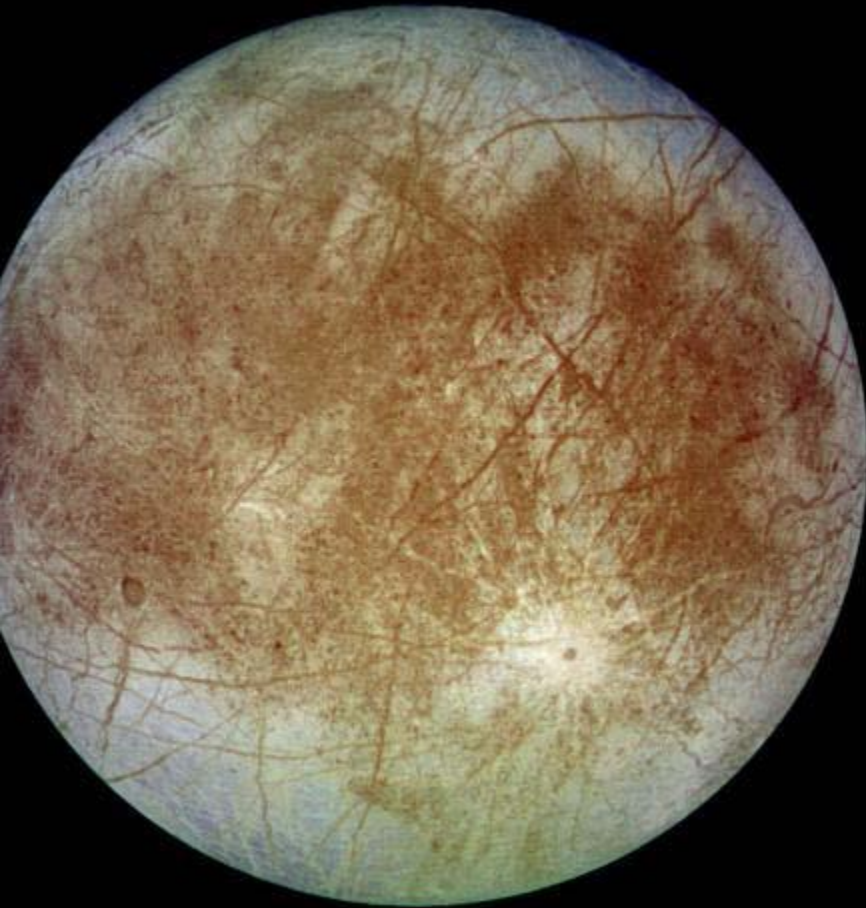


Καλλιστώ



Καλλιστώ

δορυφόροι



Ευρώπη (Δίας)

A microscopic image showing a dense network of collagen fibers in the dermis. The fibers are stained with Masson's trichrome, appearing as thick, dark red bundles and a fine, light blue network. The overall structure is fibrous and interconnected, typical of connective tissue.

δορυφόροι

Ευρώπη (Δίας)

A high-magnification black and white micrograph of skeletal muscle tissue. The image displays numerous parallel myofibrils with distinct transverse striations. A prominent dark band, likely a Z-line or sarcomere boundary, runs diagonally across the frame. The overall texture is highly organized and repetitive.

δορυφόροι

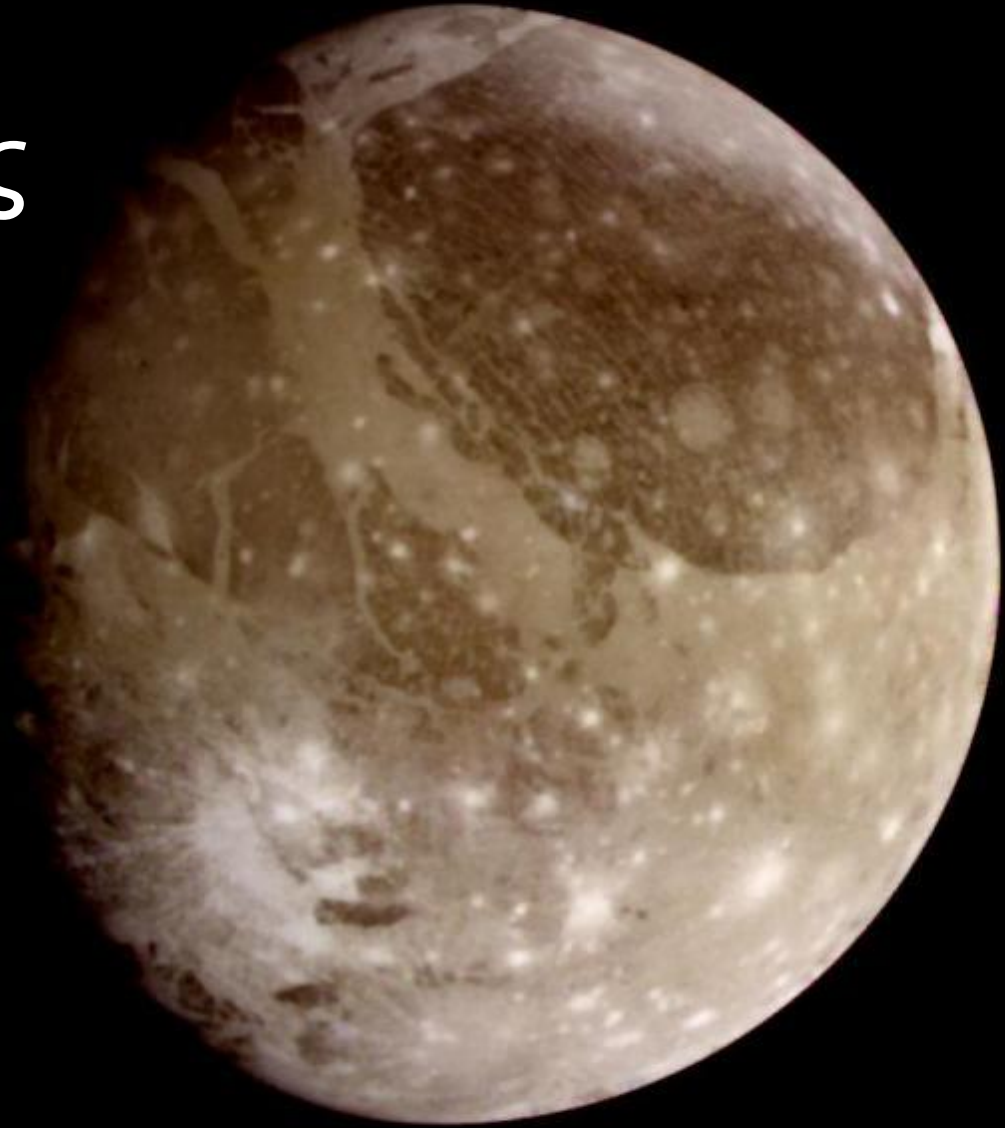
Ευρώπη (Δίας)

A black and white micrograph showing a cross-section of plant tissue. The image displays several vascular bundles, which are the transport tissues in plants. Each bundle consists of xylem (water-conducting) and phloem (nutrient-conducting) elements. The bundles are arranged in a somewhat regular pattern. The surrounding tissue shows various cellular structures, including large parenchyma cells and smaller, more densely packed cells. The overall appearance is that of a well-developed vascular system.

δορυφόροι

Ευρώπη (Δίας)

Δορυφόροι
Δια
Γανυμήδης

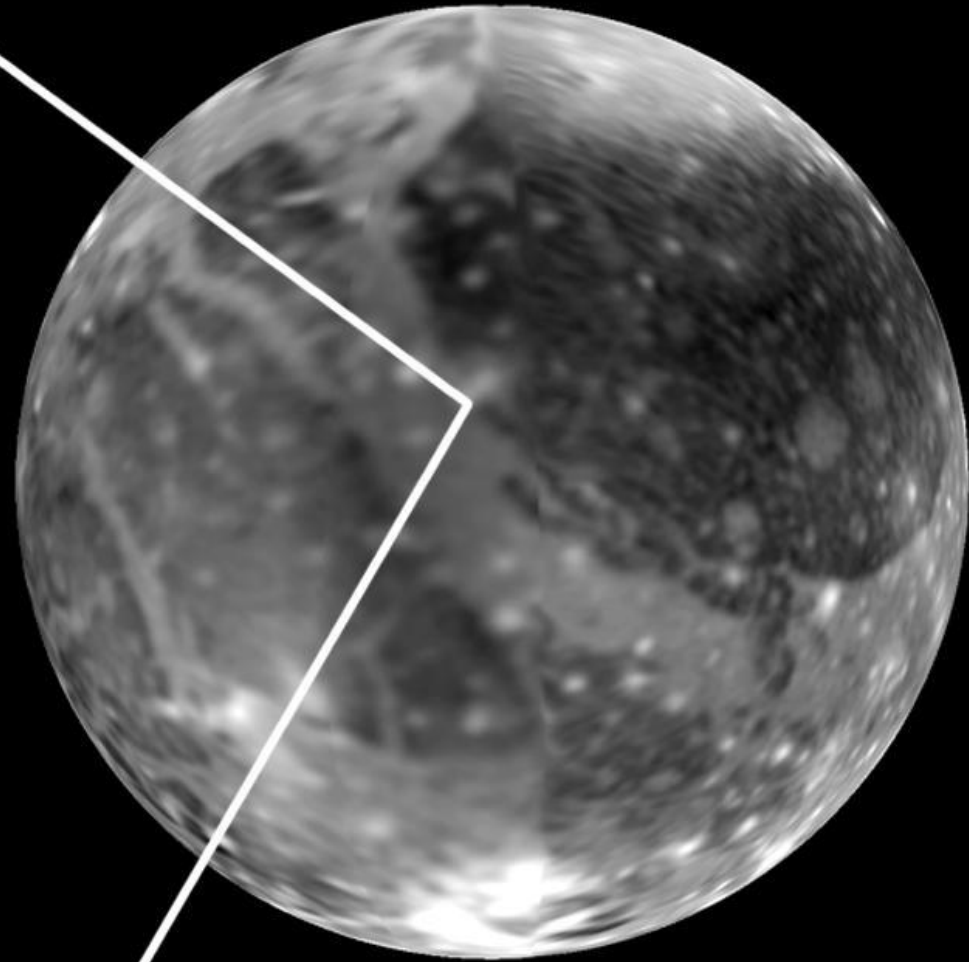
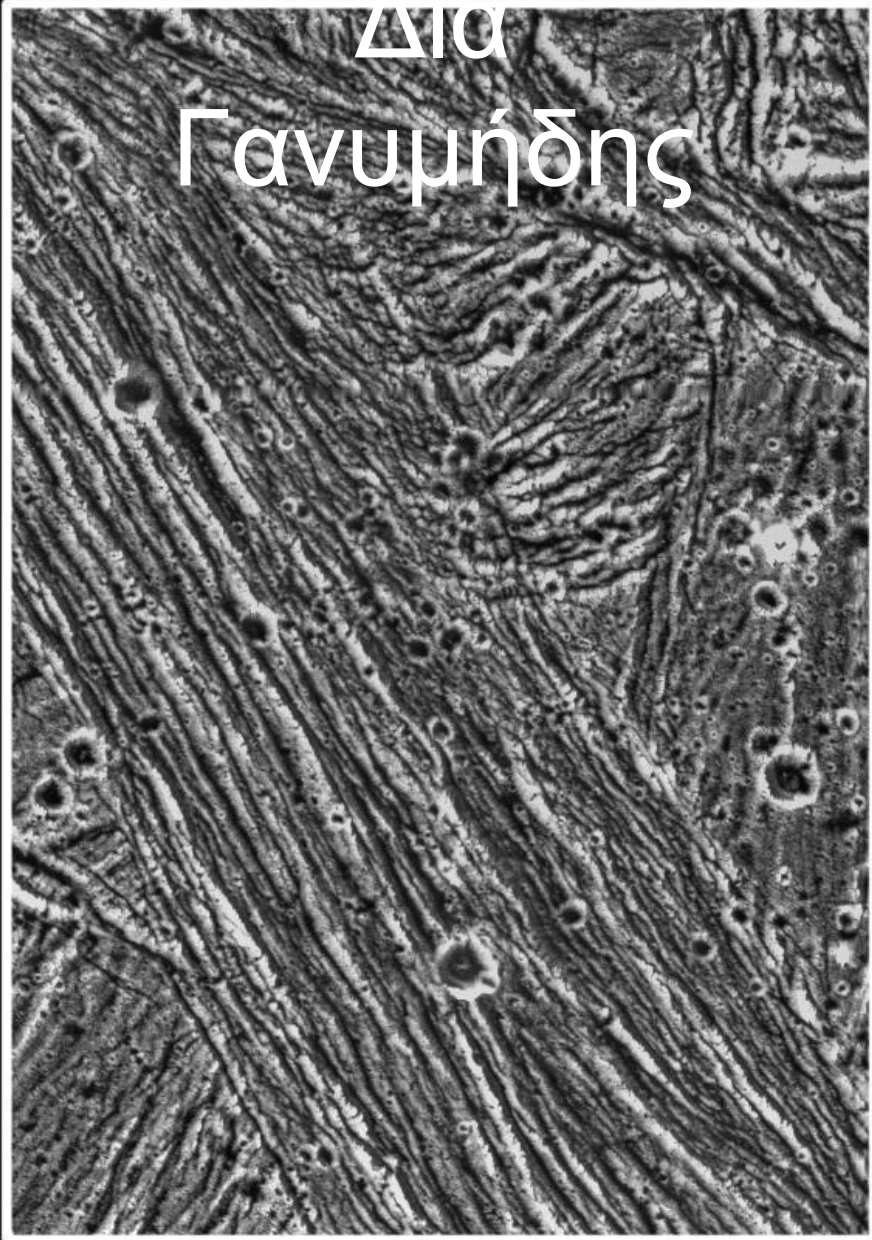


Δορυφόροι
Δια
Γανυμήδης

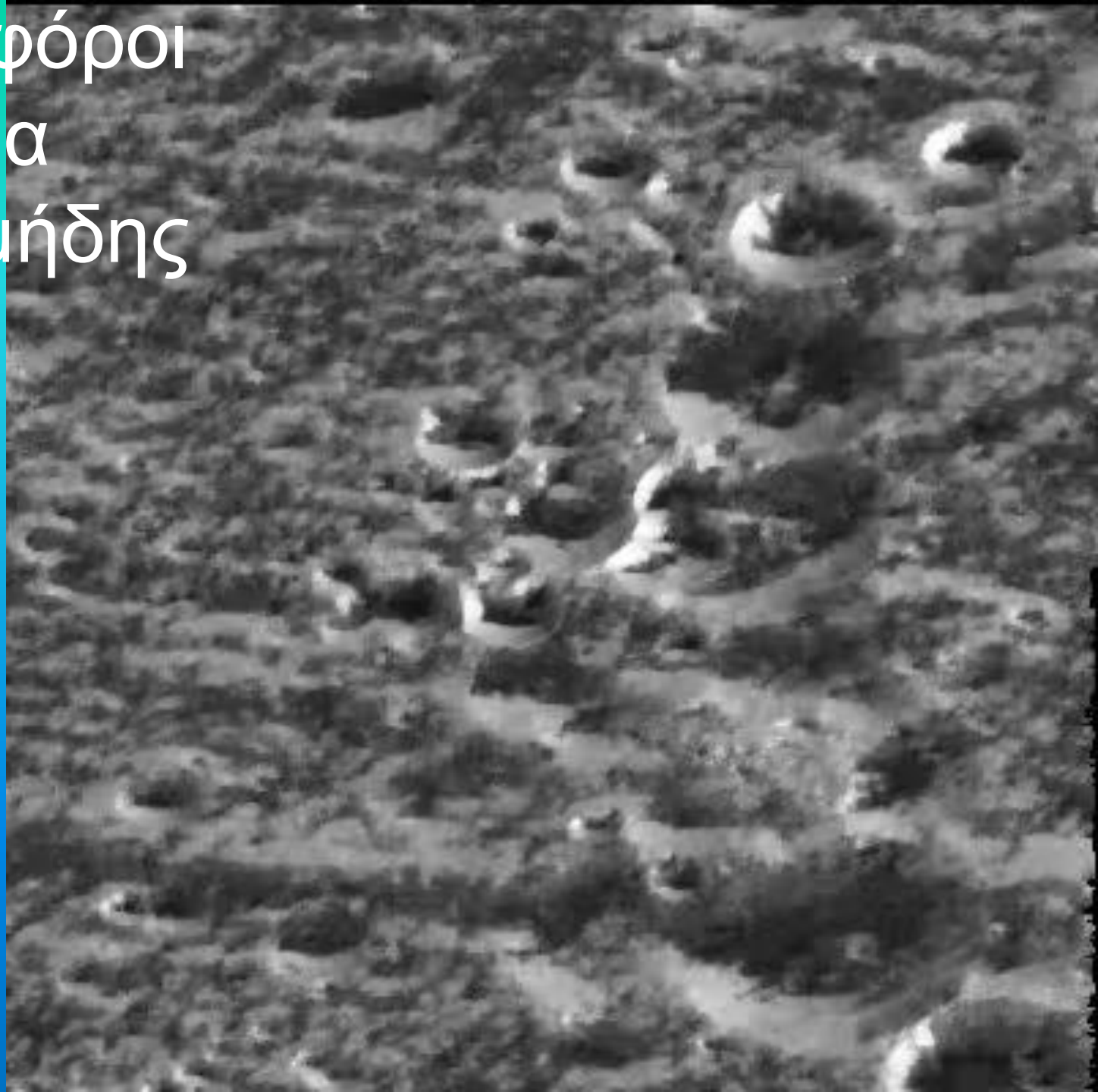


Δορυφόροι

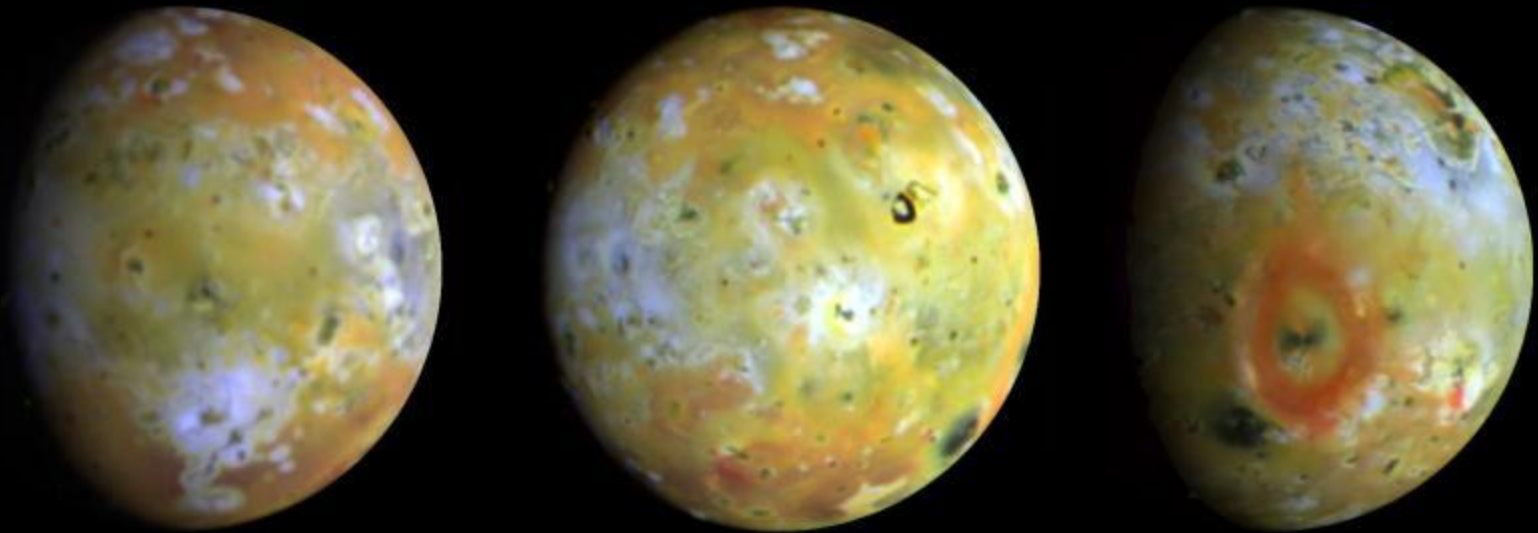
Δια
Γανυμήδης



Δορυφόροι
Δια
Γανυμήδης



δορυφόροι

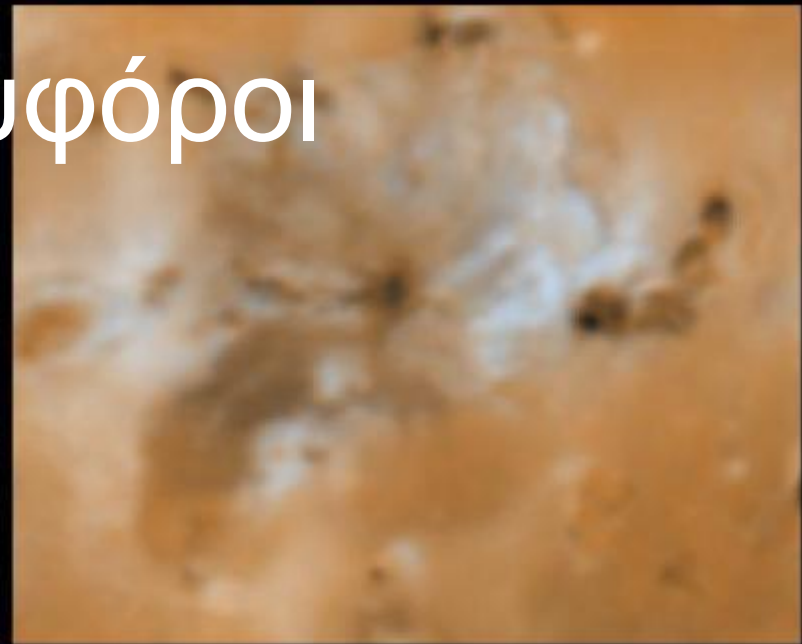
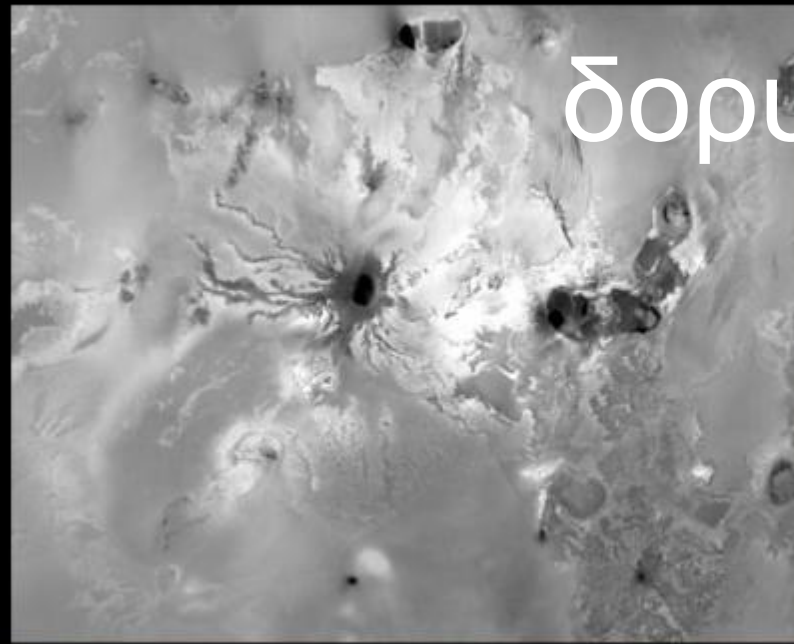


Ιώ (Δίας)

Έκρηξη Ιούς

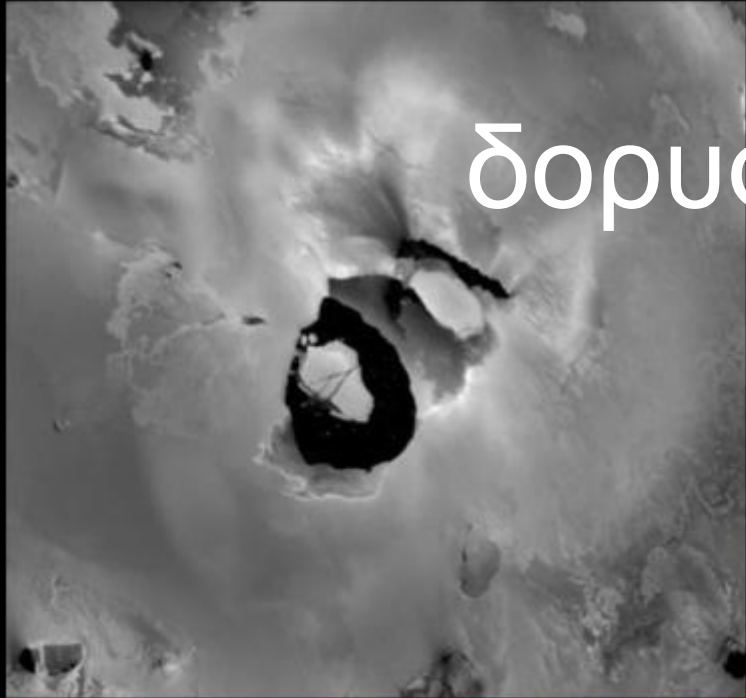


δορυφόροι



Ιω

δορυφόροι

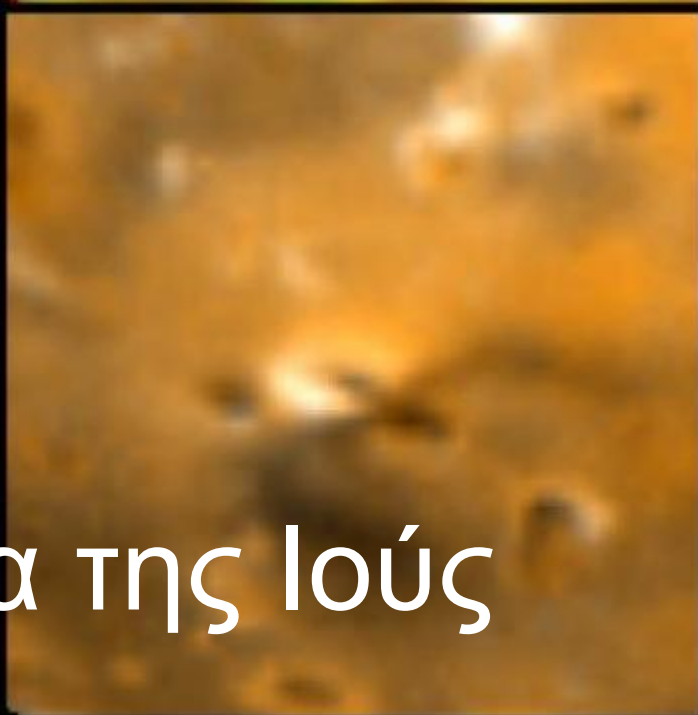
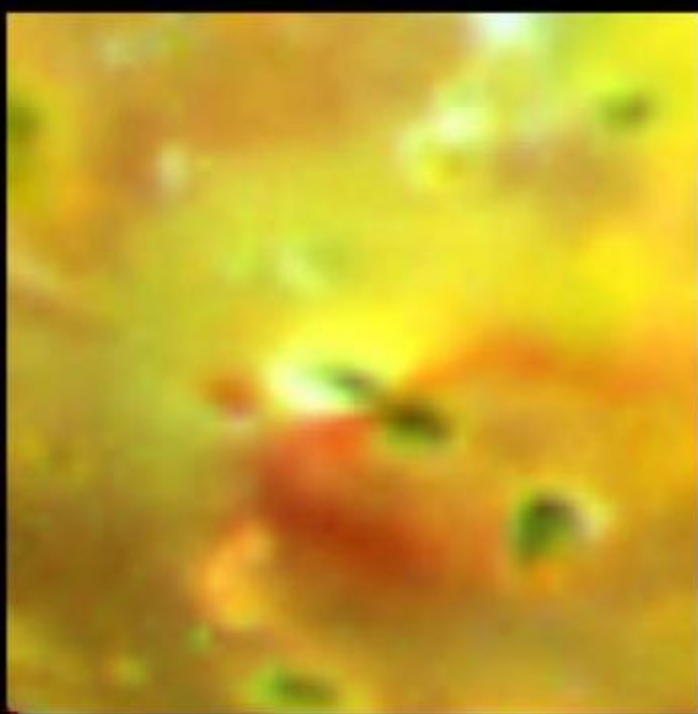
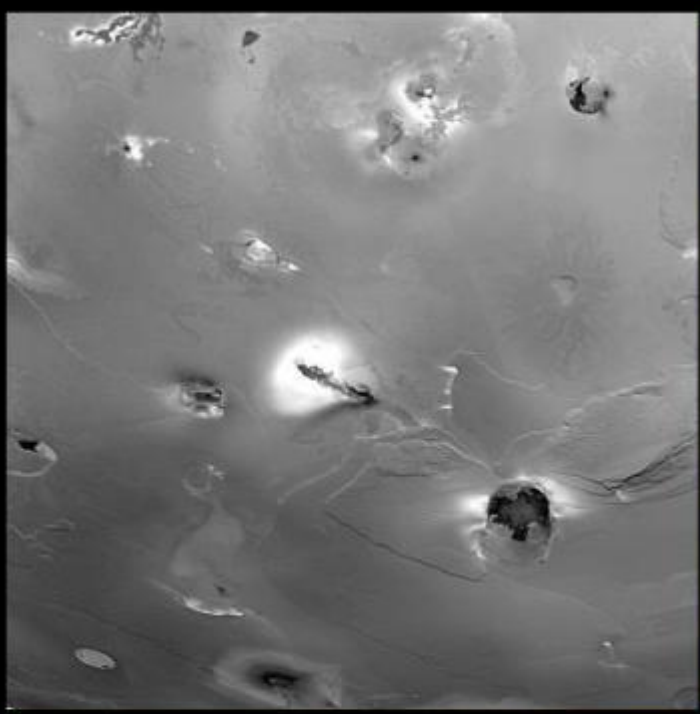


Ιώ

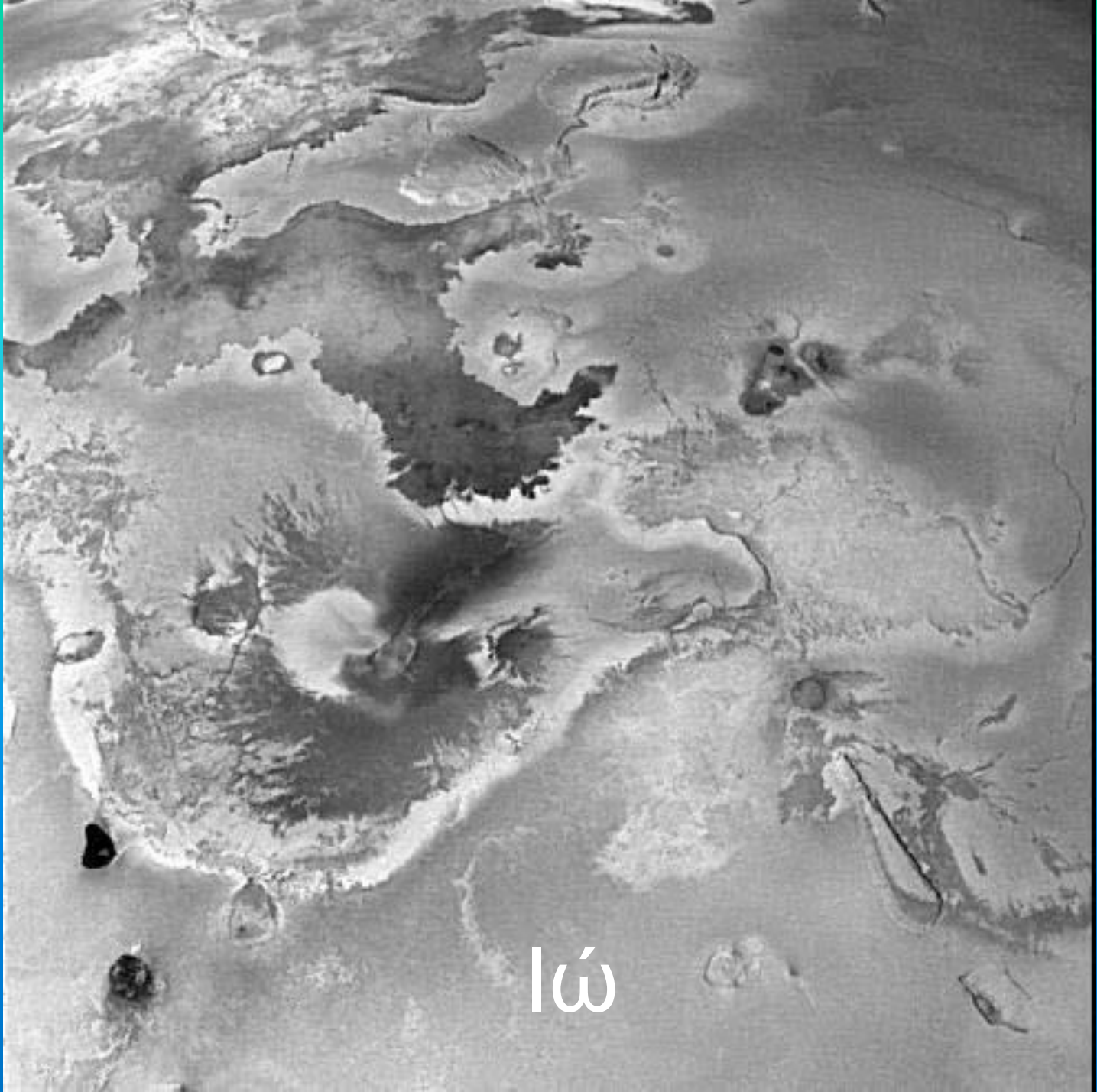
δορυφόροι



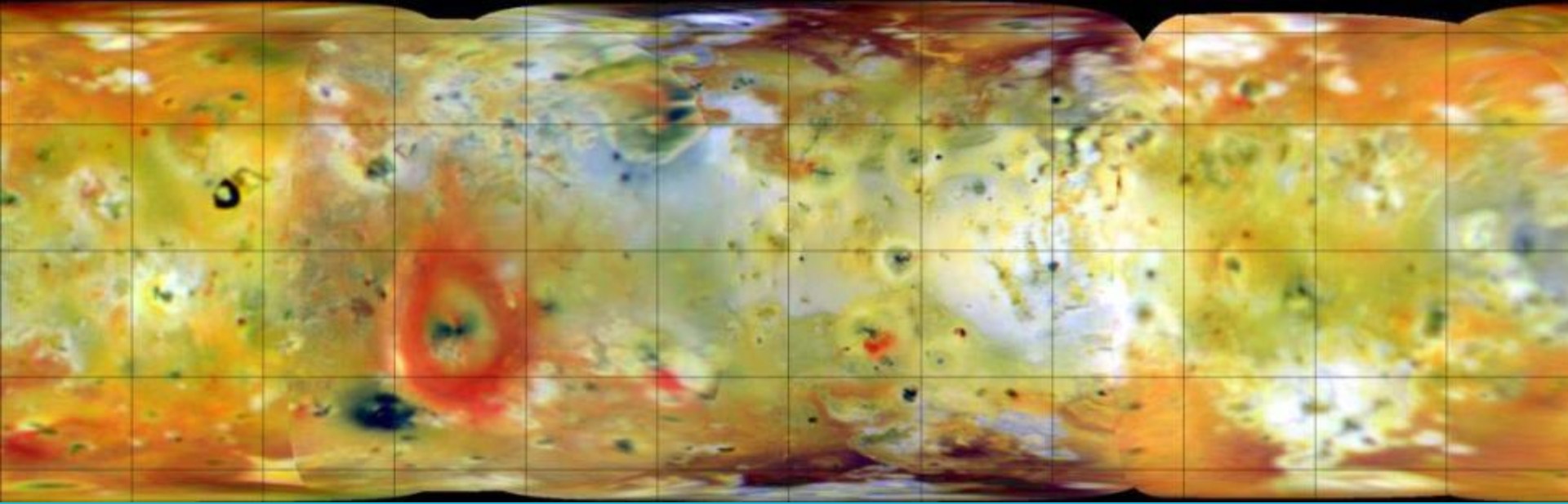
Νέφος νατρίου γύρω από την Ιώ



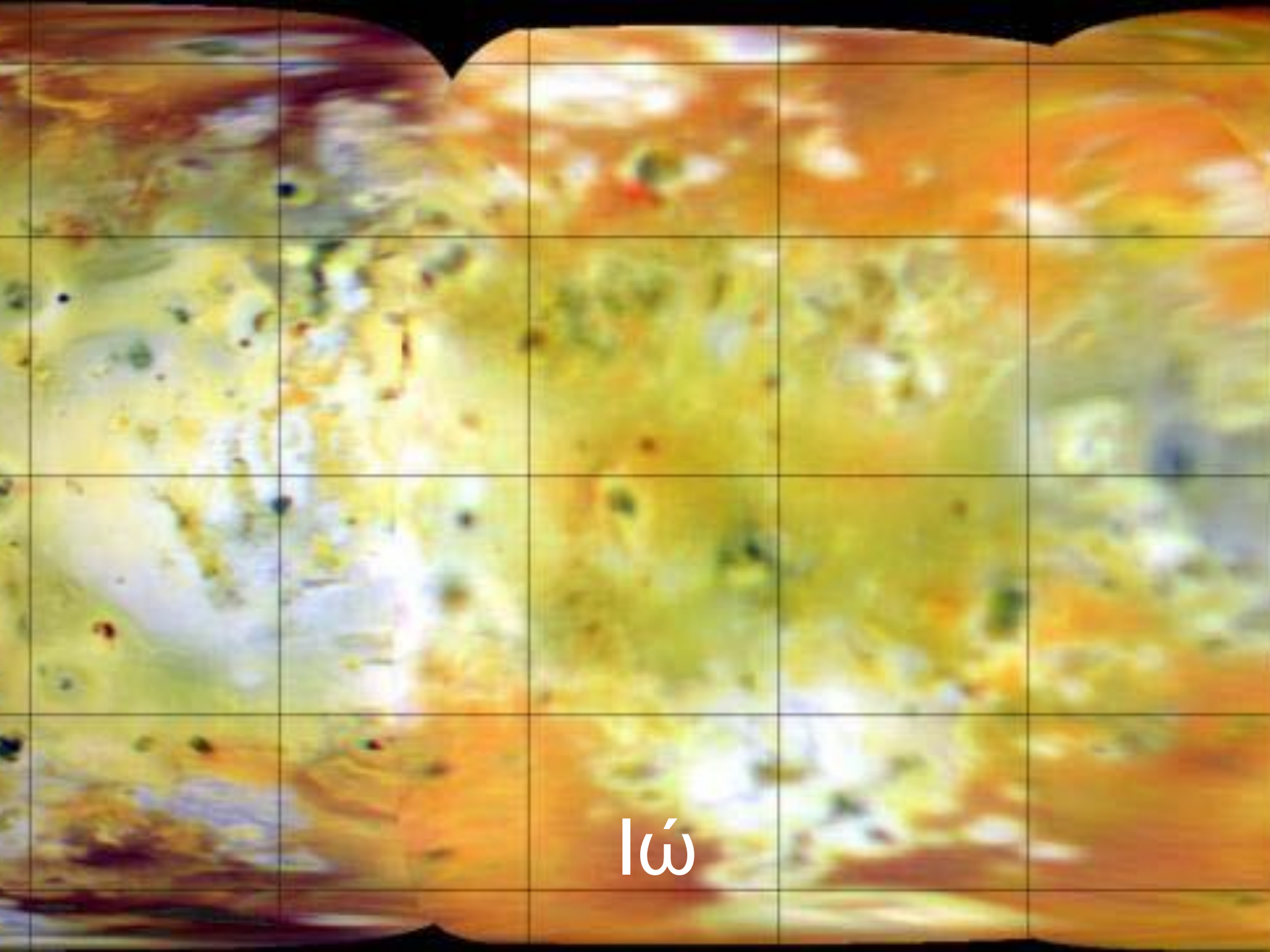
Η Εύβοια της Ιούς



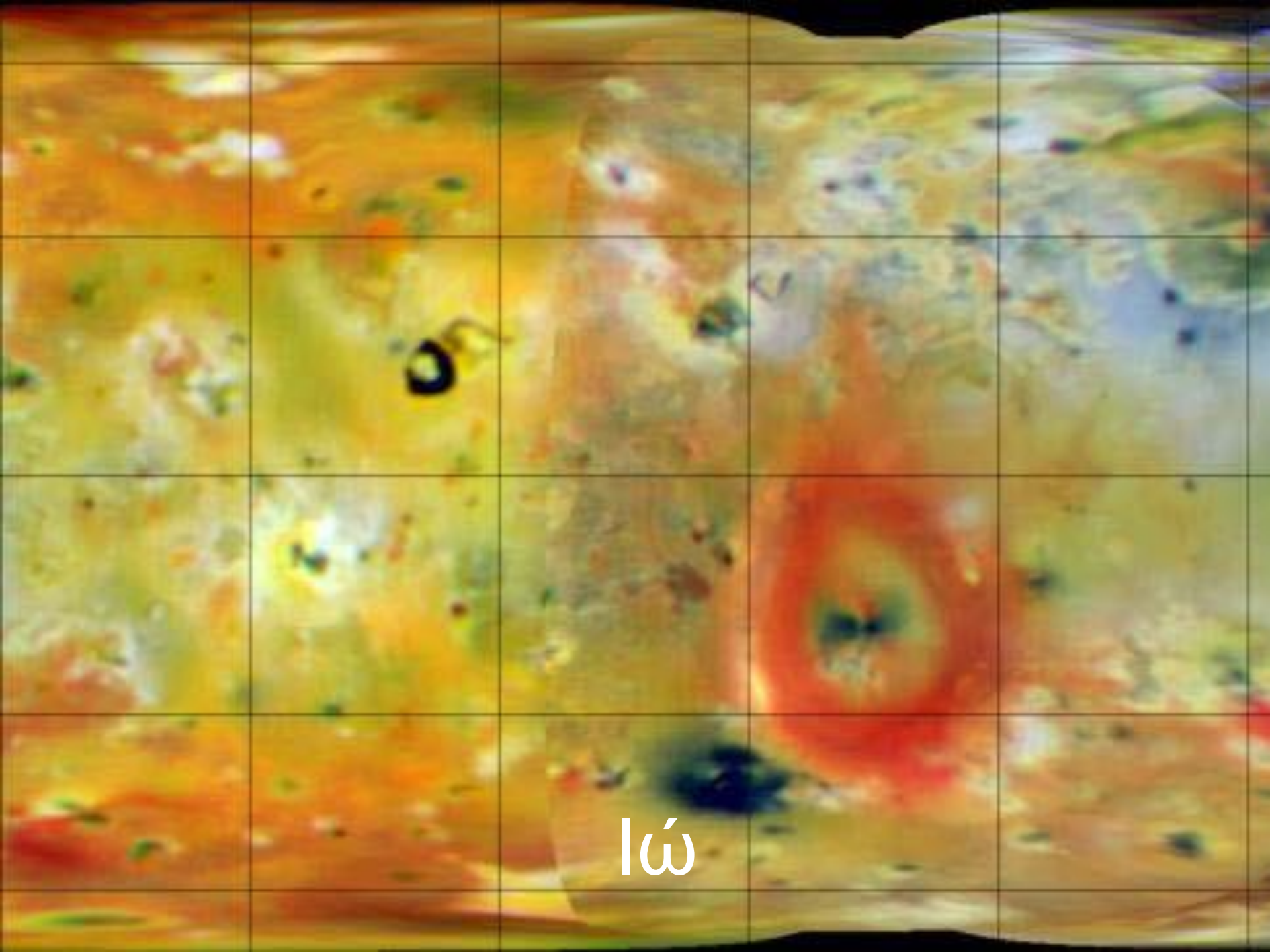
Ω



Ιώ

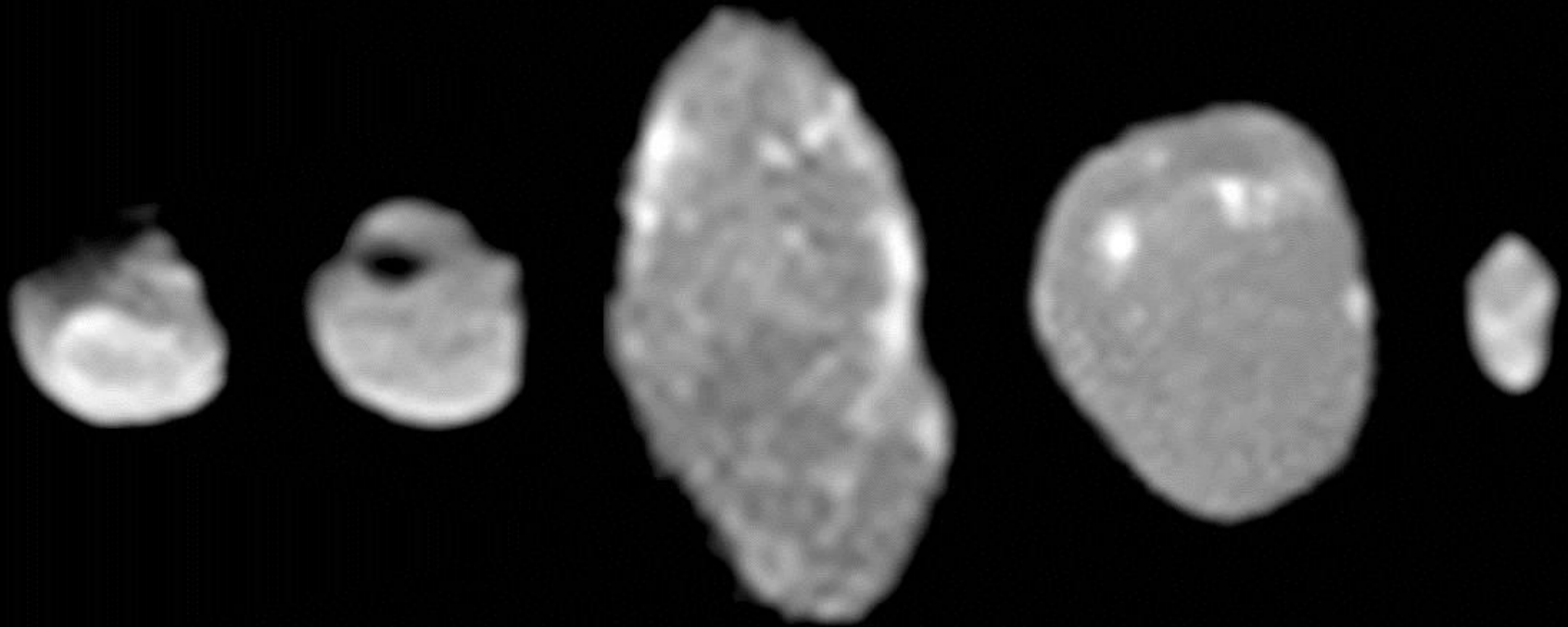


Ιώ

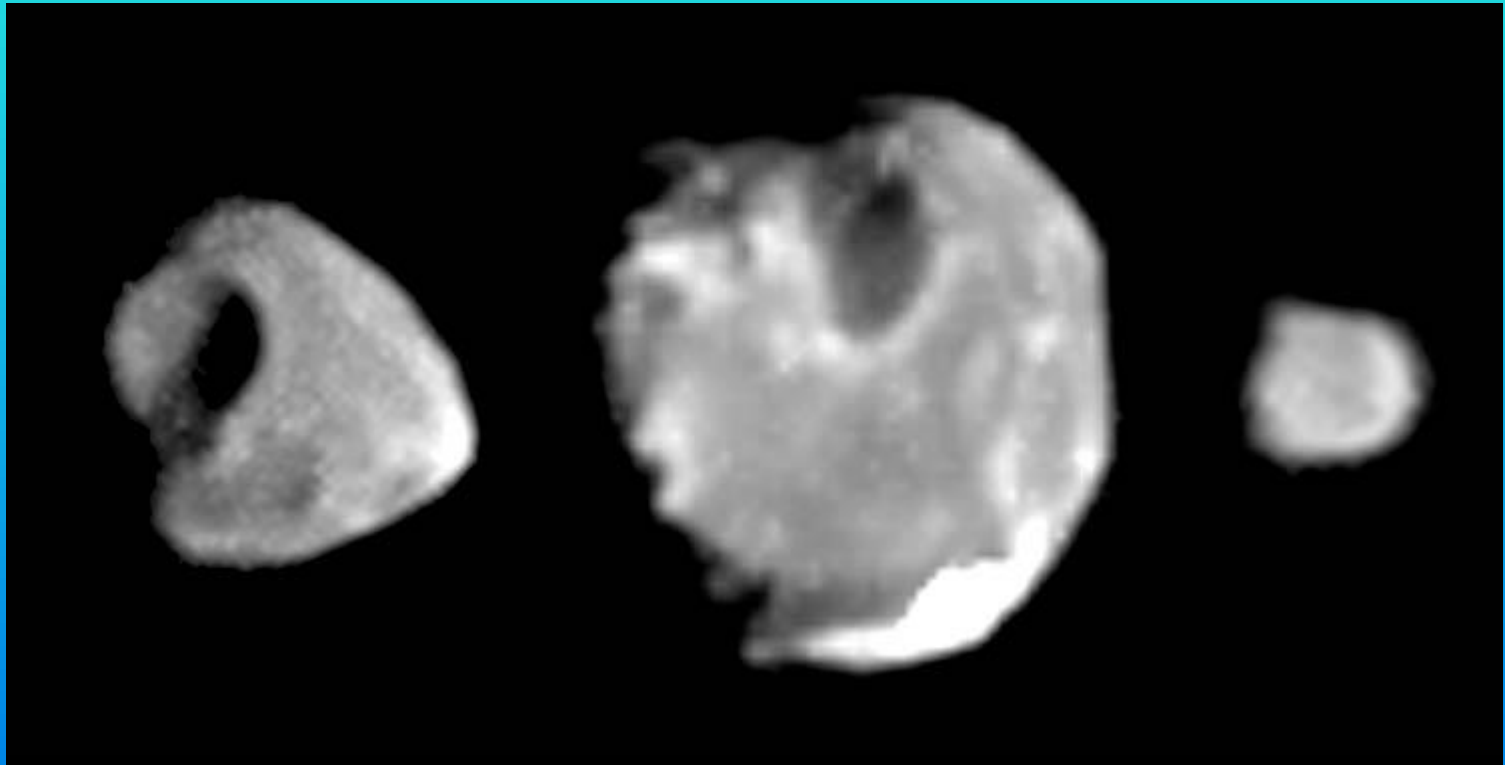


Ιώ

Μικροί Δορυφόροι Δία



Μικροί δορυφόροι Δία



δορυφόροι



Κρόνου

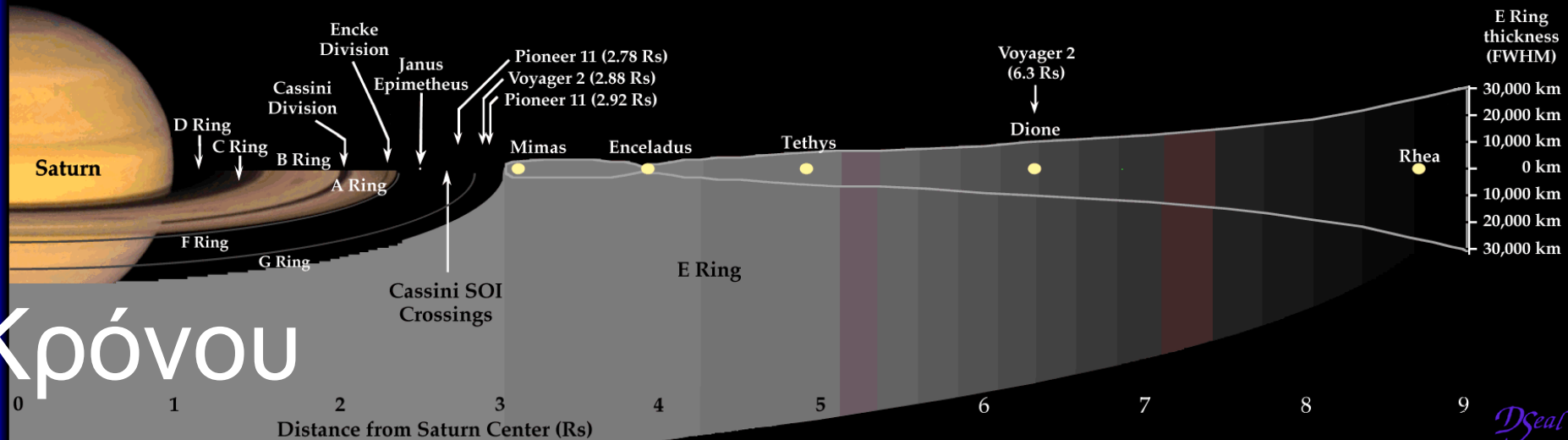
Saturn's Satellites and Ring Structure

δορυφόροι



All bodies are to scale except for Pan, Atlas, Telesto, Calypso, and Helene, whose sizes have been exaggerated by a factor of 5 to show rough topography.

Not shown:	
Pan	2.22 Rs
Atlas	2.28 Rs
Prometheus	2.31 Rs
Pandora	2.35 Rs
Titan	20.3 Rs
Hyperion	24.6 Rs
Iapetus	59.1 Rs
Phoebe	214.9 Rs



Κρόνου

DSeal



Δακτύλιος και Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



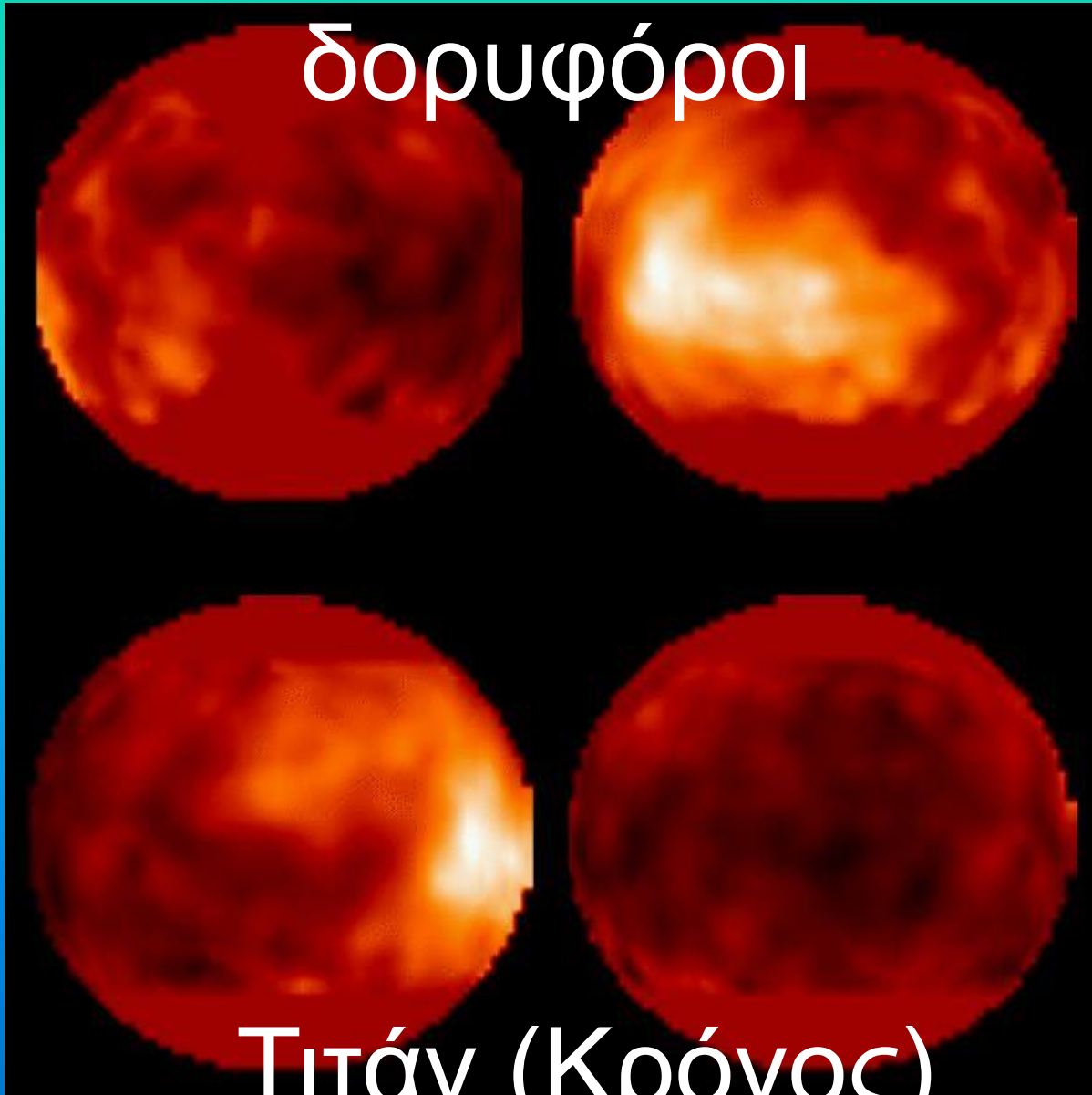
Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



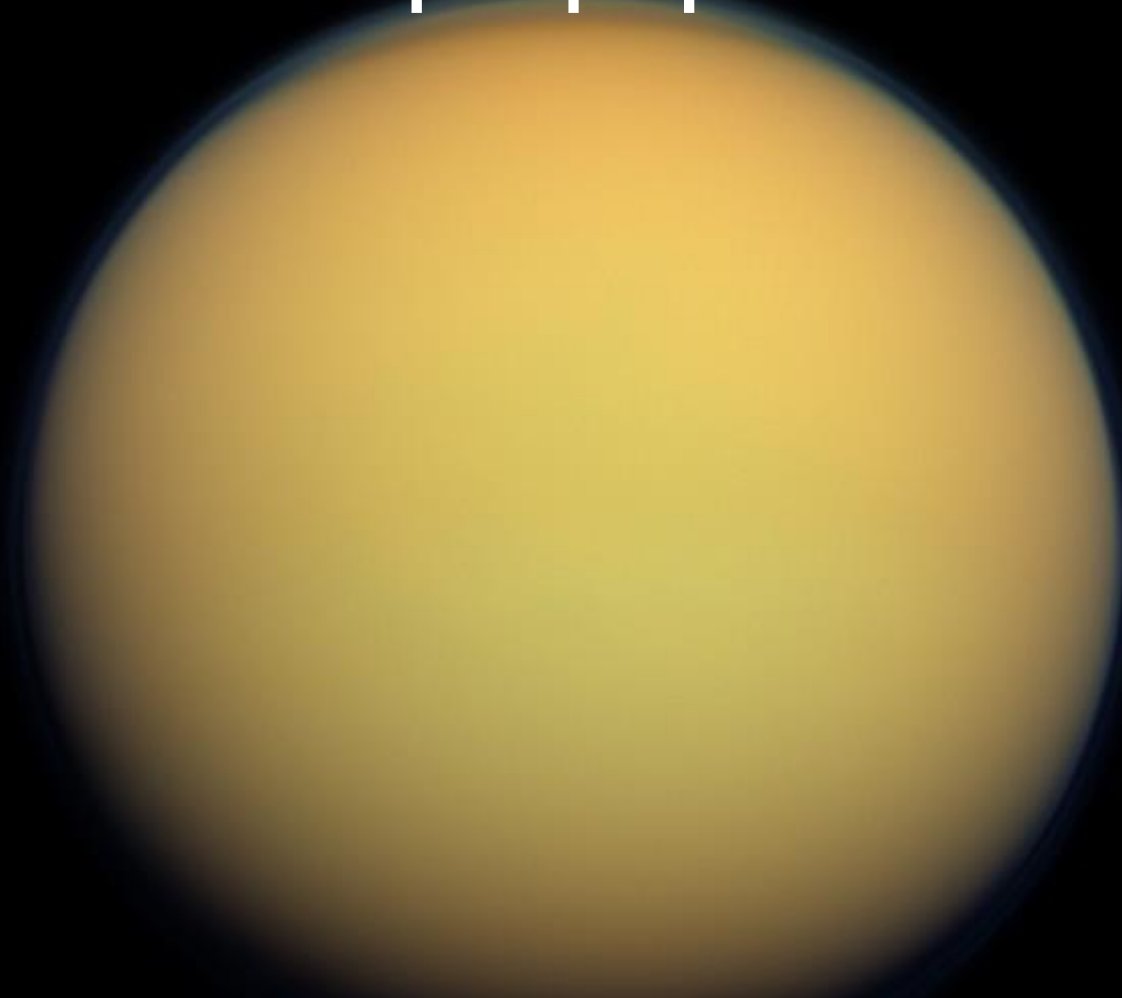
Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



Τιτάν (Κρόνος)

δορυφόροι



Τιτάν (Κρόνος)

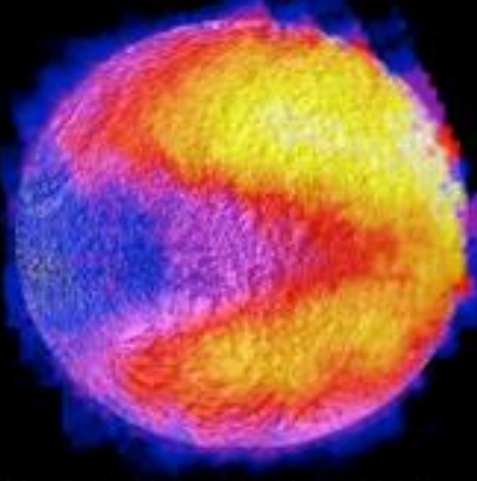
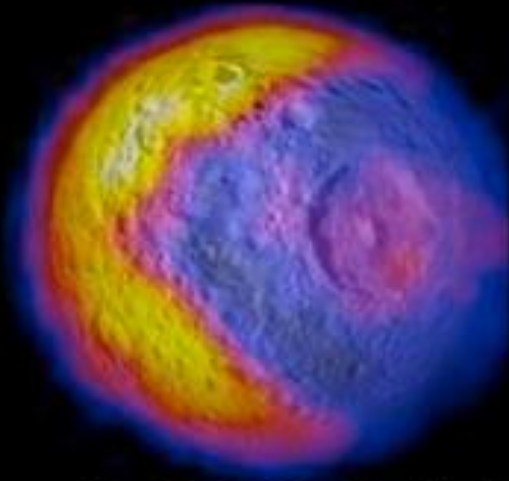
A large, pale yellowish-brown planet with a prominent equatorial band of darker, reddish-brown color, set against a black background. The planet's surface appears textured and somewhat hazy, with the equatorial band being the most distinct feature.

δορυφόροι

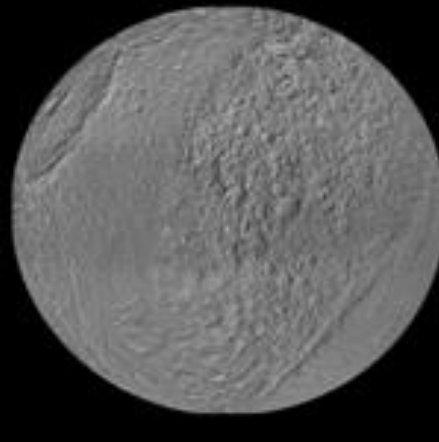
Τιτάν (Κρόνος)

MIMAS

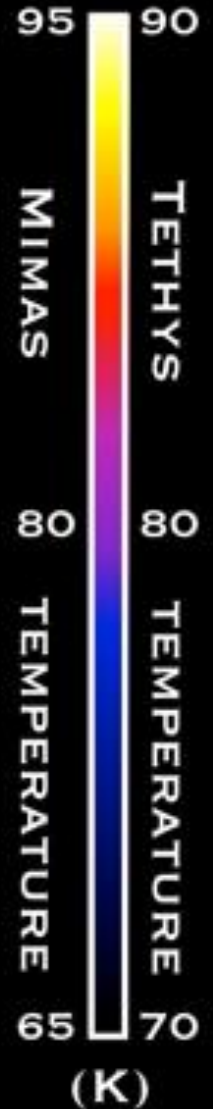
TETHYS



SURFACE TEMPERATURE

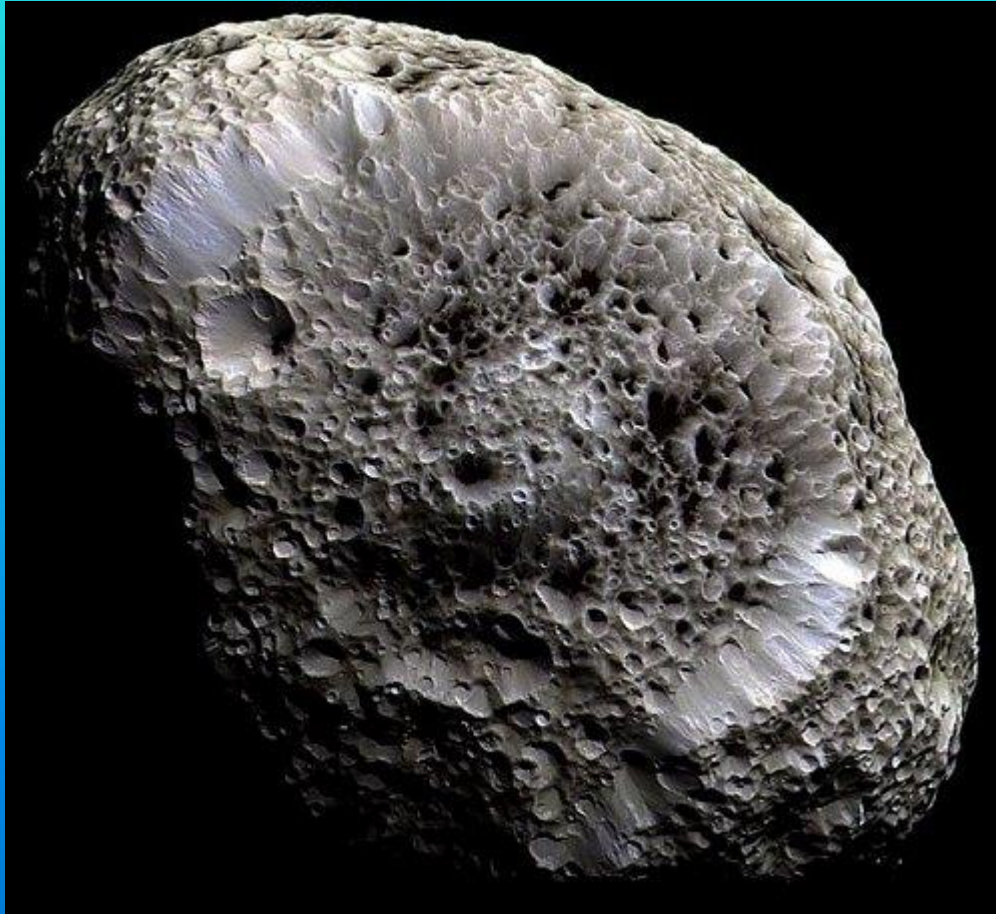


SURFACE APPEARANCE

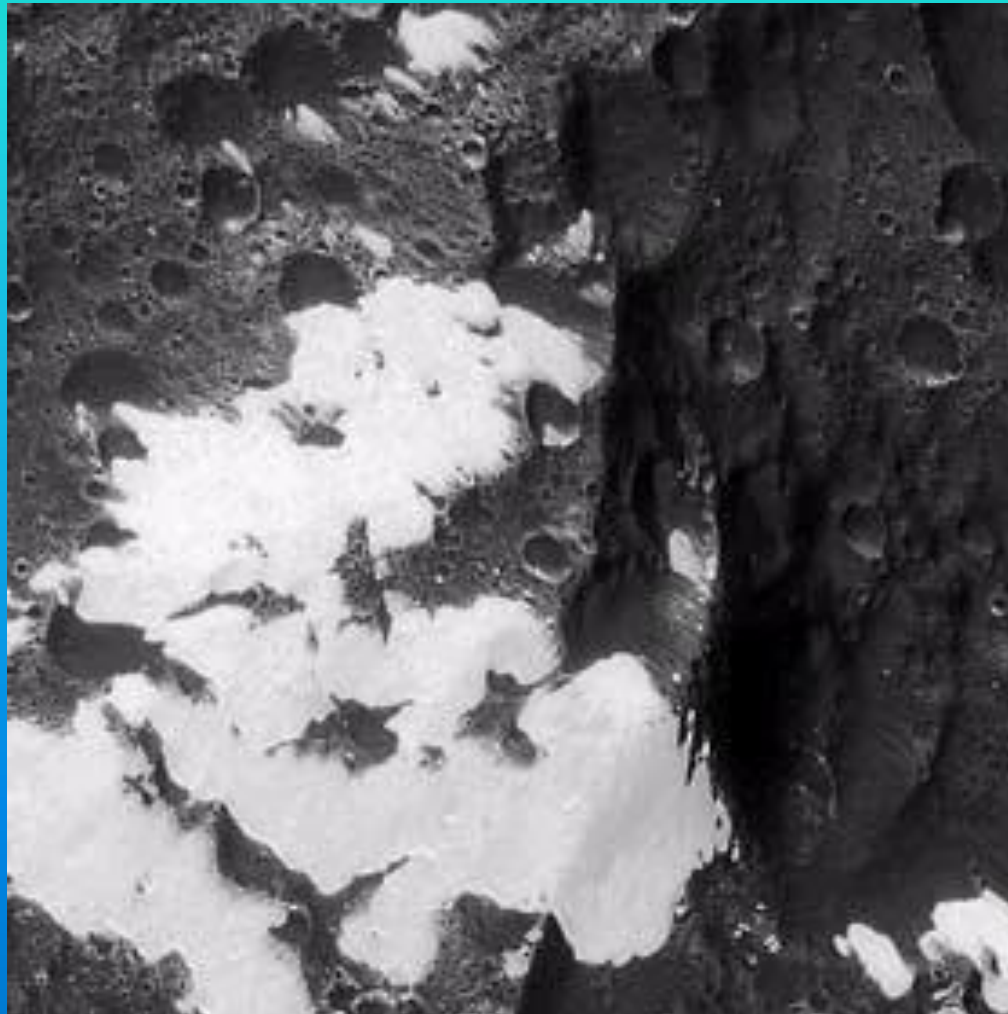


Δορυφόροι Κρόνου

Ιαπετός (πάγος)



Υπερίων (πάγος)



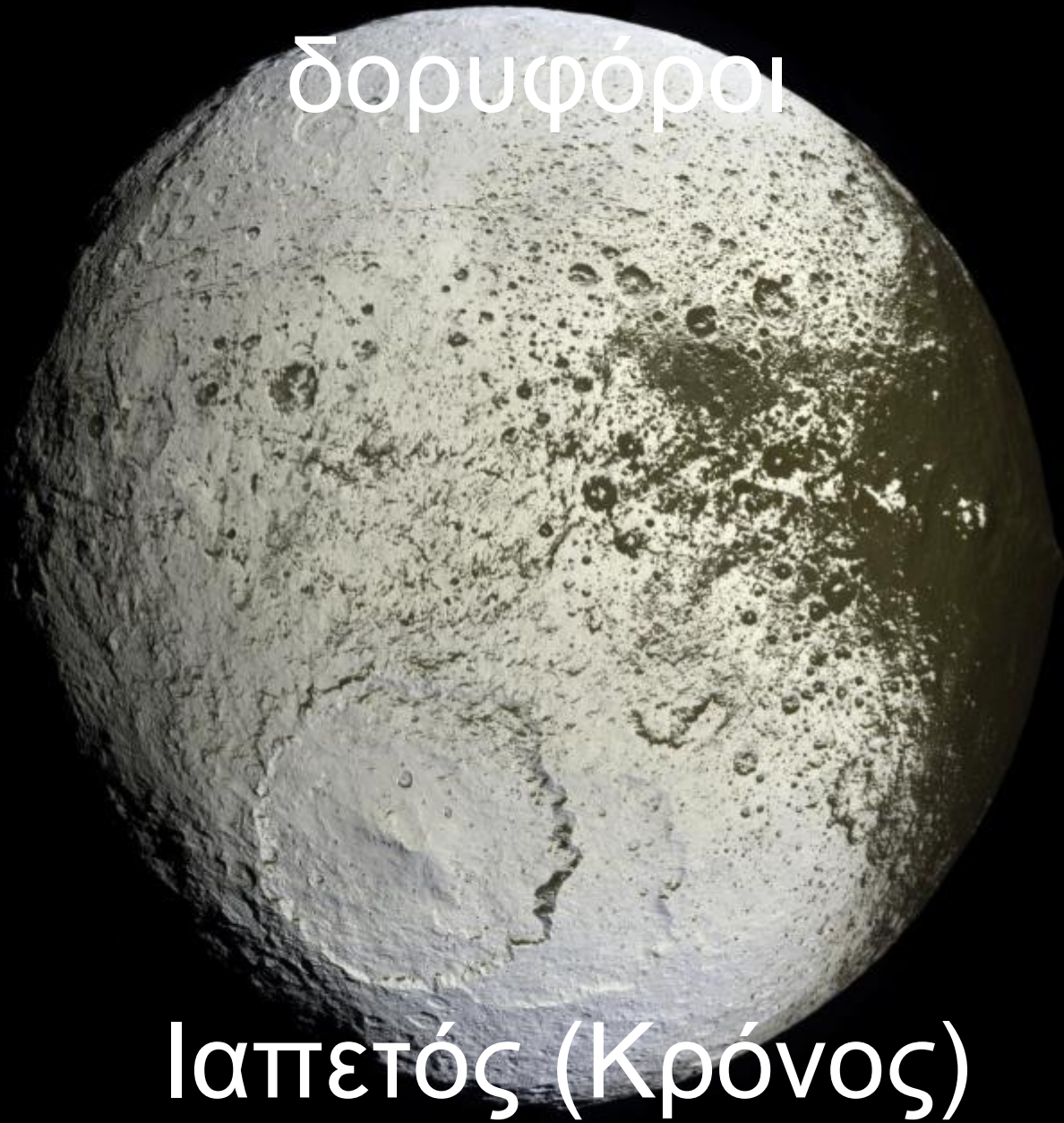


Εγκέλαδος (Κρόνος)



Τρίτων με πάγο (Κρόνος)

δορυφόροι



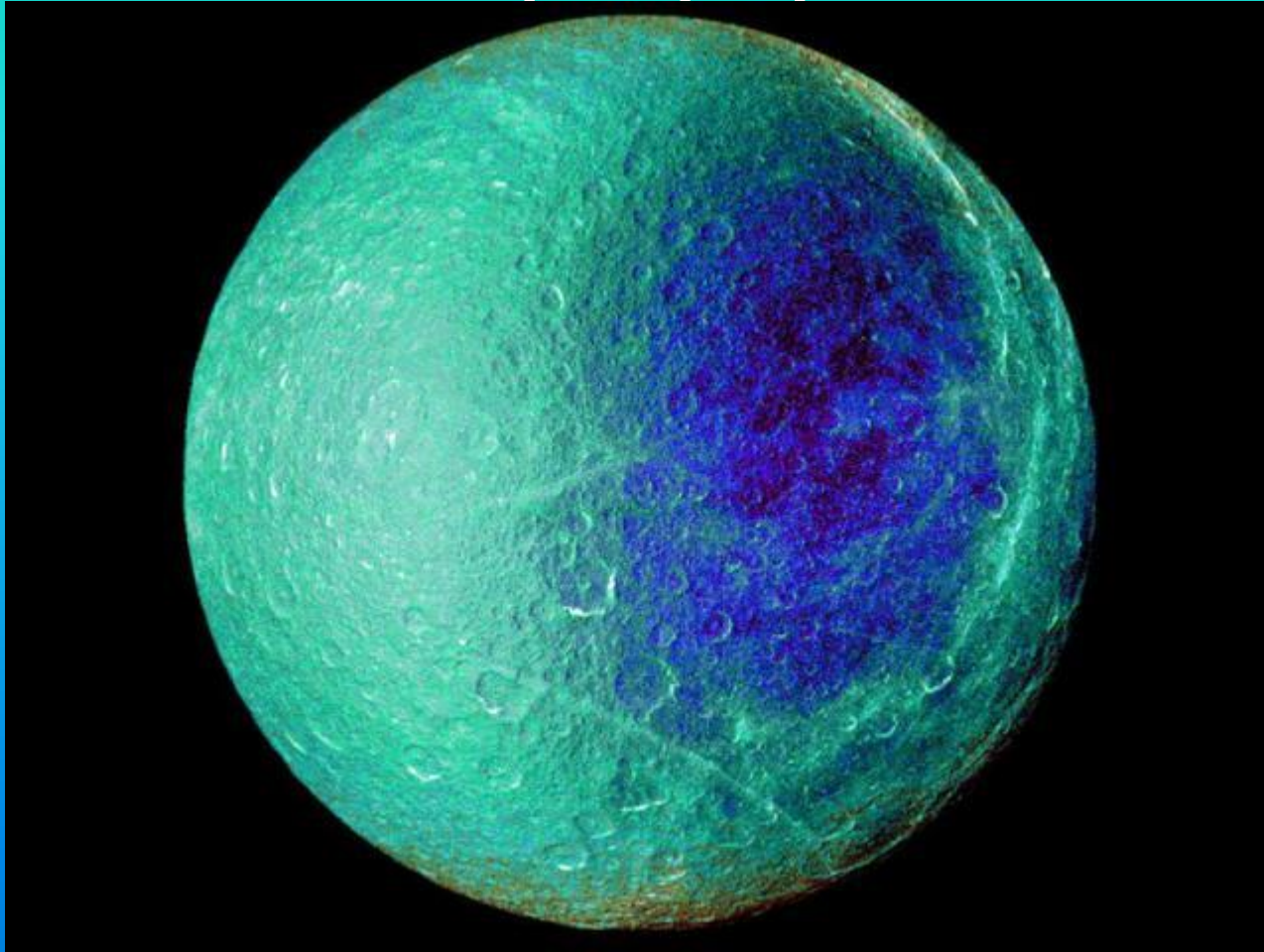
Ιαπετός (Κρόνος)

δορυφόροι



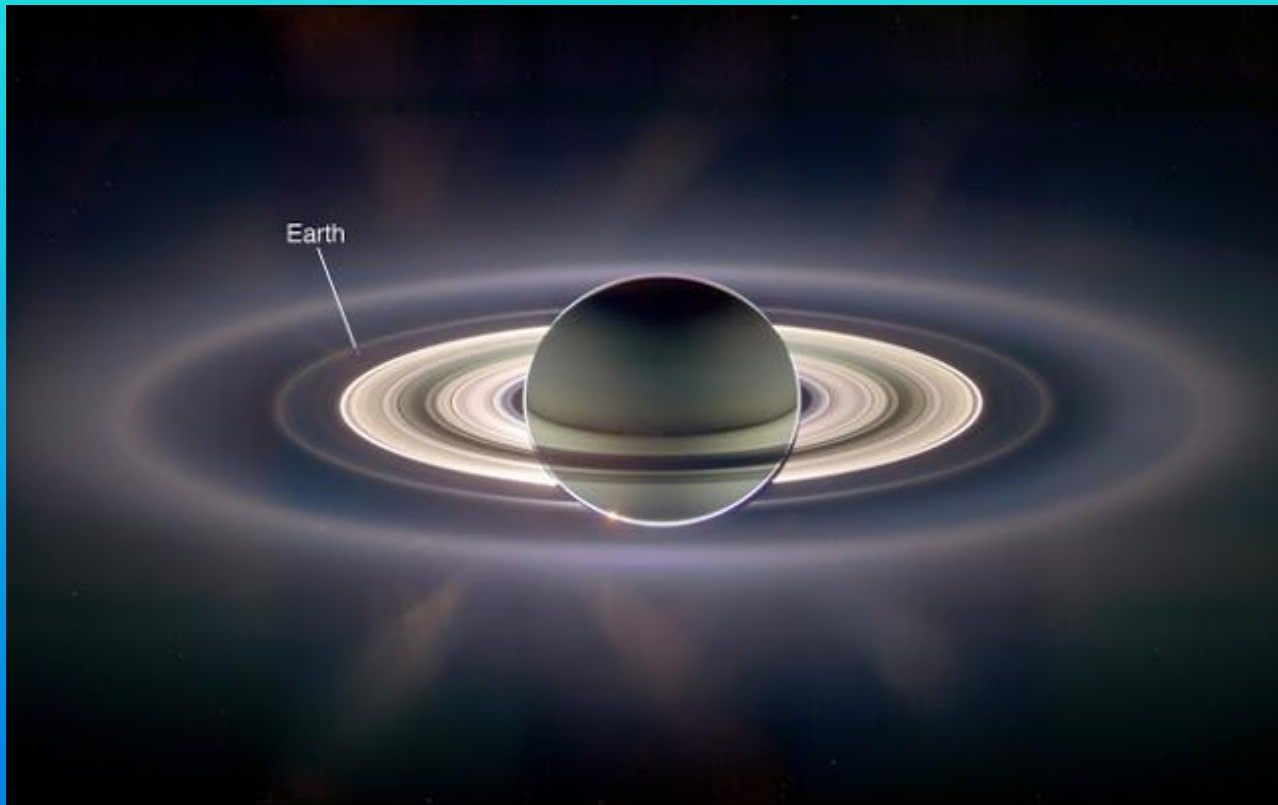
Διόνη (Κρόνος)

δορυφόροι



magnetic sweeping, Ρέα (Κρόνος)

δορυφόροι

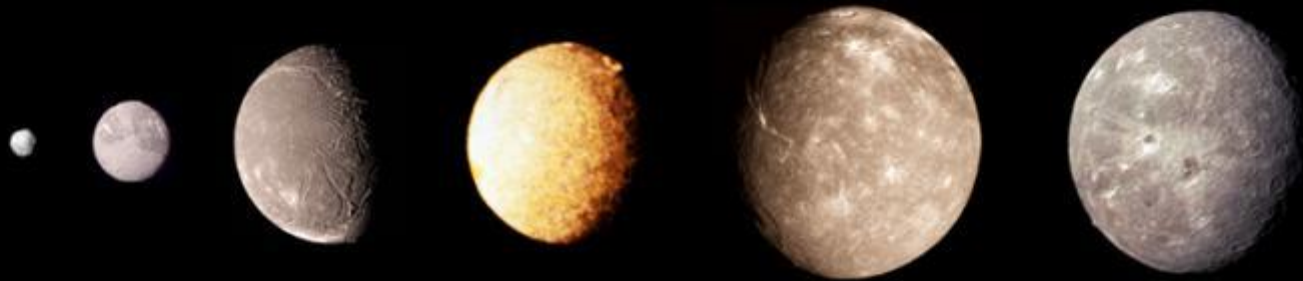


Δακτύλιοι Κρόνου

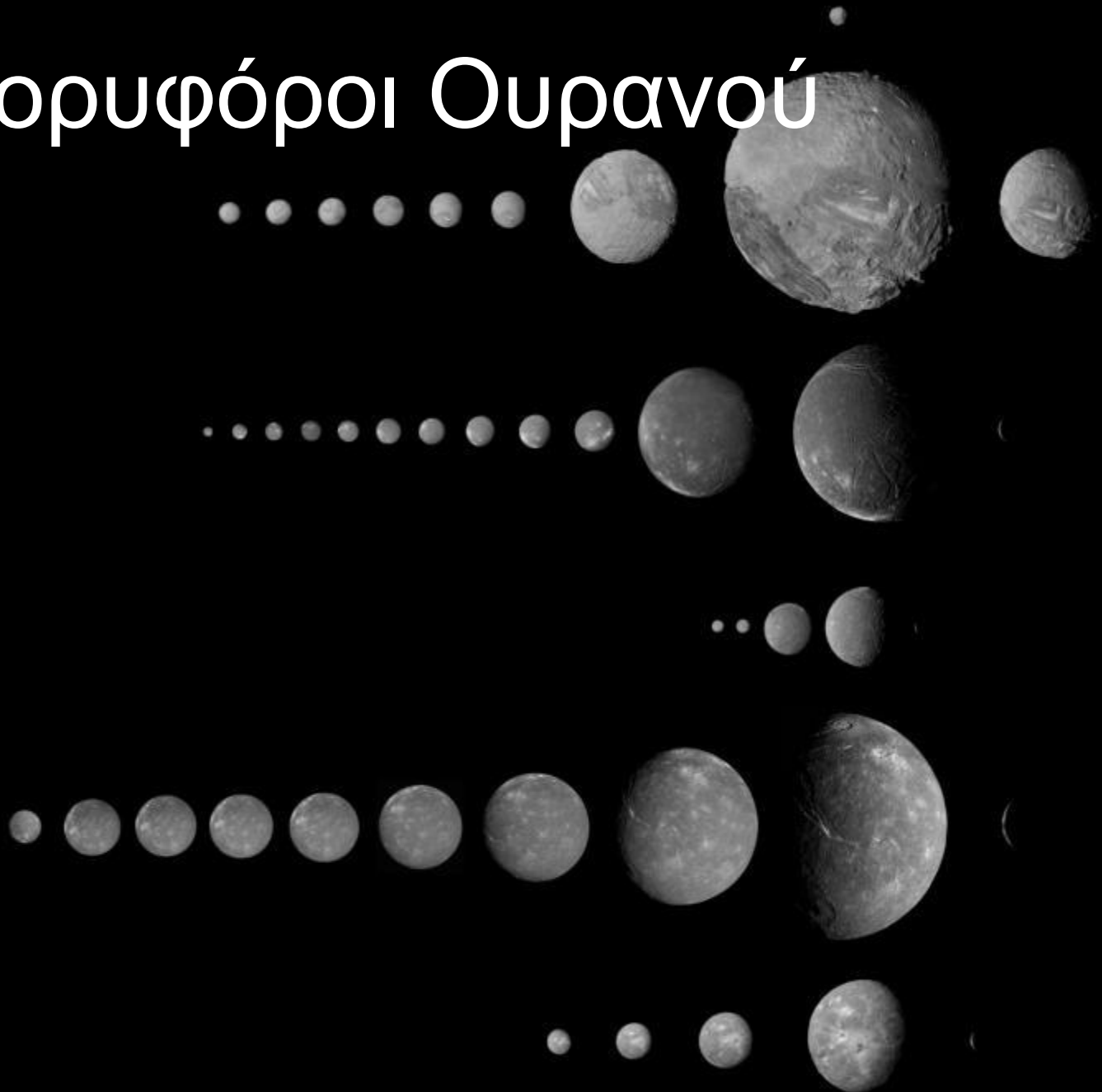
Δορυφόροι Κρόνου

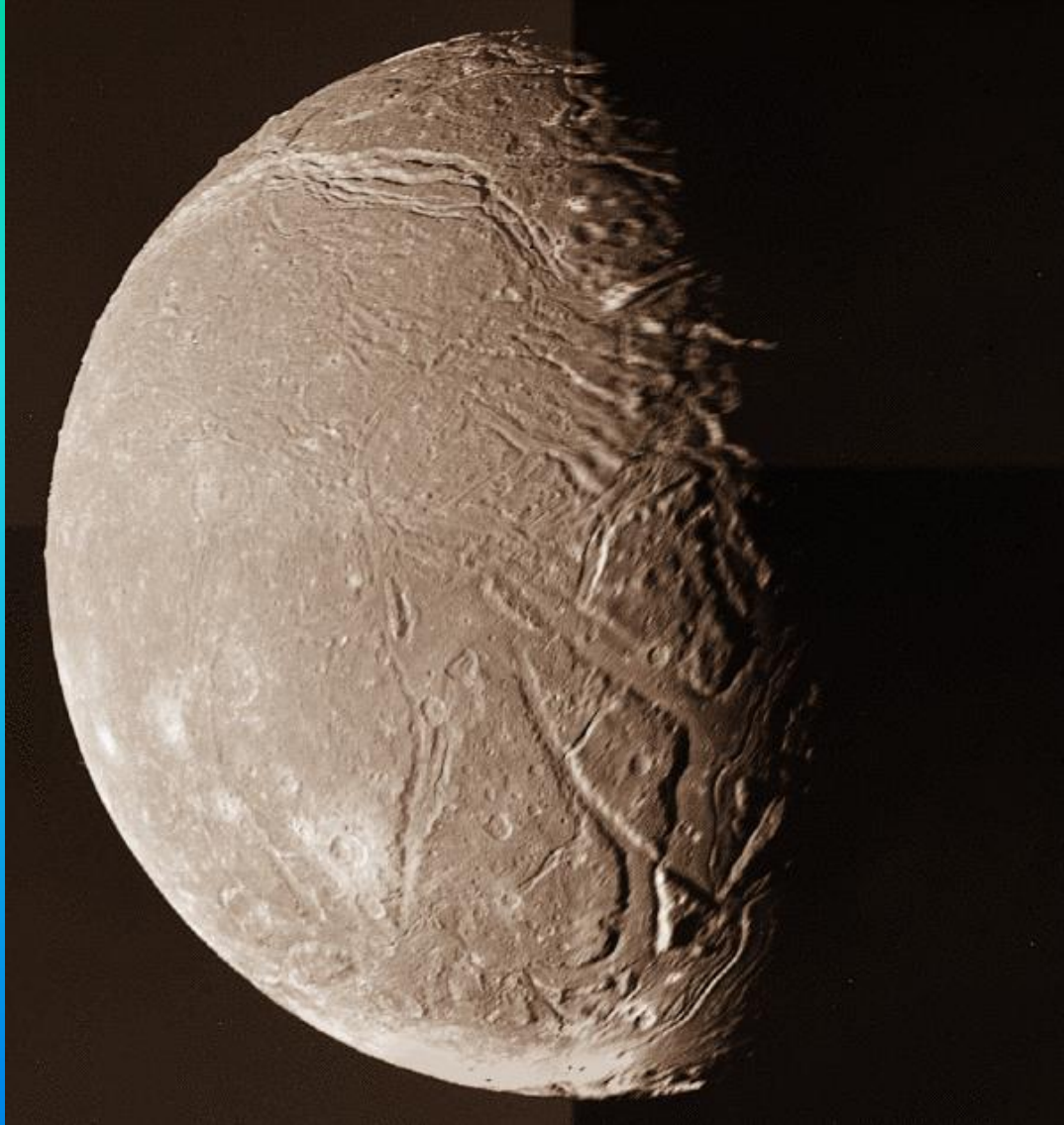


Δορυφόροι Ουρανού



Δορυφόροι Ουρανού



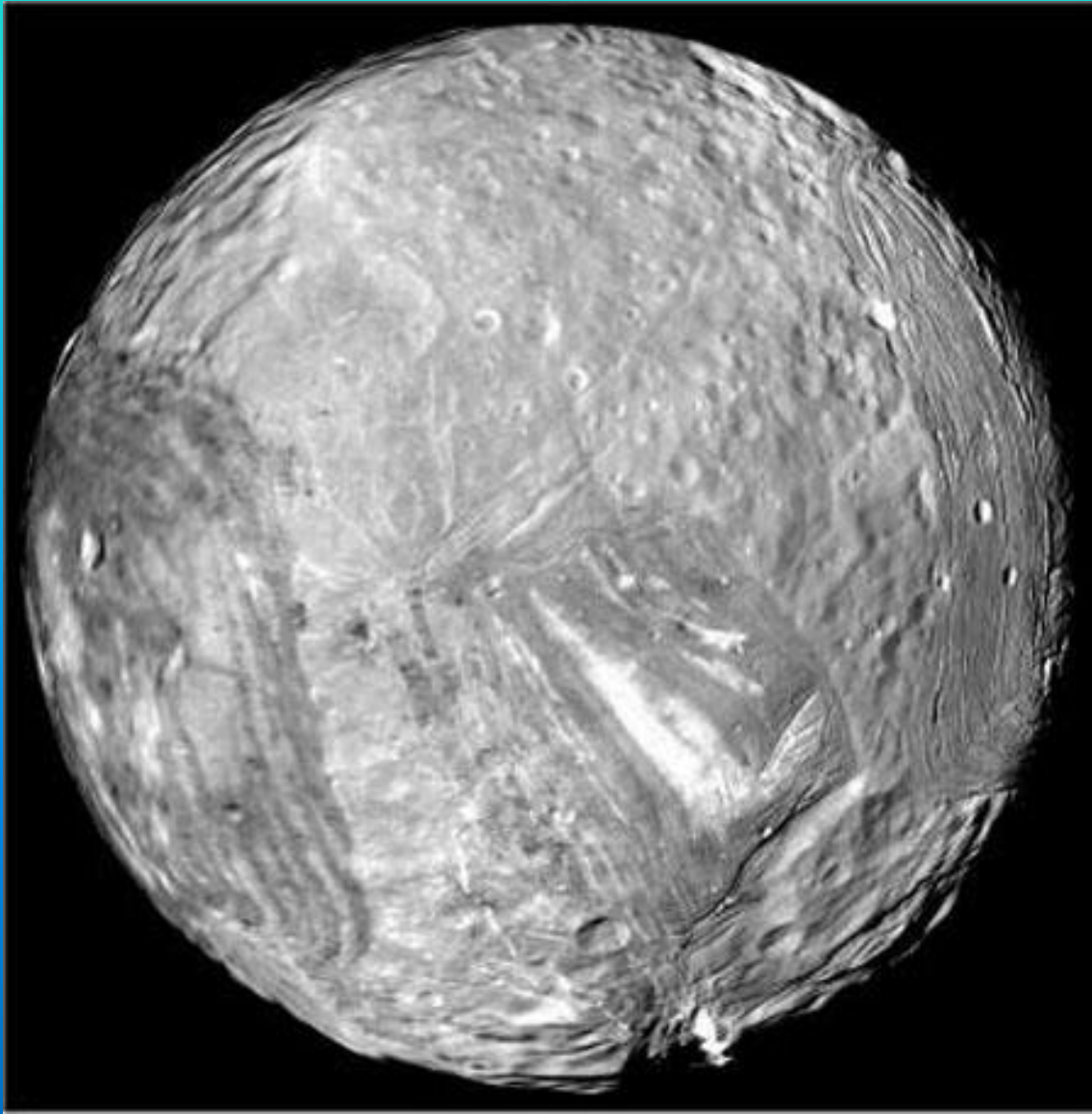


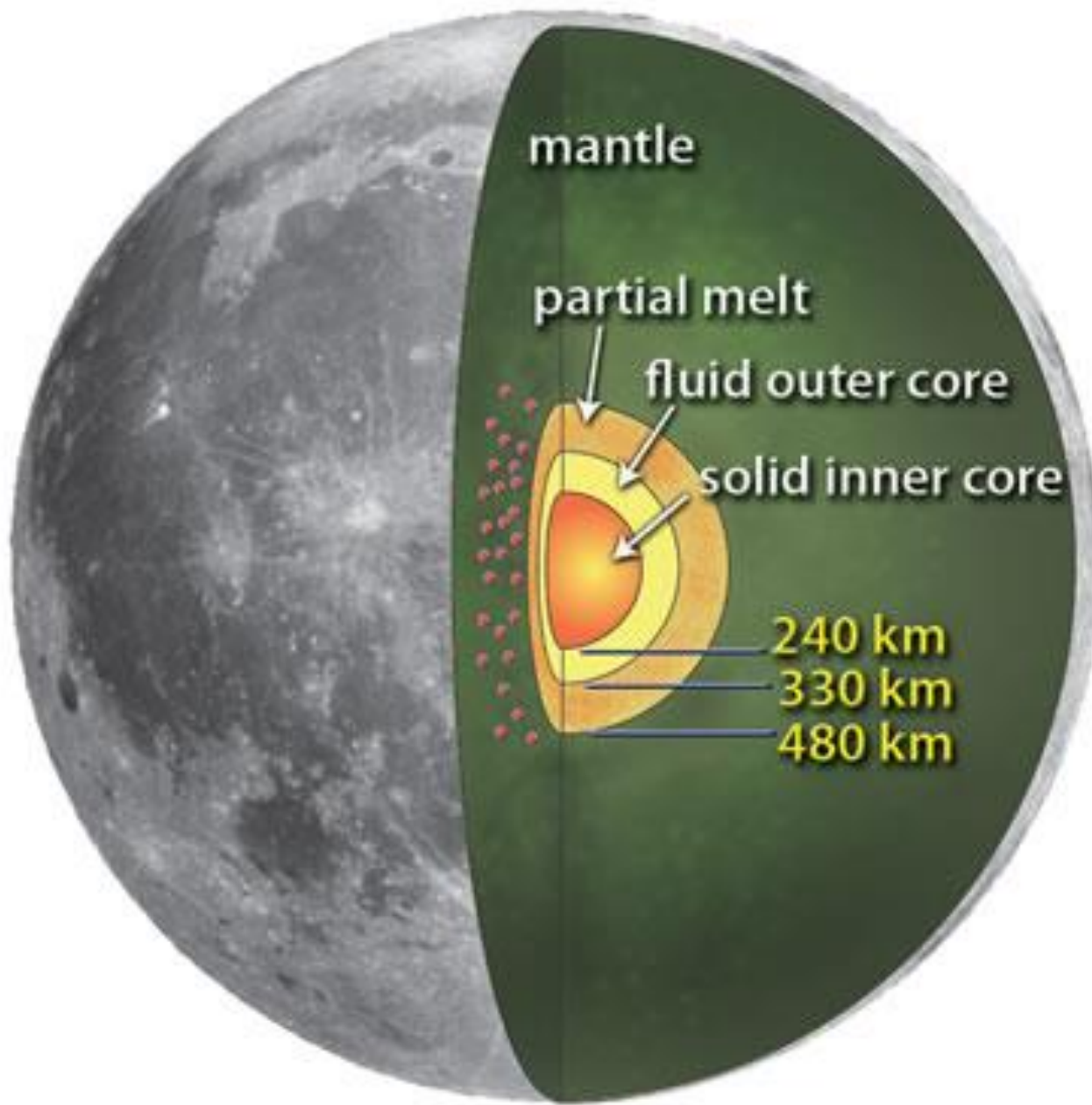
Άριελ

Τιάνια, Δορυφόρος Ουρανού



Μιράντα, Δορυφόρος Ουρανού





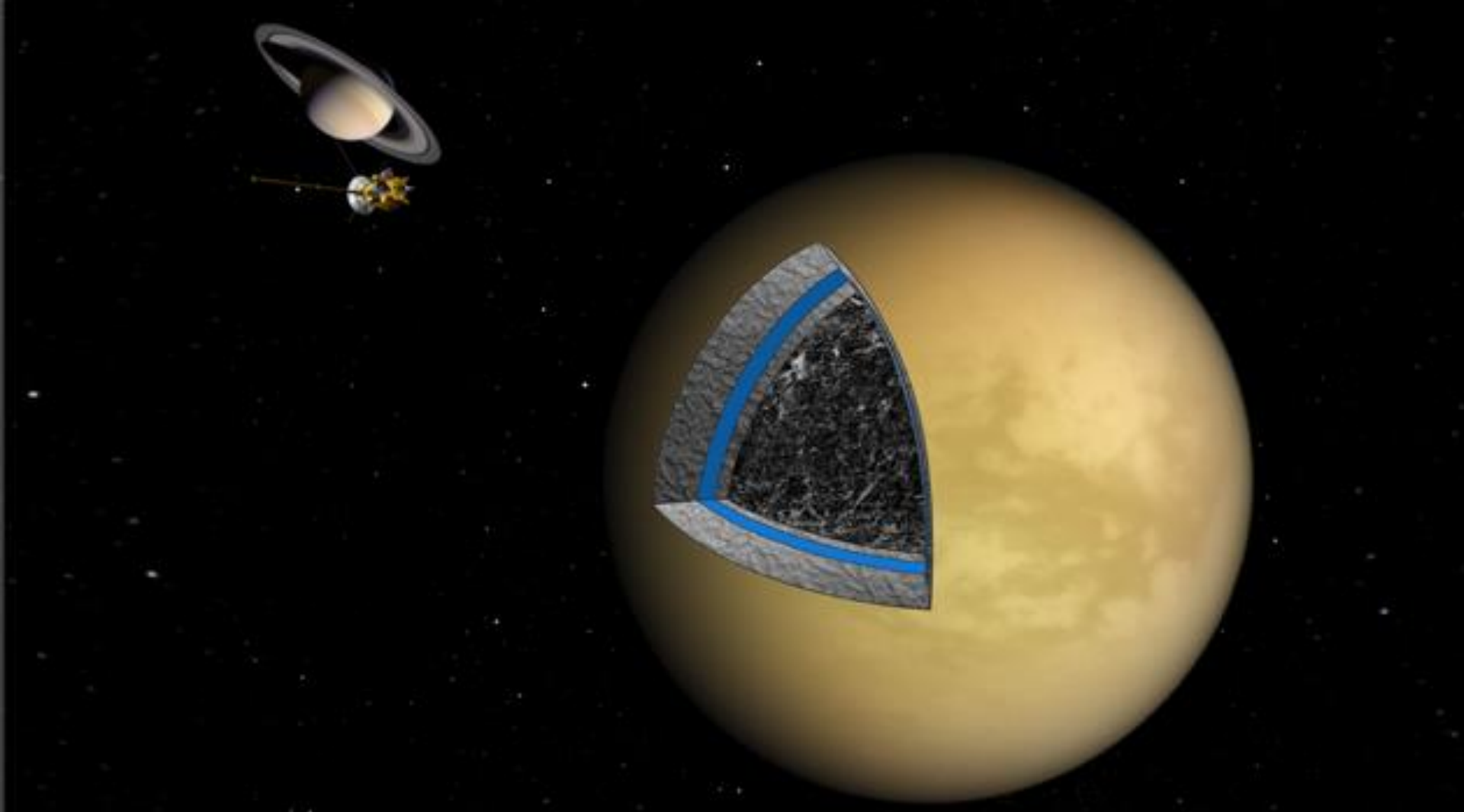
organic-rich atmosphere
and surface

de-coupled outer shell
(water-ice / clathrate)

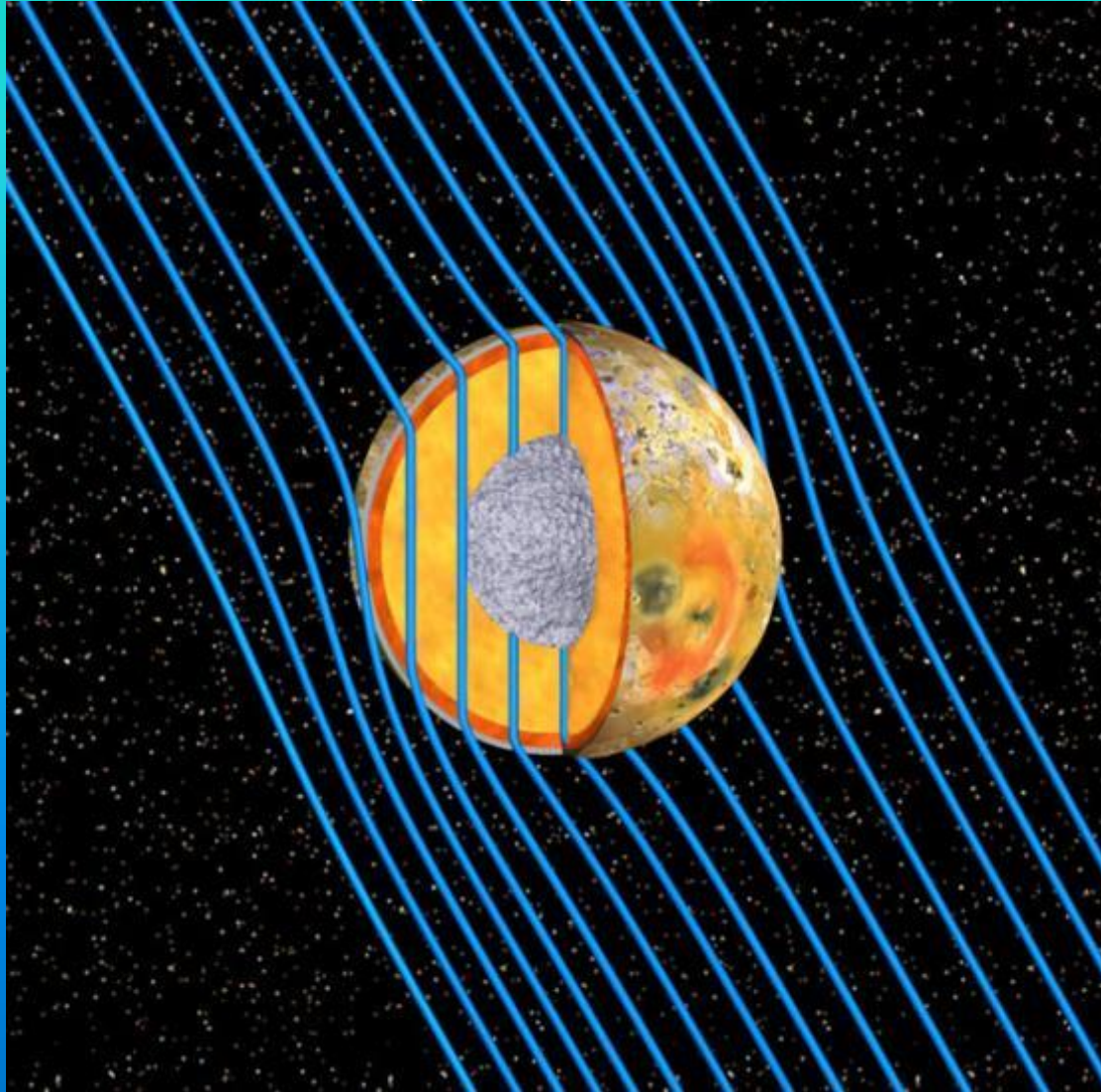
global subsurface ocean

high-pressure ice VI shell

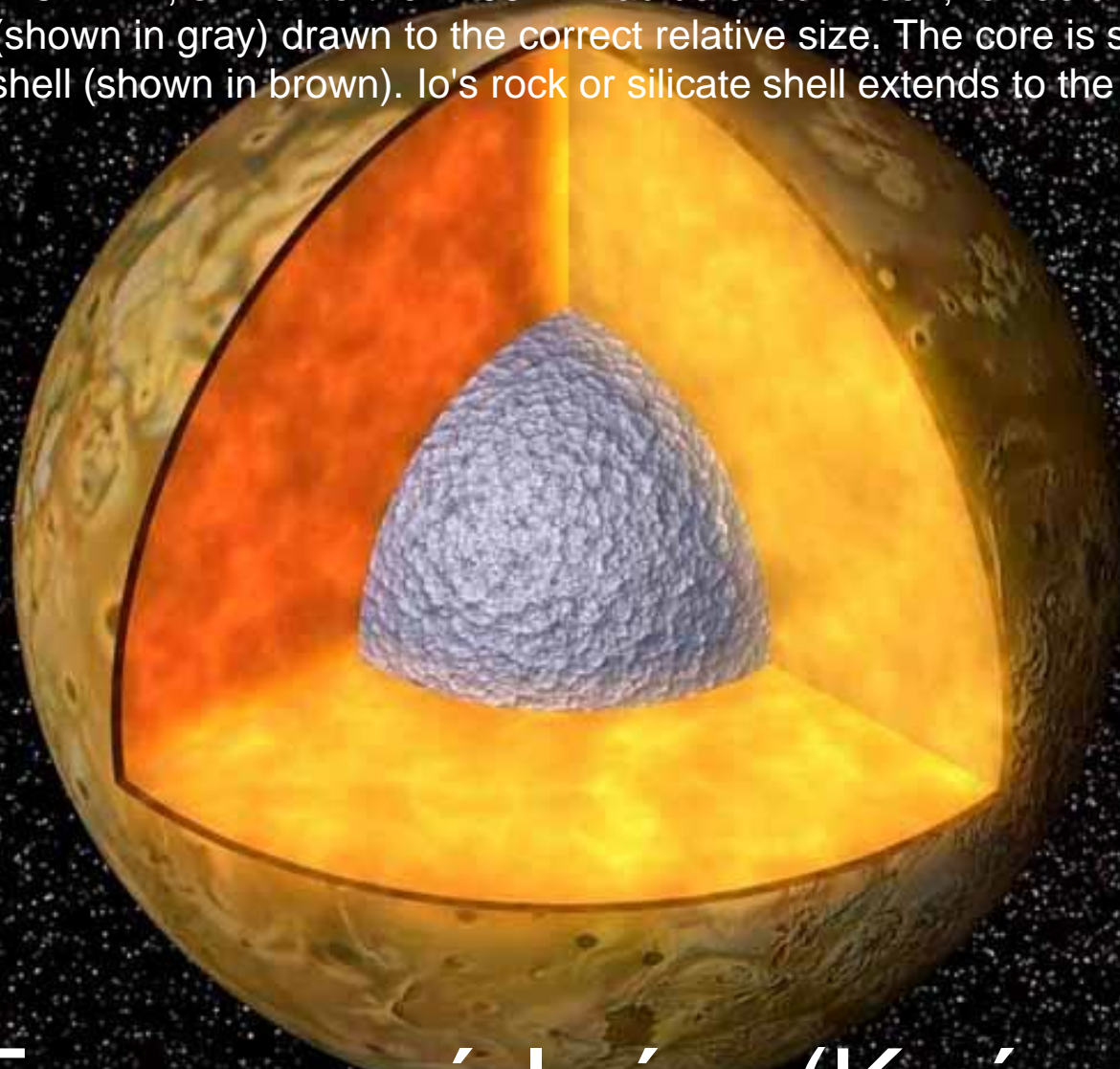
hydrous silicate core
~2000 km radius



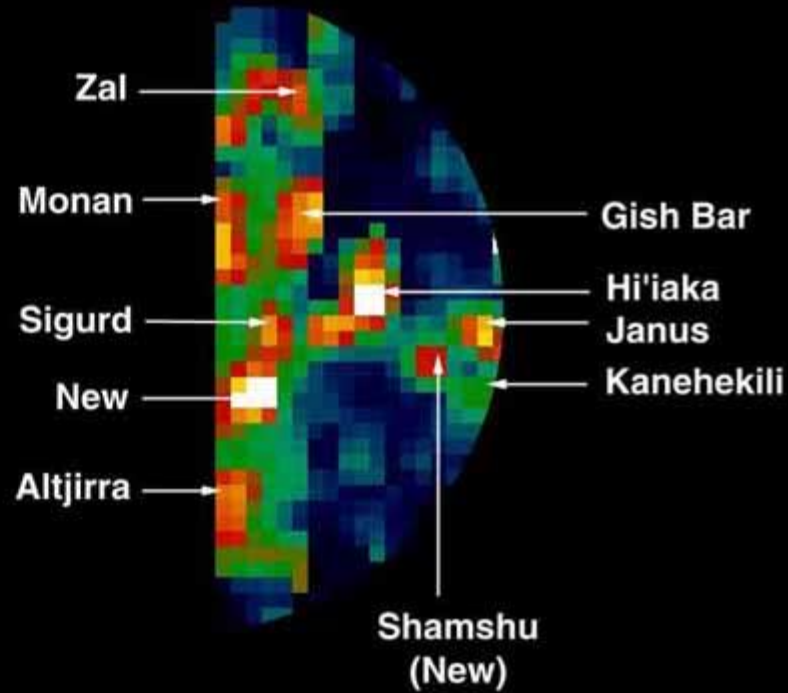
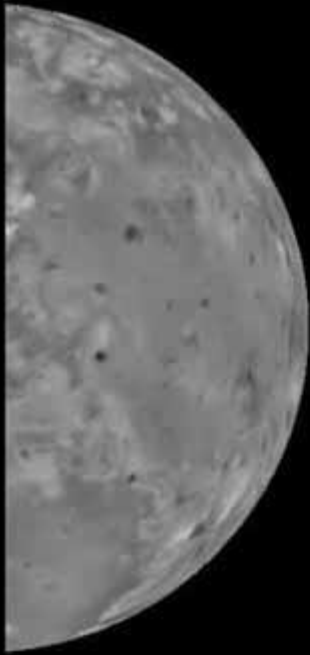
Η Ίω και μαγνητικό πεδίο



Io's radius is 1821 km, similar to the 1738 km radius of our Moon; Io has a metallic (iron, nickel) core (shown in gray) drawn to the correct relative size. The core is surrounded by a rock shell (shown in brown). Io's rock or silicate shell extends to the surface.



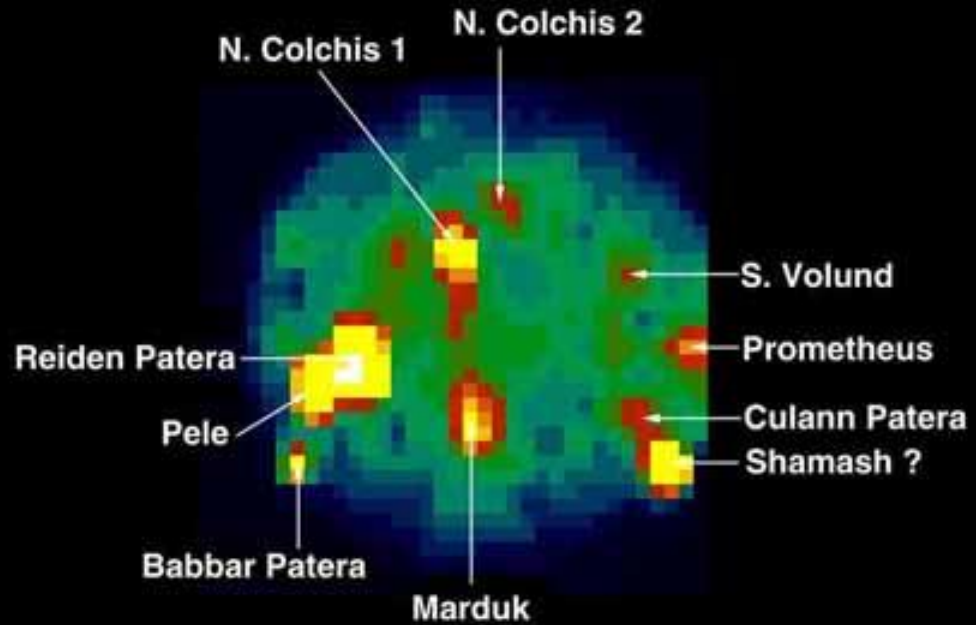
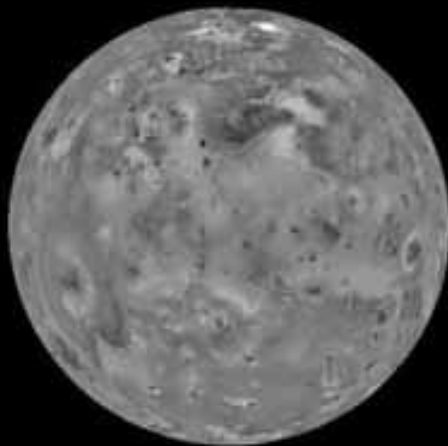
Εσωτερικό Ιούς (Κρόνος)



C10INTHRMAL02
42W-111W 171 km / NIMS pixel
Sept. 19, 1997 UTC=00:52:23

Νέα θερμά σημεία Ιούς

δορυφόροι



G2INHRSPEC01
120W-300W 219 km/pixel
Sept. 7, 1996 UTC=05:21:01

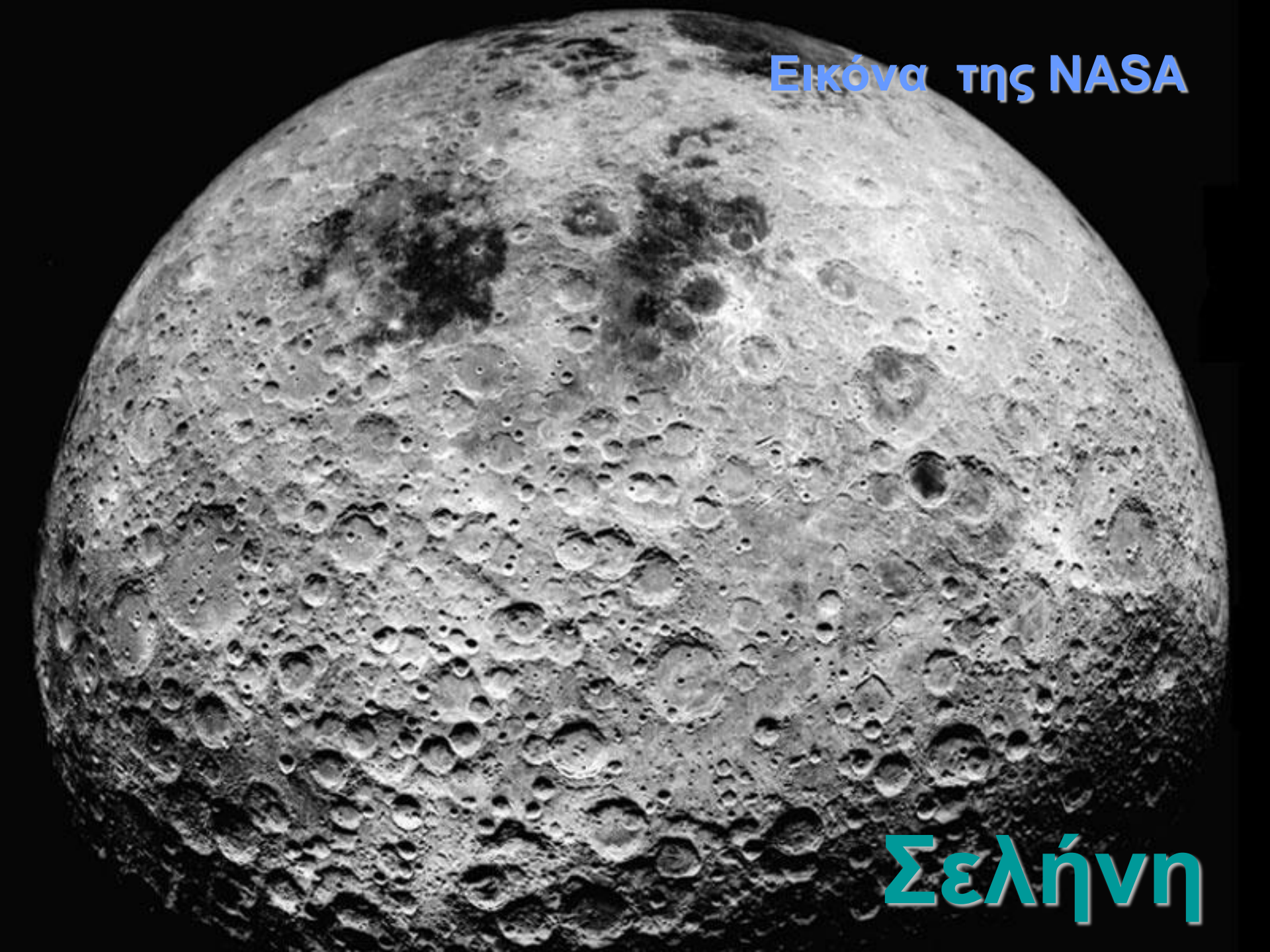
Νέα θερμά σημεία Ιούς

MERCURY

Comet Encke

EARTH

2013-11-20 01:05:01



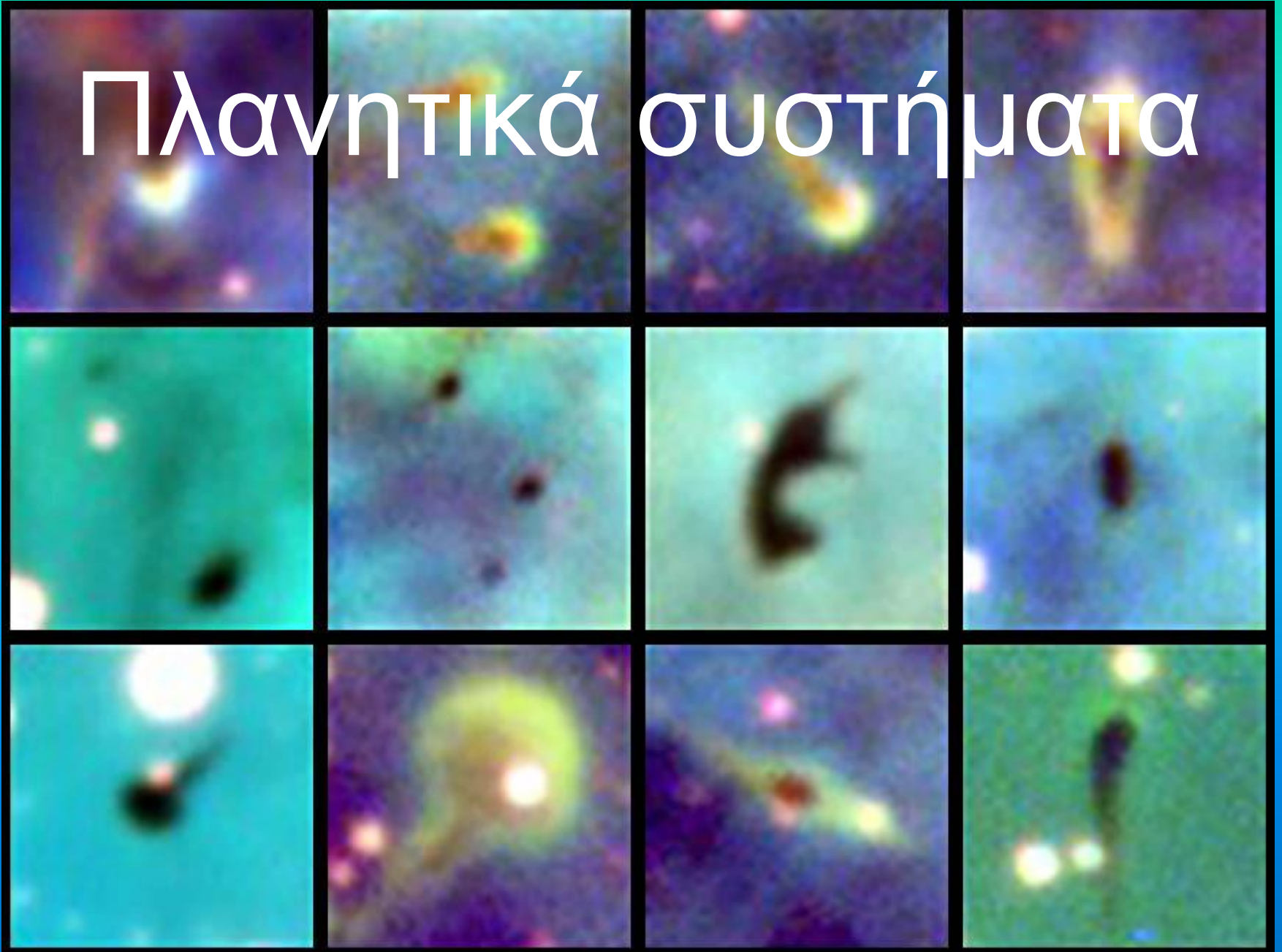
Εικόνα της NASA

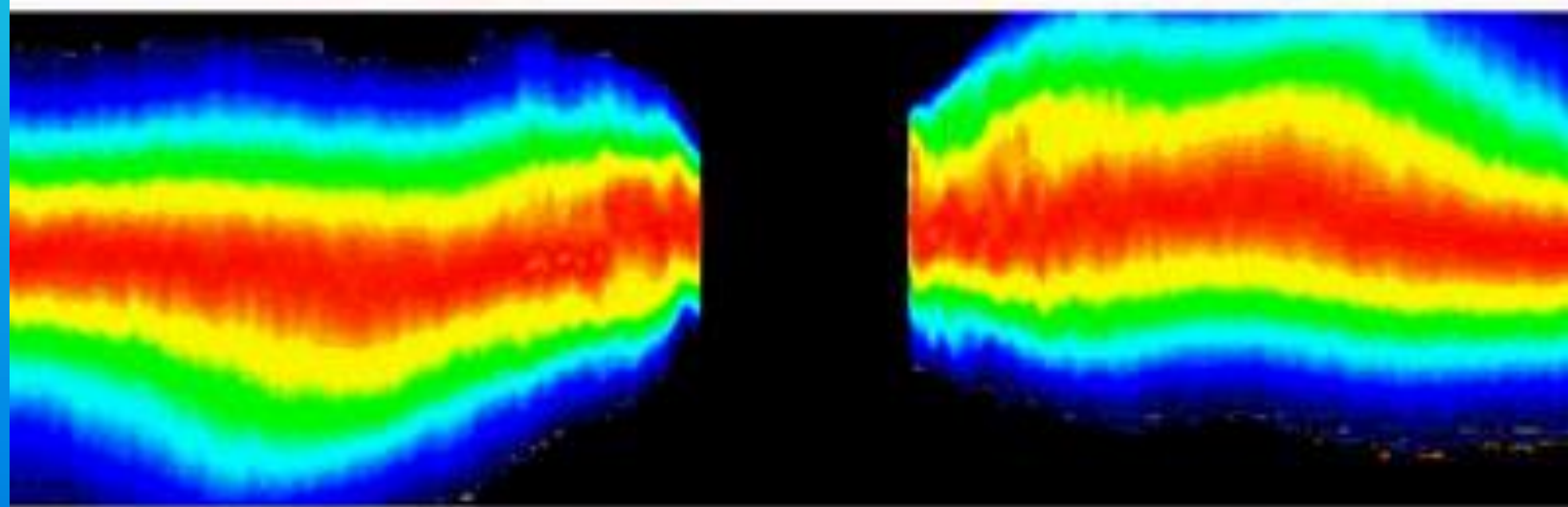
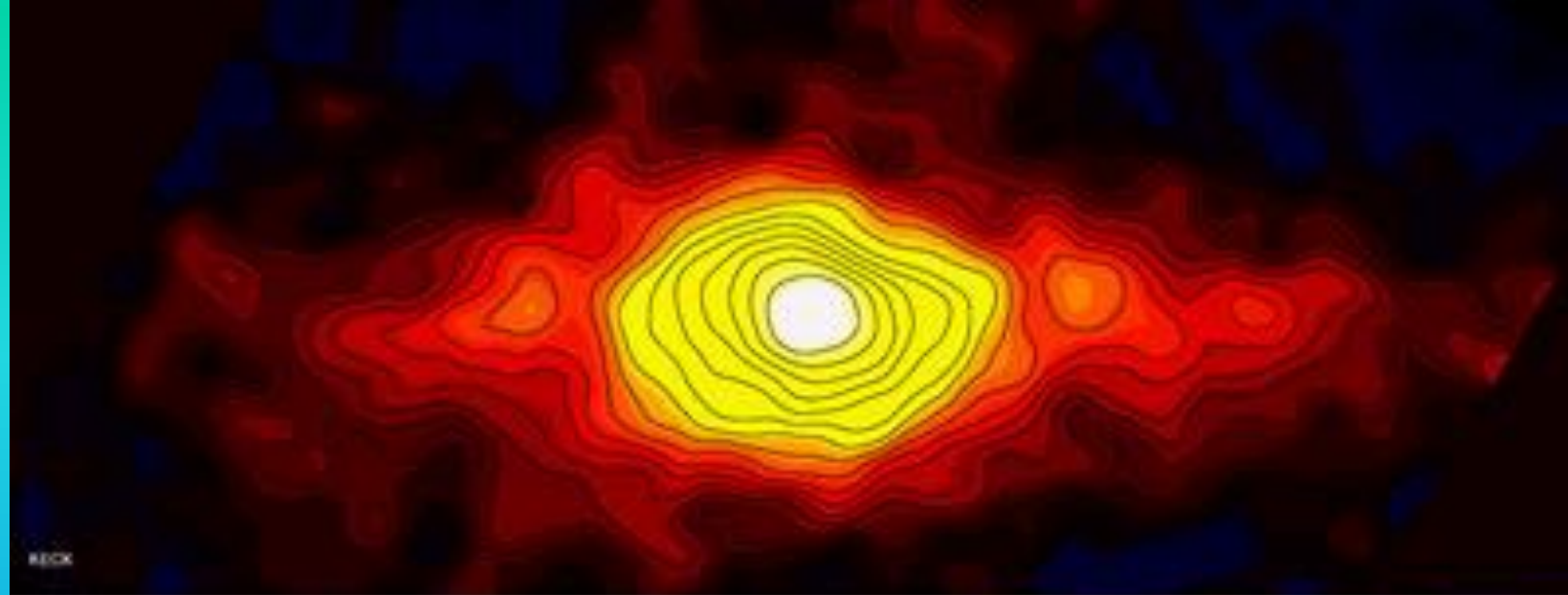
Σελήνη

Άλλα πλανητικά συστήματα

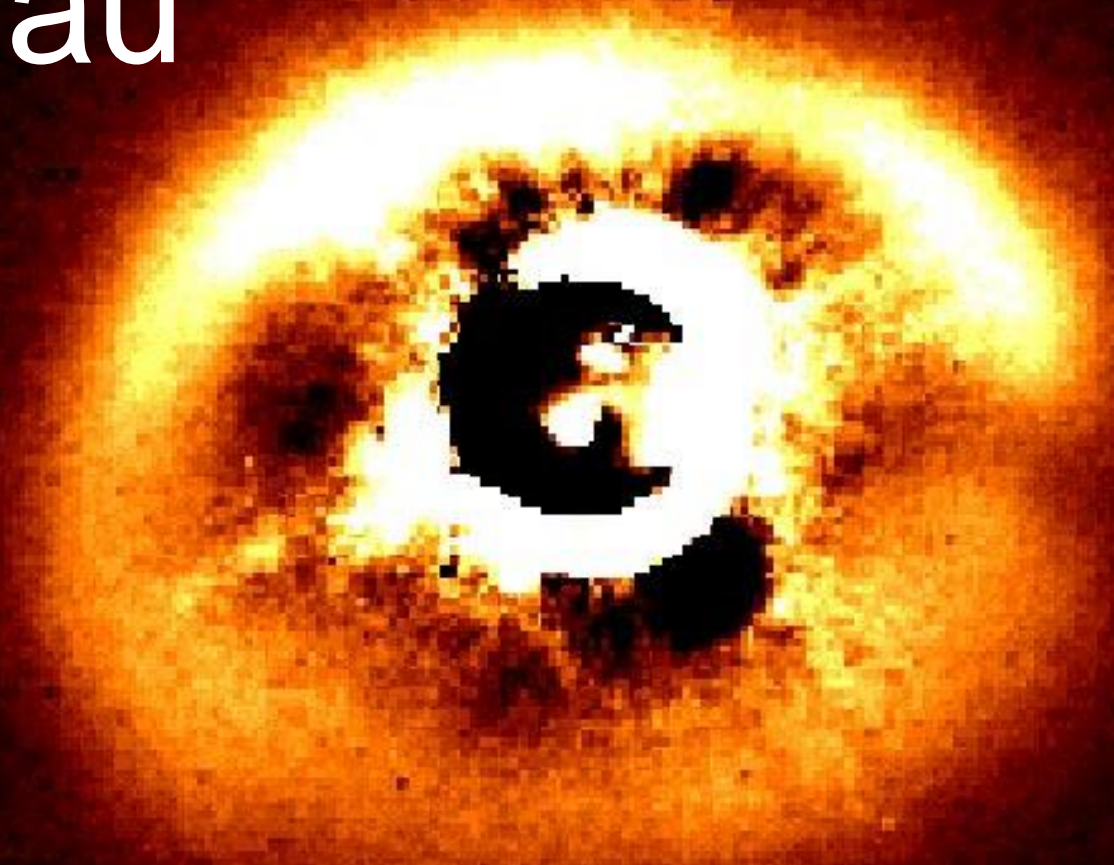
εξωπλανήτες

Πλανητικά συστήματα





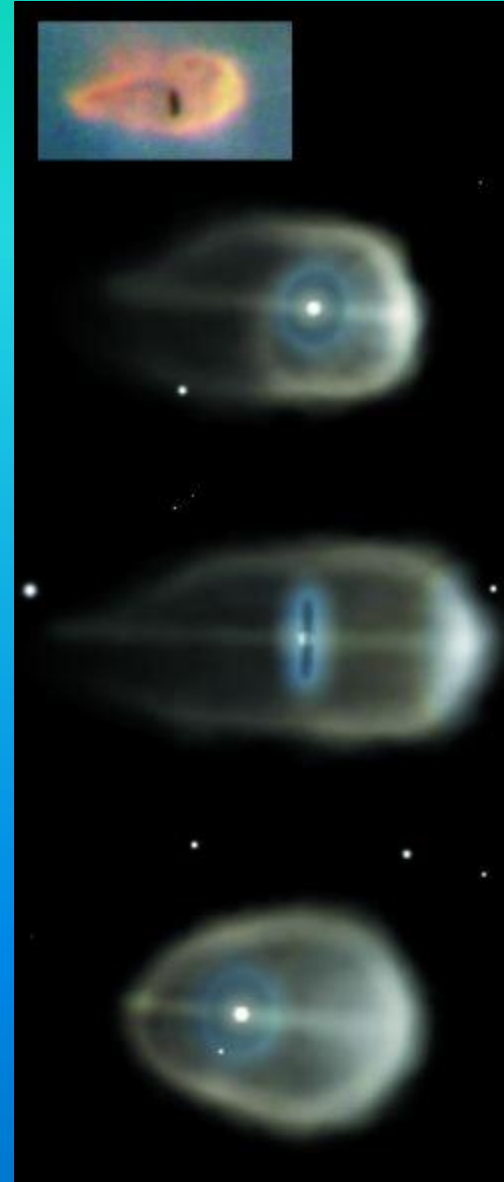
GG Tau



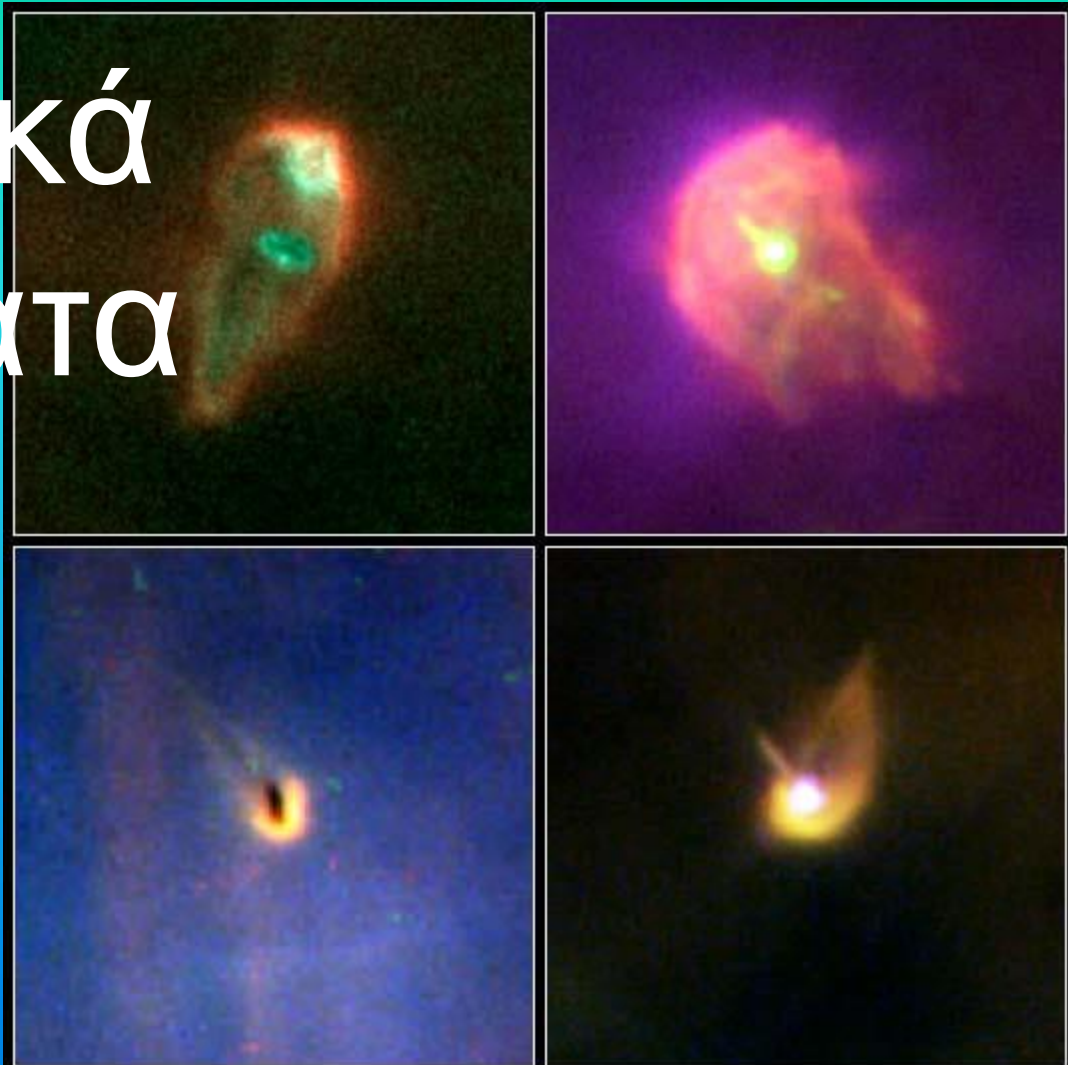
Πλανητικό σύστημα



Πλανητικά συστήματα



Πλανητικά συστήματα



Protoplanetary Disks in the Orion Nebula

HST • WFPC2

NASA, J. Bally (University of Colorado), H. Throop (SWRI),
and C.R. O'Dell (Vanderbilt University) • STScI-PRC01-13

Πλανητικά συστήματα



Star-Birth Clouds · M16

HST · WFPC2

PRC95-44b · ST ScI OPO · November 2, 1995
J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

Πλανητικά συστήματα

— 250 AU

1

— 500 AU

2

3

— 250 AU

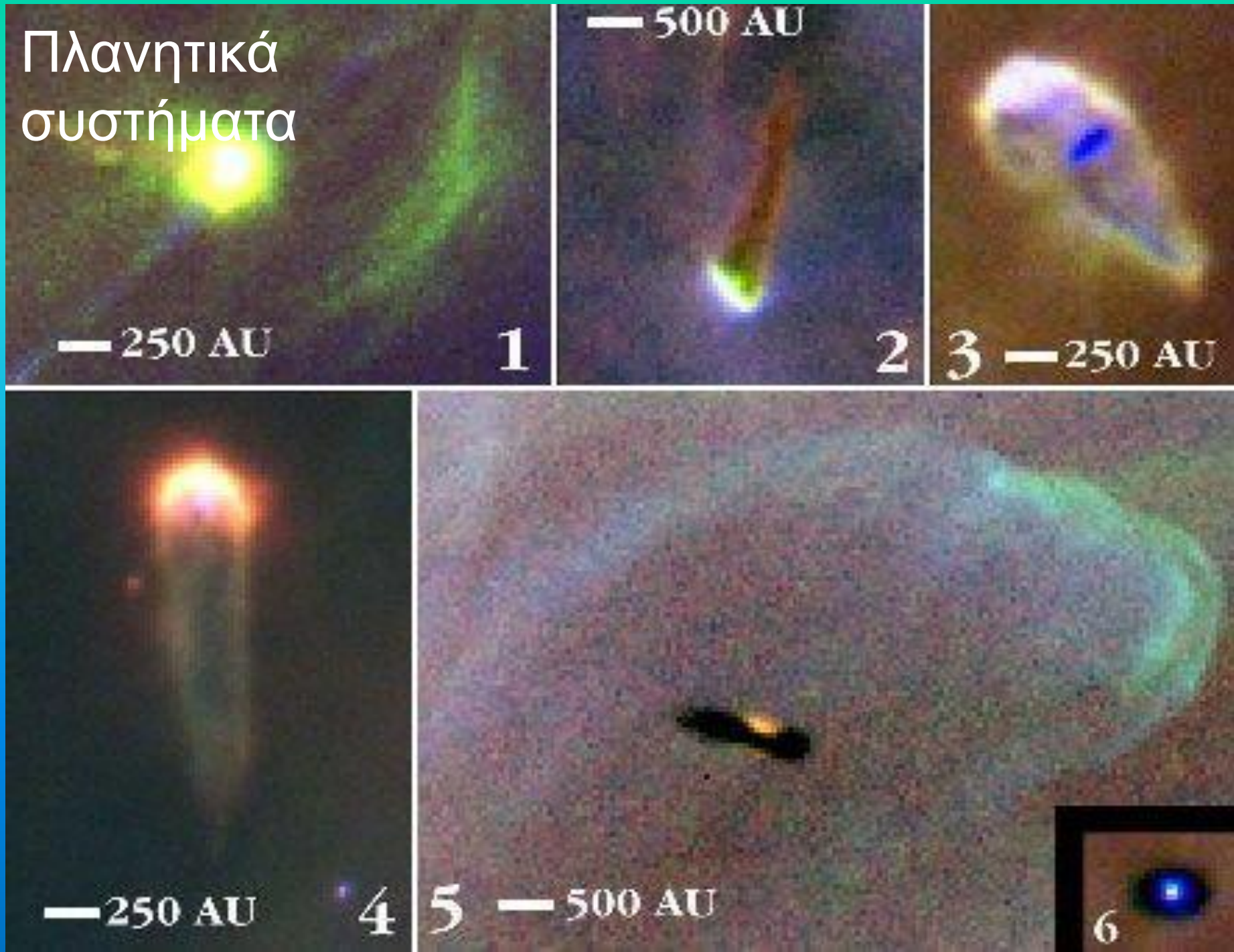
— 250 AU

4

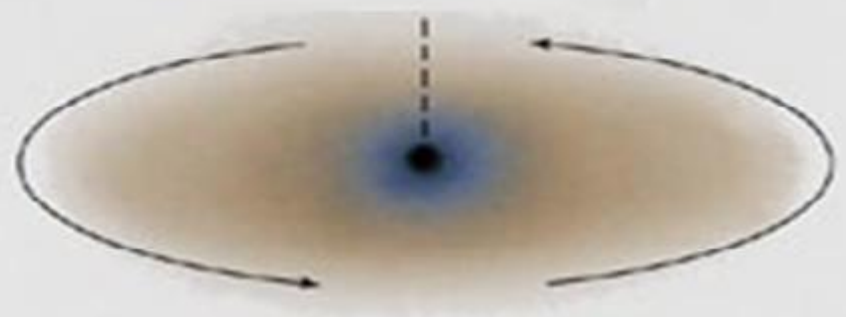
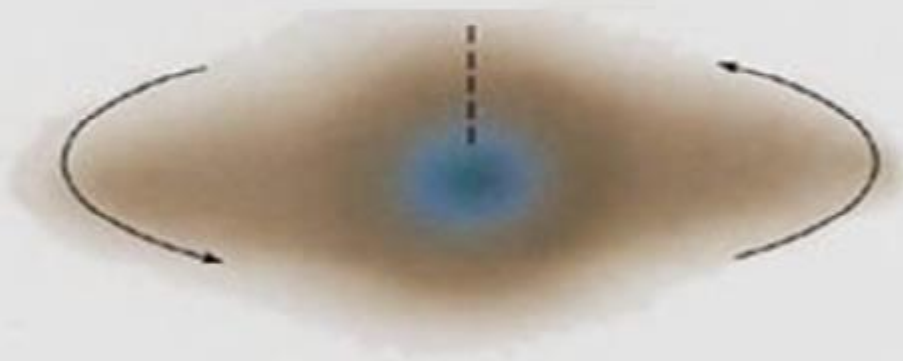
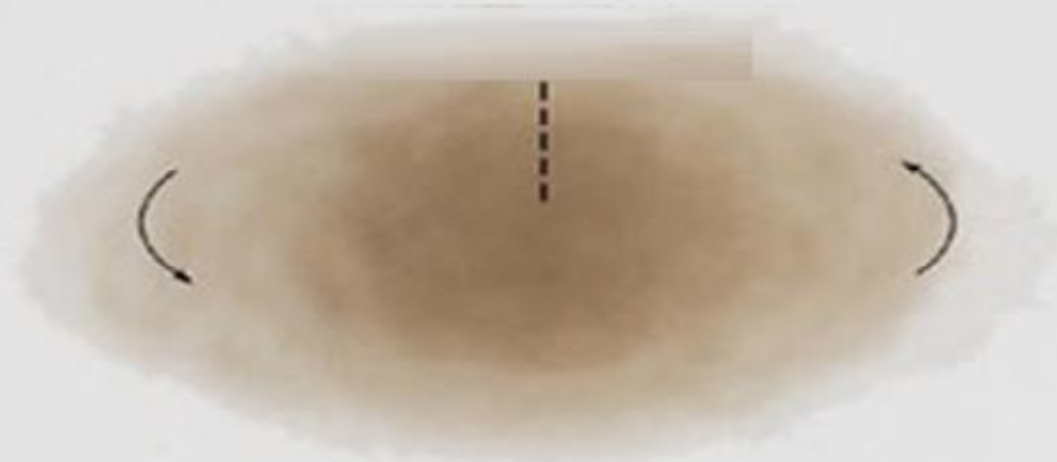
5

— 500 AU

6



Πλανητικό
σύστημα
Αναπαράσταση με
ζωγραφική

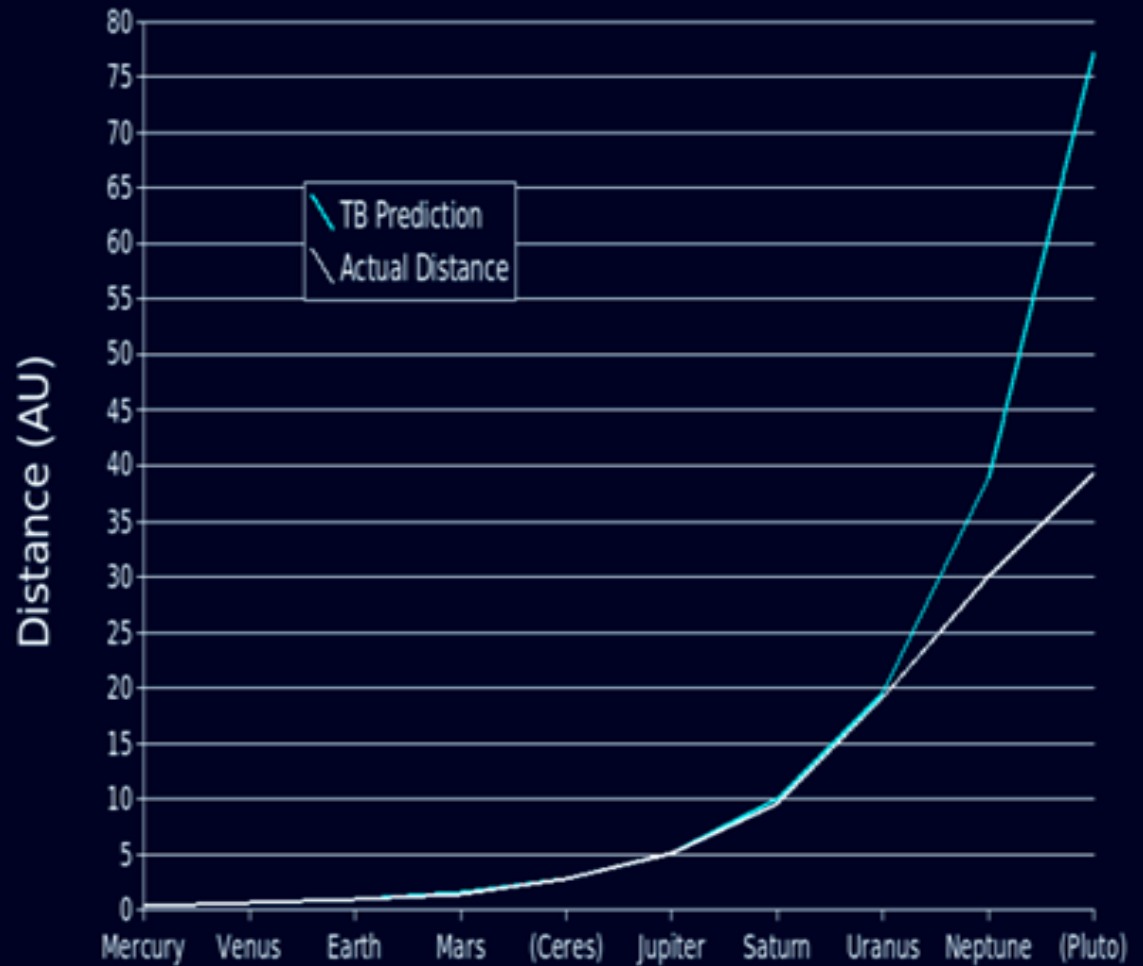


Bode

$$a = 0.4 + 0.3 \cdot 2^m$$

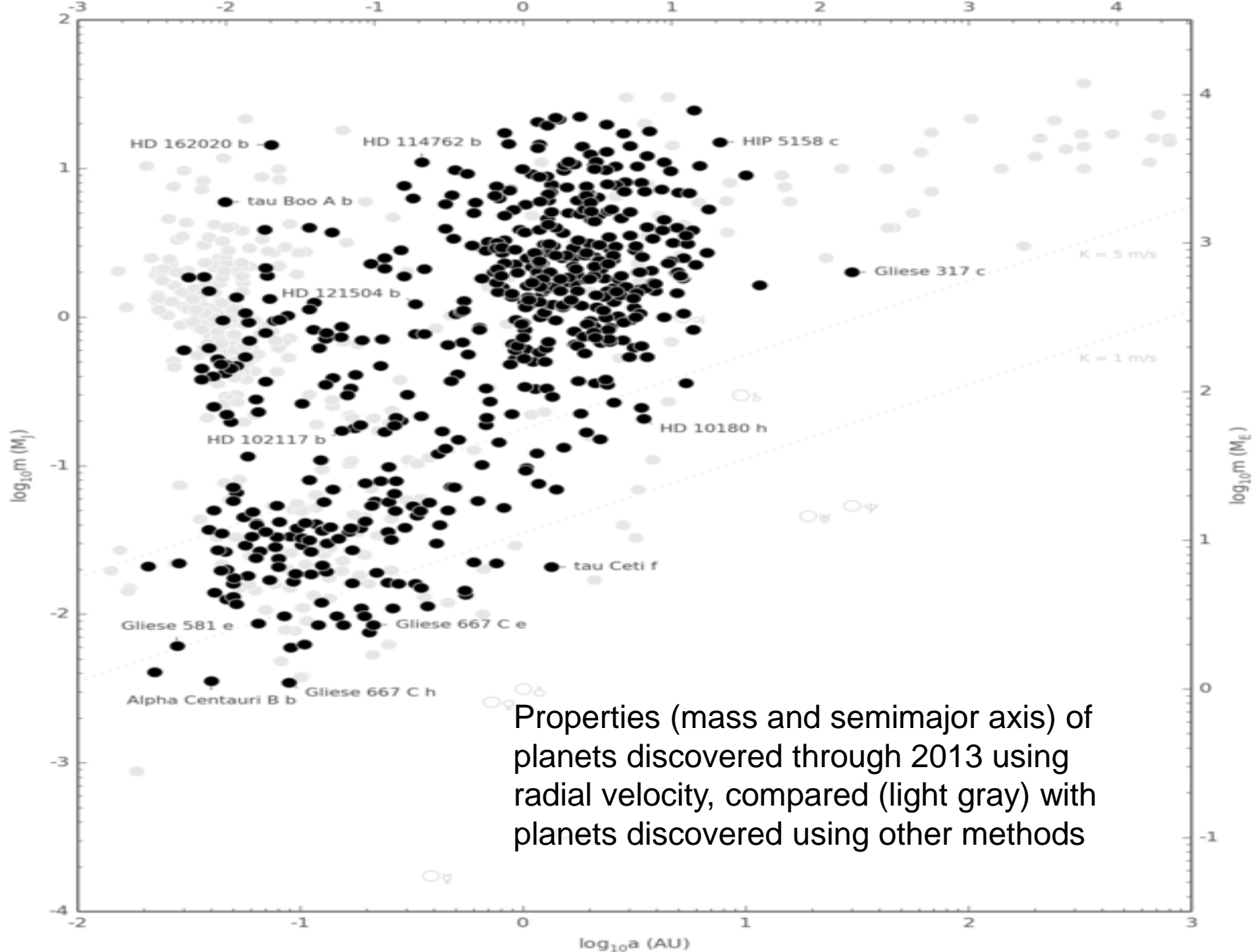
for $m = -1, 0, 1, 2, \dots$

Comparison of Bode's Law with Actual Distances

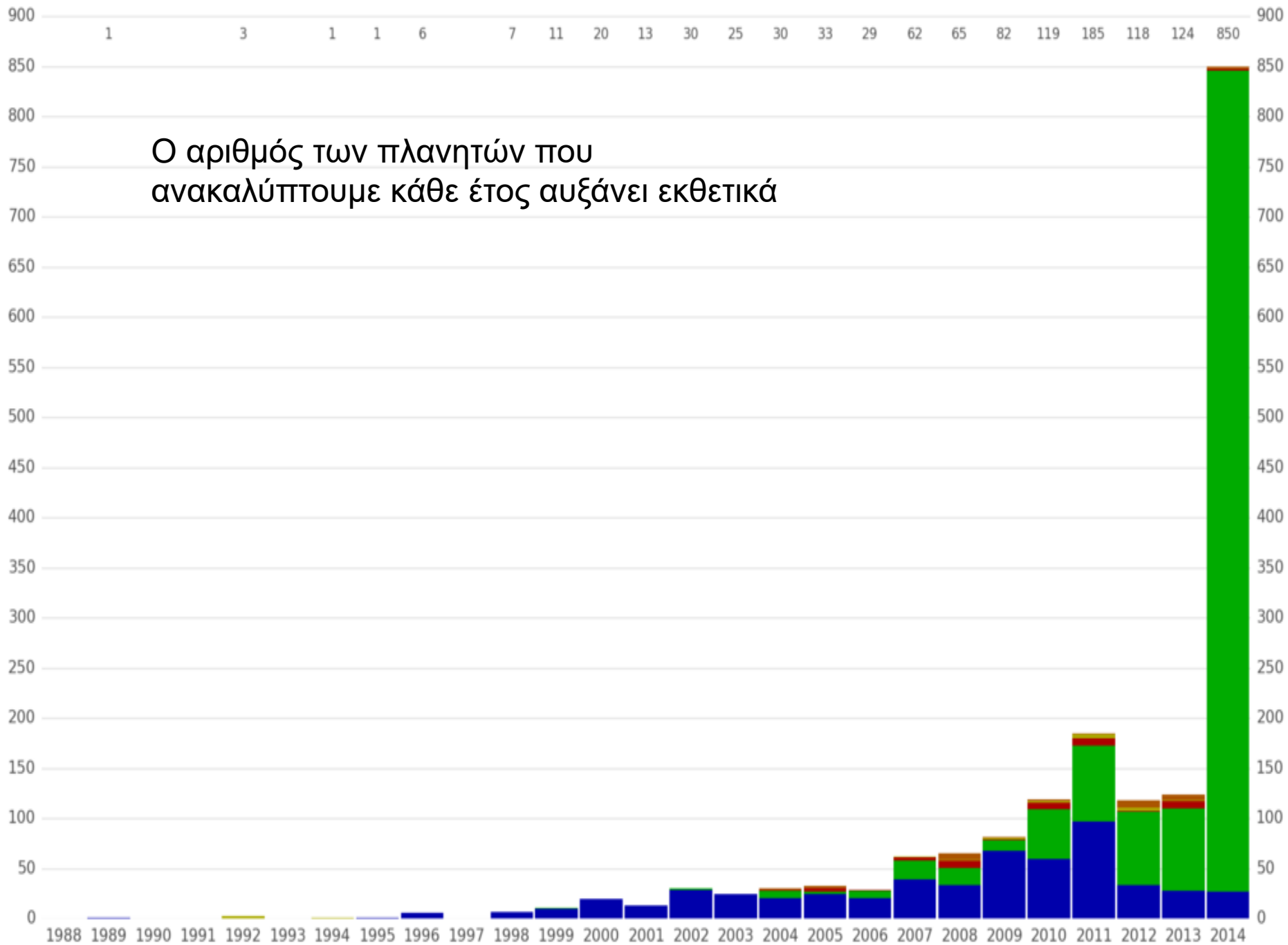


άλλα πλανητικά συστήματα; εξωπλανήτες;

Σήμερα γνωρίζουμε 1889 πλανήτες σε
1188 πλανητικά συστήματα, από τα οποία
477 είναι πολλαπλά πλανητικά συστήματα

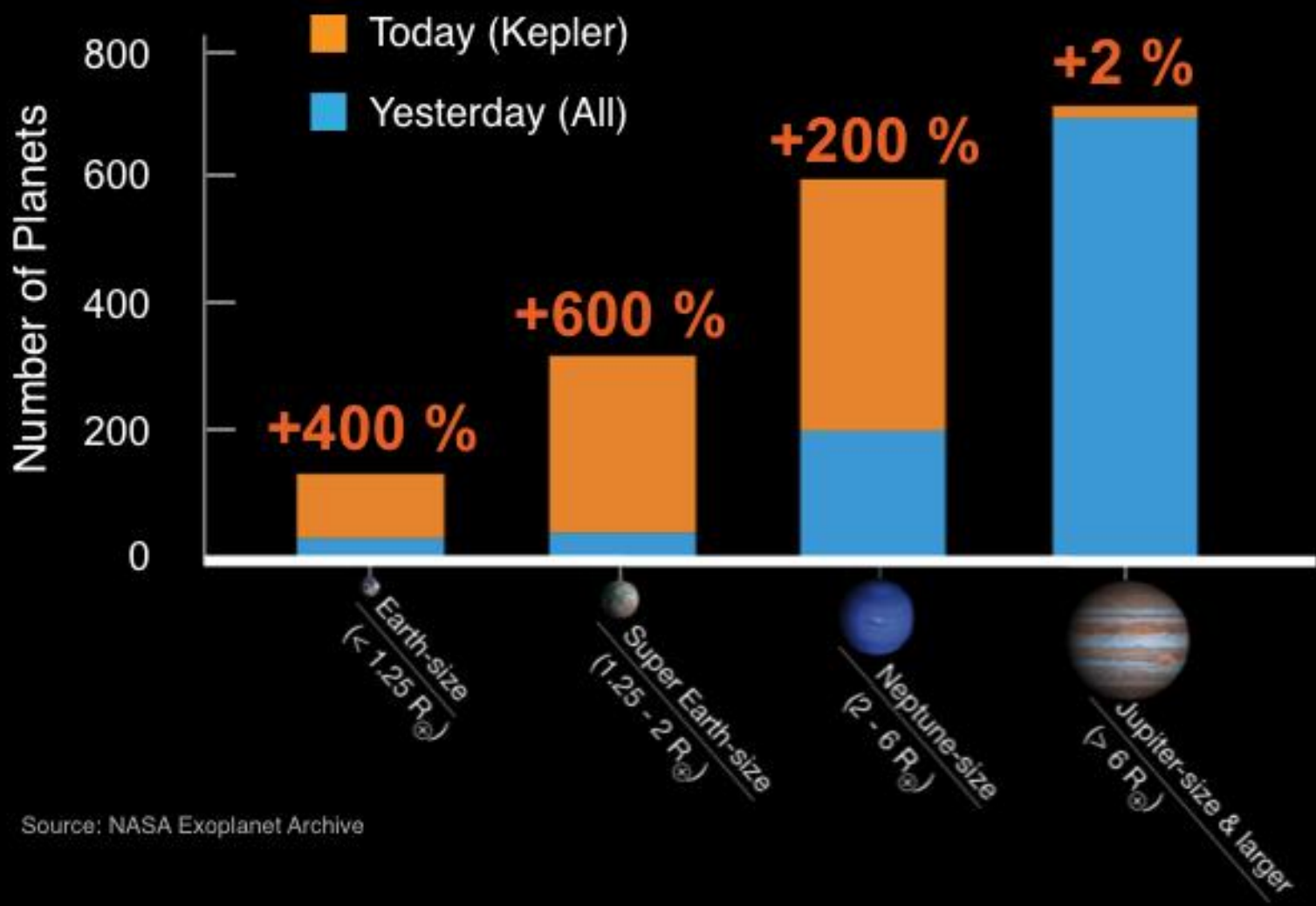


Ο αριθμός των πλανητών που ανακαλύπτουμε κάθε έτος αυξάνει εκθετικά



Sizes of Known Exoplanets

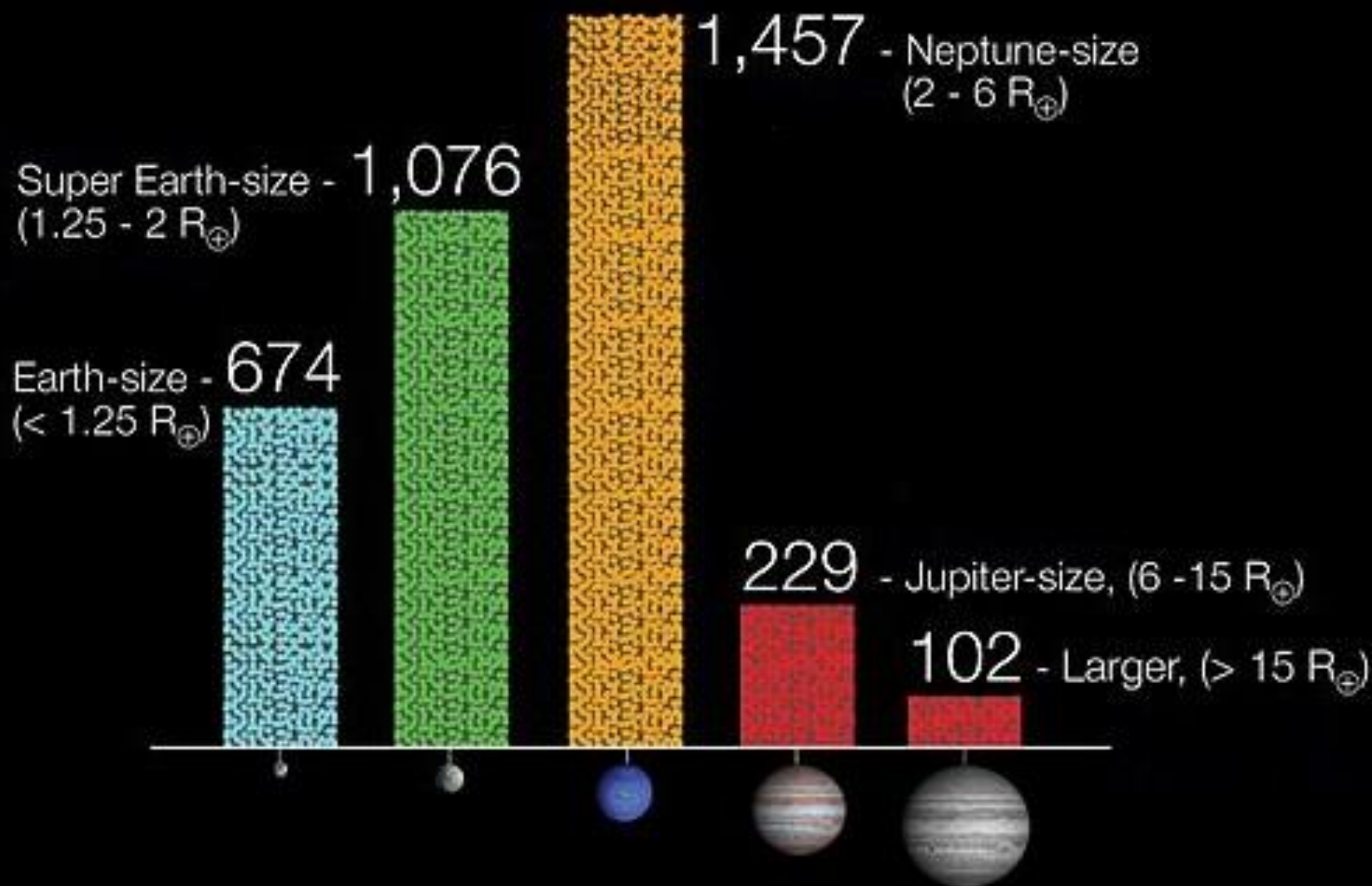
As of February 26, 2014



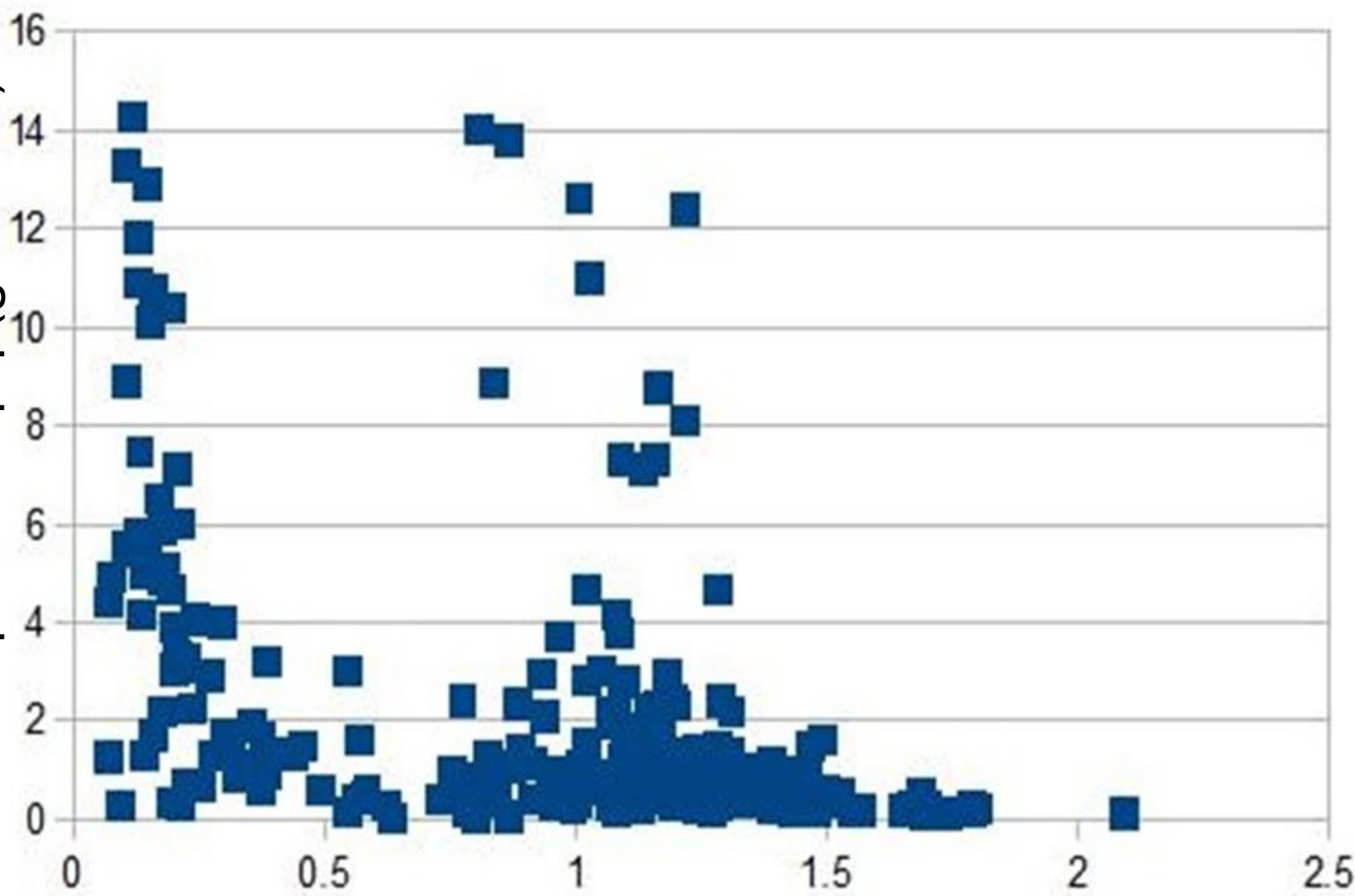
Source: NASA Exoplanet Archive

Sizes of Planet Candidates

Totals as of November, 2013



Πυκνότητα πλανήτη (gr/cm**3)



ακτίνα πλανήτη (ακτίνες Δία)

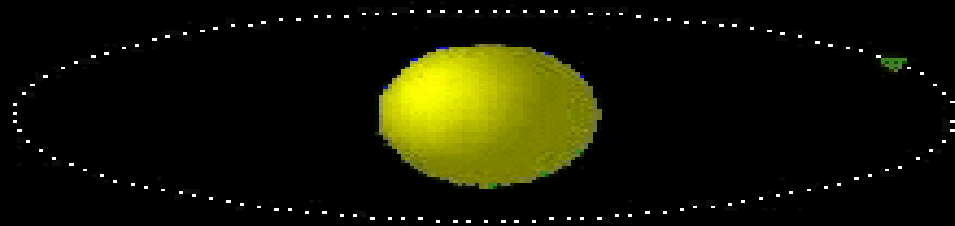
άλλα πλανητικά συστήματα; εξωπλανήτες;

Βασίζομαι σε εργασία του
William Borucki, Principal
Investigator και της Wendy
Stenzel

Διαστημική αποστολή Κέπλερ

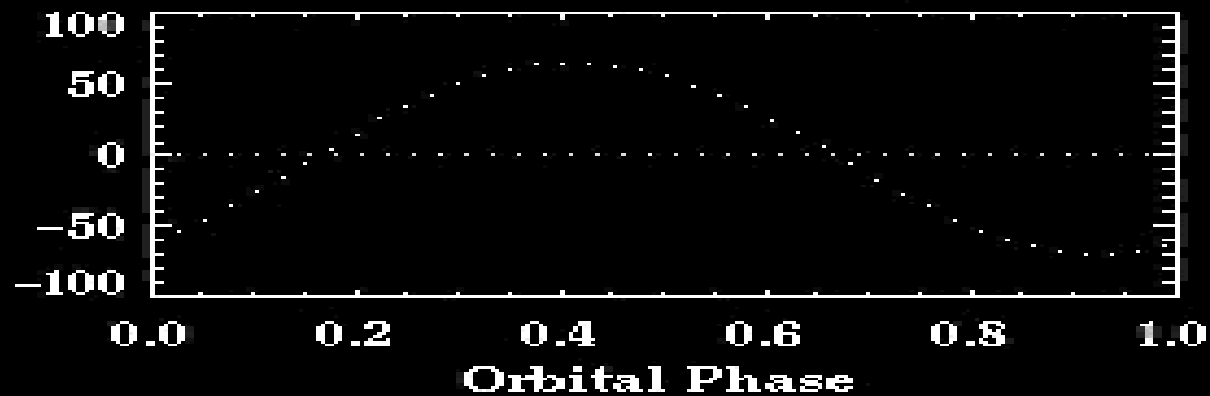
NASA

Circular Orbit: rho CrB



$K = 67.4 \text{ m/s}$ $e = 0.03$
 $\omega = 210.0 \text{ deg.}$ $\sin(i) = 0.3$ (*)

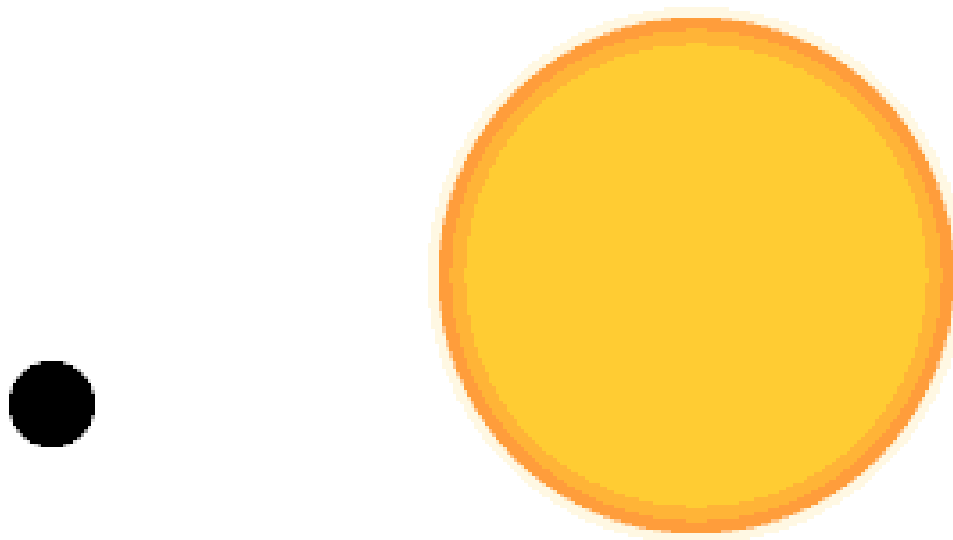
Radial Velocity Curve of the Star [m/s]



S.G. Korzennik (CfA, © 1997)

- Sylvain G. Korzennik,
- <http://cfa-www.harvard.edu/afoe/orbits/>

Transit Detection of Exoplanets



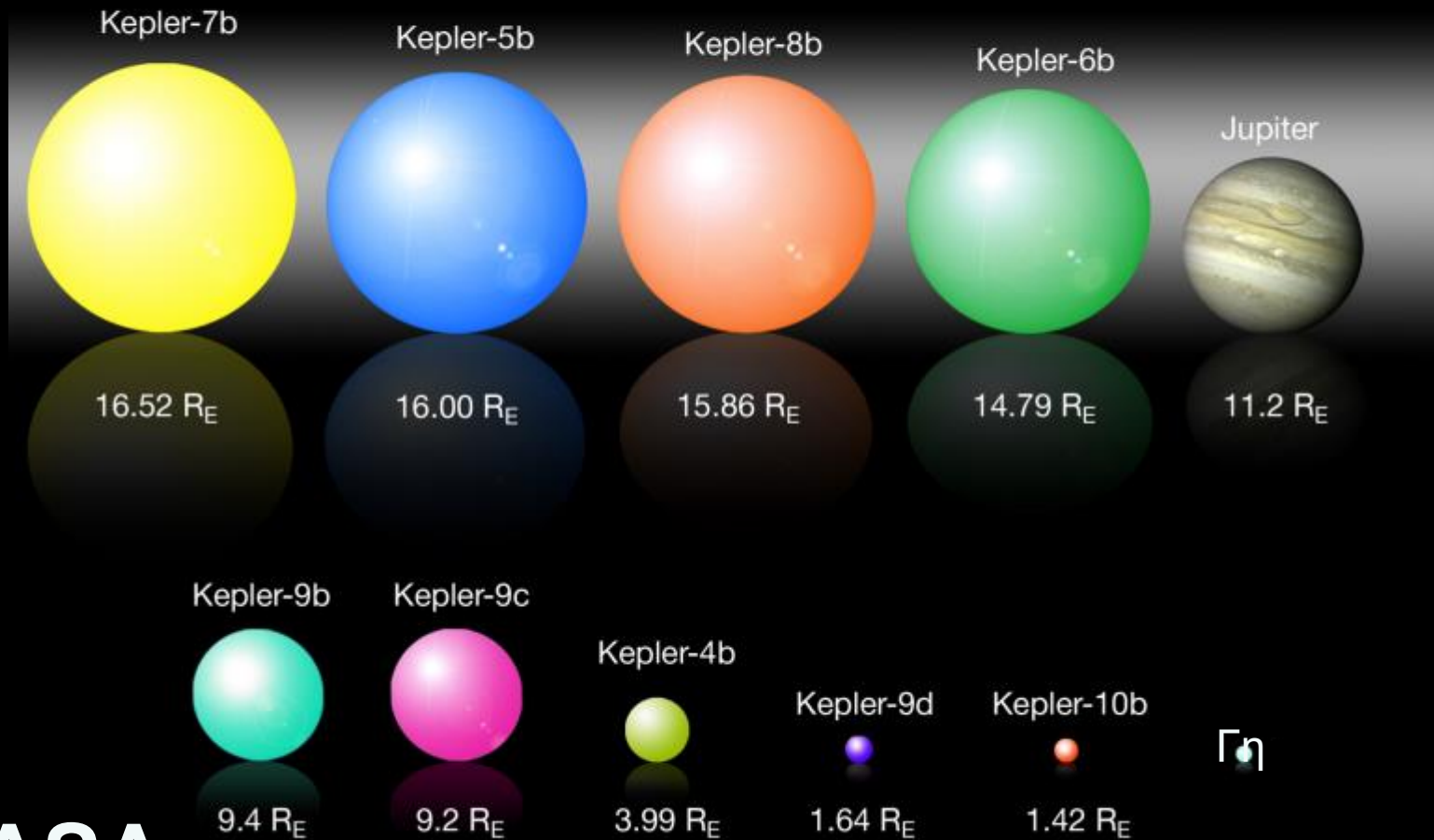
—
Photometric
Light Curve

- <http://eo.ucar.edu/staff/dward/sao/exoplanets/methods.htm>

Η αποστολή Κέπλερ, μέσα σε 4 μήνες

- 1) μελέτησε 155.453 άστρα και
- 2) βρήκε 1235 πιθανά πλανητικά συστήματα, δηλαδή άστρα με πλανήτες,
- 3) περίπου 70 με μέγεθος σαν τη Γη,
- 4) 300 διπλάσια της Γης,
- 5) 660 σαν τον Ποσειδώνα και
- 6) 165 σαν τον πλανήτη Δία
- 7) 55 πλανήτες βρίσκονται σε αποστάσεις που παρέχουν θερμοκρασίες σαν και αυτή της Γης

Μερικοί εξωπλανήτες

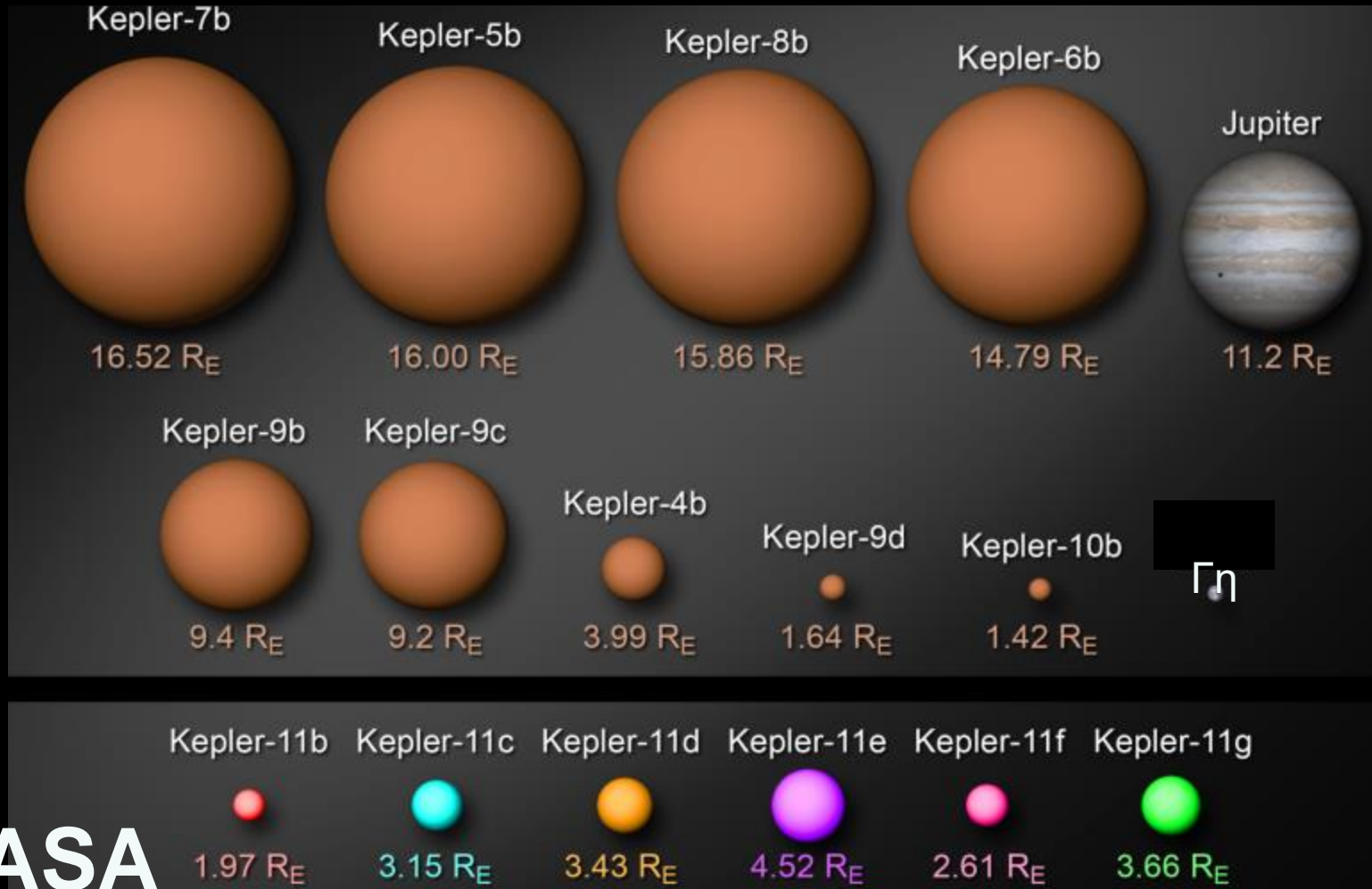


NASA

Wendy Stenzel

1/400^ο του Ουρανού

Μερικοί εξωπλανήτες



NASA

Wendy Stenzel

1/400^ο του Ουρανού

μελέτη πλανητών στο σύμπαν

Διαστημικό πρόγραμμα Κέπλερ

Μελέτησε μόλις το
1/400ο του Ουρανού.

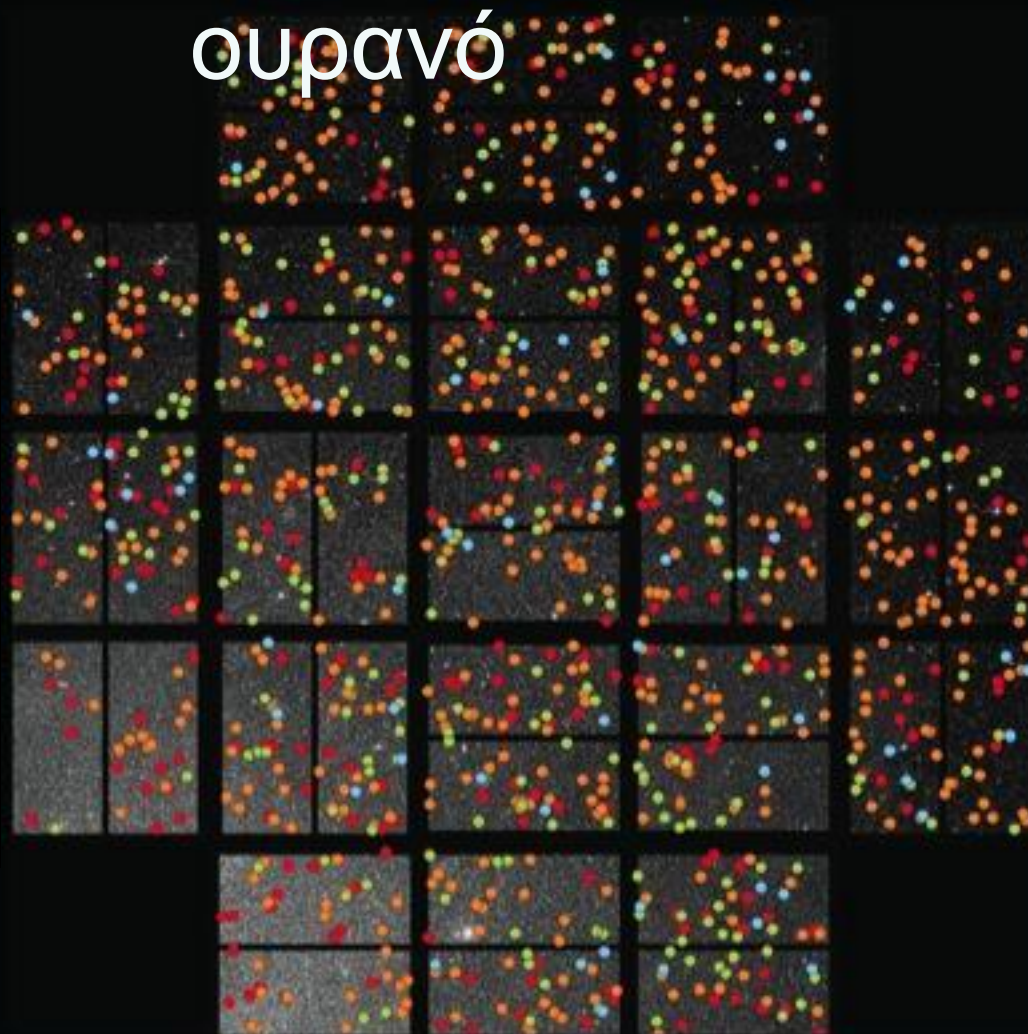
Ασφαλώς θα βρει μερικές
χιλιάδες πλανητικά
Συστήματα.

Αυτό δεν σημαίνει ότι
έχουν ζωή ή ότι αν έχουν
θα επικοινωνήσουν με
εμάς,, ή ότι εμείς θα
μπορέσουμε να πάμε εκεί
Ή ότι πρέπει να πάμε εκεί
ή όπου αλλού



NASA

Θέσεις 1000 πλανητών στον ουρανό

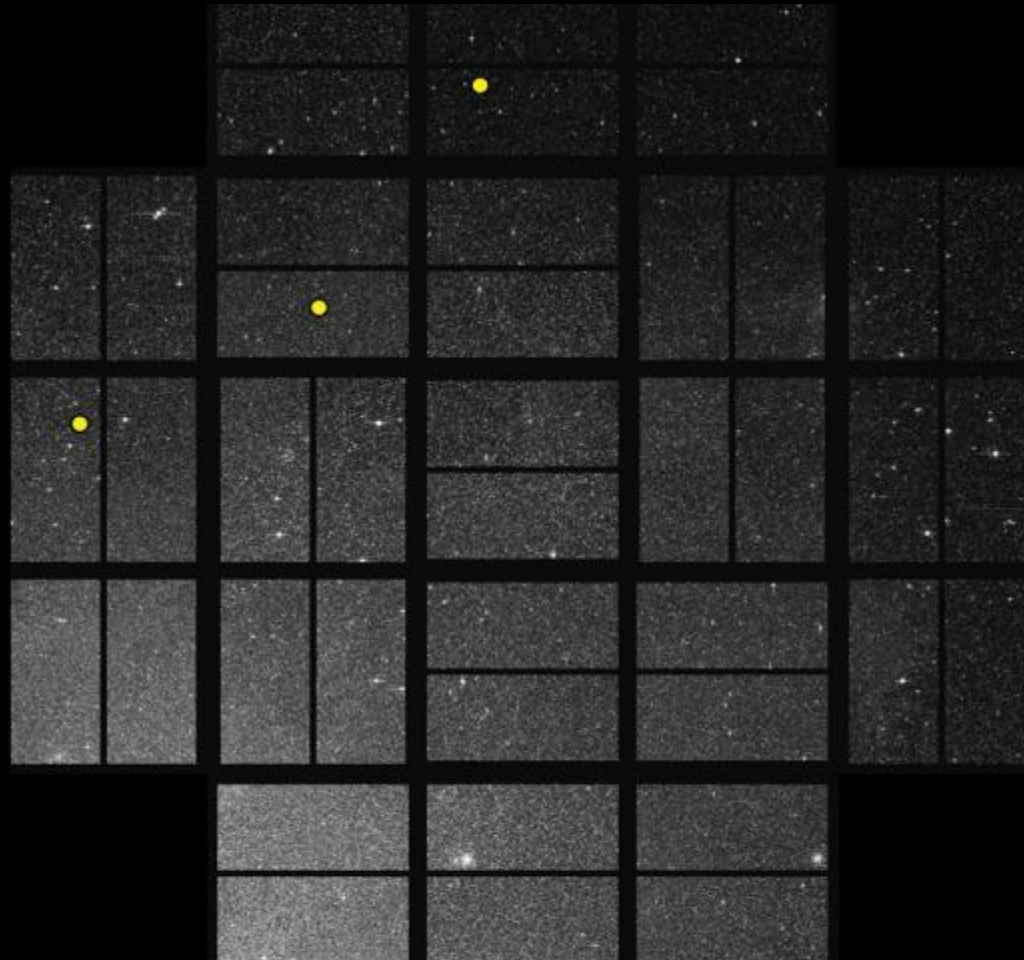


NASA

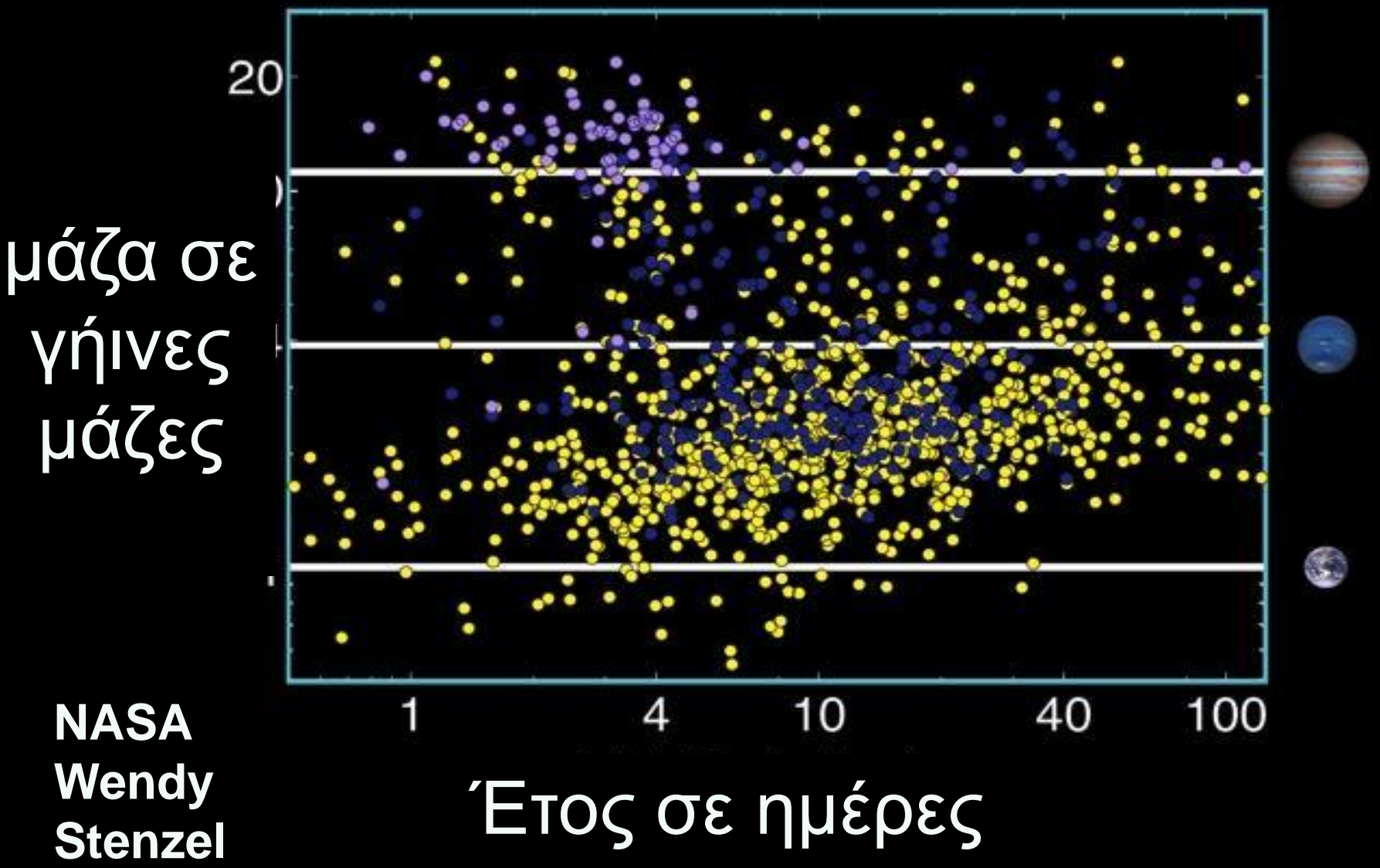
Wendy Stenzel

1/400° του Ουρανού

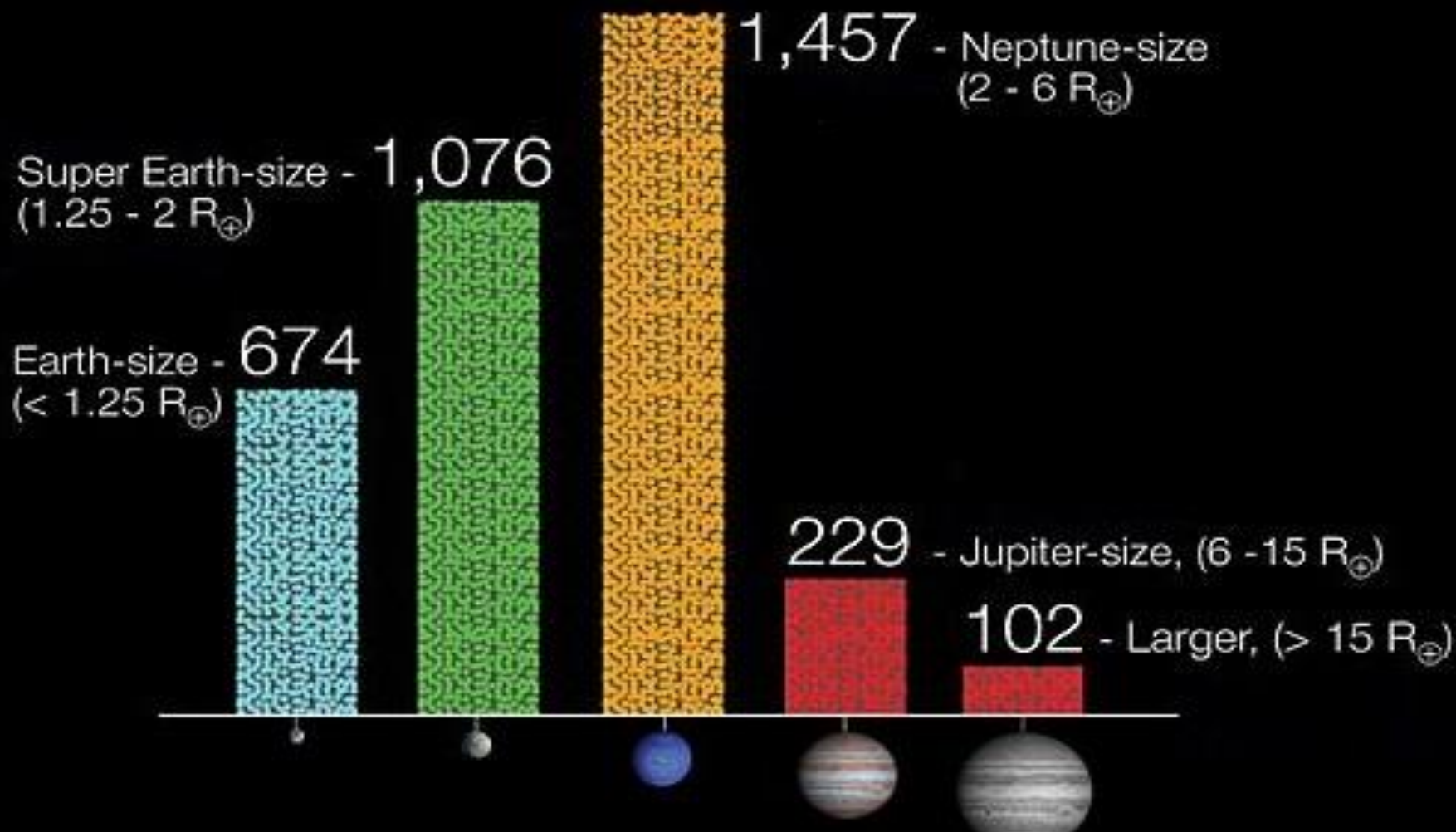
Οι 3 πλανήτες γνωρίζαμε στην
ίδια περιοχή του ουρανού πριν
την αποστολή Κέπλερ



Κατανομή πλανητών κατά μάζα και περίοδο 1 Φεβρουαρίου 2011



Κατανομή πλανητών κατά την ακτίνα

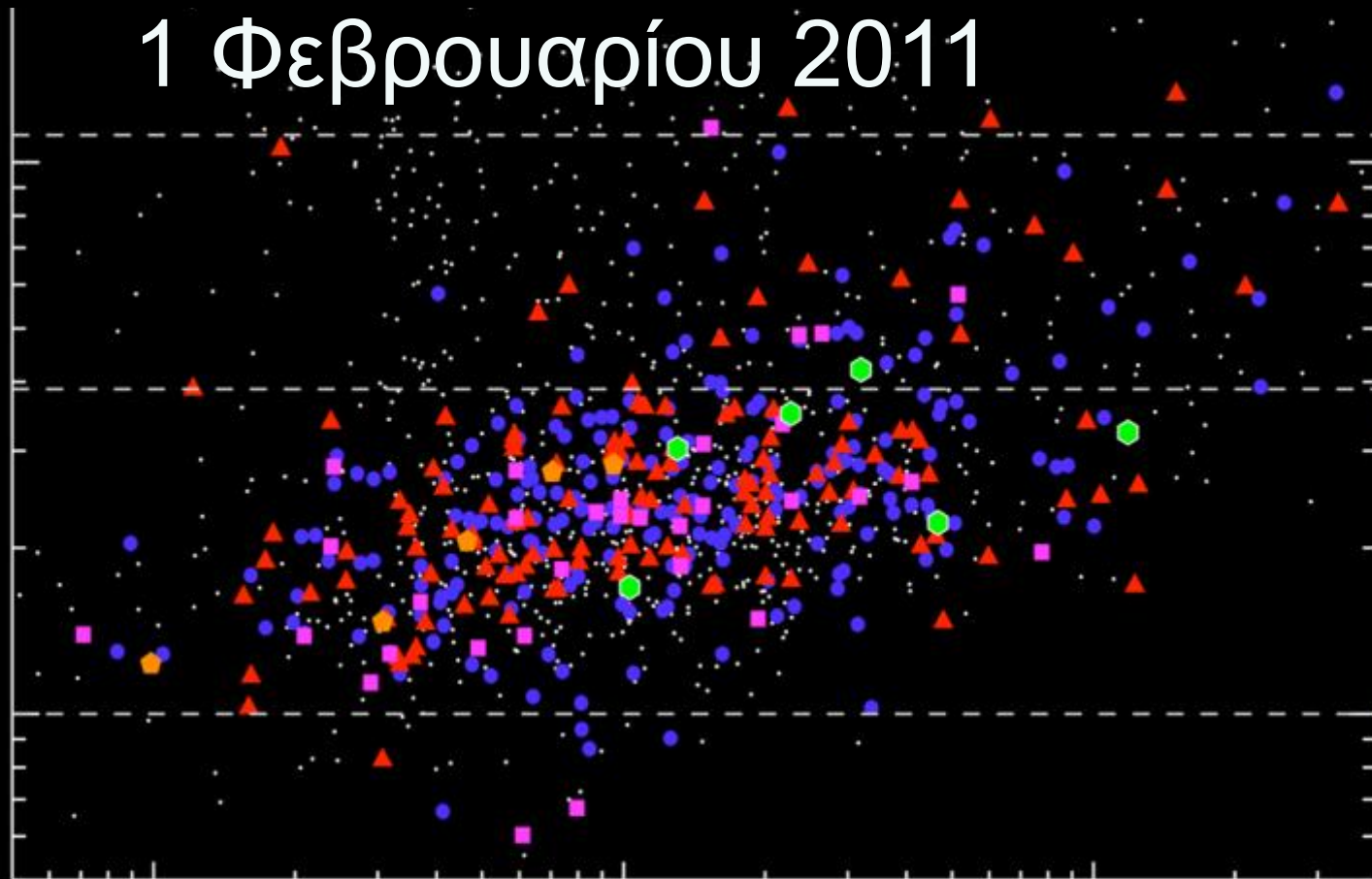


Γη διπλάσιοι Ποσειδών Δίας Υπερδίας

Κατανομή πλανητών κατά ακτίνα και περίοδο

1 Φεβρουαρίου 2011

Ακτίνα
σε
γήινες
ακτίνες



NASA

Tim Pyle

Έτος σε ημέρες

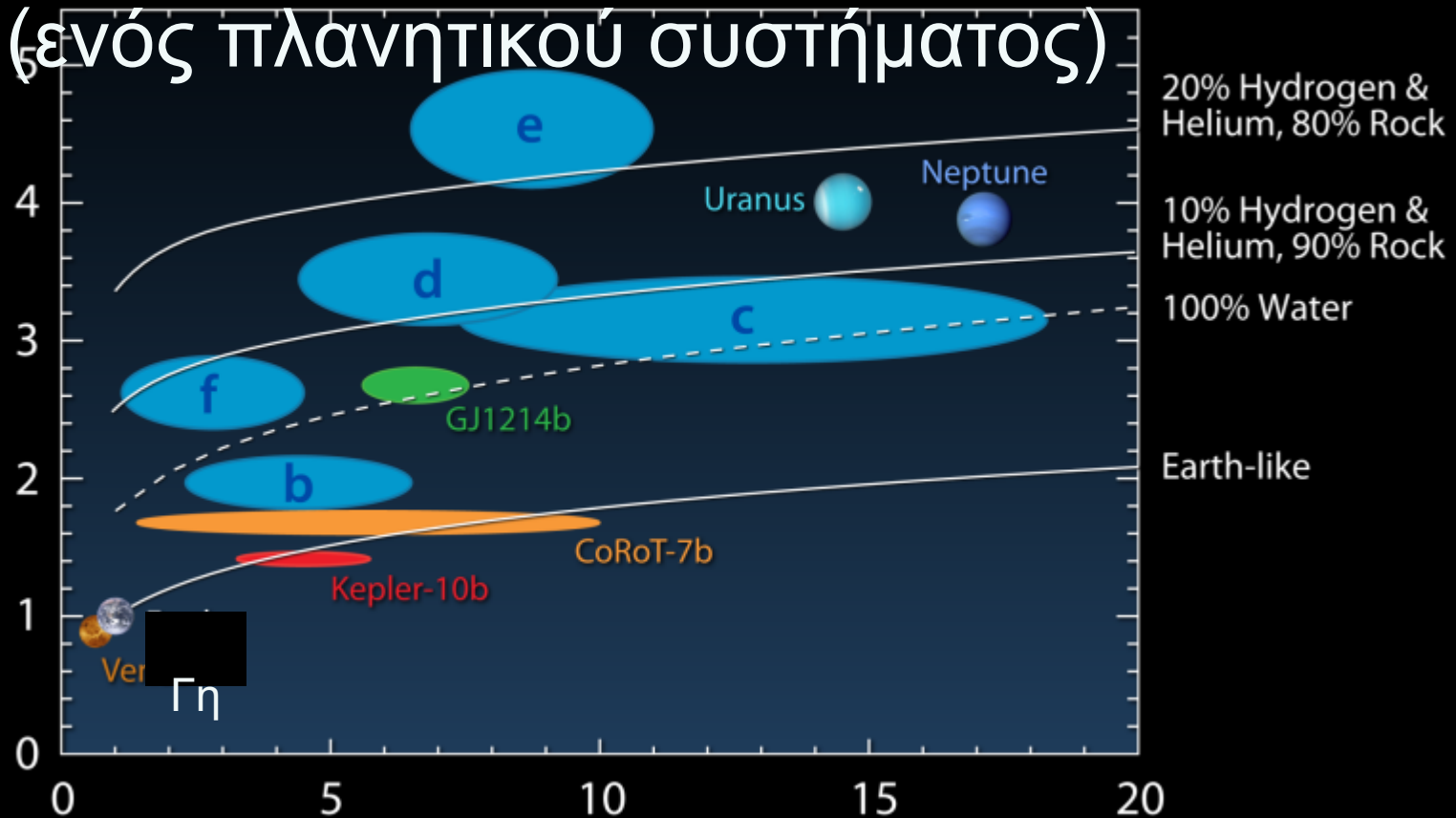
Χημική σύσταση

πλανητών του πλανητικού συστήματος Κέπλερ 11

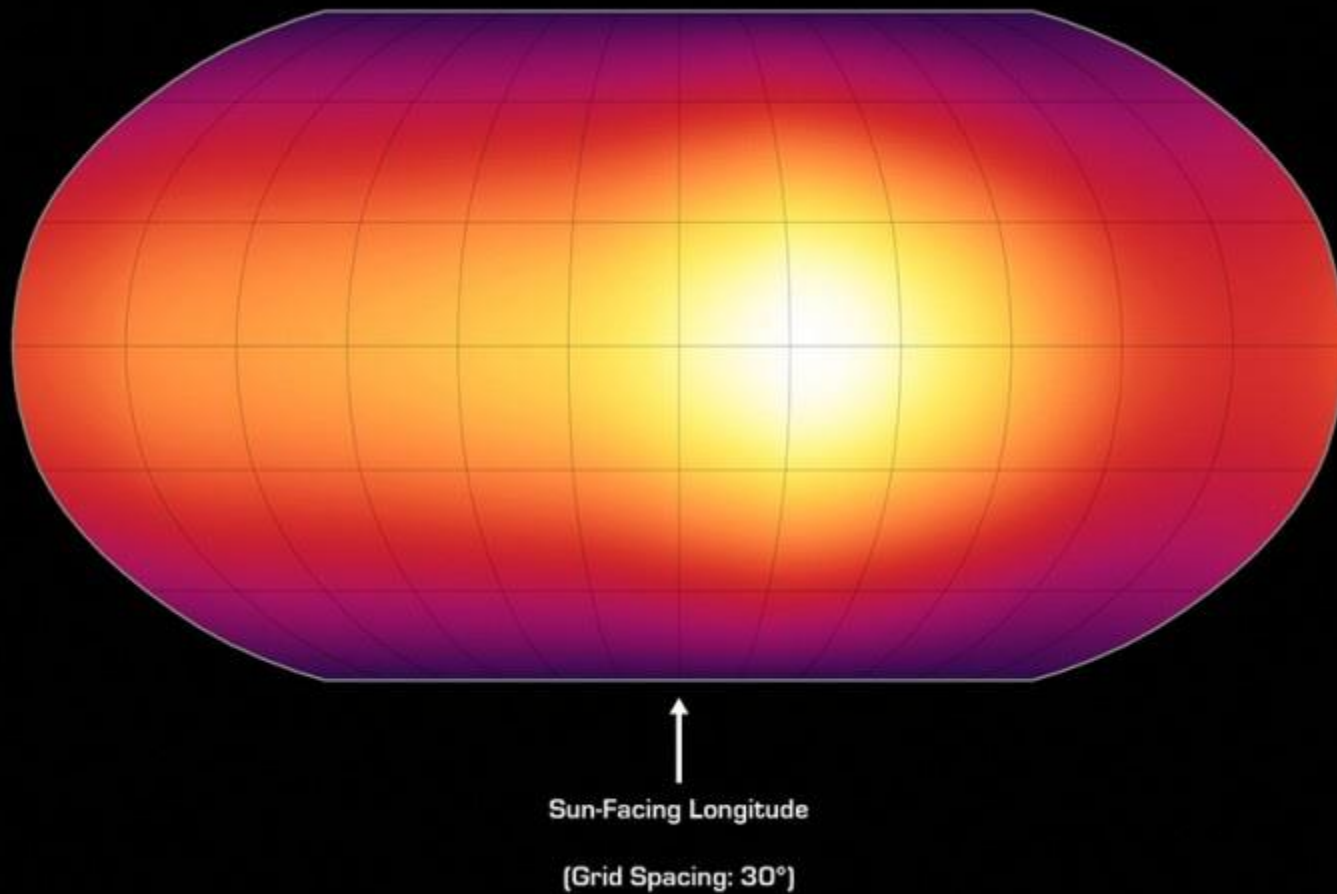
11

(ενός πλανητικού συστήματος)

Ακτίνα
σε
γήινες
ακτίες



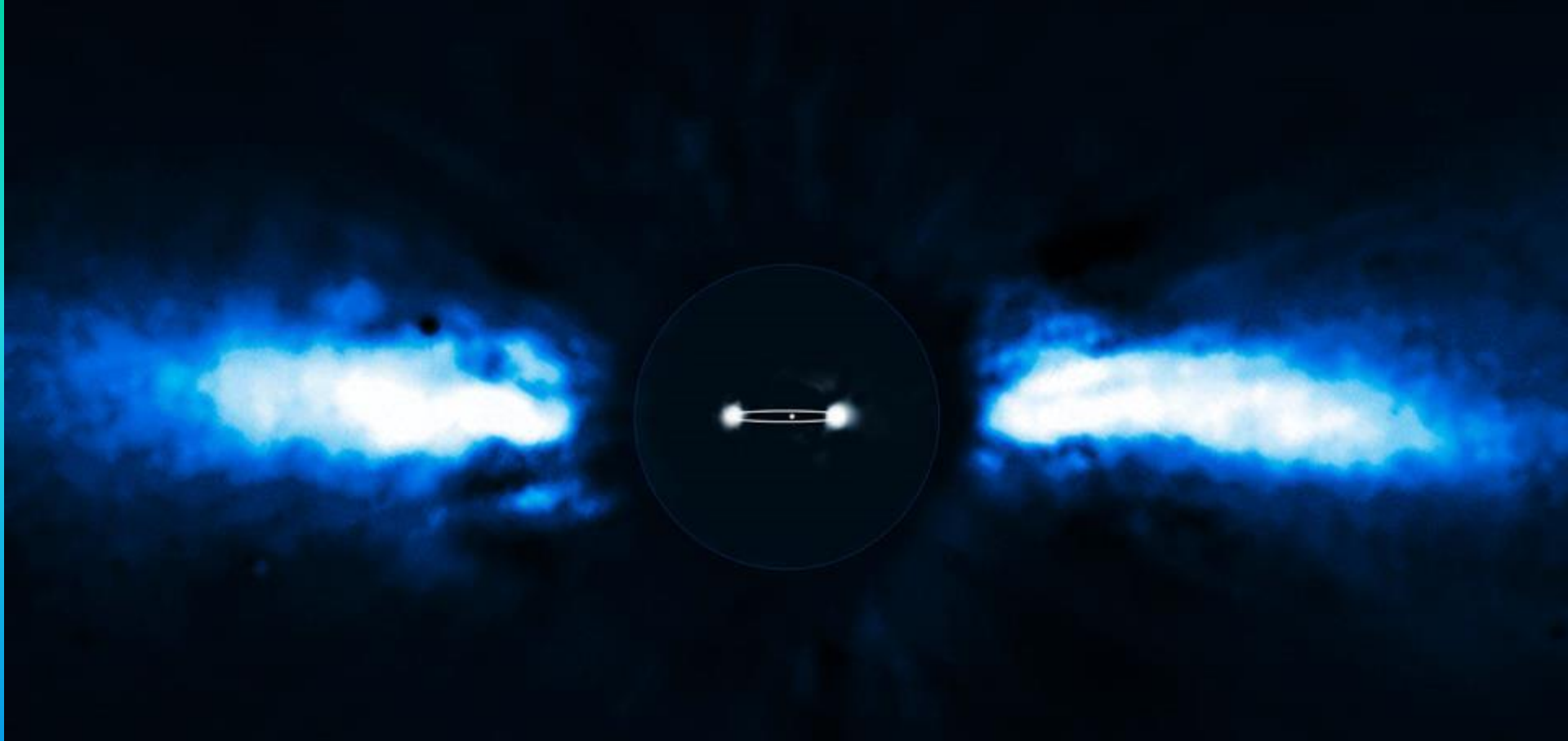
μάζα σε γήινες μάζες



[HD 189733b](#) is a Jupiter-sized [planet known](#) to orbit a star some 63 light-years away. But while the distant world is approximately the size of Jupiter, its close-in orbit makes it much hotter than our solar system's ruling gas giant.

This composite image shows an exoplanet (the red spot on the lower left), orbiting the brown dwarf 2M1207 (centre). 2M1207b is the first exoplanet directly imaged and the first discovered orbiting a brown dwarf. It was imaged the first time by the VLT in 2004. Its planetary identity and characteristics were confirmed after one year of observations in 2005. 2M1207b is a Jupiter-like planet, 5 times more massive than Jupiter. It orbits the brown dwarf at a distance 55 times larger than the Earth to the Sun, nearly twice as far as Neptune is from the Sun. The system 2M1207 lies at a distance of 230 light-years, in the constellation of Hydra. The photo is based on three near-infrared exposures (in the H, K and L wavebands) with the NACO adaptive-optics facility at the 8.2-m VLT Yepun telescope at the ESO Paranal Observatory.





Φωτογράφιση κίνησης ενός εξοπλανήτη από τον κ. A.-M. Lagrange στο ESO

For the first time, astronomers have been able to directly follow the motion of an exoplanet as it moves to the other side of its host star. The planet has the smallest orbit so far of all directly imaged exoplanets, lying as close to its host star as Saturn is to the Sun.

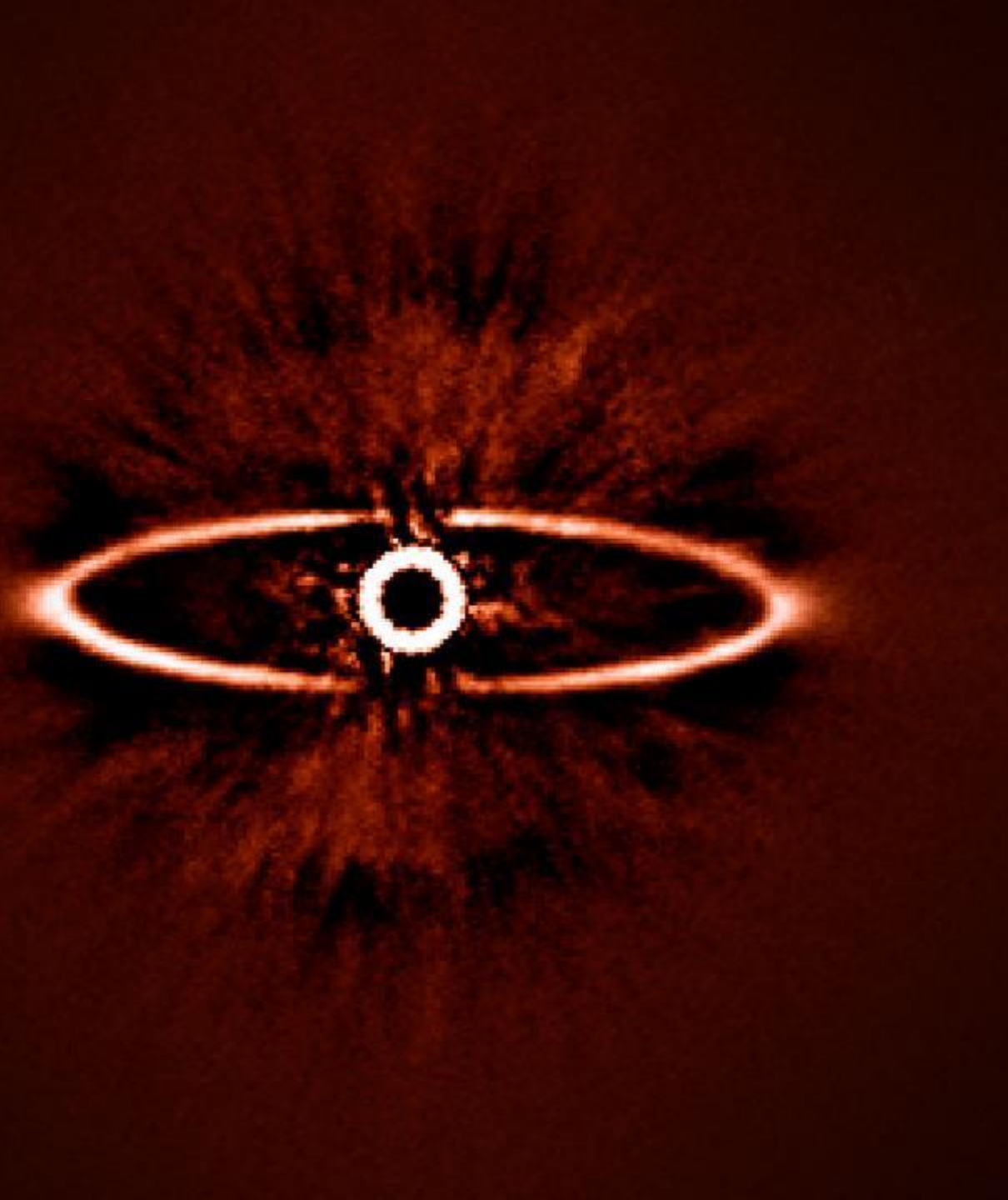
The team of astronomers used the NAOS-CONICA instrument (or NACO), mounted on one of the 8.2-metre Unit Telescopes of ESO's Very Large Telescope (VLT), to study the immediate surroundings of Beta Pictoris in 2003, 2008 and 2009. In 2003 a faint source inside the disc was seen, but it was not possible to exclude the remote possibility that it was a background star. In new images taken in 2008 and spring 2009 the source had disappeared! The most recent observations, taken during autumn 2009, revealed the object on the other side of the disc after having been hidden either behind or in front of the star. This confirmed that the source indeed was an exoplanet and that it was orbiting its host star. It also provided insights into the size of its orbit around the star.

The above composite shows the reflected light on the dust disc in the outer part, as observed in 1996 with the ADONIS instrument on ESO's 3.6-metre telescope. In the central part, the observations of the planet obtained in 2003 and autumn 2009 with NACO are shown. The possible orbit of the planet is also indicated, albeit with the inclination angle exaggerated.

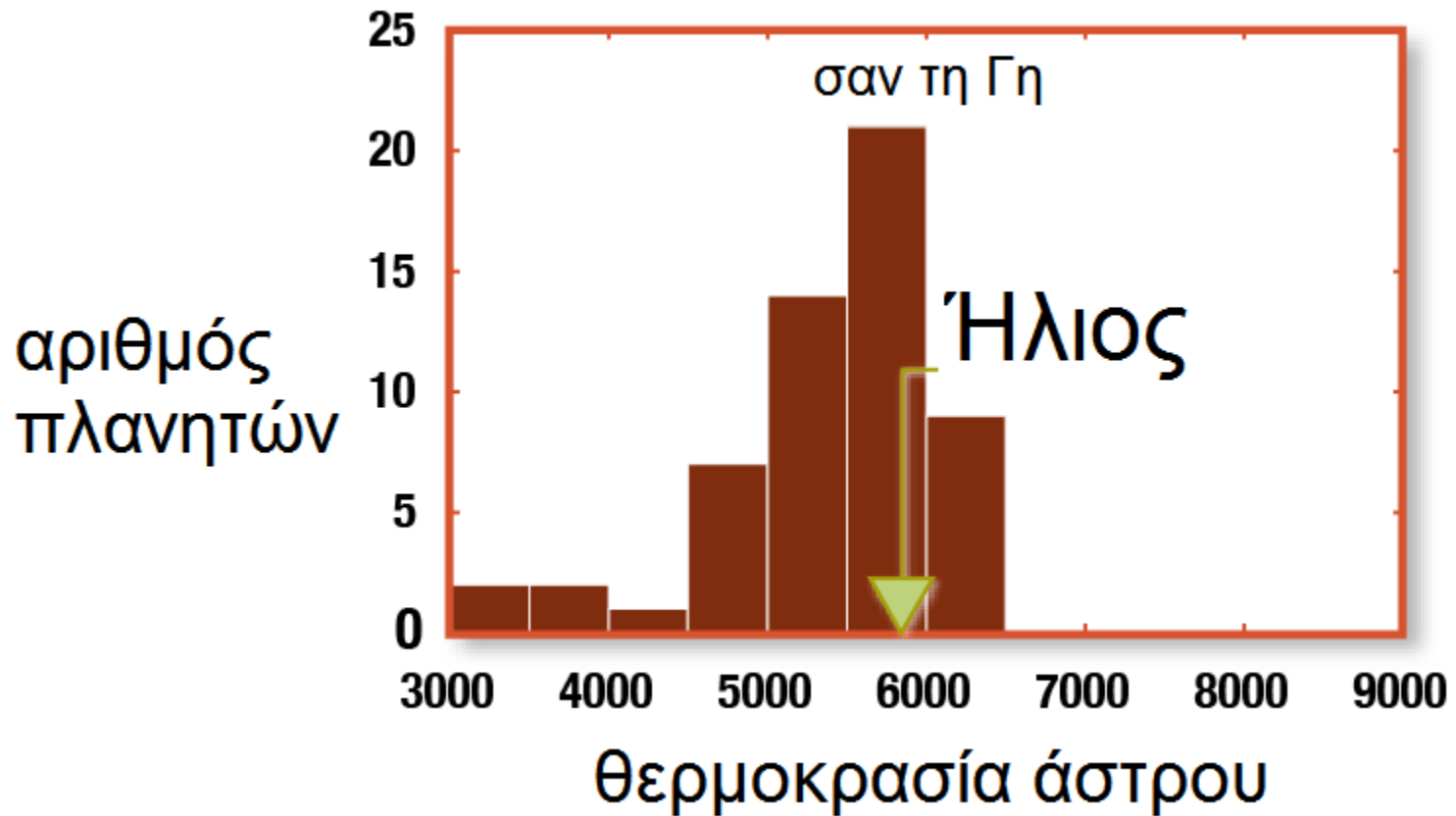
Credit: ESO/A.-M. Lagrange

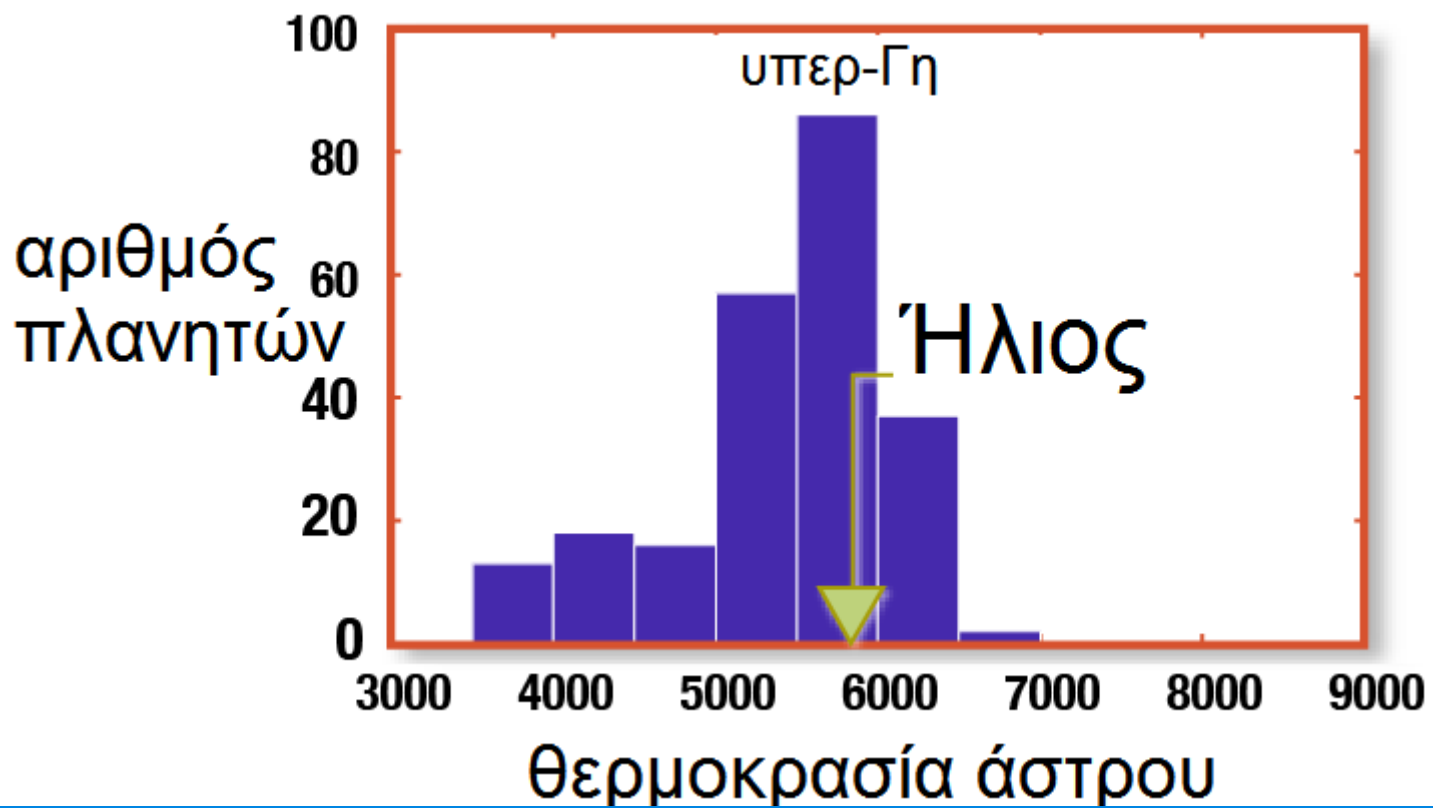
This infrared image shows the dust ring around the nearby star HR 4796A in the southern constellation of Centaurus. It was one of the first produced by the SPHERE instrument soon after it was installed on ESO's Very Large Telescope in May 2014. It shows not only the ring itself with great clarity, but also reveals the power of SPHERE to reduce the glare from the very bright star — the key to finding and studying exoplanets in future.

Credit: ESO/J.-L. Beuzit et al./SPHERE Consortium

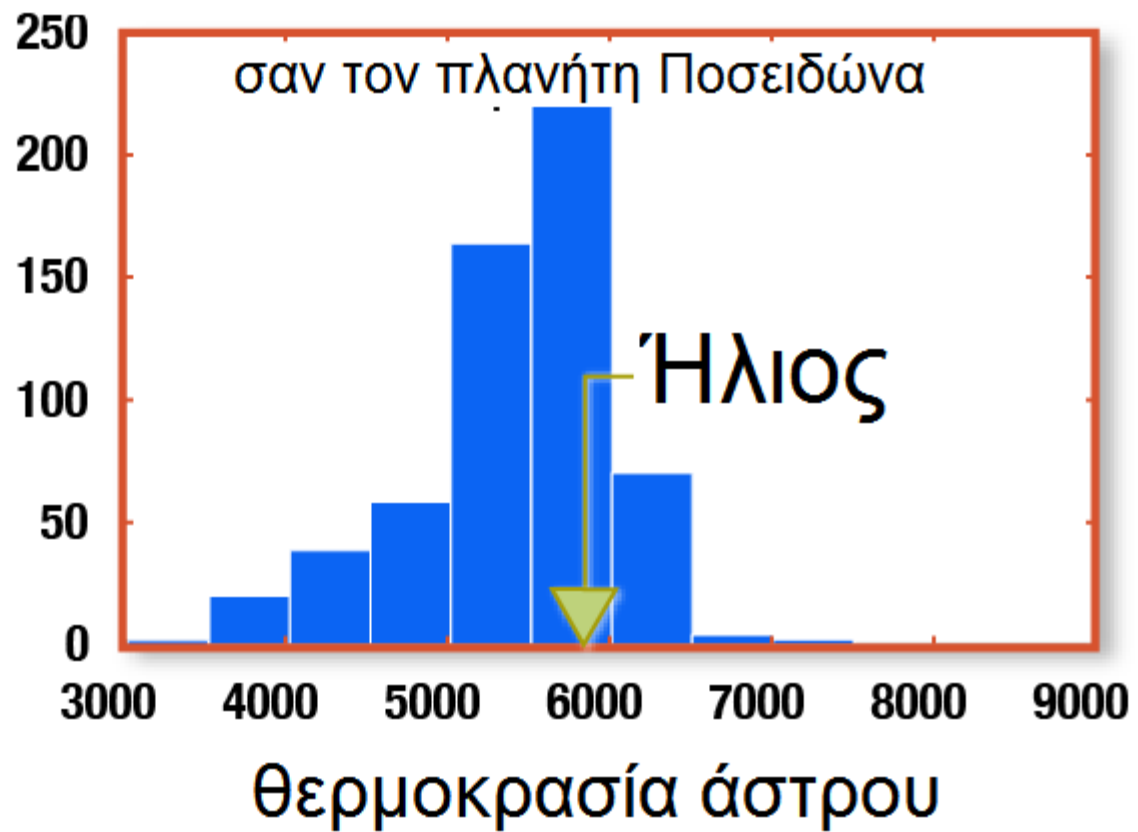


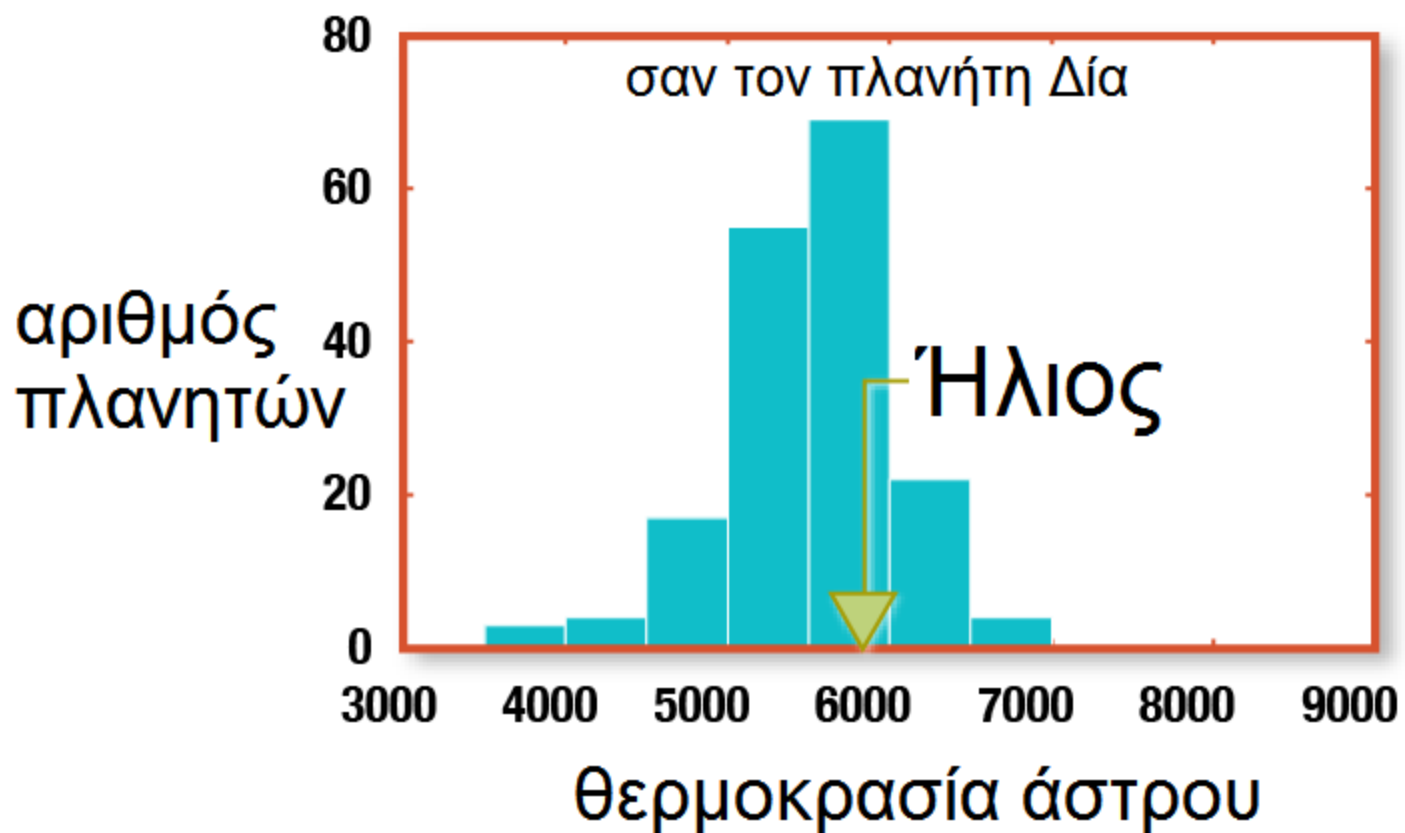
Τα πιο πολλά άστρα που έχουν πλανήτες μοιάζουν στον Ήλιο



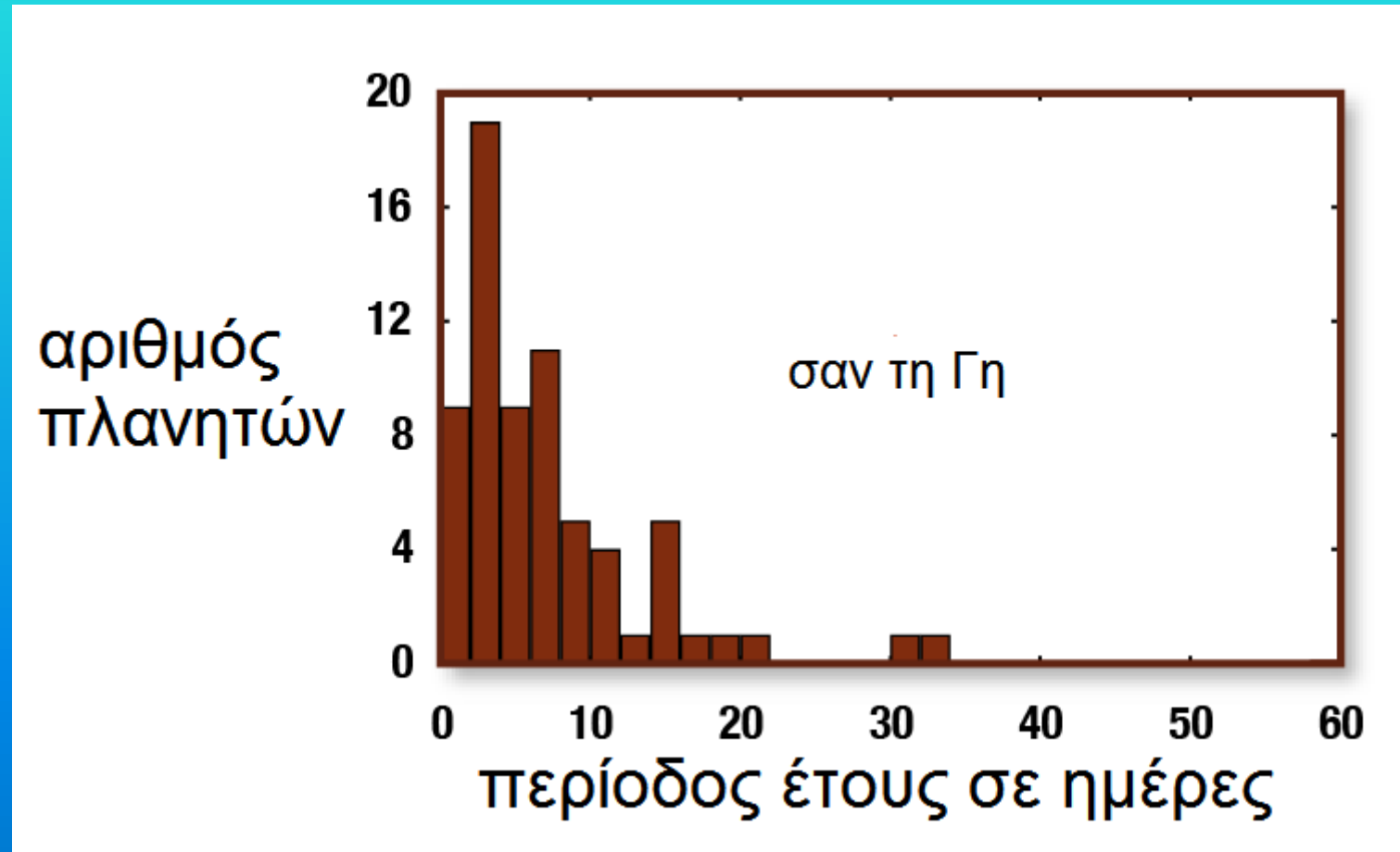


αριθμός
πλανητών

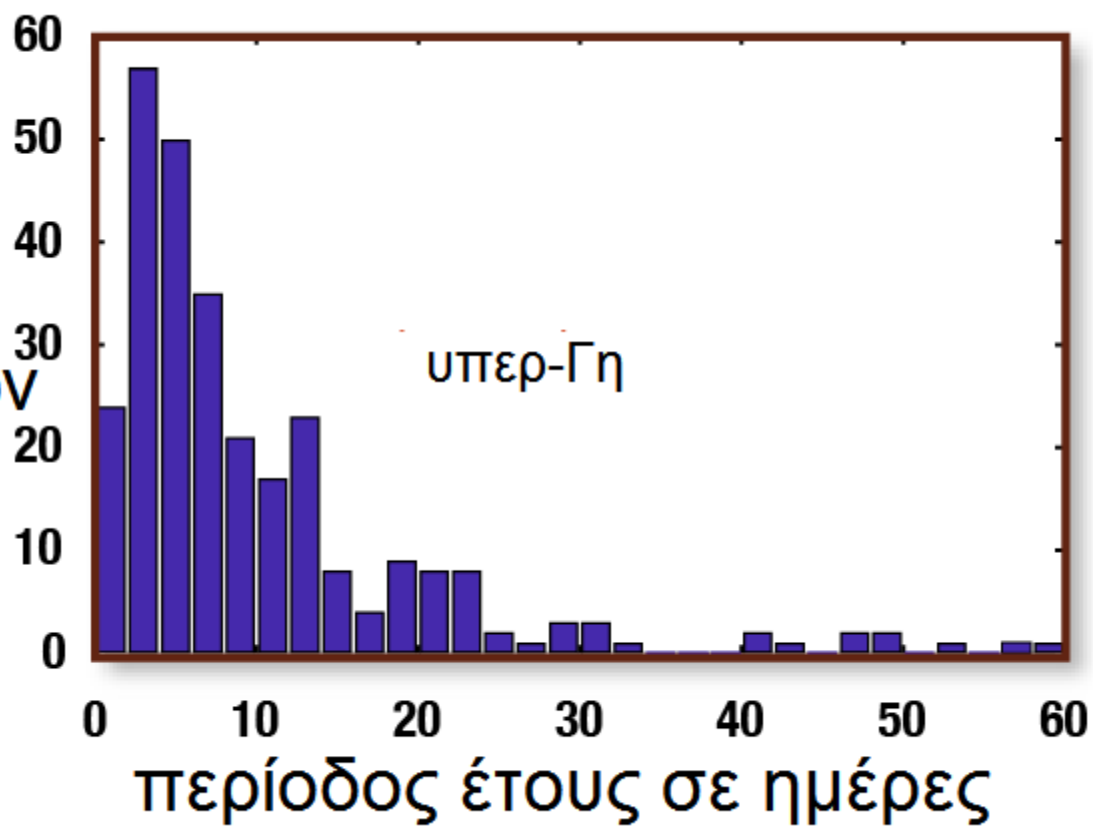




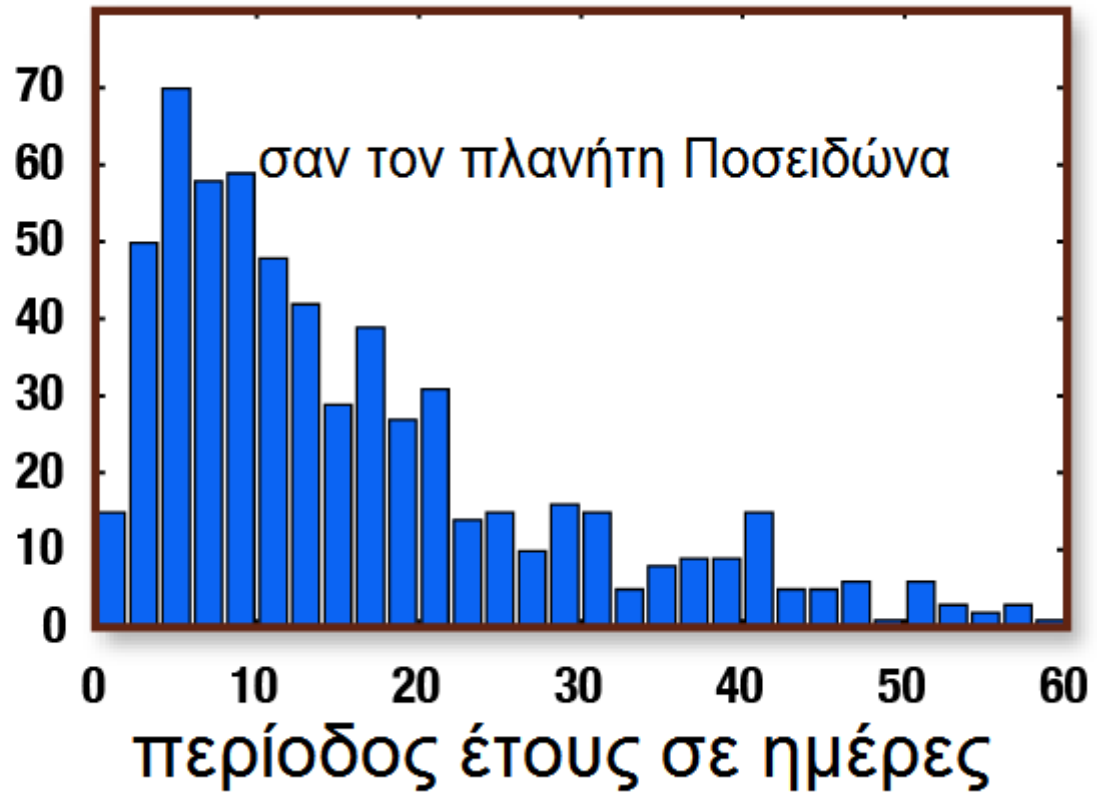
Οι περισσότεροι πλανήτες που βρήκαμε έχουν πολύ σύντομο έτος



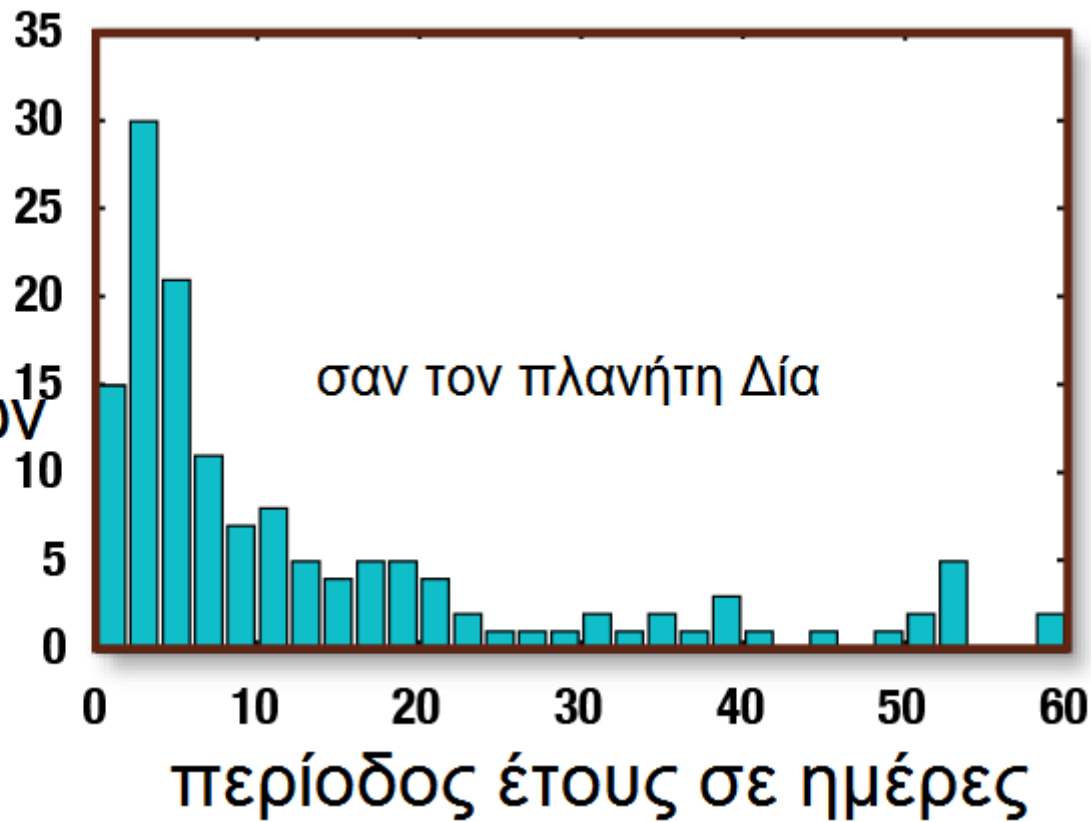
αριθμός
πλανητών

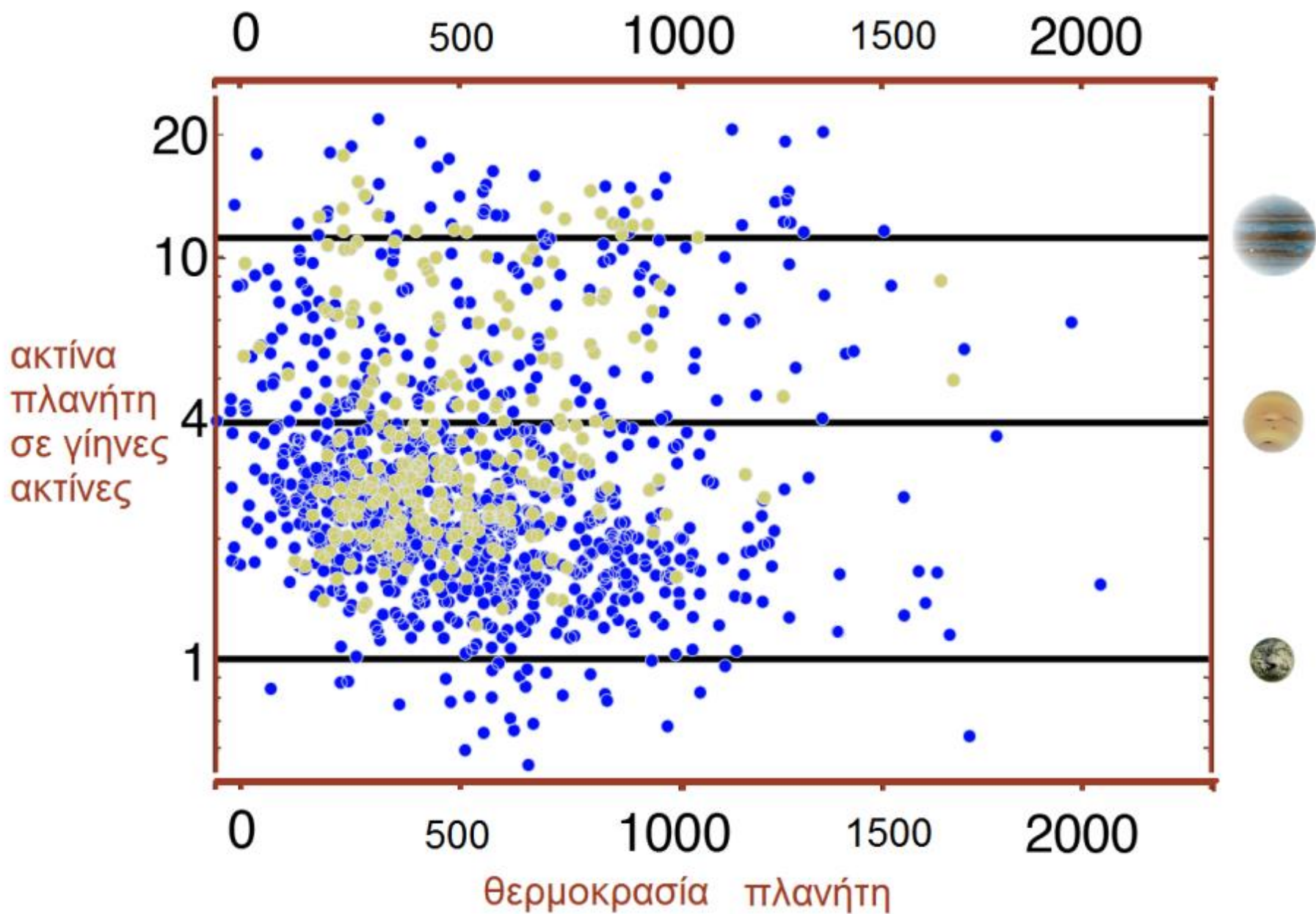


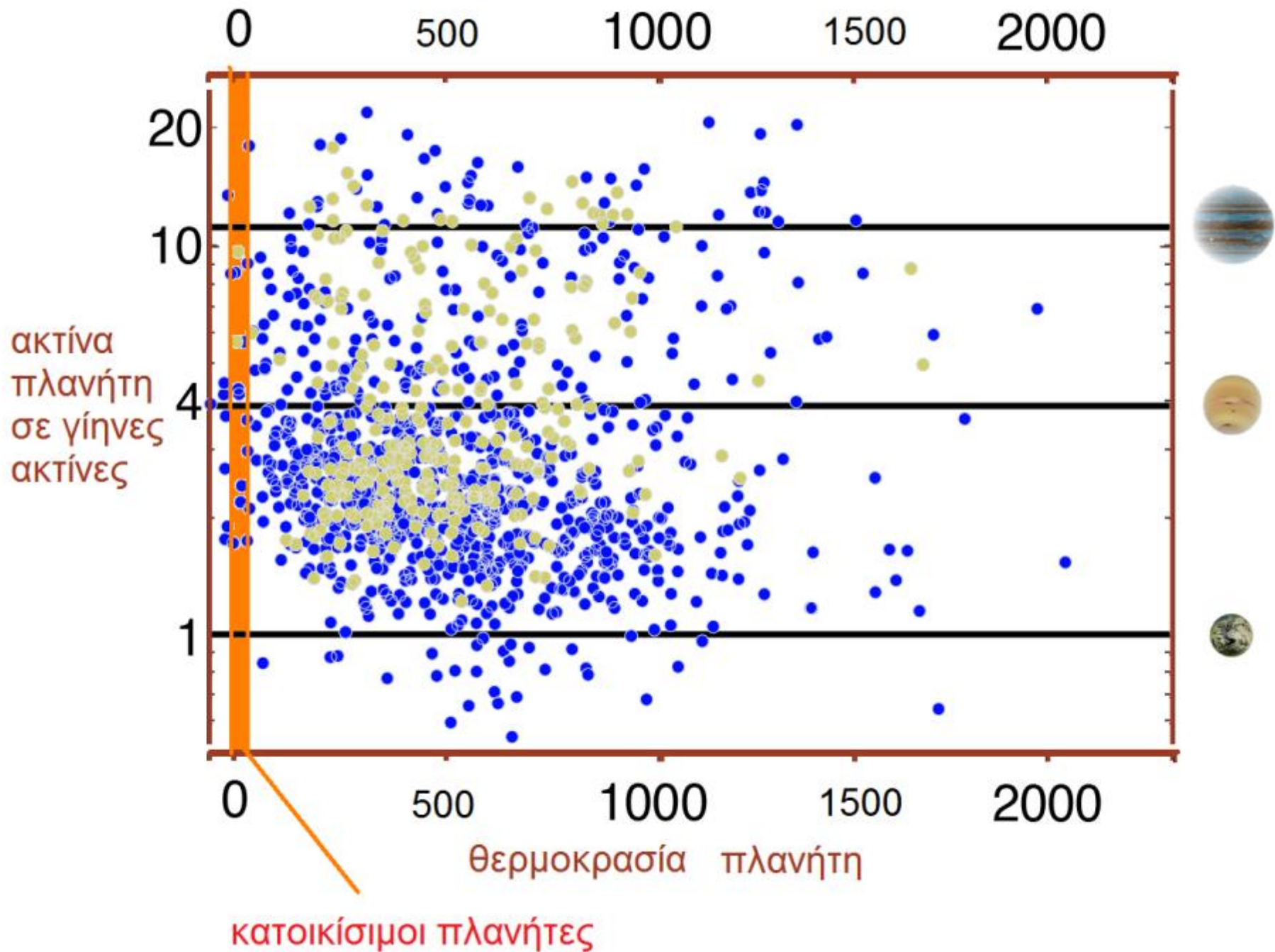
αριθμός
πλανητών



αριθμός
πλανητών







Έχουν έλθει εξωγήινοι; ΌΧΙ



- ΌΧΙ, δεν μας έχουν επισκεφτεί, δεν ξέρουμε αν υπάρχουν
- Εκτιμάται ότι υπάρχουν,
- Δεν υπάρχουν στο δικό μας ηλιακό σύστημα
- Ίσως υπάρχουν κάπου πάρα πολύ μακριά.
- Τόσο μακριά που δεν είναι δυνατό να επικοινωνήσουμε και πολύ λιγότερο να πάμε σε πλανήτες που ανήκουν σε άλλα άστρα, ή να έλθουν εξωγήινοι.

2012 και άλλα περίεργα

- Το Μεξικό είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα χώρα με θαυμάσιο λαό.
- Είχε στο παρελθόν ένα ενδιαφέροντα πολιτισμό που βασιζόταν στην πέτρα (οψιδιανό, όπως οι προϊστορικοί έλληνες πριν την εποχή του χαλκού).
- Δεν είχε μάθει την χρήση μετάλλων
- Τα μαθηματικά του ήταν πρωτόγονα, όπως και αστρονομία τους
- Συνεπώς το τι λένε τα ημερολόγιά τους δεν έχουν καμία σημασία, ούτε και οι εσχατολογικές προβλέψεις ενός πρωτόγονου λαού
- Το λεγόμενο ημερολόγιο των Μαγια υπάρχει στην αρχαία Ελλάδα και πιθανότατα στην προϊστορική Ελλάδα



2012 και άλλα περίεργα

- Το Μεξικό είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα και θαυμάσια λαό.
- Είχε στο παρελθόν τον πιο πλούσια κληρονομιά κέρνοντα πολιτισμικά στοιχεία βασισμένα σε τέτρα (οψιδιανή) λίθες οι οποίες οι προϊστορικοί άνθρωποι έλληνες στην εποχή του.
- Δεν είχε ποτέ την χρήση μετάλλων.
- Τα μαθηματικά ήταν πρωτόγονα όπως και αστρονομία.
- Συνεπώς το τι λένε για το 2012 τους δεν έχουν καμία βάση και οι εσχατολογικές προβλεψεις ενός πρωτόγονου λαού



εξωπλανήτες

**William Borucki, Principal
Investigator**

NASA

Η αποστολή Κέπλερ, μέσα σε 4 μήνες

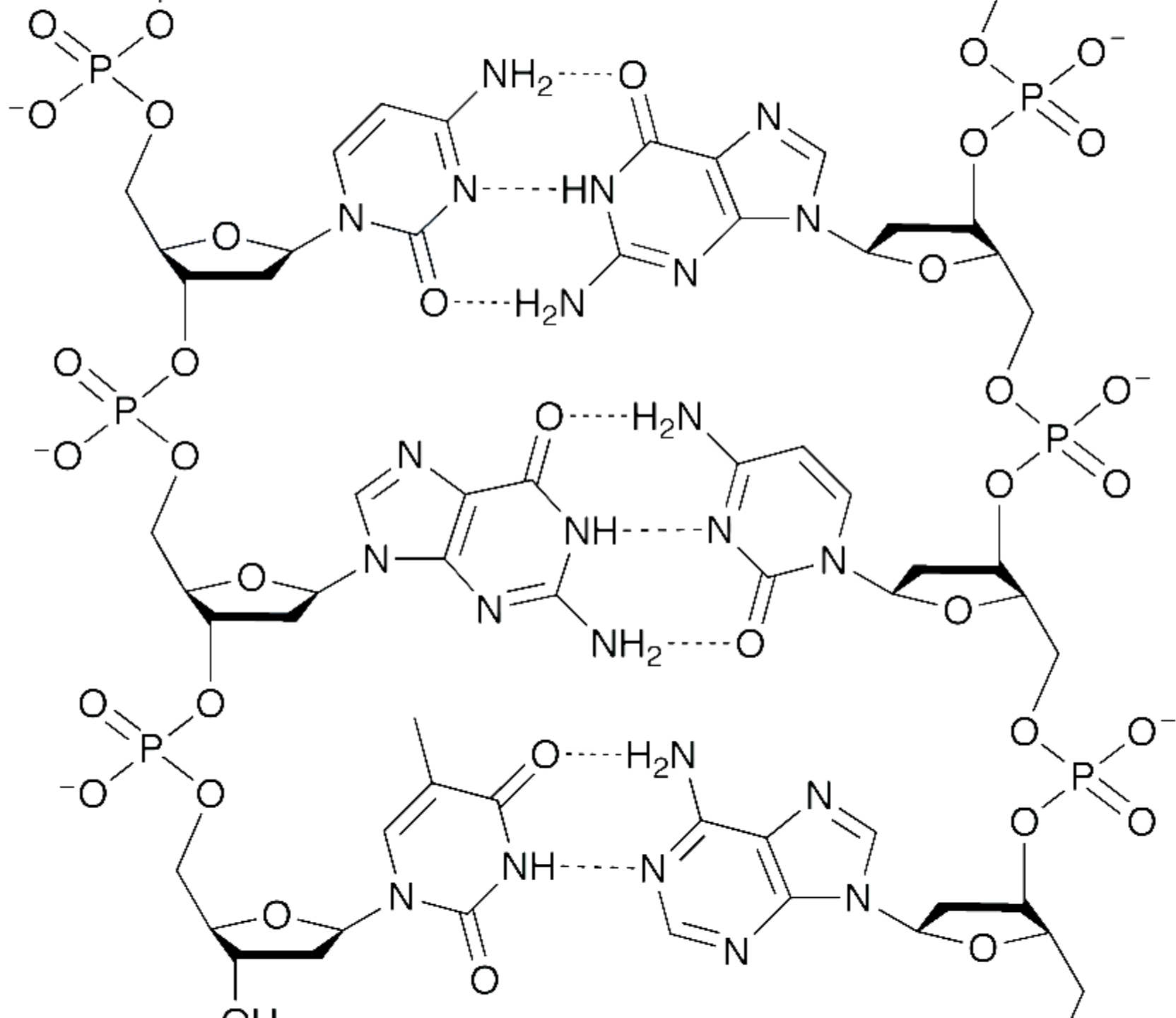
- 1) μελέτησε 155.453 άστρα και
- 2) βρήκε 1235 πιθανά πλανητικά συστήματα, δηλαδή άστρα με πλανήτες,
- 3) περίπου 70 με μέγεθος σαν τη Γη,
- 4) 300 διπλάσια της Γης,
- 5) 660 σαν τον Ποσειδώνα και
- 6) 165 σαν τον πλανήτη Δία
- 7) 55 πλανήτες βρίσκονται σε αποστάσεις που παρέχουν θερμοκρασίες σαν και αυτή της Γης

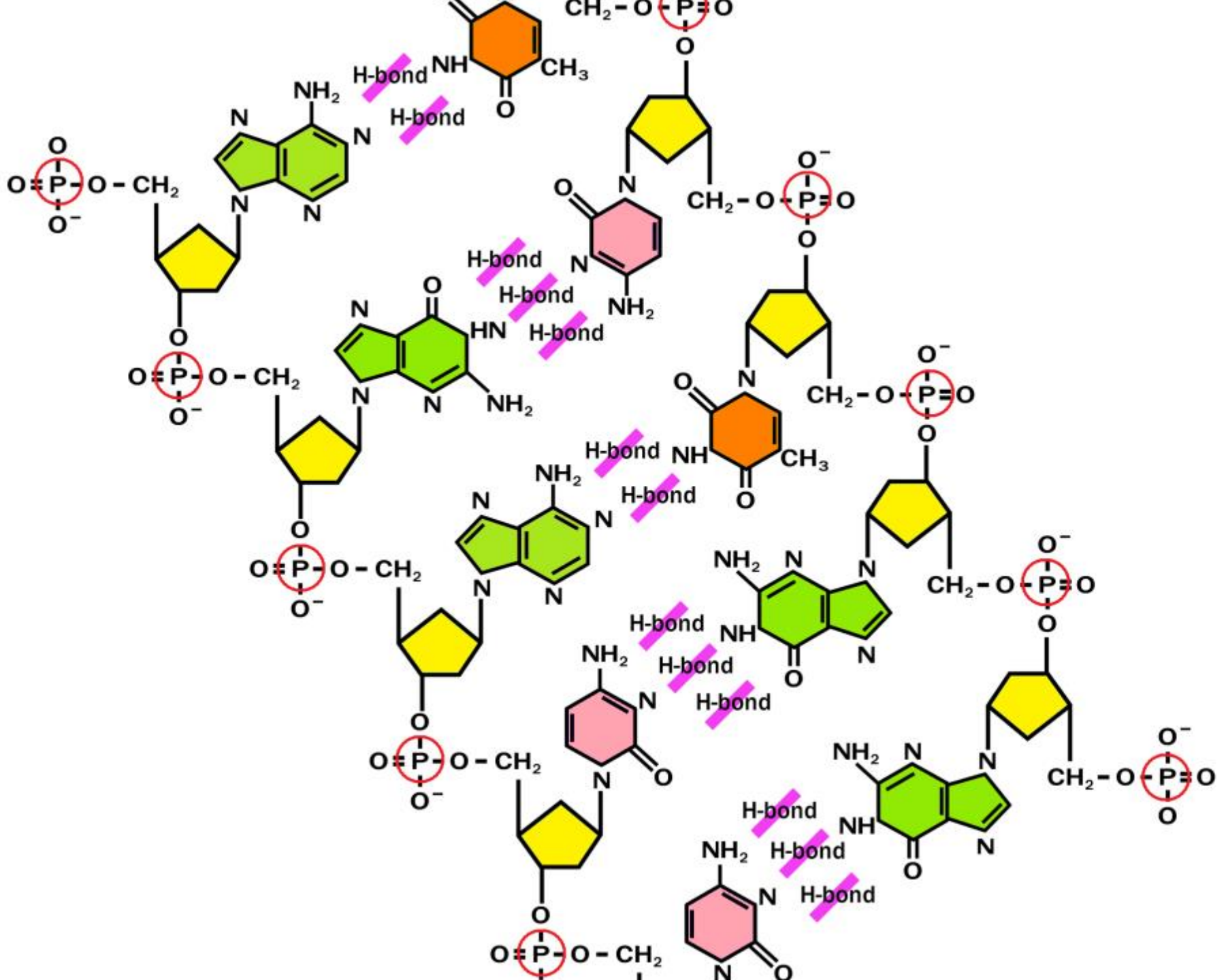
«εξωγήινη» μορφή ζωής,
υπάρχει ακόμα και στη Γη

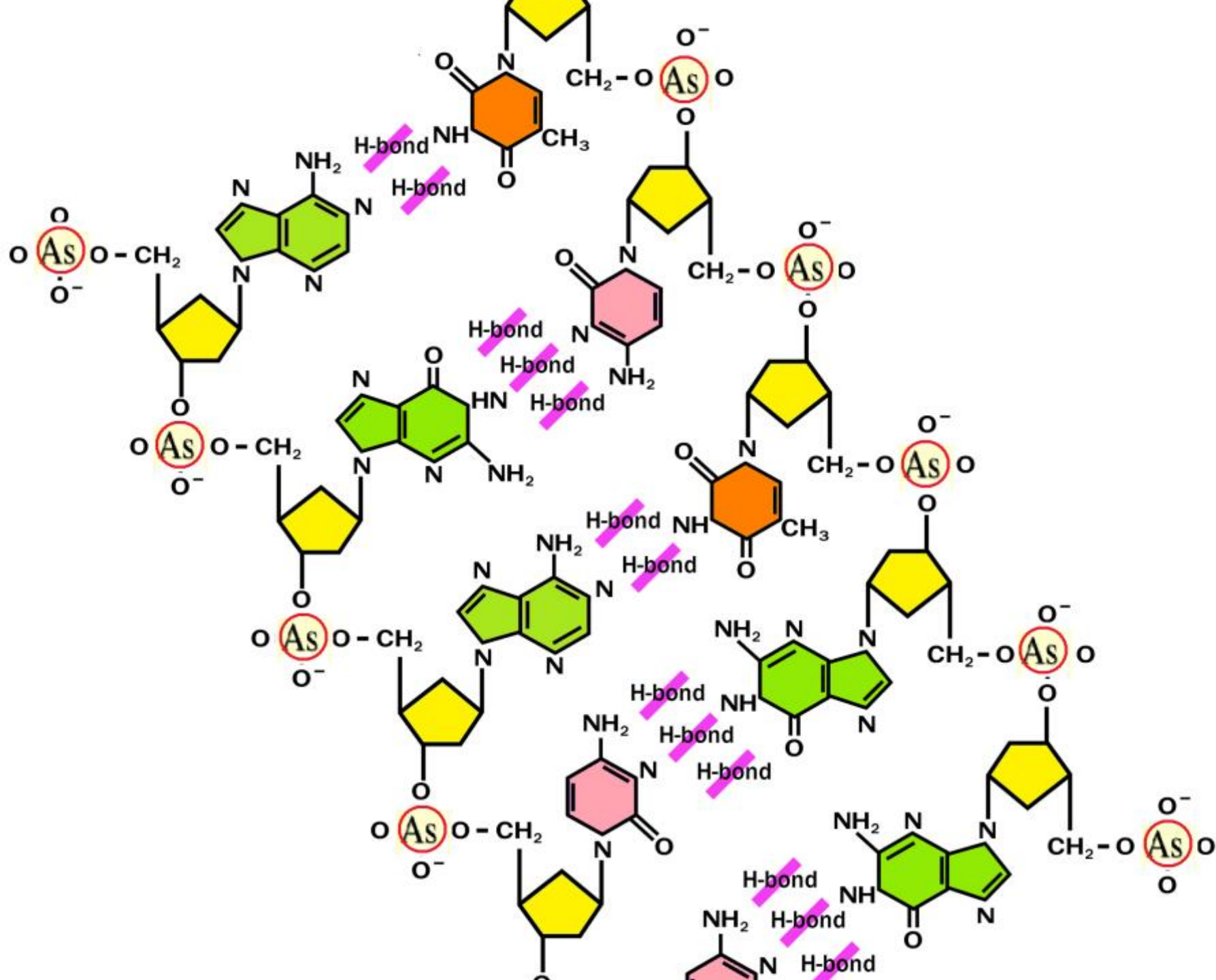
Felisa Wolfe-Simon

Did nature also choose arsenic?

- Wolfe-Simon, F. *et al.* *Science*
[doi:10.1126/science.1197258](https://doi.org/10.1126/science.1197258) (2010).
- **Felisa Wolfe-Simon^{a1} [p1](#) [c1](#)**, **Paul C.W. Davies^{a2}** and **Ariel D. Anbar^{a1a3}**
- [International Journal of Astrobiology](#) (2009), 8: 69-74
Cambridge University Press
- http://www.ironlisa.com/WolfeSimon_etal_IJA2009.pdf

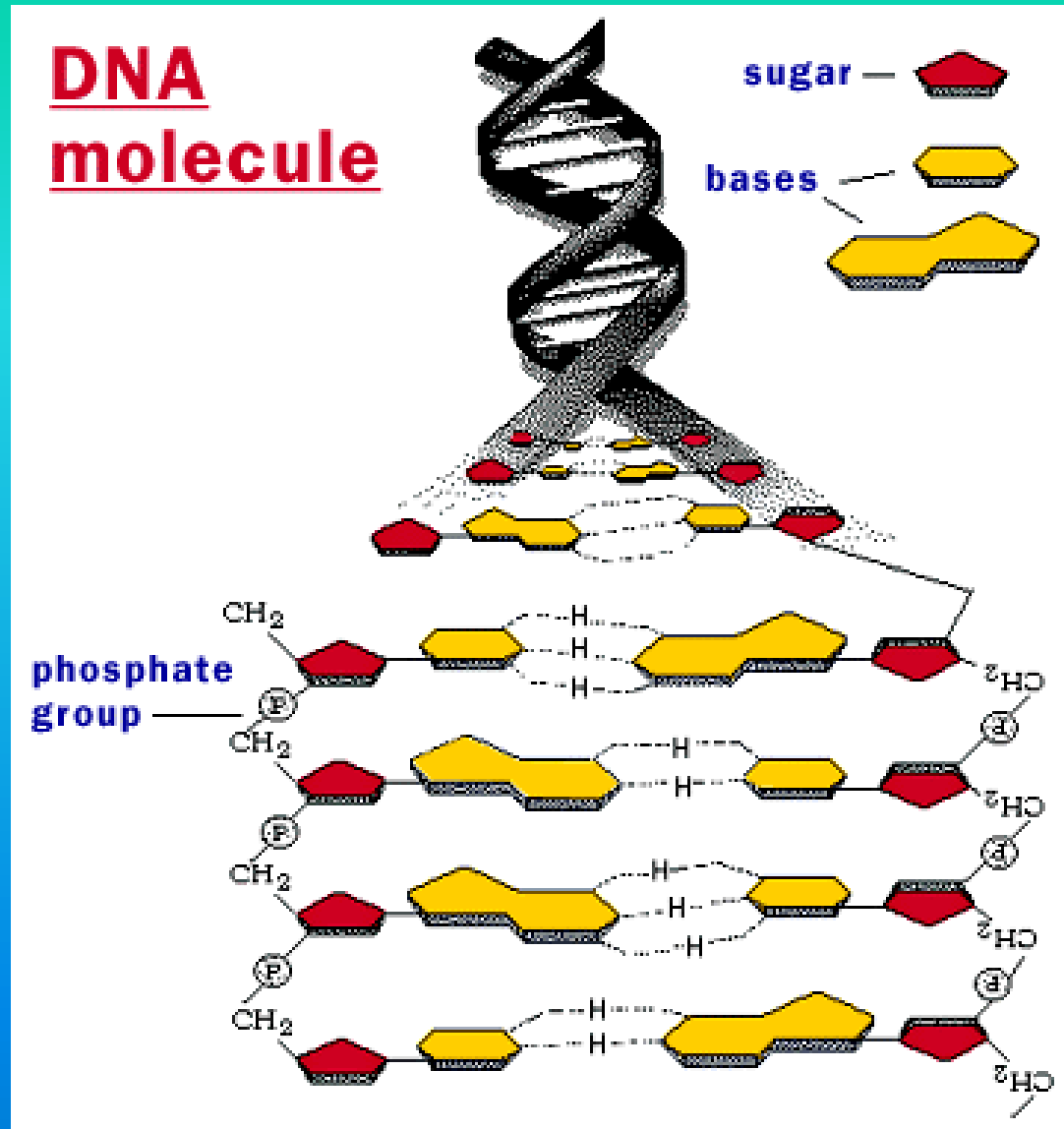




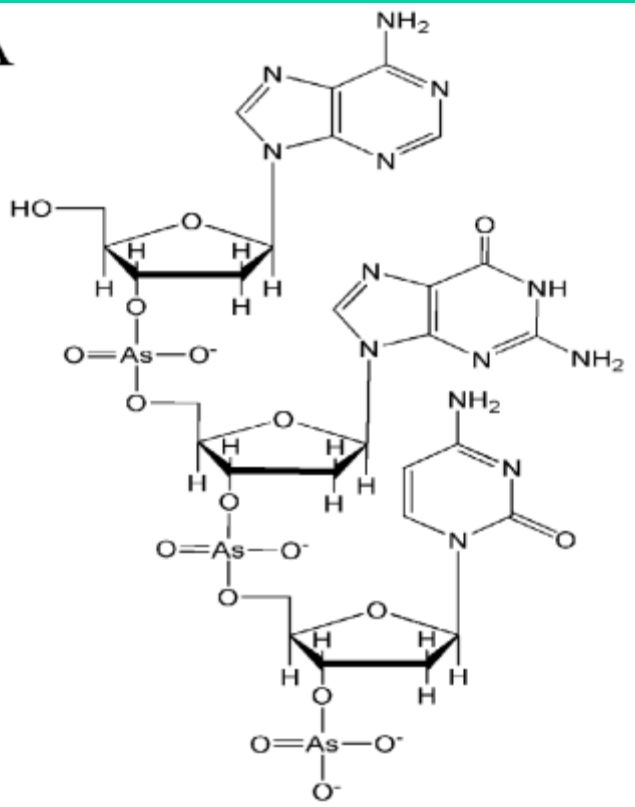
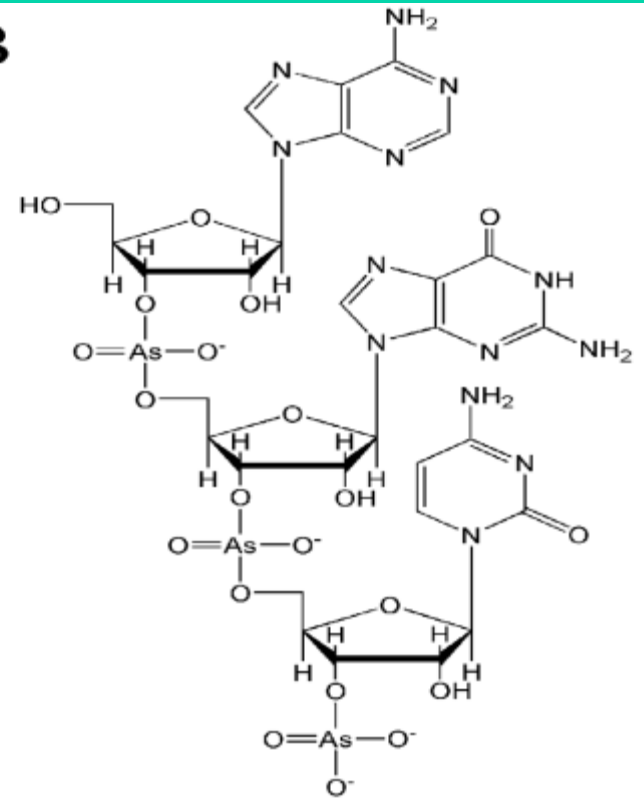
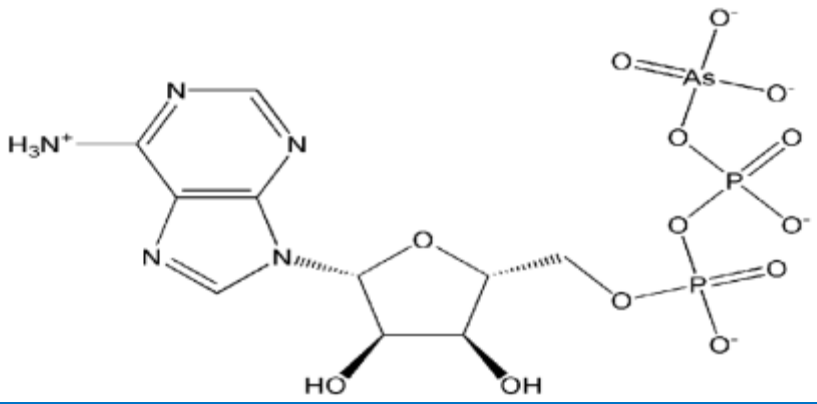
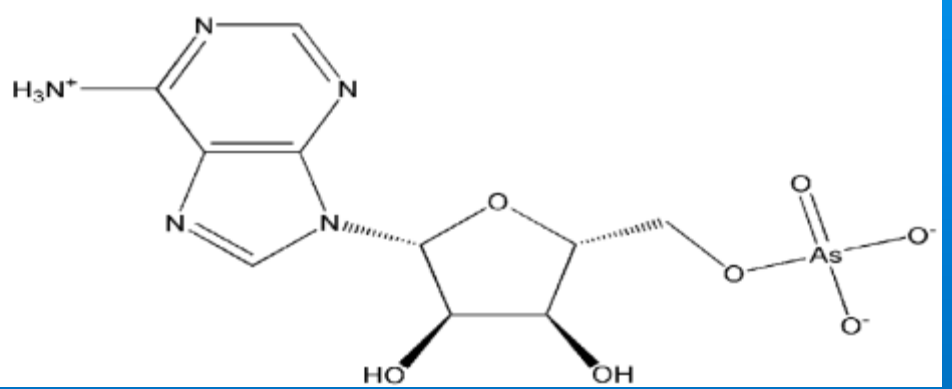


Οι έμβιοι οργανισμοί έχουν DNA που συγκροτείται από τα ίδια χαρακτηριστικά

Το phosphate group (P) διευκολύνει το «κόλλημα» του κάθε κλώνου του DNA.



Στο phosphate group (P), χαρακτηριστικό στοιχείο είναι ο φωσφόρος - P

A**B****C****D**

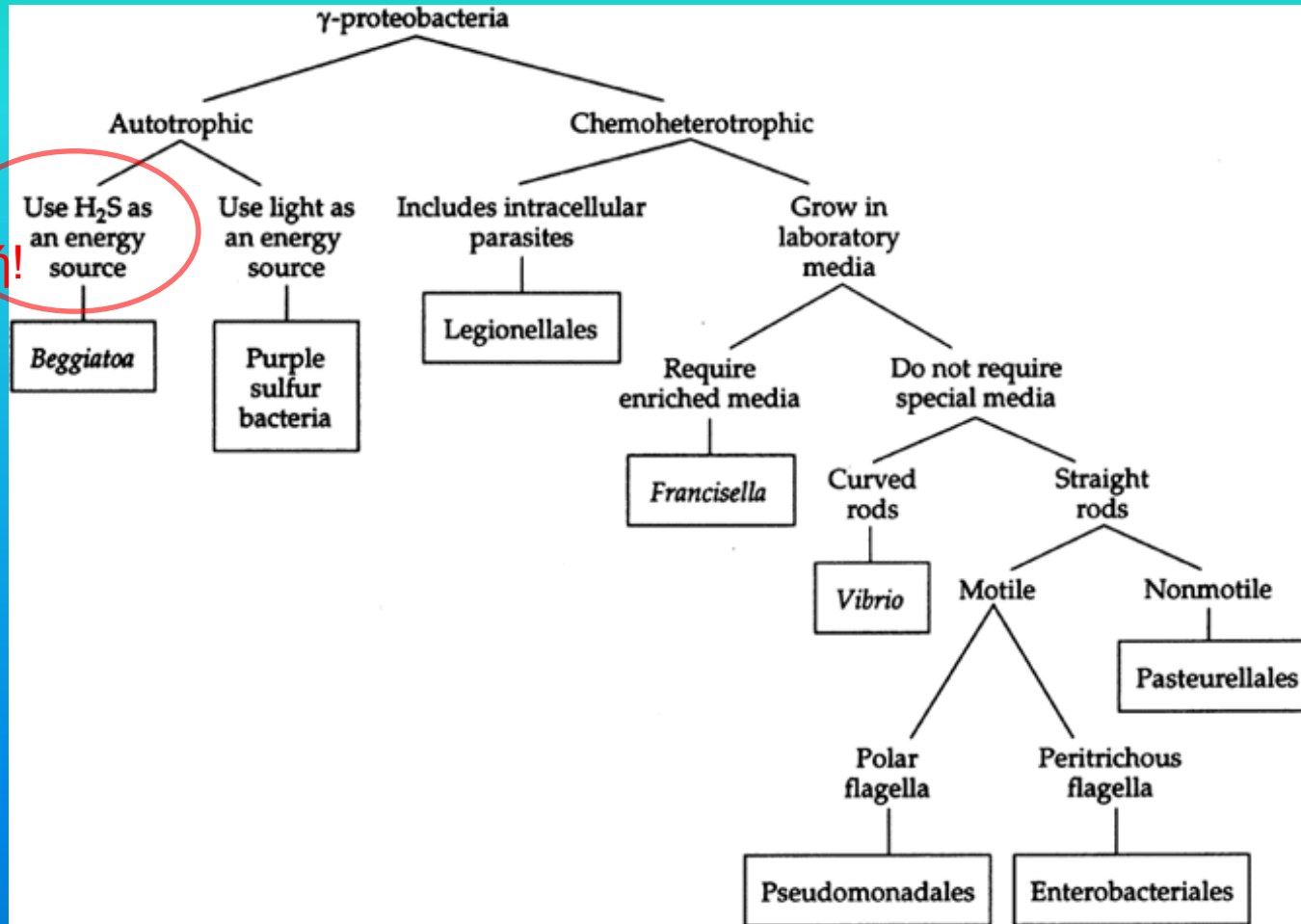


Το Βακτήριο: Ονομάστηκε GFAJ-1 και είναι μέλος της οικογένειας των βακτηρίων *Gamma*proteobacteria (εκεί ανήκουν σαλμονέλα, εντεροβακτήρια ψευδομονάδες, χολέρα, και πανώλης)

Ο Carl Pilcher, διευθυντής του Ινστιτούτου Αστροβιολογίας της NASA στο Ερευνητικό Κέντρο Ames στο Moffett Field, Καλιφόρνια

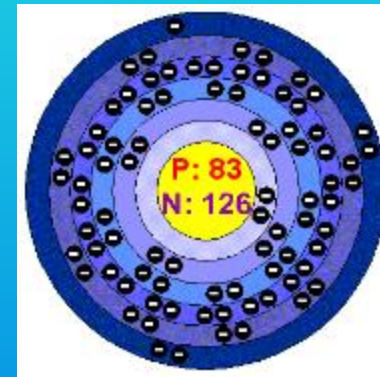
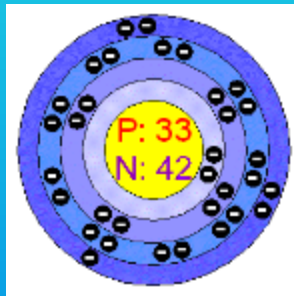
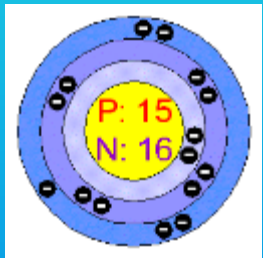
«Μέχρι τώρα μια μορφή ζωής που χρησιμοποιεί το αρσενικό ως δομική μονάδα ήταν μόνο θεωρητική, αλλά τώρα ξέρουμε ότι τέτοια ζωή υπάρχει στη λίμνη Mono»

Ανήκει στα γ-πρωτεοβακτήρια



Προσοχή!

**Μήπως υπάρχουν μορφές ζωής που σε περιβάλλοντα με πολύ
αρσενικό ή αντιμόνιο έχουν DNA που ο φωσφόρος έχει
αντικατασταθεί από αυτά τα χημικά στοιχεία ή άλλα συγγενή
τους;**



Φώσφορος

Αρσενικό

Αντιμόνιο

Βισμούθιο

ΕΞΩΠΛΑΝΗΤΕΣ ΚΑΙ ΒΑΡΕΑ ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΑ ΑΣΤΕΡΙΑ

Οι αστρονόμοι εντοπίζουν τρία είδη εξωηλιακών πλανητών

οι Εξωηλιακοί πλανήτες μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες :

- i. γήινους πλανήτες,
 - ii. γίγαντες αερίων,
 - iii. και μεσαίου μεγέθους νάνους αερίους - πλανήτες περίπου μία έως τέσσερις φορές το μέγεθος της Γης
- όπως δείχνει μια νέα μελέτη με επικεφαλής τον Δρ Lars Buchhave από το Harvard - Smithsonian Κέντρο για την Αστροφυσική .
 - <http://www.sci-news.com/astronomy/science-gas-dwarfs-new-type-extrasolar-planets-01963.html>

- Ηλιακό μας σύστημα αποτελείται από βραχώδη σώματα όπως η Γη, ο Ερμής, η Αφροδίτη και ο Άρης και μεγάλες γίγαντες σφαίρες αερίων όπως ο Ποσειδώνας και ο Δίας .
- Αλλά αυτό είναι που λείπει είναι πλανήτες με ενδιάμεση μάζα, μία έως τέσσερις φορές το μέγεθος της Γης .
- Η Αποστολή Kepler της NASA έχει ανακαλύψει πρόσφατα ότι αυτός ο τύπος είναι πολύ κοινός γύρω από άλλα άστρα .

Ο Kepler βρίσκει εξωπλανήτες χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της διέλευσης , ψάχνει για ένα αστέρι που θαμπώνει , όπως ένας πλανήτης περνάει μπροστά του από τη δική μας άποψη .

Οι αστρονόμοι μπορούν να μάθουν το μέγεθος του πλανήτη από το πόσο καλύπτει το αστέρι του, όταν περνάει μπροστά.

- Ωστόσο, για να καθοριστεί η σύνθεση του πλανήτη που χρειάζονται για τη μέτρηση της μάζας του, έτσι ώστε η πυκνότητα του μπορεί να υπολογιστεί.
- Ένας βραχώδης πλανήτης θα είναι πολύ πυκνότερος από ένα γιγάντιο αέριο .
- Όσο μικρότερος ο πλανήτης , τόσο πιο δύσκολο είναι να μετρηθεί η μάζα του , ιδιαίτερα για τα αμυδρά και μακρινά αστέρια που εξετάστηκαν από το Kepler .

Η νέα ανακάλυψη

- Η ομάδα του Dr Buchhave πήρε μια διαφορετική προσέγγιση .

Οι επιστήμονες μέτρησαν την ποσότητα των χημικών στοιχείων που είναι βαρύτερα από το υδρογόνο και το ήλιο, στα αστέρια που έχουν με εξωπλανήτη.

- Δεδομένου ότι ένα αστέρι και οι πλανήτες του μορφή από τον ίδιο δίσκο του υλικού, η χημική σύσταση του αστέρα είναι όμοια με τη σύνθεση του πρωτοπλανητικού δίσκου και των πλανητών.

- Η ομάδα ανέλυσε το φώς που πήρε από περισσότερα από 400 αστέρια που φιλοξενούν πάνω από 600 εξωπλανήτες.
- Έκανε χημική ανάλυση από την Γη αυτών των άστρων χρησιμοποιώντας τα φάσματά τους.
- Στη συνέχεια, οι αστρονόμοι πραγματοποίησαν μια στατιστική μελέτη για να δουν αν τα μεγέθη των πλανητών εμπίπτουν σε διακριτές φυσικές ομάδες, με βάση τα αστρικά φάσματα που δείχνουν ότι .

Βρήκαν δύο σαφείς διαχωριστικές ομάδες πλανητών, η μία σε μέγεθος 1,7 φορές μεγαλύτερη μάζα από τη Γη και το άλλο σε μάζα 3,9 φορές μεγαλύτερη από τη Γη.

Συνάγουν ότι τα όρια αυτά σηματοδοτούν επίσης αλλαγές στη σύνθεση. Πλανήτες μικρότερη από 1,7 της Γης είναι πιθανό να είναι εντελώς βραχώδεις, ενώ όσα είναι μεγαλύτερα από 3,9 Γαίες είναι πιθανώς γίγαντες αερίου.

Πλανήτες μεταξύ 1,7 και 3,9 φορές το μέγεθος της Γης έχουν βαπτιστεί νάνοι του φυσικού αερίου, δεδομένου ότι έχουν παχιά ατμόσφαιρα από υδρογόνο και ήλιο.

Οι βραχώδεις πυρήνες των νάνων αερίου που σχηματίζεται αρκετά νωρίς για να προσαυξάνονται σε κάποιο φυσικό αέριο, αν δεν αυξηθεί τόσο μεγάλες όσο οι γίγαντες αερίου όπως ο Δίας.



Οι κομήτες

Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ξενοφών Δ. Μουσάς 2015. «Εισαγωγή στην Αστροφυσική. Πλανητικό σύστημα». Έκδοση :1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση :

<http://opencourses.uoa.gr/courses/PHYS1/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

