

Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Φυσικής
Τομέας Αστροφυσικής,
Αστρονομίας, Μηχανικής
Εστία Γνώσης Χαλκίδας

Πλανητικό Σύστημα: Είδος υπό κατάκτηση;

Δρ. Αντώνιος Α. Αντωνίου

<http://antonios-antoniou.gr/>

Κάποτε, 4,5 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια πριν...

Μηχανισμός
δημιουργεί ή
συμβάλλει στην
συρρίκνωση του.

Μεσοαστρικό νέφος $0.1 M_{\odot} < M < 100 M_{\odot}$

Η δημιουργία του Ήλιου...

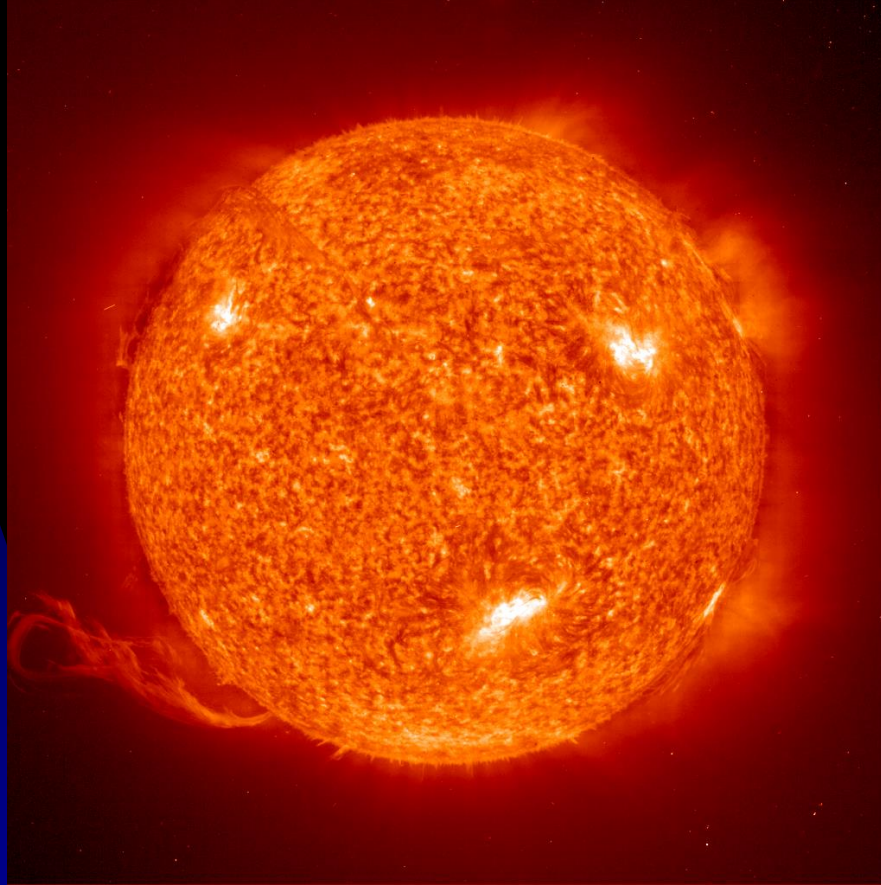


Η διαδικασία αυτή διαρκεί εκατομμύρια χρόνια. Για τον Ήλιο χρειάσθηκαν περίπου ένα εκατομμύριο χρόνια μέχρι να γίνει ένας πρωταστέρης

και των πλανητών

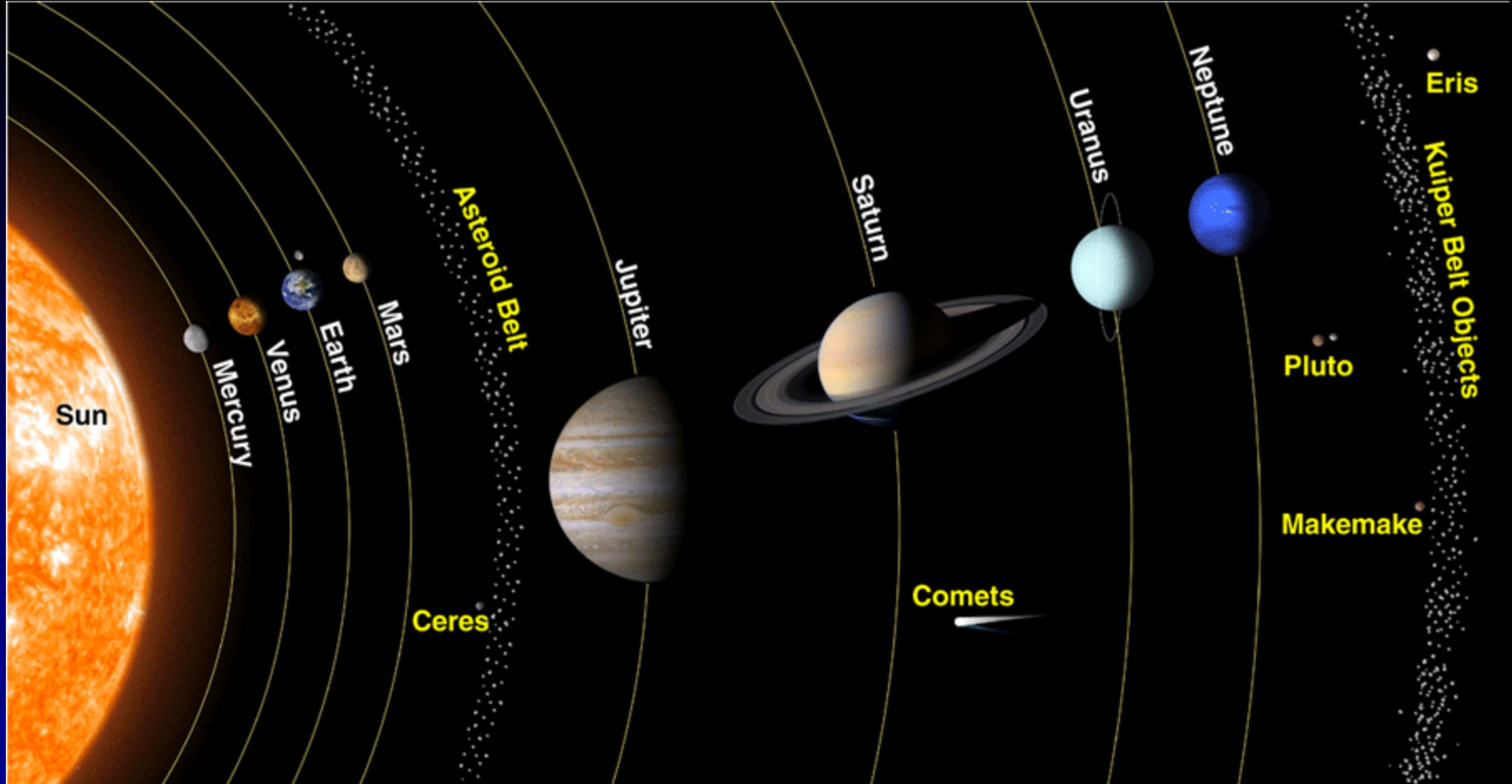


Ήλιος



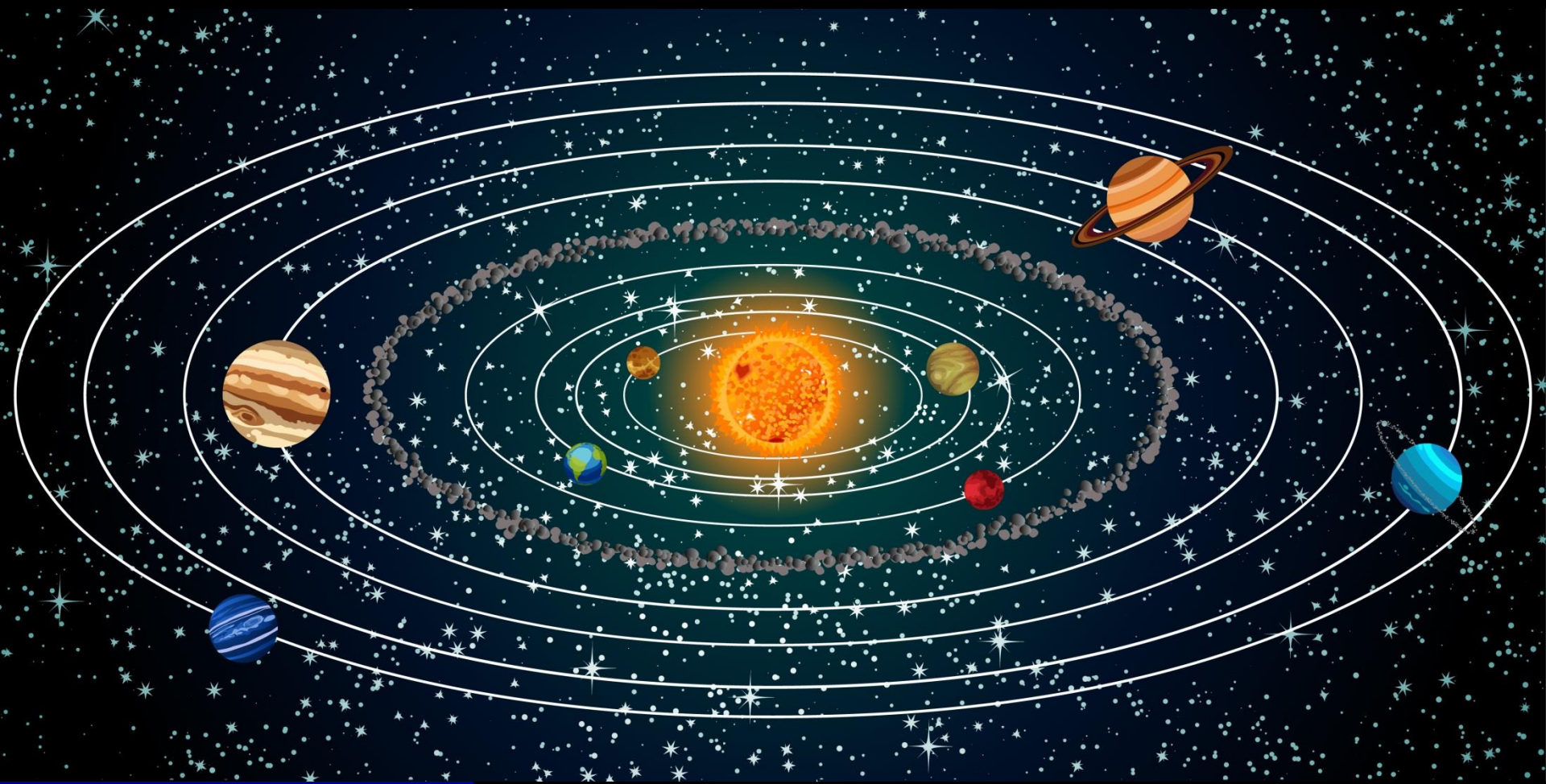
Το **ηλιακό** ή, όπως αλλιώς το λέμε, **πλανητικό** μας σύστημα, αποτελείται βασικά από τον **Ήλιο**, που συγκεντρώνει το **99,87%** της συνολικής μάζας του

Το Πλανητικό Σύστημα



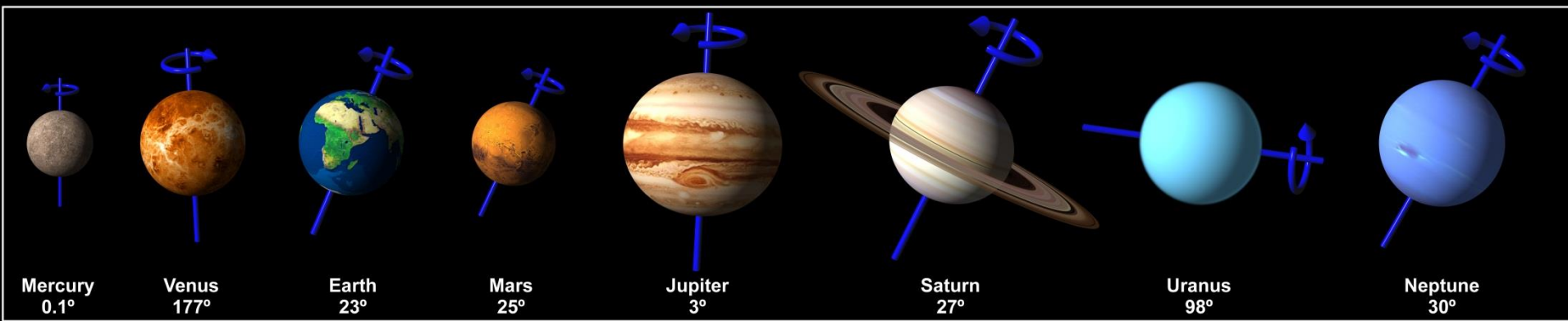
Γύρω από τον Ήλιο περιφέρονται «9» πλανήτες (ετερόφωτα σώματα), ο Ερμής, η Αφροδίτη, η Γη, ο Άρης, ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ουρανός, ο Ποσειδώνας και ο Πλούτωνας (+ Δήμητρα και Έριδα;) που συγκεντρώνουν το υπόλοιπο 0,13% .

Το Πλανητικό Σύστημα



Γύρω από τον Ήλιο περιφέρονται «9» πλανήτες (ετερόφωτα σώματα), ο Ερμής, η Αφροδίτη, η Γη, ο Άρης, ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ουρανός, ο Ποσειδώνας και ο Πλούτωνας (+ Δήμητρα και Έριδα;) που συγκεντρώνουν το υπόλοιπο 0,13% .

Λόξωση και περιστροφή των πλανητών

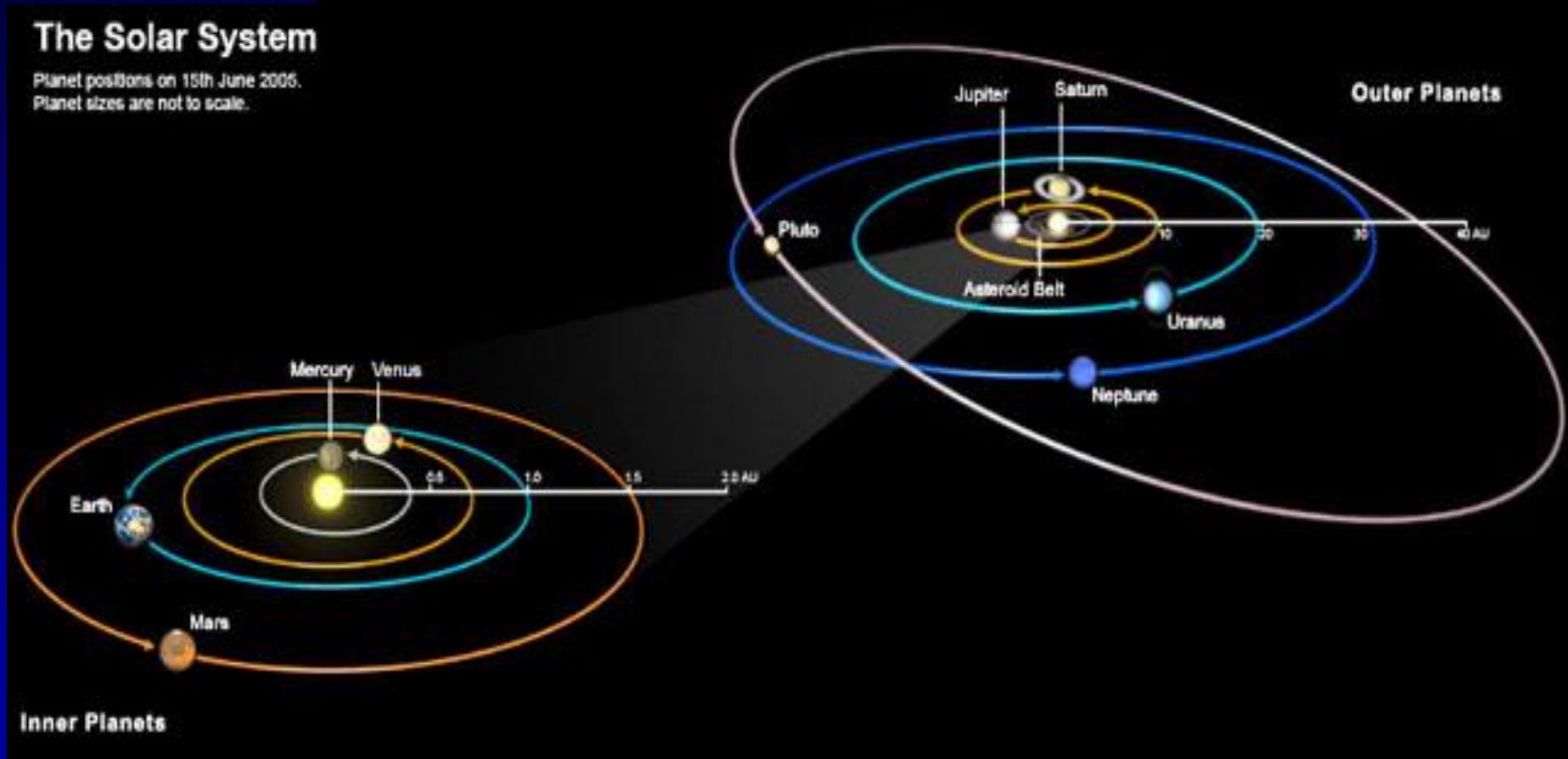


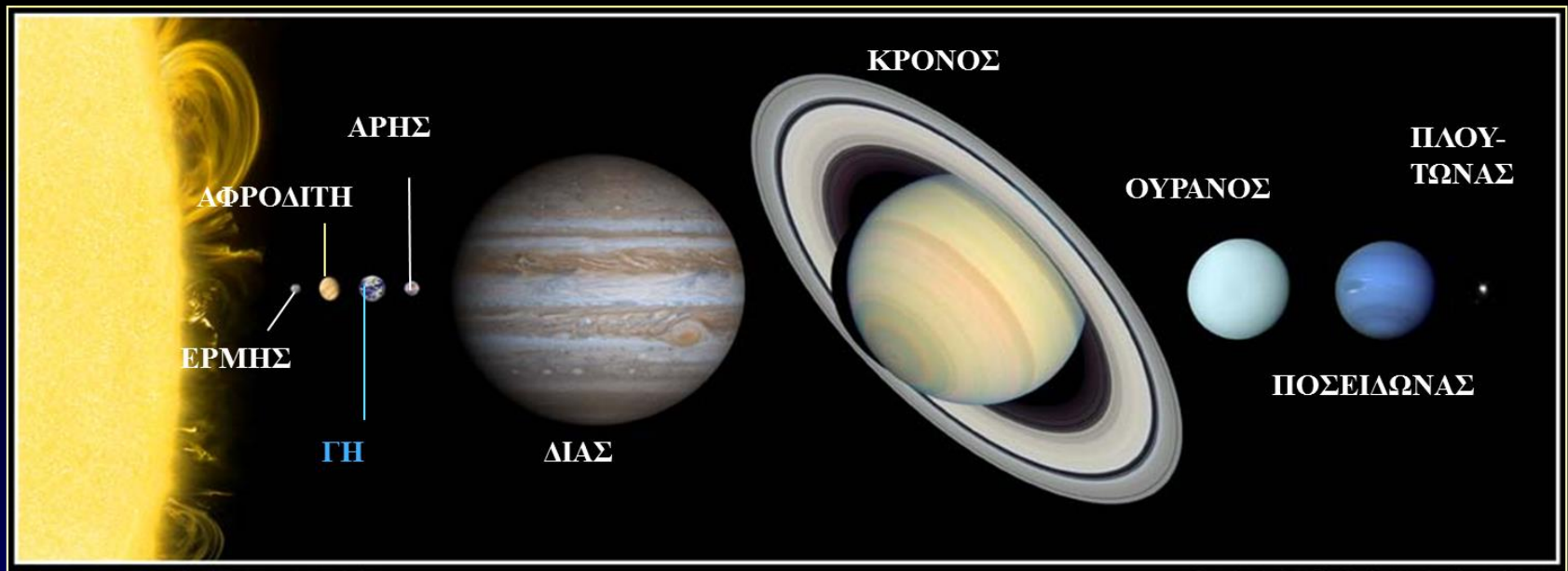
Obliquity of the Eight Planets

Copyright © 2008 Calvin J. Hamilton

Η **λόξωση** των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος. Περιστροφή κατά τη **ορθή φορά (αντίθετη με τους δείκτες του ρολογιού)** εκτός της Αφροδίτης. Η τρέχουσα θεωρία δέχεται ότι αρχικά η Αφροδίτη περιστρεφόταν γύρω από τον άξονά της με την ίδια φορά όπως και οι περισσότεροι πλανήτες, αλλά κάποια στιγμή ο άξονας περιστροφής της γύρισε κατά 180 μοίρες.

Οι πλανήτες χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες: στους **εσωτερικούς** ή γήινους πλανήτες (inner solar system) και στους **εξωτερικούς** γίγαντες πλανήτες (outer solar system). Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται εξαιτίας των διαφορών που παρουσιάζουν όσον αφορά την **απόστασή** τους από τον Ήλιο, το **μέγεθός** τους και τη **σύστασή** τους.

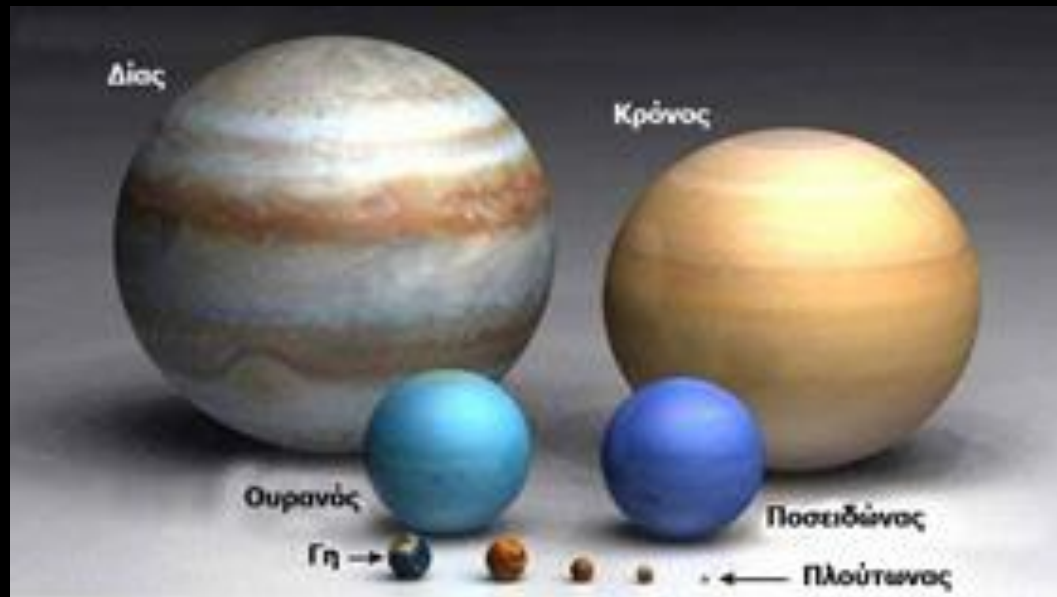




- μικρή μάζα
- μεγάλη πυκνότητα ($\approx 4 - 5,5 \text{ gr/cm}^3$)
- σχετικά μικρές διαστάσεις
- στέρεη επιφάνεια με μεταλλική ή βραχώδη υφή
- πυρήνες που αποτελούνται από σίδηρο Fe και νικέλιο Ni.

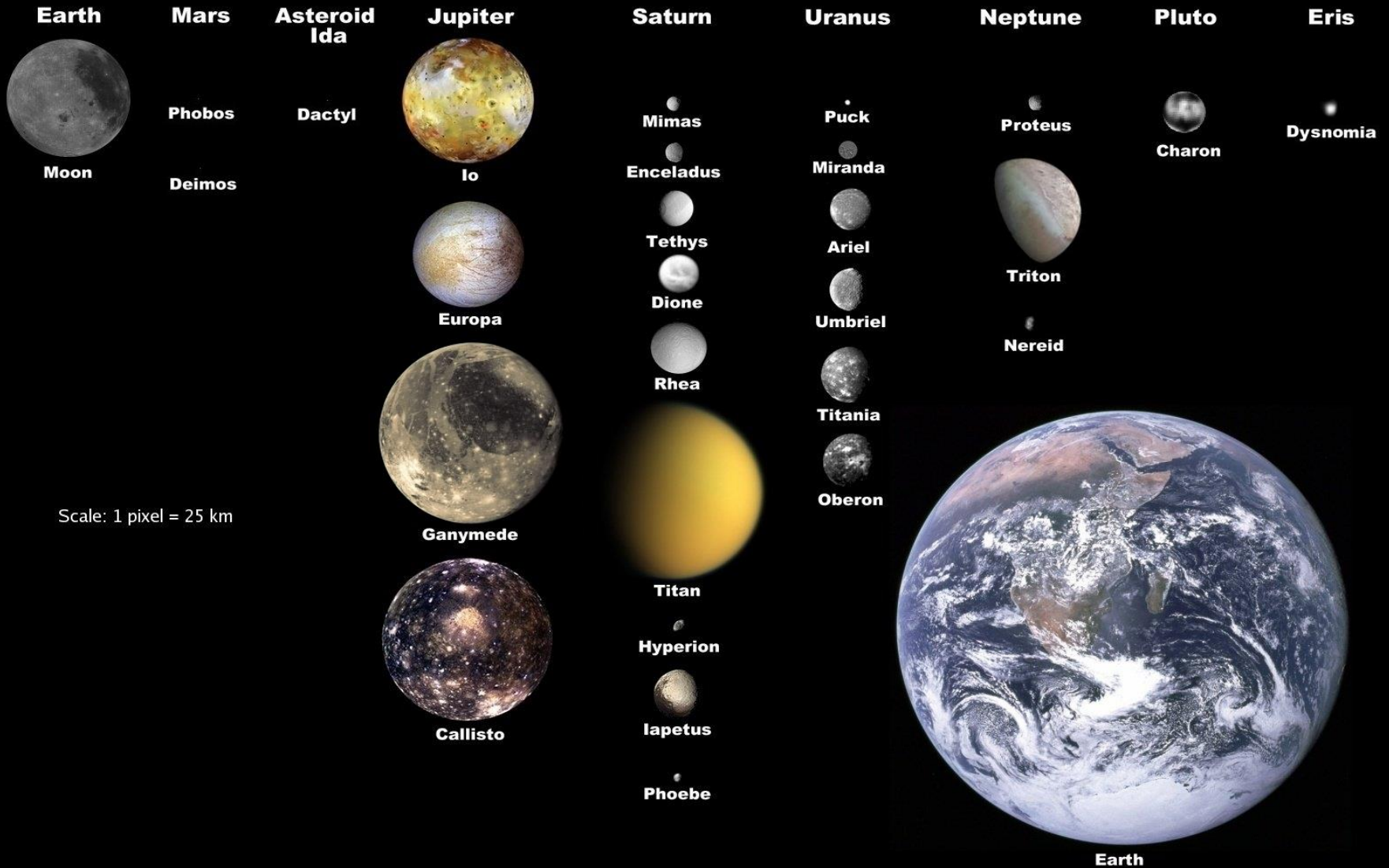
- μεγάλη μάζα
- πολύ μικρή πυκνότητα ($\approx 1 - 2 \text{ gr/cm}^3$)
- πολύ μεγάλες διαστάσεις
- χημική σύσταση παρόμοια με αυτή του Ήλιου και του σύμπαντος

Η πίεση της ηλιακής ακτινοβολίας λειτουργεί σαν εξαεριστήρας. Αφήνει τα «βαριά» στοιχεία και απομακρύνει τα «ελαφρά». Για τον λόγο αυτό οι κοντινοί στον Ήλιο πλανήτες έχουν στερεή επιφάνεια με μεταλλικοί ή βραχώδη υφή ενώ οι μακρινοί αποτελούνται από ελαφρότερα στοιχεία (He κλπ.) με αποτέλεσμα να είναι πιθανόν αεριώδεις. Εξαίρεση ο Πλούτωνας.

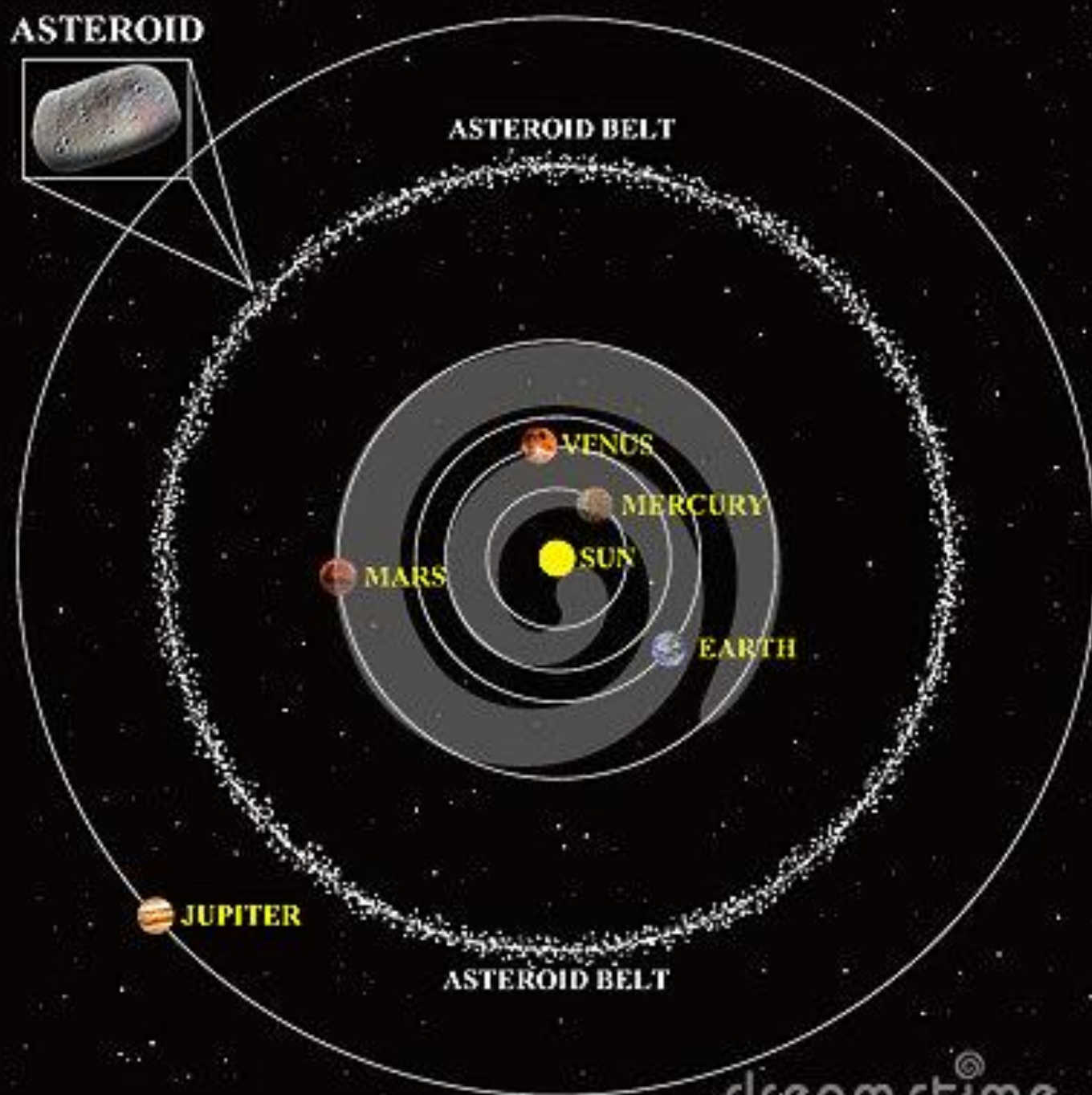


Οι δορυφόροι των πλανητών

Selected Moons of the Solar System, with Earth for Scale



ASTEROID



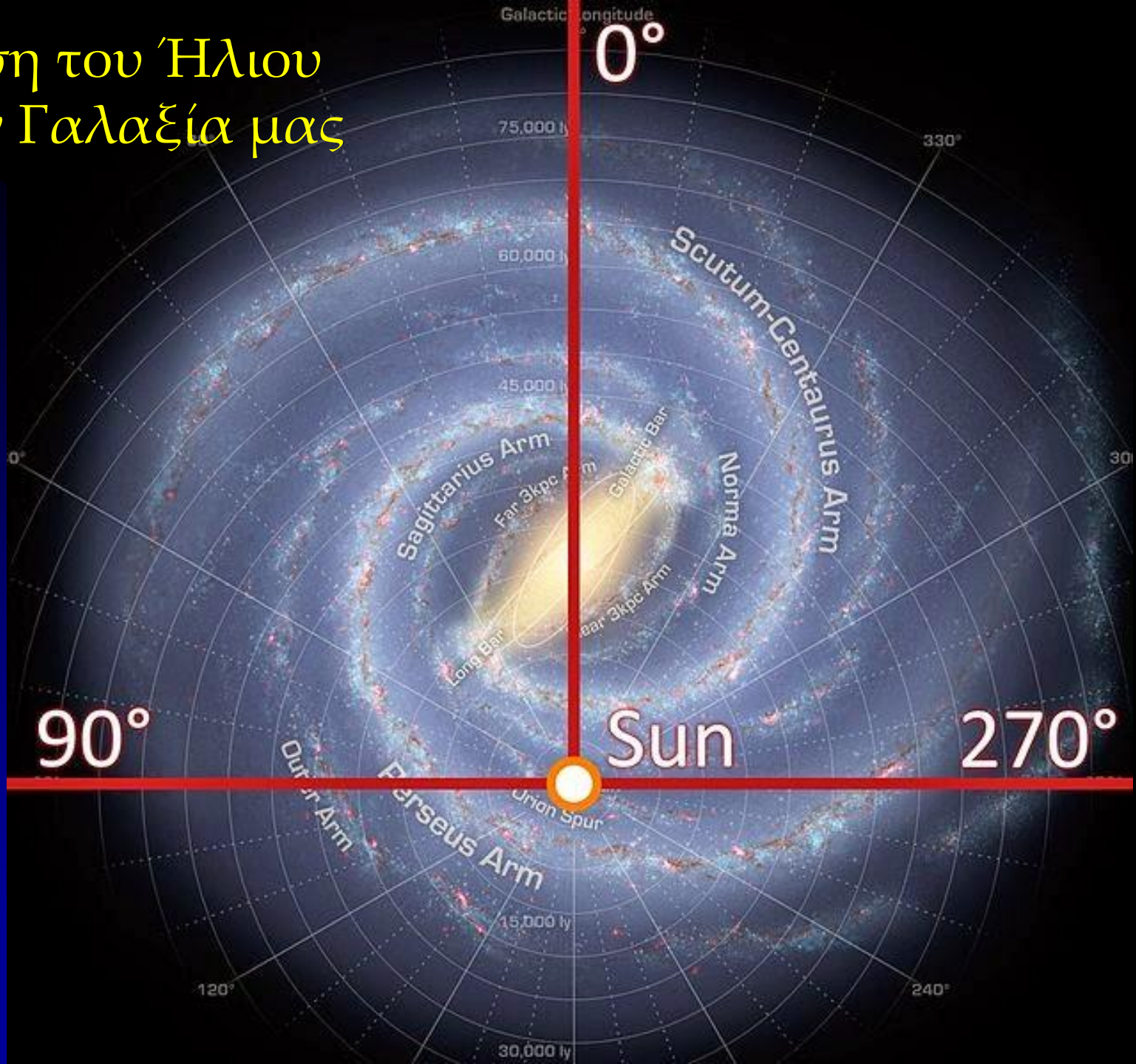
Μετέωρα (Περσίδες)



Κομήτης με την ουρά του σχηματισμένη



Θέση του Ήλιου στον Γαλαξία μας



10^{21} Meter

~100 000 Lichtjahre



Ήλιος

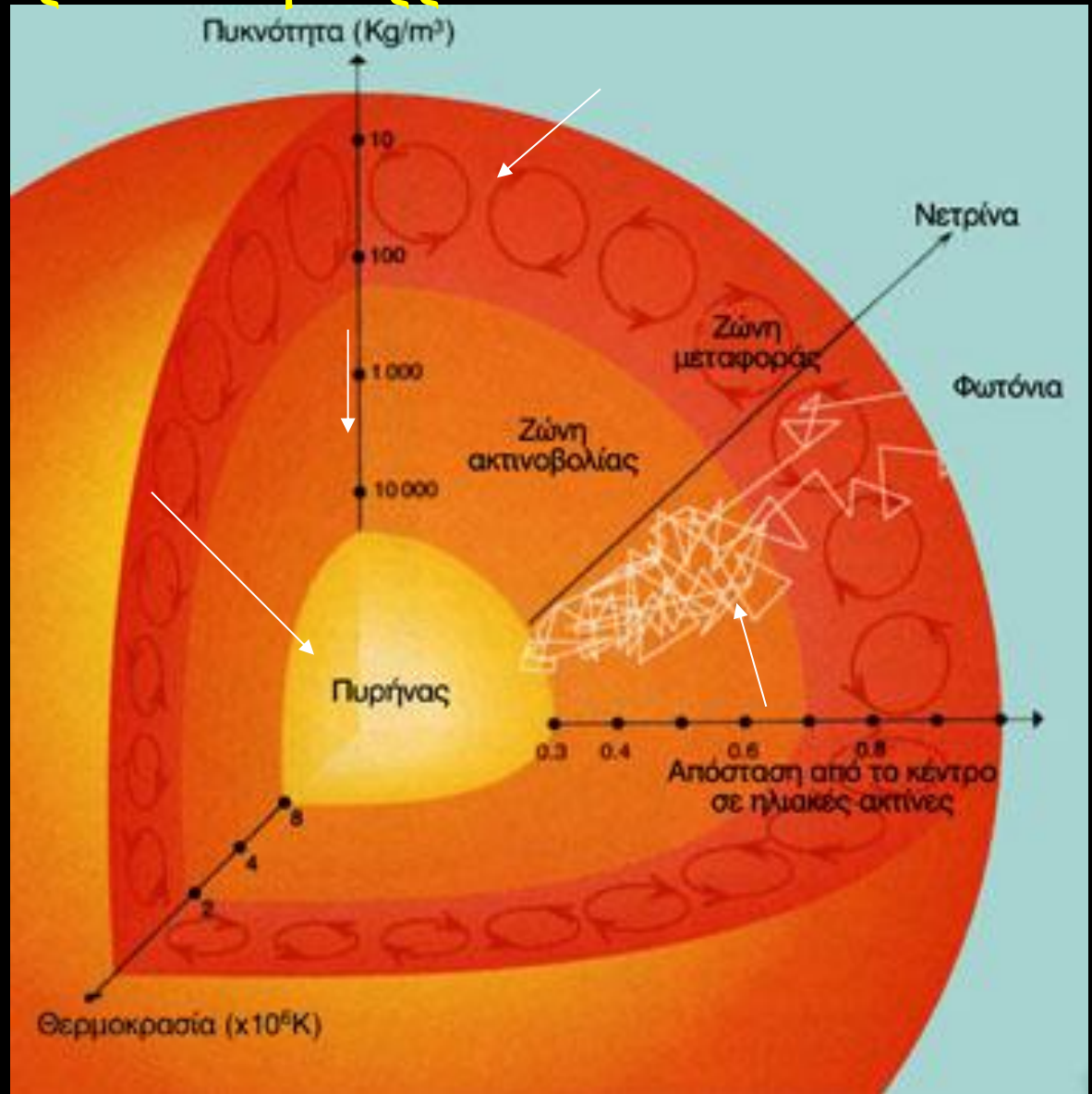
Υδροστατική ισορροπία

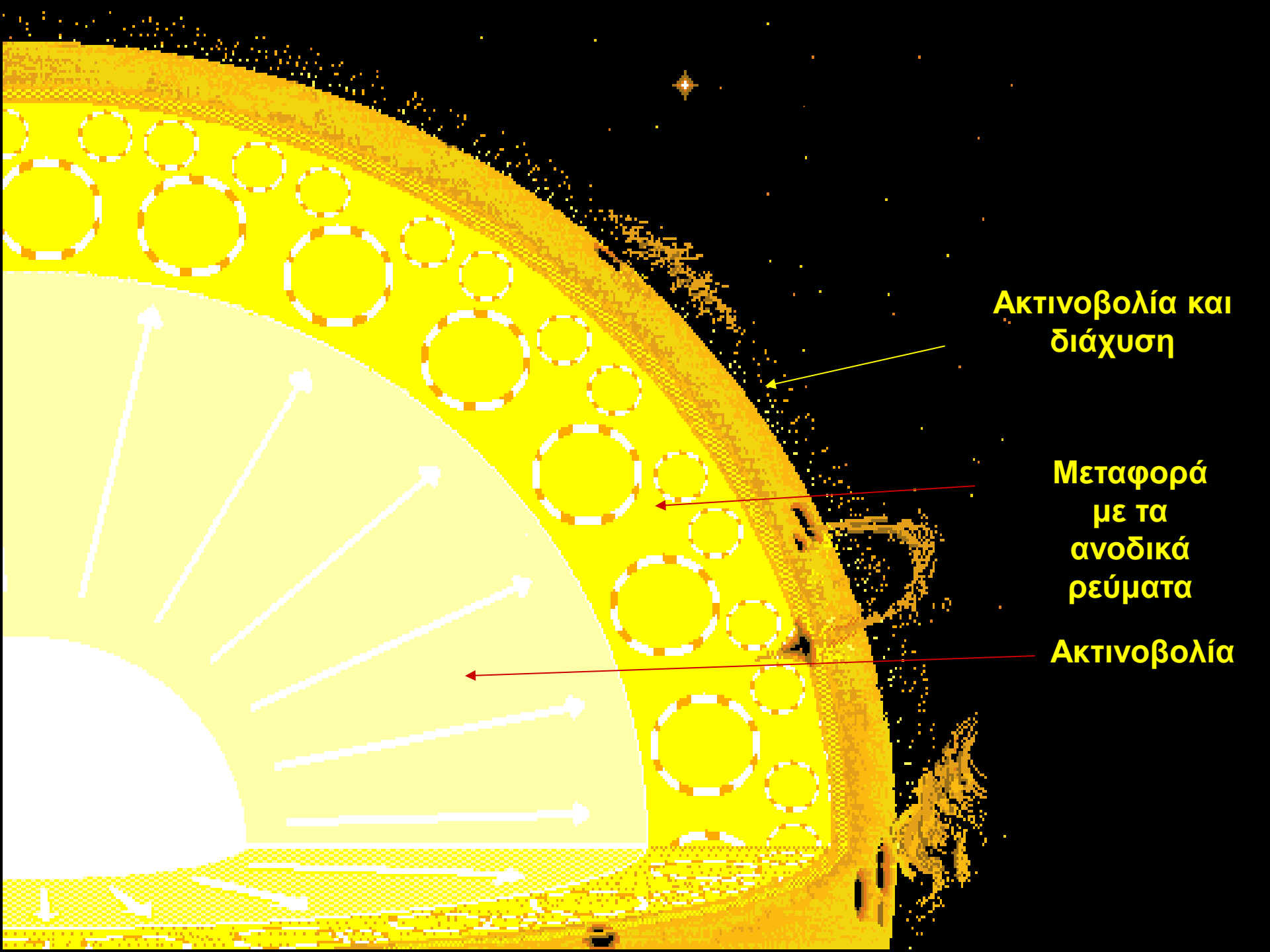
$$t = \frac{3R^2}{lc}$$

$$R \cong 7 \cdot 10^{10} \text{ cm},$$
$$l = 0.2 \text{ εως } 2 \text{ cm},$$
$$c = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm/s}$$

$$t = 8000 \text{ εως } 80000 \text{ χρόνια}$$

$$t = 30000 \text{ χρόνια}$$

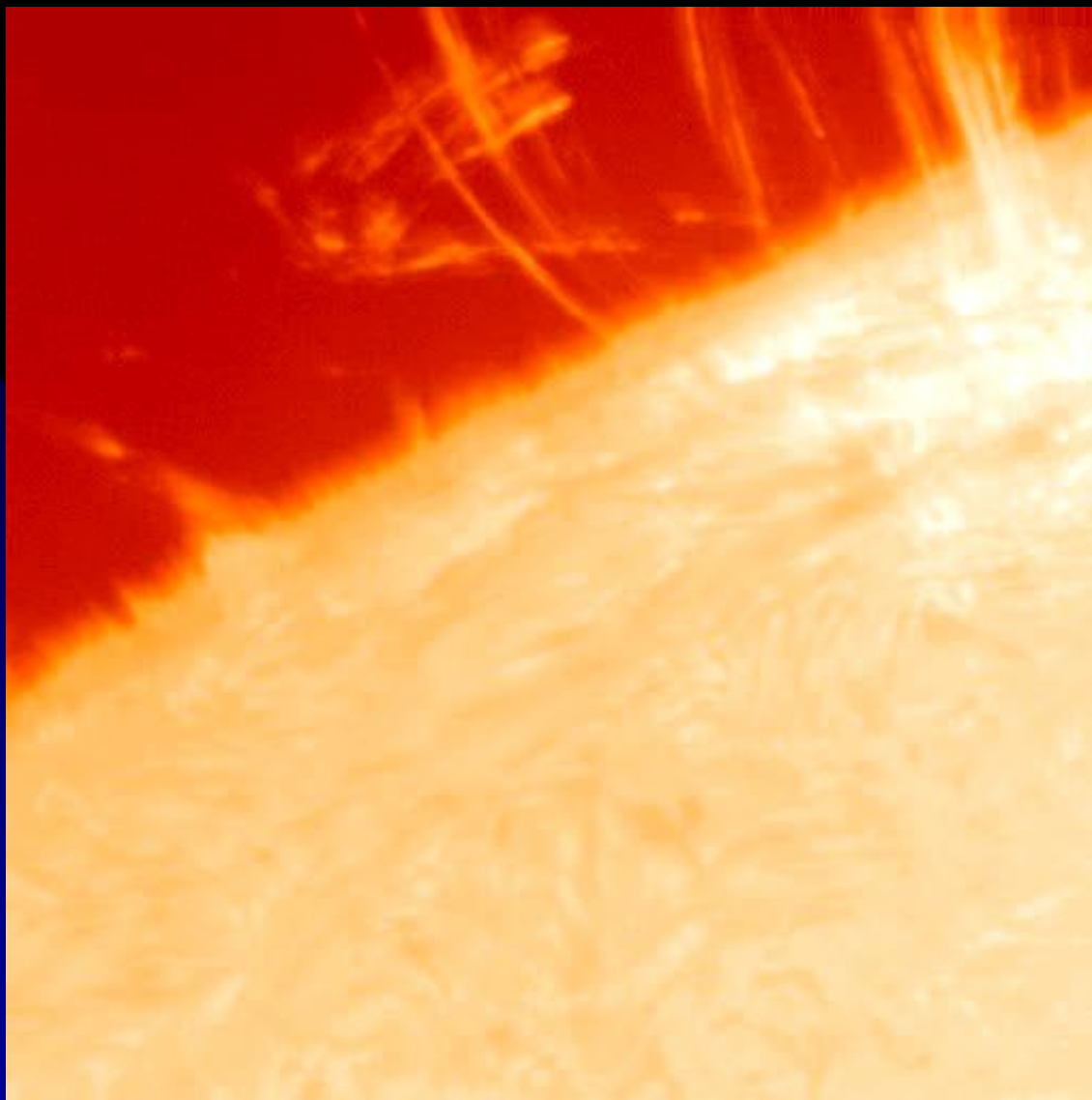




**Ακτινοβολία και
διάχυση**

**Μεταφορά
με τα
ανοδικά
ρεύματα**

Ακτινοβολία



Ηλιακή δραστηριότητα



Ηλιακός άνεμος



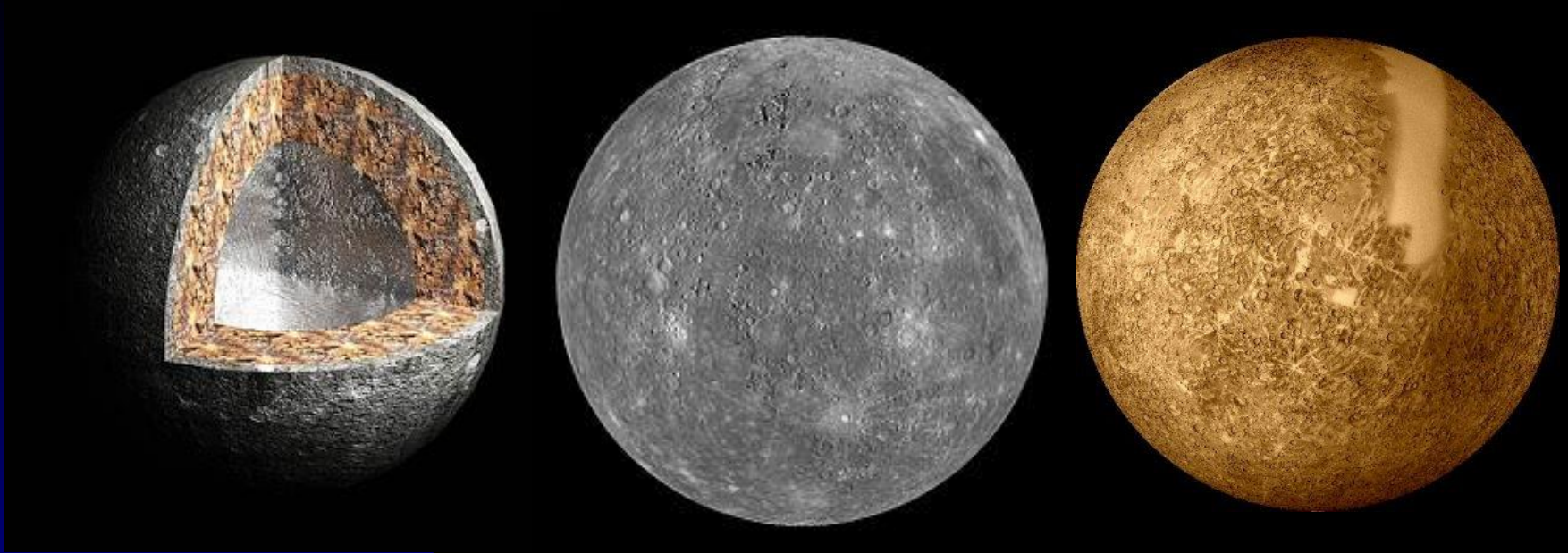
Πολικό σέλας



Πολικό σέλας



Ερμής



Ο πιο κοντινός πλανήτης στον Ήλιο είναι ο λιλιπούτειος Ερμής που η μάζα του μόλις φτάνει το 0,0553 της μάζας Γης. Η ημέρα στον μικρό αυτό πλανήτη, διαρκεί 58,65 γήινες ημέρες, ενώ ένα έτος του, διαρκεί 88 περίπου γήινες ημέρες. Υπάρχει πάγος νερού πάνω ή κάτω από την επιφάνεια του πλανήτη (θερμοκρασία από -183 έως 427)

Αφροδίτη (Αυγερινός ή Αποσπερίτης)



Το όρος Maxwell
Mons, ύψους 12 km.



Η ημέρα στον πλανήτη, Αφροδίτη διαρκεί 243 γήινες ημέρες, ενώ
ένα έτος του, μόνο 225 περίπου γήινες ημέρες

Γη



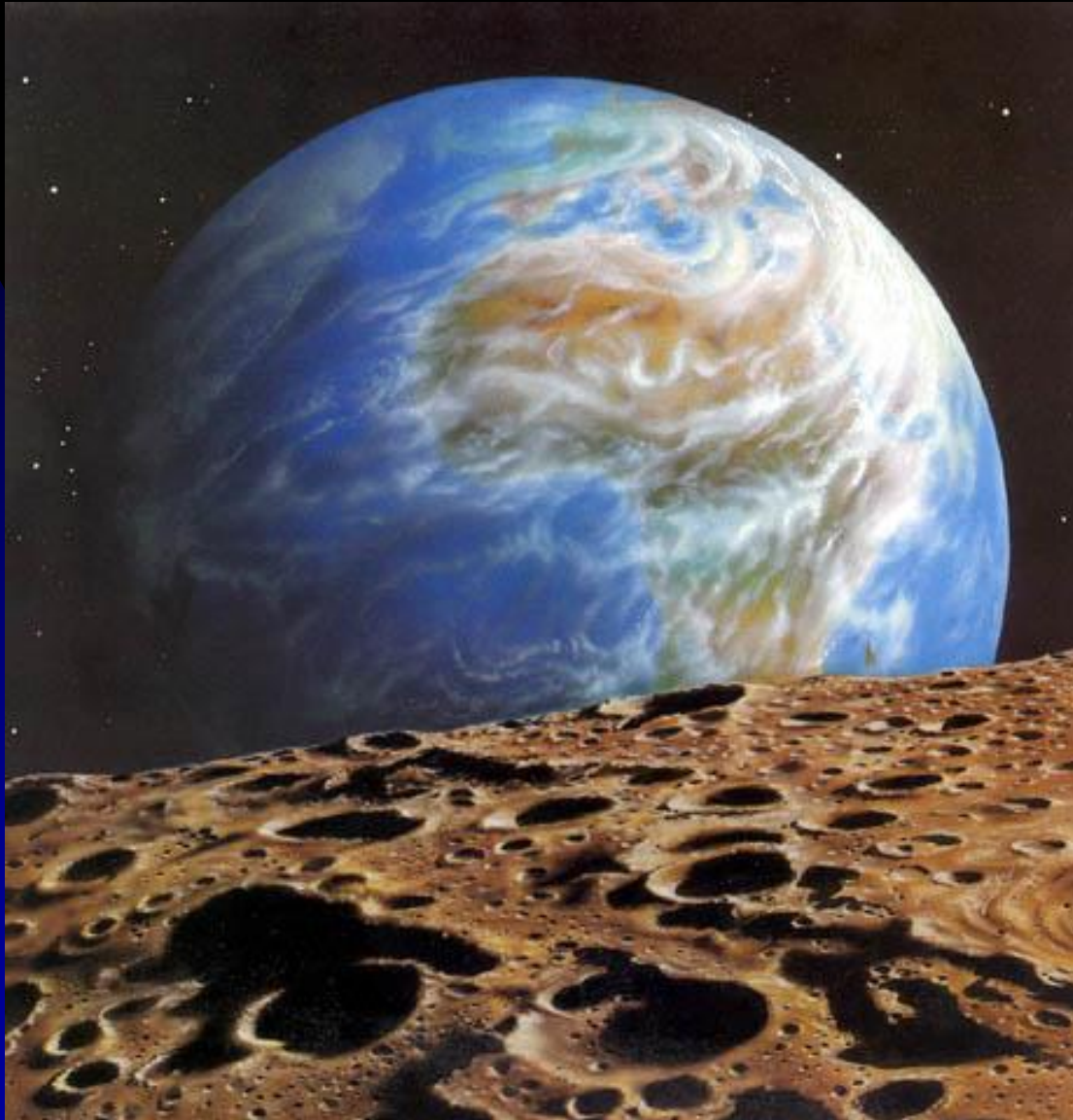
Σελήνη



Σελήνη



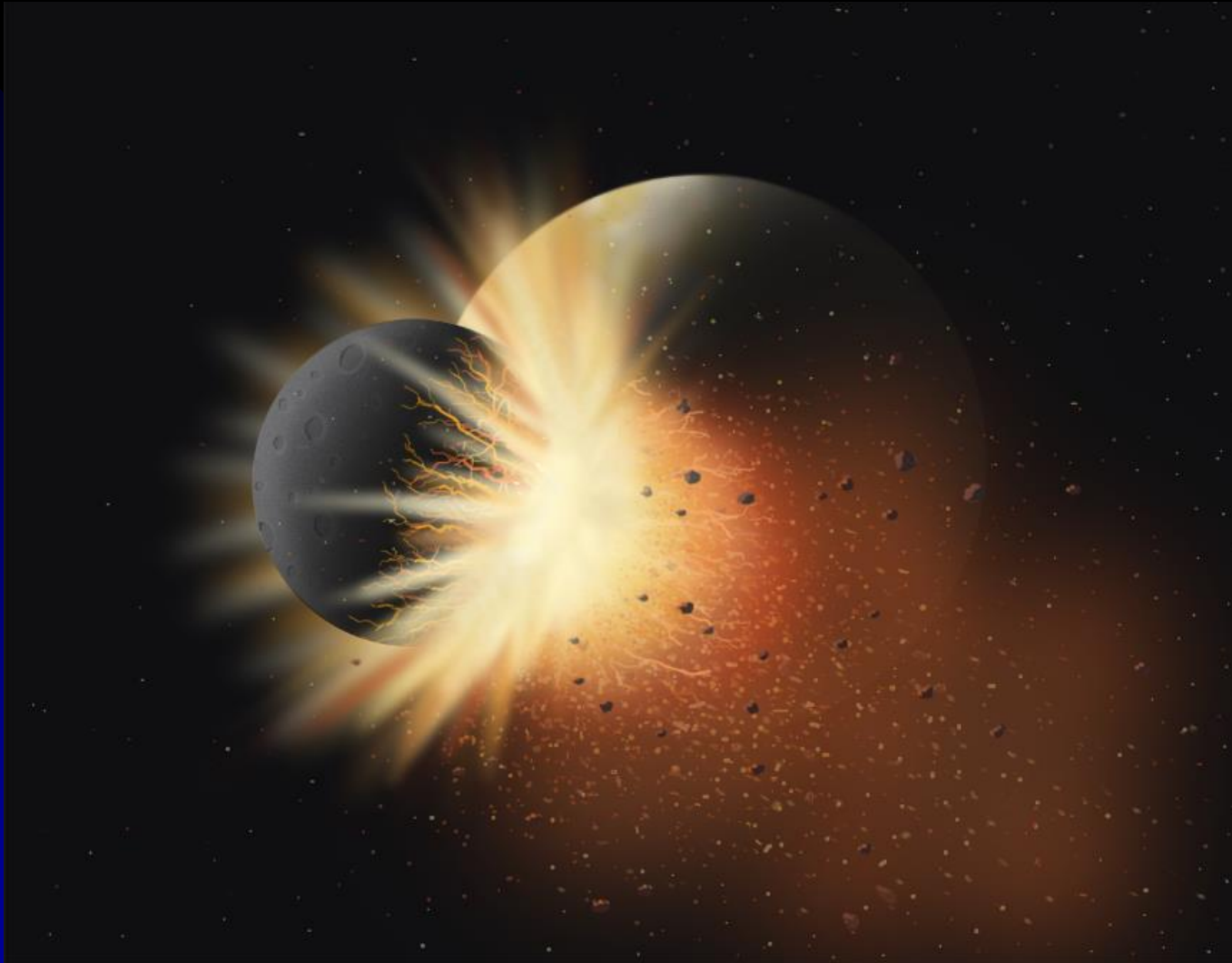
Σελήνη



Σελήνη



Πώς δημιουργήθηκε η Σελήνη;



Σύγκρουση με μεγάλο αστεροειδή ($1/10$ της γήινης μάζας περίπου όσο ο Άρης),
όταν η Γη ήταν περίπου 100 εκατομμυρίων ετών.



Απόσπαση μέρους του γήινου υλικού που εκτοξεύθηκε στο διάστημα και συσσώρευση αυτού λόγω βαρύτητας σε ένα μόνο σώμα.



Εξηγεί

- Χημική σύσταση
- Τροχιά
- «Έτυχε» να συμβεί μόνο στη Γη και όχι στους δύο πρώτους πλανήτες

Τι θα γινόταν αν ο αστεροειδής σύγκρουσης ήταν ελάχιστα διαφορετικός και αν η Σελήνη ήταν διαφορετική;

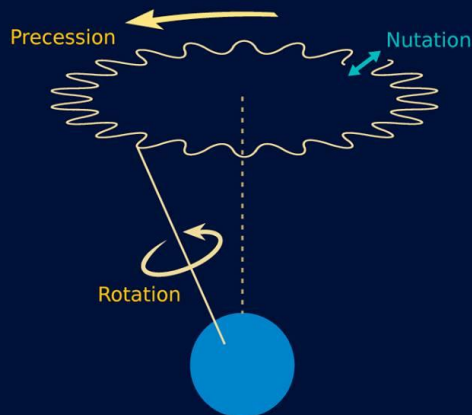
Θα υπήρχε ζωή στη Γη;

Αν ήταν μεγαλύτερος θα είχε καταστρέψει τη Γη.

Αν ήταν μικρότερος δε θα είχε δημιουργήσει αυτήν ακριβώς τη Σελήνη

Precession, Nutation

(Not to scale)

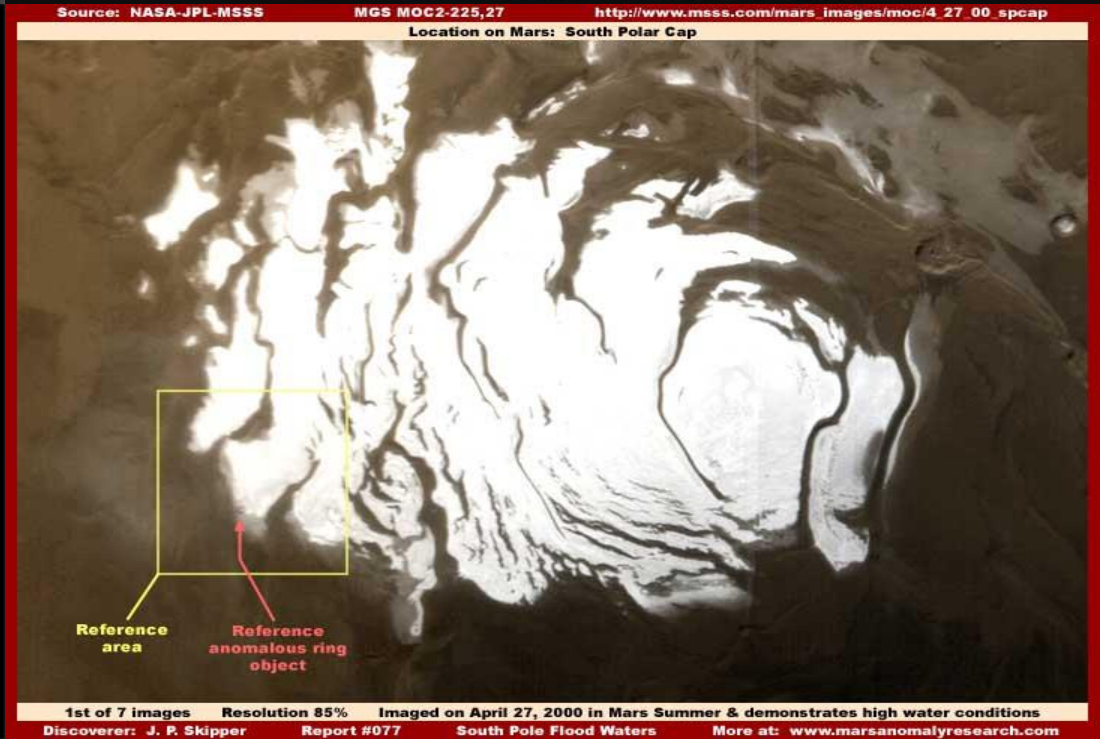
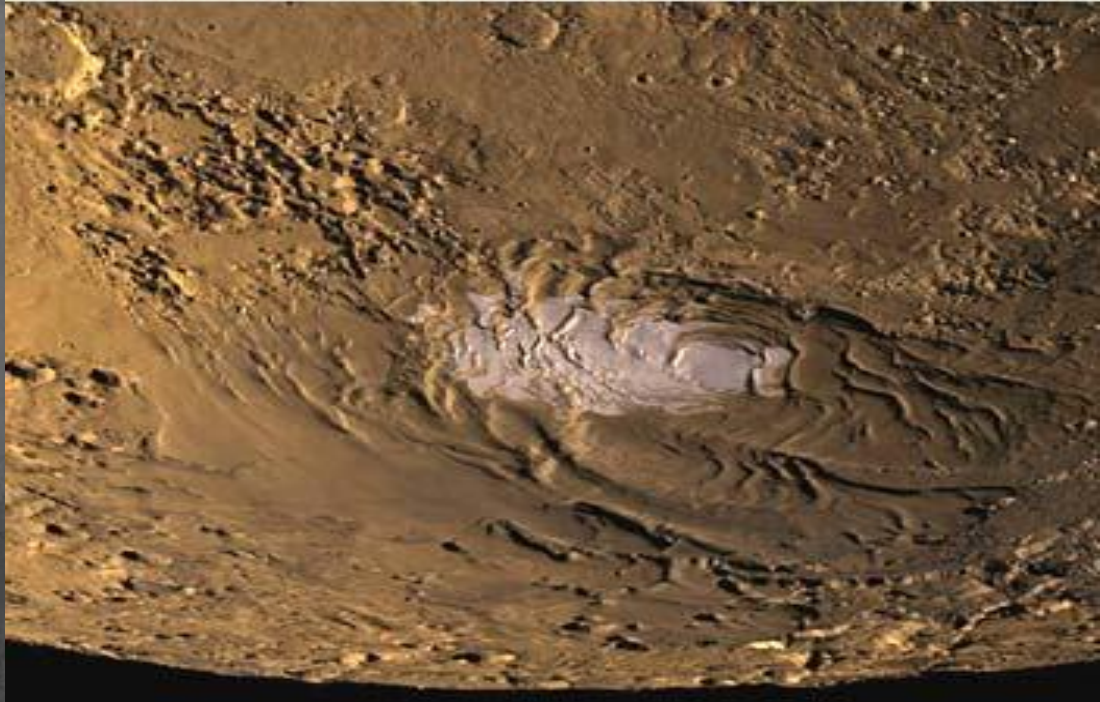


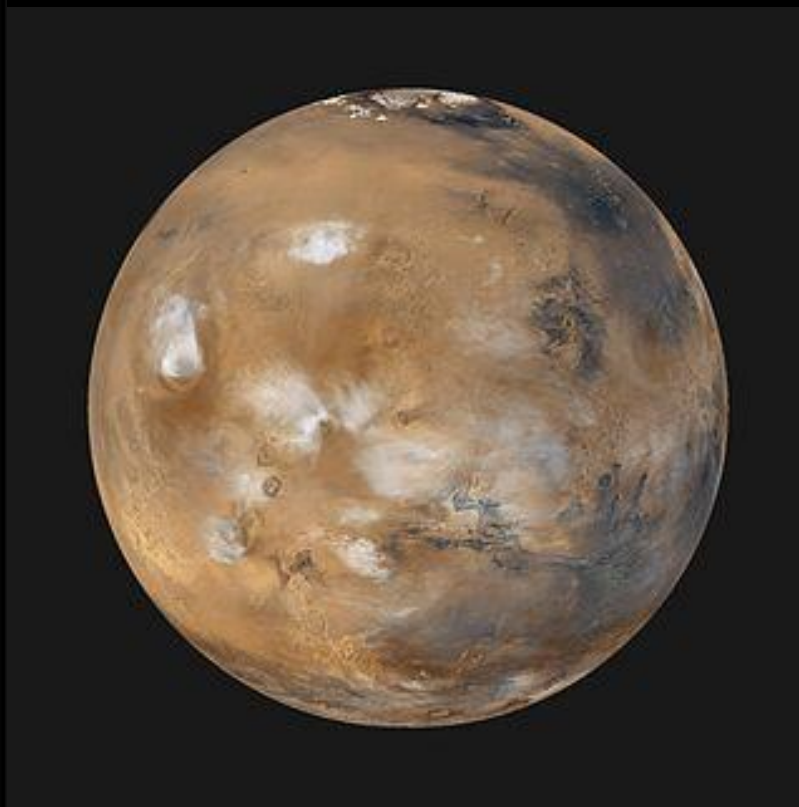
Αποτέλεσμα: Τελείως διαφορετικό κλίμα.

Άρης



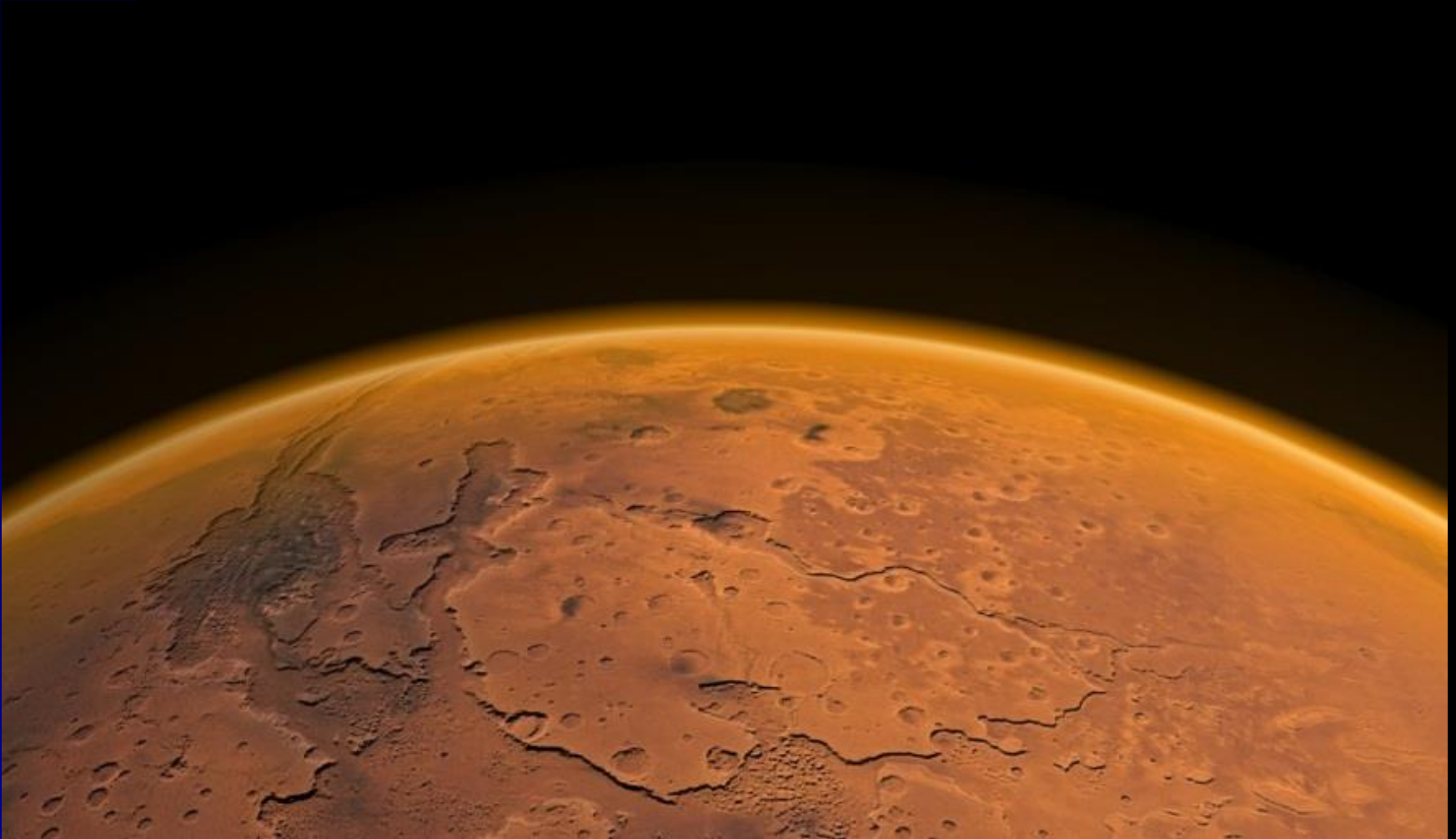
Η ημέρα του πλανήτη του θεού του πολέμου, διαρκεί **24,62 γήινες ώρες**, ενώ ένα έτος του **687 περίπου γήινες ημέρες**. Μέση θερμοκρασία **-35 βαθμοί**, **χαοτικό** κλίμα.





Σήμερα πλέον γνωρίζουμε ότι οι λευκές πολικές περιοχές αποτελούνται βασικά από **«ξηρό πάγο»**, δηλαδή **παγωμένο διοξείδιο του άνθρακα**, και **πάγο νερού**, ενώ η αυξομείωση της έκτασής τους οφείλεται στην εξάχνωση του υδάτινου πάγου.

Άρης



Άρης



Άρης



Άρης



Άρης



Άρης





Earth,
Jupiter,
and
Venus
seen
from
Mars

Άρης... ανατολή του Ήλιου



Άρης... ηλιοβασίλεμα



Άρης... συννεφιά



Η Γη μας από τον Άρη

The Earth as seen from Mars Odyssey
24 Sep 2003 14:55 GMT
5.00 deg field of view



closeup view

•Earth

Solar System Simulator

Earth		
Range	63.869 mil	km
Phase	148.6	deg
Diameter	41.20 sec	arc

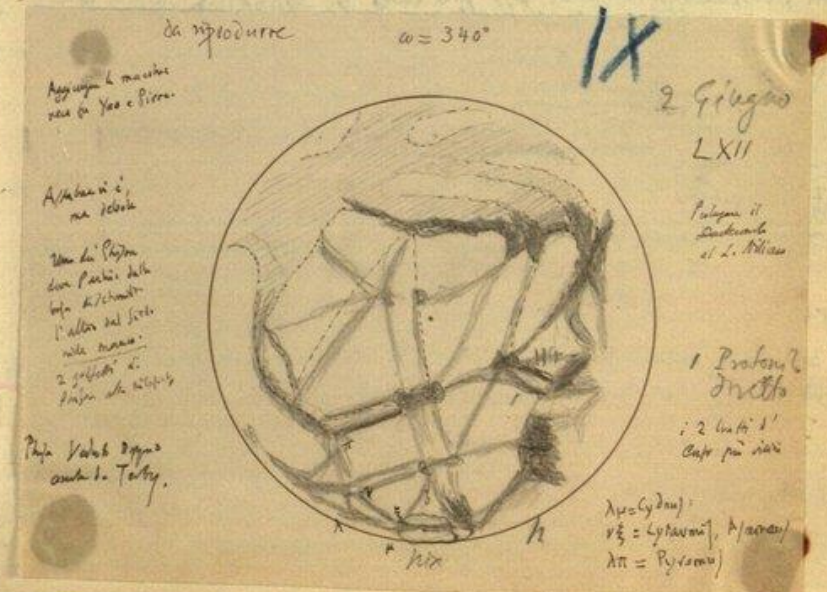
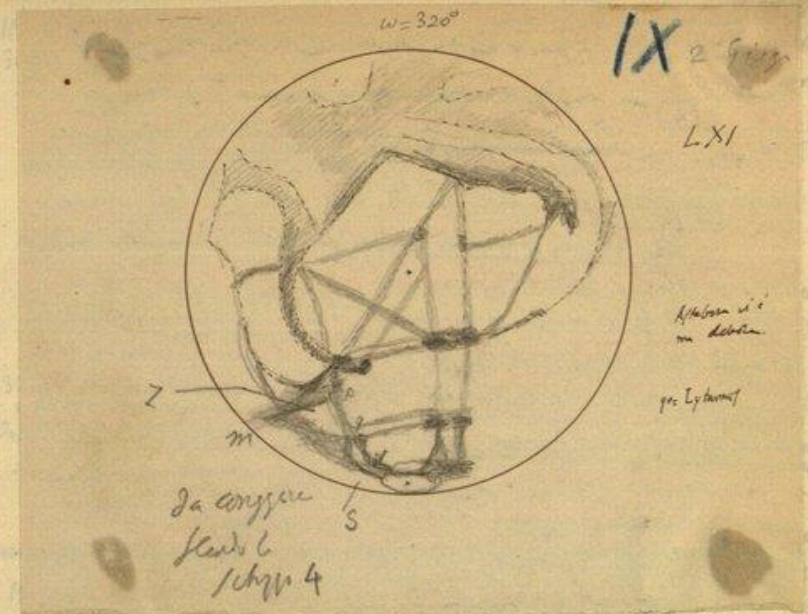
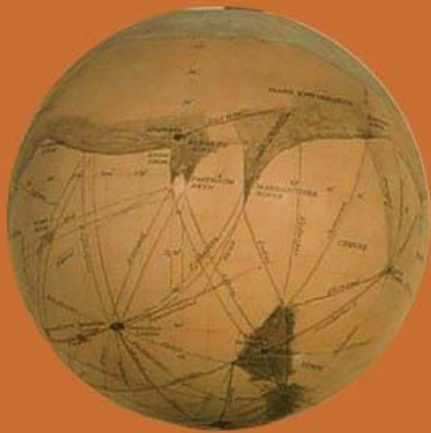


Υπάρχει ευτυχώς ζωή στον Άρη;

14° 40' 8° 94' Decisamente l'Isola è nata, si vede benissimo
e anche l'ago, e l'Isola d'oro: L'OKO
l'isola appena si può tracciare - Ma



Acidali (per quanto la
 più grande è coperta di
 e in X ancora il principio
 del ponte, poi la allaga
 in una piazza di color bruno
 giallo. le macchie 2 3 sono nere, come
 pure 1 la più grande. Il Nilotkenf non è
 interrotto. In m vi è un fletto chiaro
 (Scheria?) che forse più tardi sparirà
 e che va fino a 3 (nel disegno l'ho interrotto
 male a proposito.)
 Serata di 1° ordine: la più bella che ricordo del



Giovanni Schiaparelli 1887 (Υπαρξη τεχνητών διωρύγων)

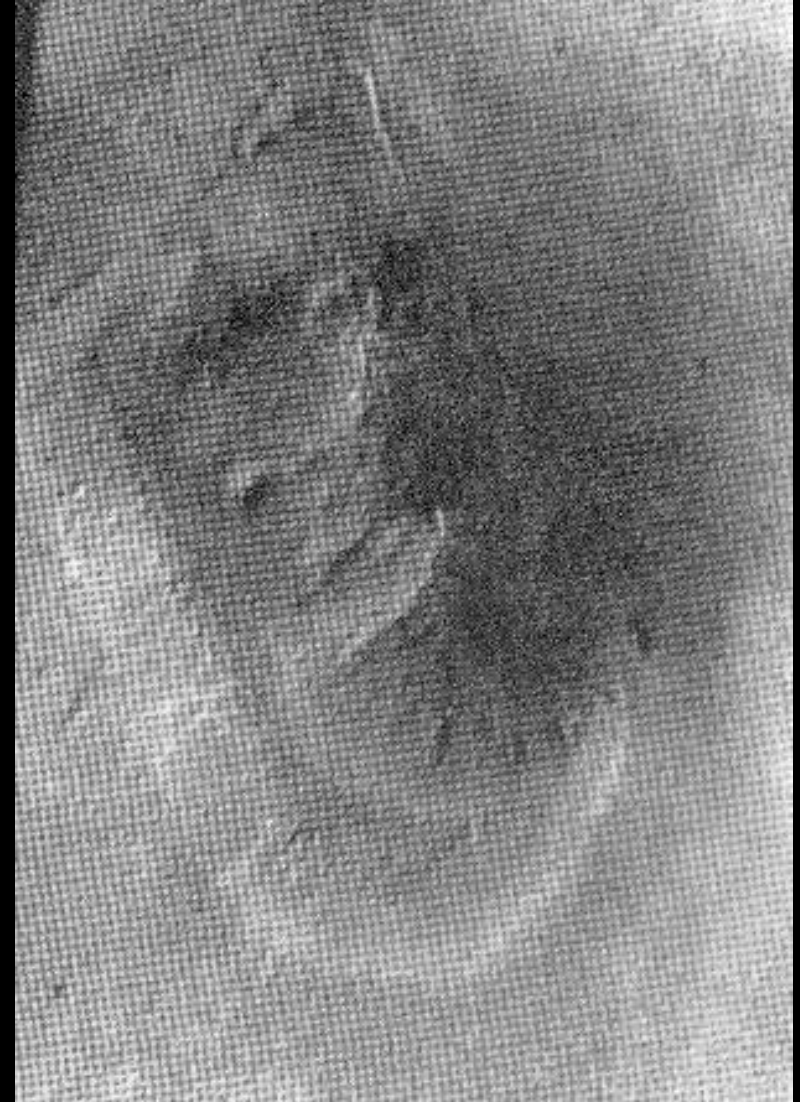
Το πρόσωπο του Άρη...

Viking 1, 1975

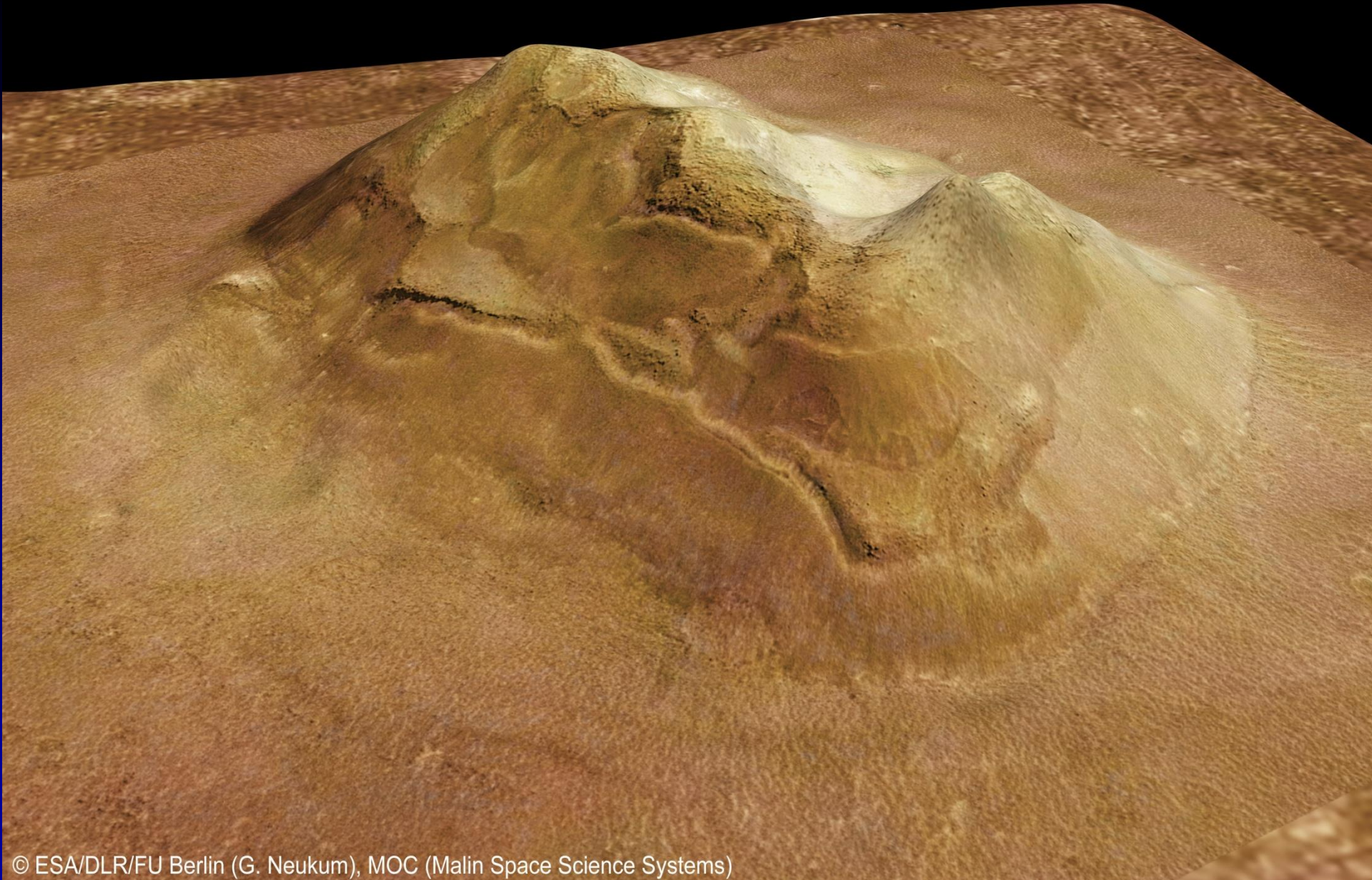


...και η πραγματικότητα

Mars Global Surveyor, 1996



...και η πραγματικότητα



Δορυφόροι του Άρη



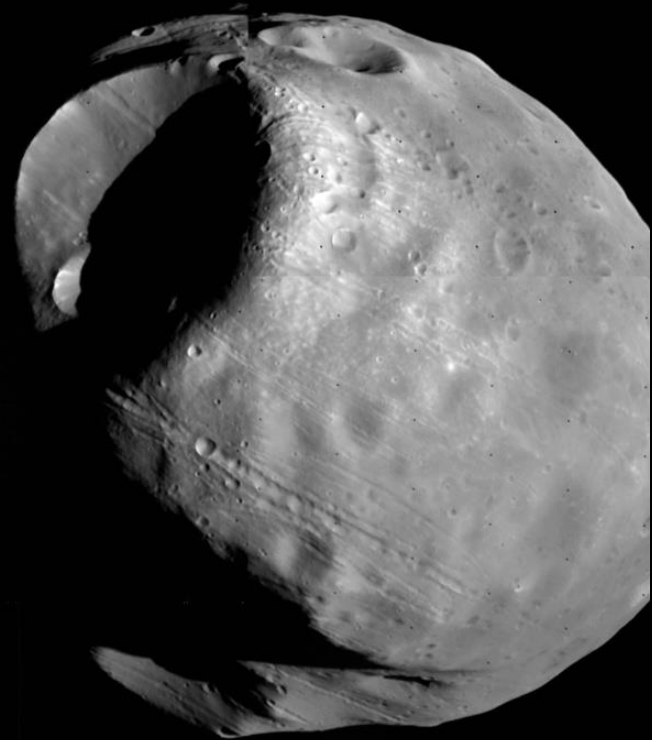
Ο **αστρονόμος Hall** το 1887 ανακάλυψε ότι ο Άρης συνοδεύεται από δύο δορυφόρους που ονομάστηκαν **Φόβος και Δείμος**, προς τιμήν των δύο γιων τού θεού του πολέμου.

Δορυφόροι του Άρη



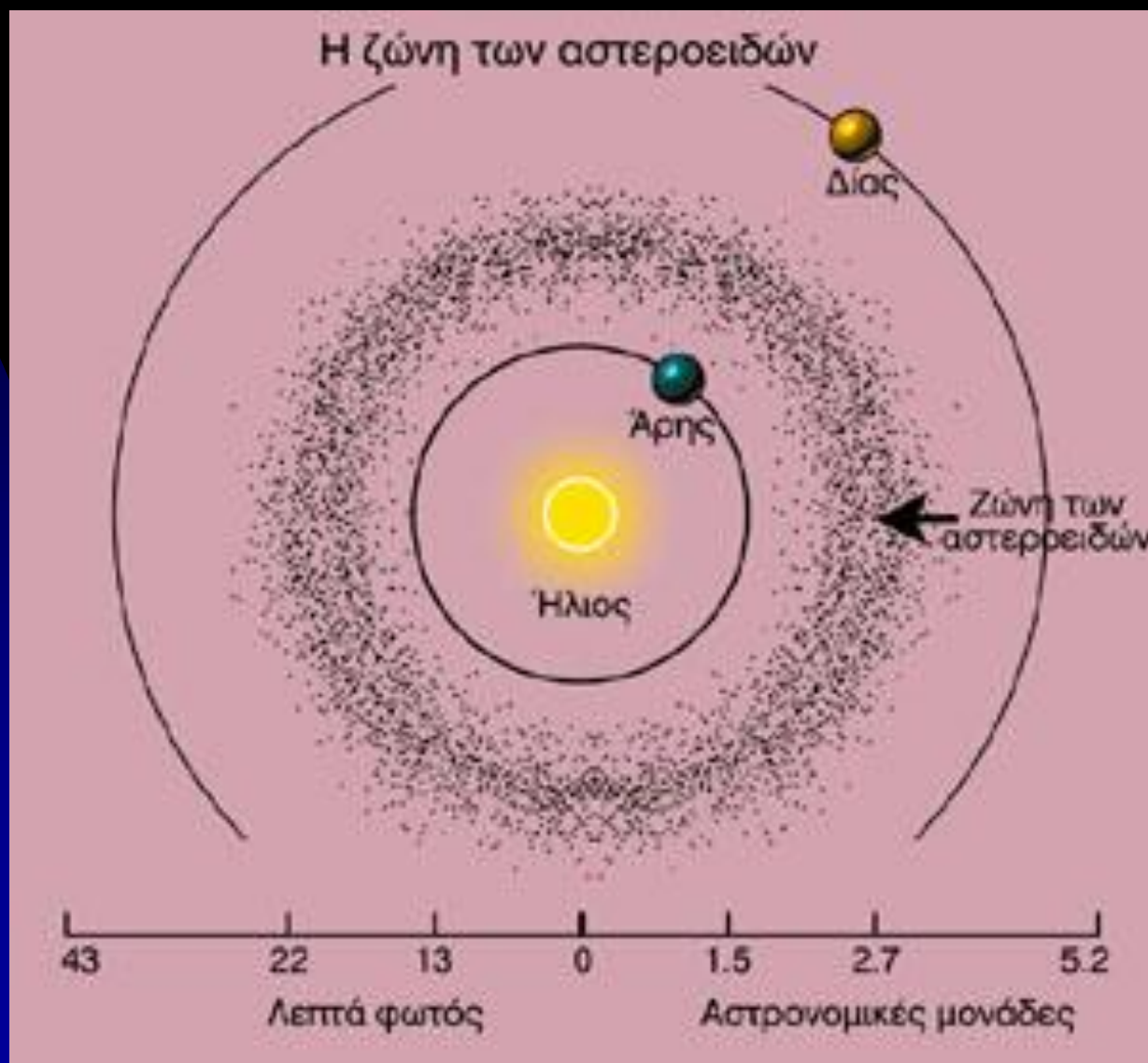
Αστεροειδείς που «συνελήφθησαν» από το βαρυτικό πεδίο του Άρη

Φόβος, ο δορυφόρος του Άρη



Επειδή η περίοδος περιστροφής του Φόβου είναι μικρότερη από την περίοδο περιστροφής του Άρη, δημιουργεί ένα ενδιαφέρον φαινόμενο, εφ' όσον ο δορυφόρος αυτός φαίνεται να ανατέλλει από τη δύση και να δύει στην ανατολή, όπως ακριβώς οι τεχνητοί δορυφόροι της Γης

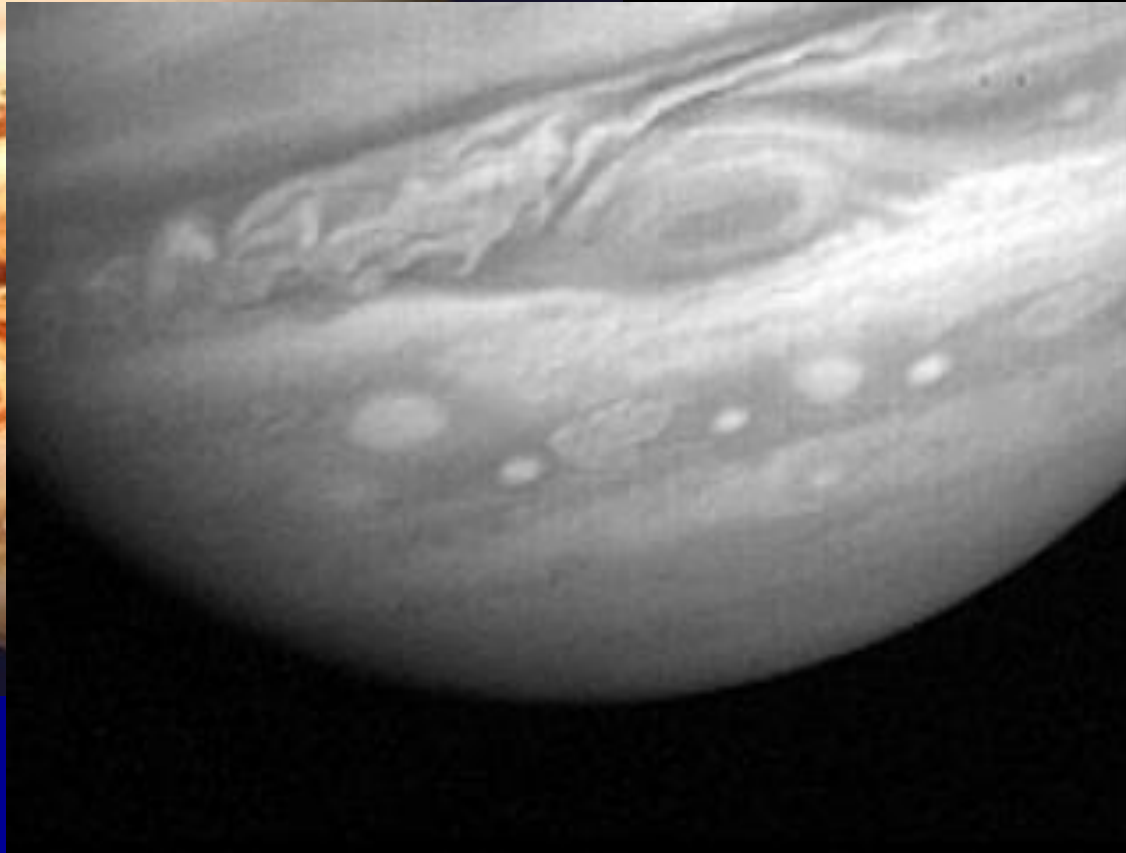
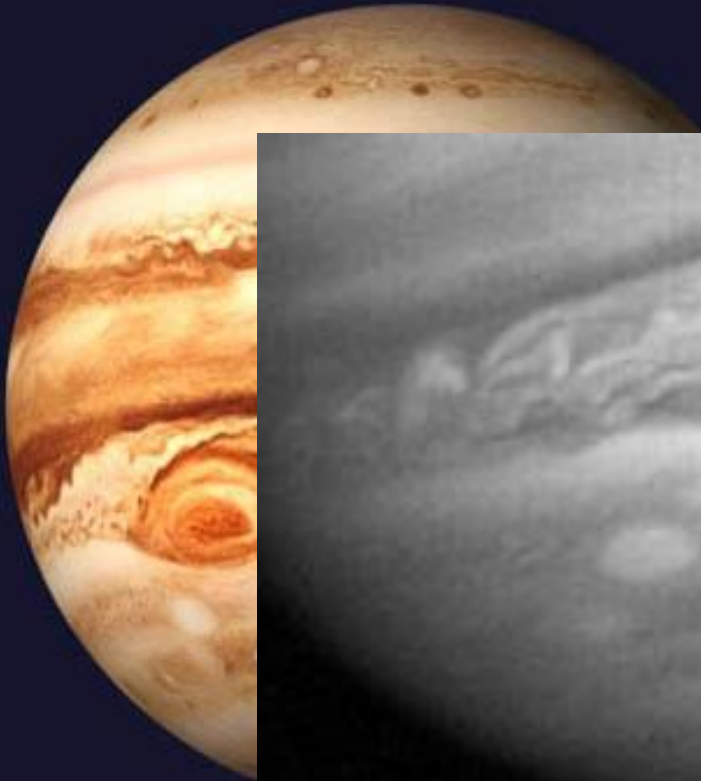
Η Ζώνη των αστεροειδών



Η Ζώνη των αστεροειδών



Δίας



Δίας



Η **διάμετρος** του πλανήτη Δία είναι περίπου **143 χιλιάδες km** και το **75% της ενέργειάς του** παράγεται από τον ίδιο τον πλανήτη. Το υπόλοιπο **25% της ενέργειάς** του προέρχεται από τη συνεχή συστολή των αερίων που τον περιβάλλουν. Η περιστροφή γύρω από τον άξονά του είναι πολύ γρήγορη και έτσι η διάρκεια της ημέρας του διαρκεί μόλις **9,8 περίπου ώρες**. Αντιθέτως η διάρκεια του έτους του διαρκεί **11,86 ολόκληρα γήινα χρόνια**.

Δίας



Ένα άλλο ενδιαφέρον φαινόμενο του Δία, που αποκαλύφθηκε απο την ανάλυση μιας φωτογραφίας που έστειλε ο Voyager, ήταν η **ύπαρξη του δακτυλίου** που τον περιβάλλει.

Δορυφόροι του Δία



Ο Δίας, σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα, έχει **63 δορυφόρους** που περιφέρονται γύρω του δημιουργώντας την εικόνα ενός πλανητικού συστήματος. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς έχουν τα ονόματα **Καλλιστώ, Γανυμήδης, Ευρώπη, Ιώ, Μήτις, Αδράστεια, Αμάλθεια, Θήβη, Λήδα, Λυσιθέα, Ιμαλία, Ελάρρα, Κάρμη, Σινώπη, Ανάγκη και Πασιφάη.**



Jupiter and its moon, Io

Ο Δίας από το δορυφόρο του Ιώ



Κρόνος



Ultraviolet

Saturn
March 7, 2003



Visible



Infrared

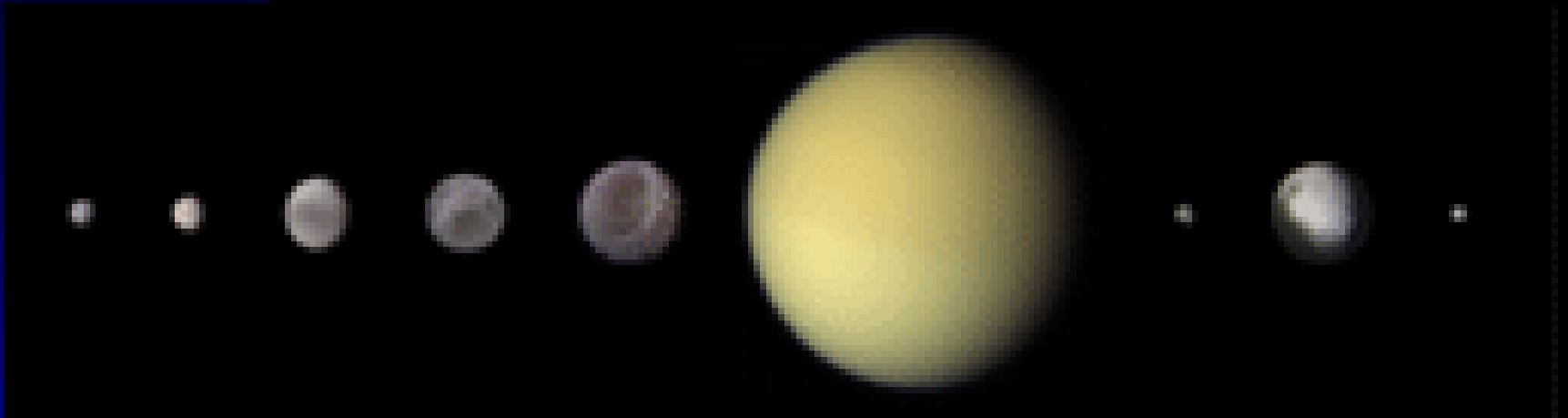
Hubble Space Telescope
Wide Field Planetary Camera 2
NASA and E. Karkoschka (University of Arizona)
STScI-PRC03-23

Κρόνος

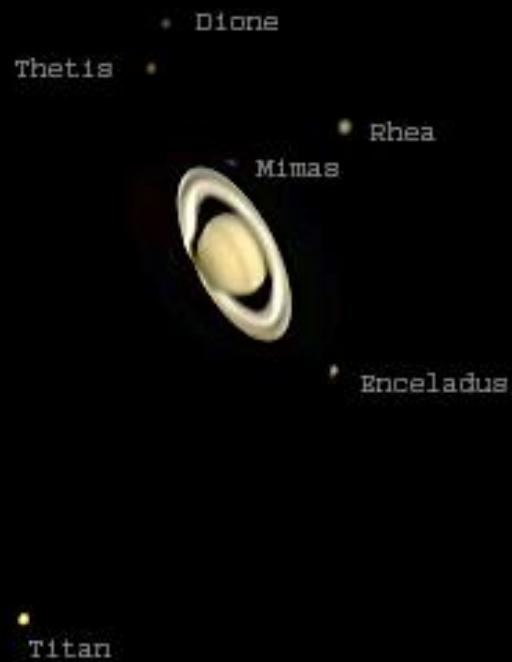


Η περιστροφή του Κρόνου, είναι πολύ γρήγορη με αποτέλεσμα η διάρκεια της ημέρας του να είναι μικρή και να διαρκεί μόνο **10,2 περίπου ώρες**. Αντίθετα, η διάρκεια του έτους του, διαρκεί **29,5 περίπου γήινα χρόνια**. Μέχρι το 1980 πιστεύαμε ότι ο Κρόνος είχε 10 δορυφόρους που ονομάζονται **Ιανός, Μίμας, Εγκέλαδος, Τηθύς, Διώνη, Ρέα, Τιτάν, Υπερίων, Ιαπετός και Φοίβη**. Μετά όμως τις παρατηρήσεις του Voyager 1 προστέθηκαν **άλλοι 12** με τις κωδικές ονομασίες **S11** έως **S22**.

Δορυφόροι του Κρόνου



Δορυφόροι του Κρόνου

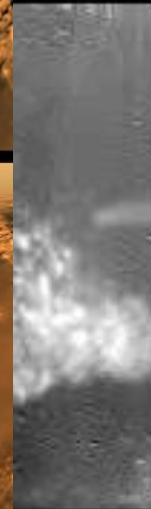
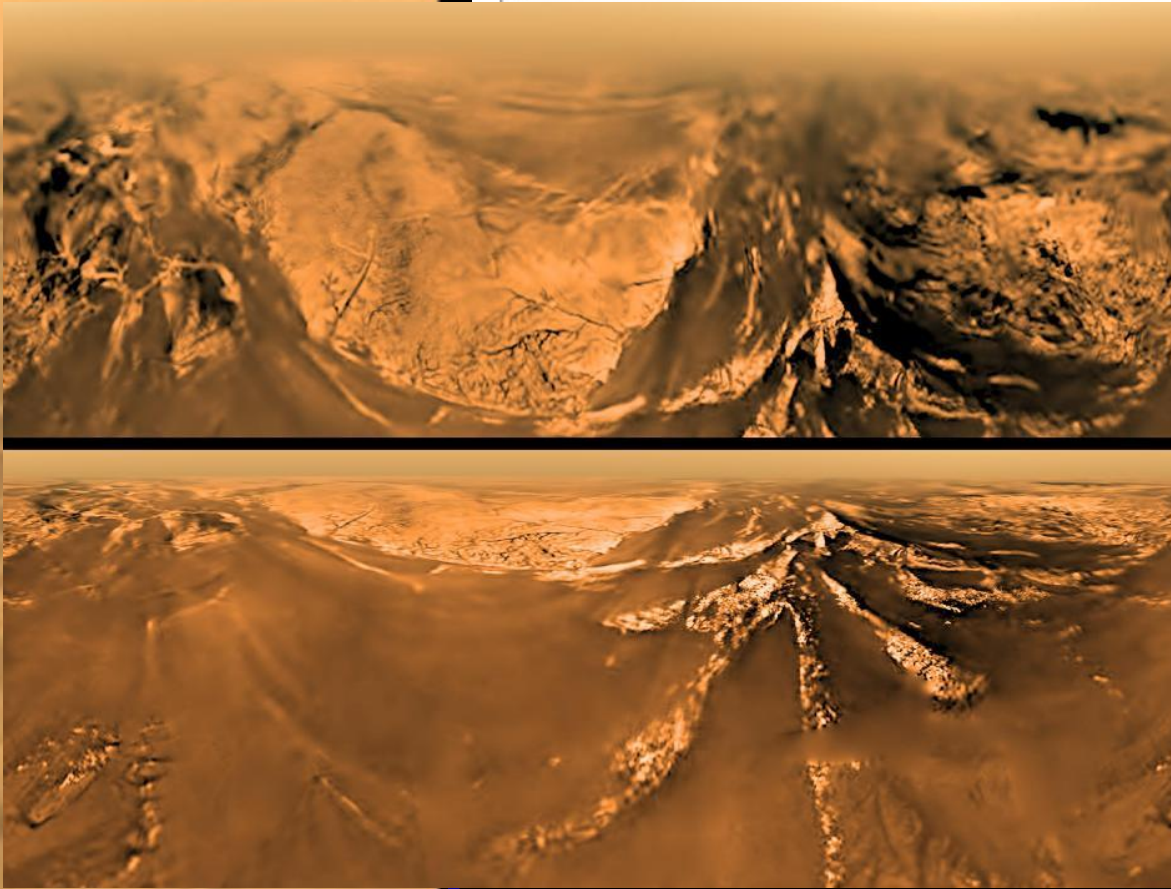


5 de Fevereiro 2004 22:49 UT

Δορυφόροι του Κρόνου

Τιτάνας: Δορυφόρος του Κρόνου

Επιφάνεια (υγρό μεθάνιο)

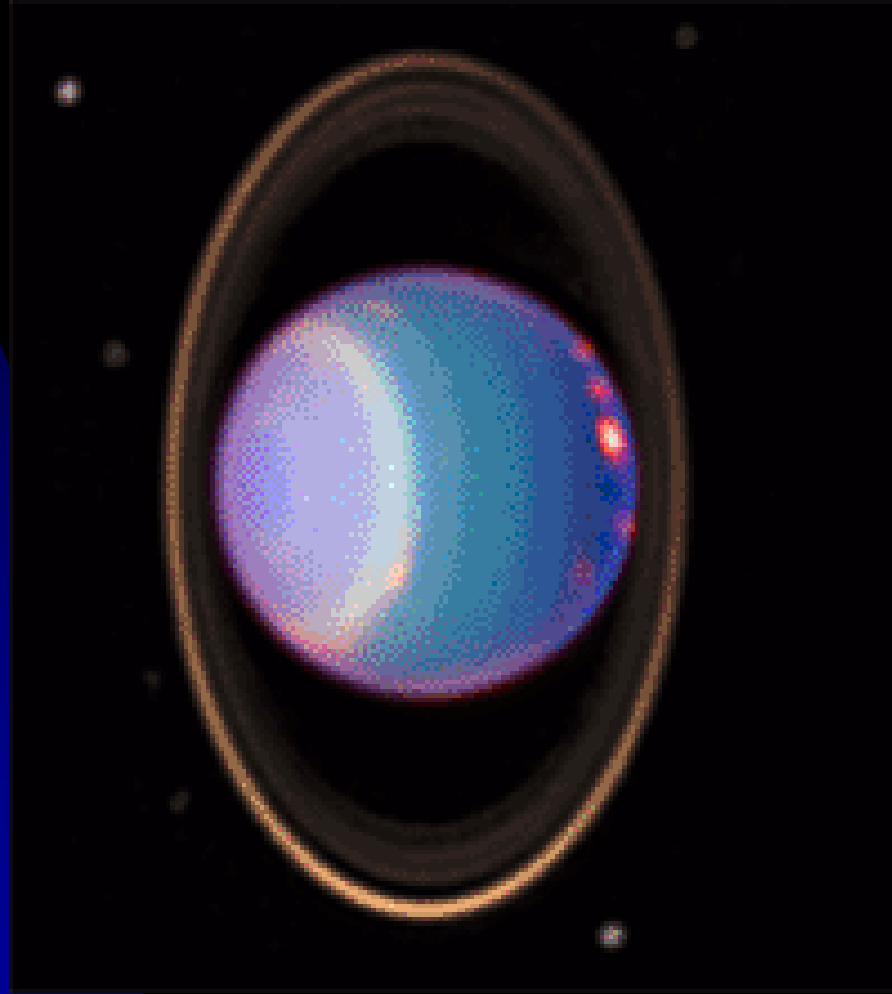


Η επιφάνεια του Τιτάνα από 8 χλμ. ύψος

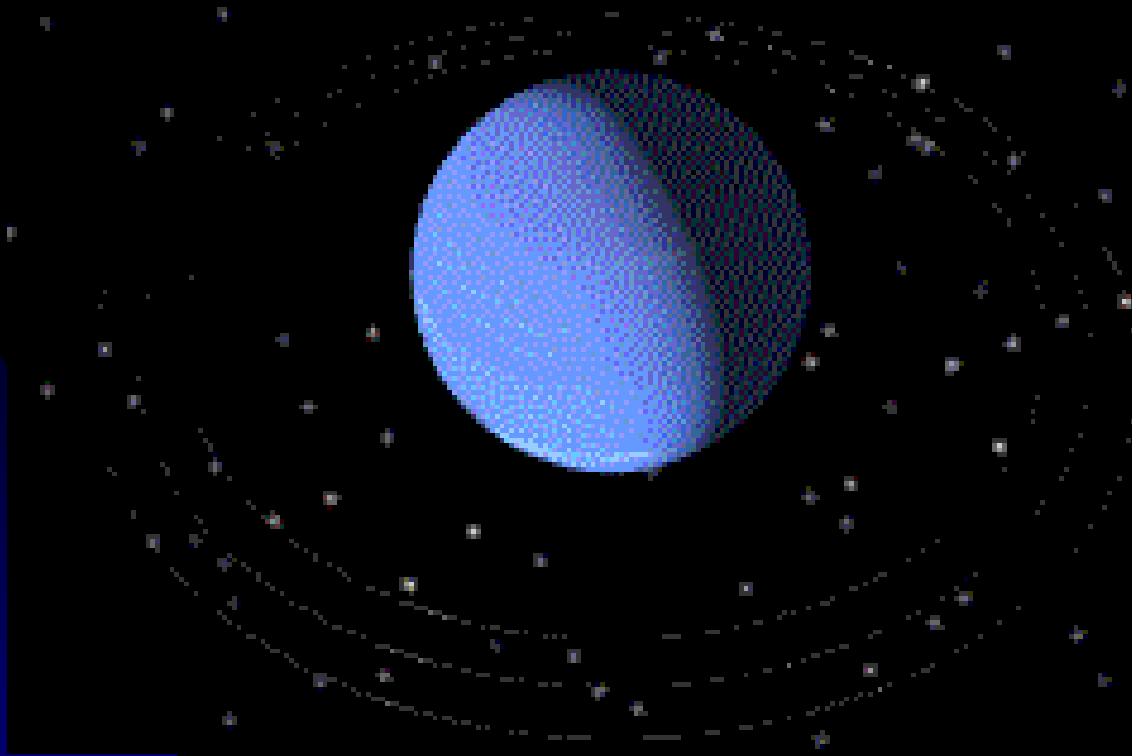


ESA: Διαστημική αποστολή Cassini, άκατος Huygens, Ιανουάριος 2005

Ουρανός



Ουρανός

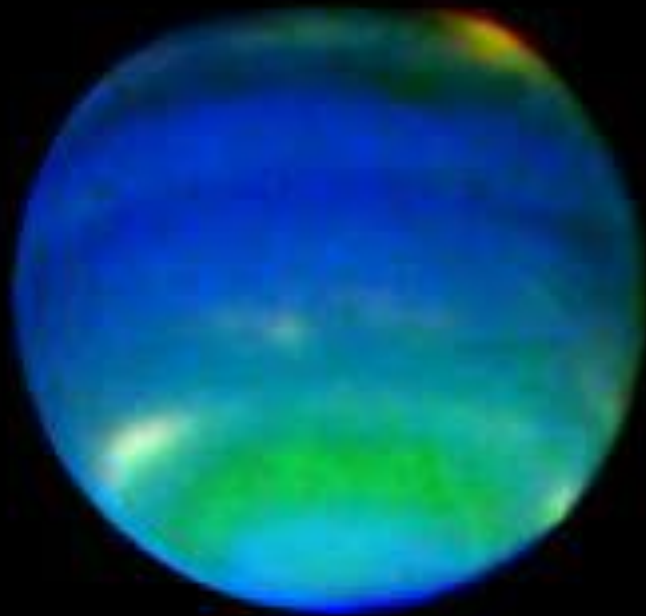


Το δορυφορικό σύστημα του Ουρανού περιλαμβάνει μέχρι σήμερα **27 δορυφόρους** από τους οποίους 10 ανακαλύφθηκαν από τις παρατηρήσεις του Voyager 2. Τα ονόματα των 10 αυτών και σπουδαιότερων δορυφόρων του πλανήτη Ουρανού είναι **Cordelia, Ophelia, Bianca, Cressida, Desdemona, Juliet, Portia, Rosalind, Belinda, Puck, Miranda, Ariel, Umbriel, Titania και Oberon**. Η διάρκεια της ημέρας του, είναι πολύ γρήγορη και διαρκεί **17,9 περίπου ώρες**. Αντίθετα, η διάρκεια έτους του, διαρκεί **84 περίπου γήινα χρόνια**.

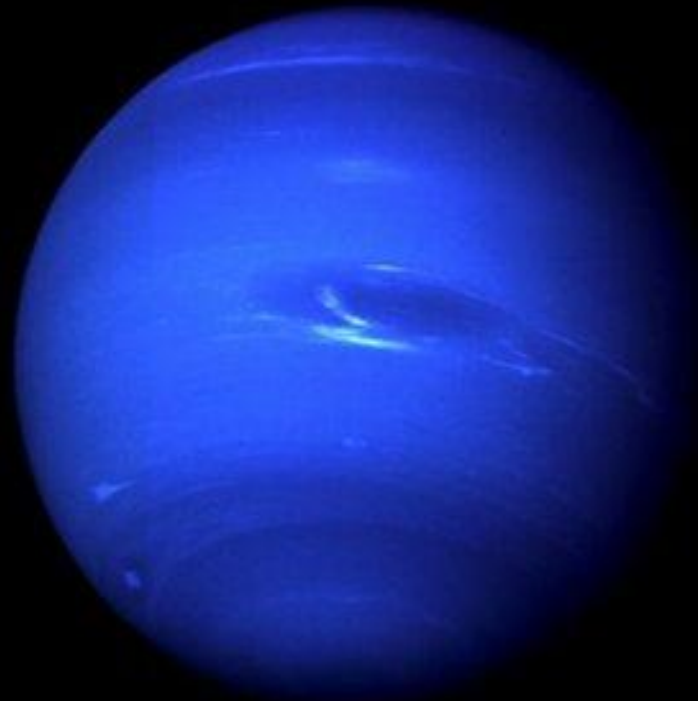
Δακτύλιοι και δορυφόροι του Ουρανού



Ποσειδώνας



Ποσειδώνας



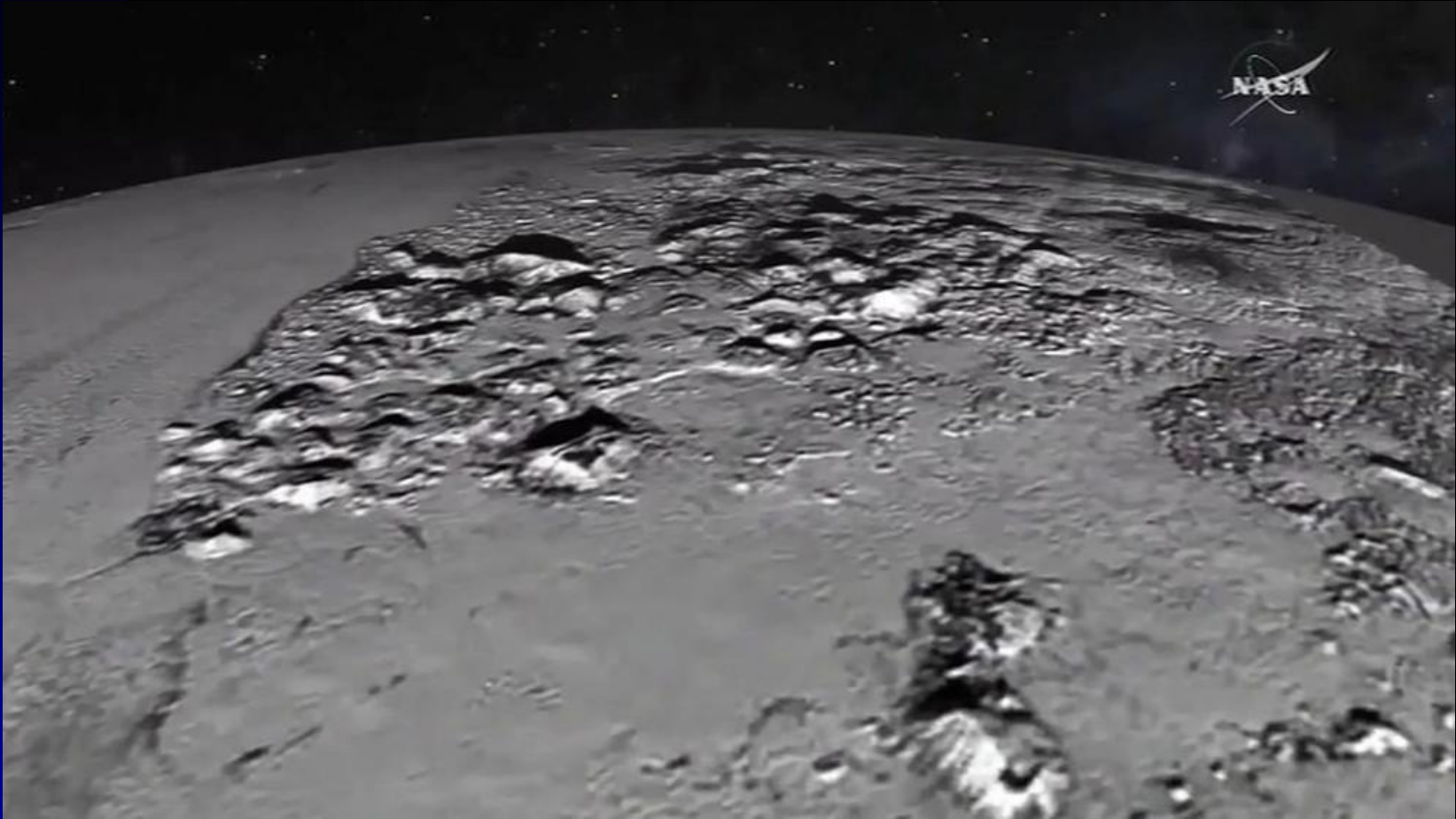
Το δορυφορικό σύστημα του Ποσειδώνα περιλαμβάνει **13 δορυφόρους**. Τα ονόματα των οκτώ κυριότερων δορυφόρων Ποσειδώνα είναι: **Ναϊάς, Θάλασσα, Δέσποινα, Γαλάτεια, Λάρισα, Πρωτεύς, Τρίτων και Νηρηίς**. Η διάρκεια της ημέρας του Ποσειδώνα, διαρκεί **19 περίπου ώρες**. Αντίθετα η διάρκεια του έτους του διαρκεί **165 περίπου γήινα χρόνια**.

Πλούτωνας



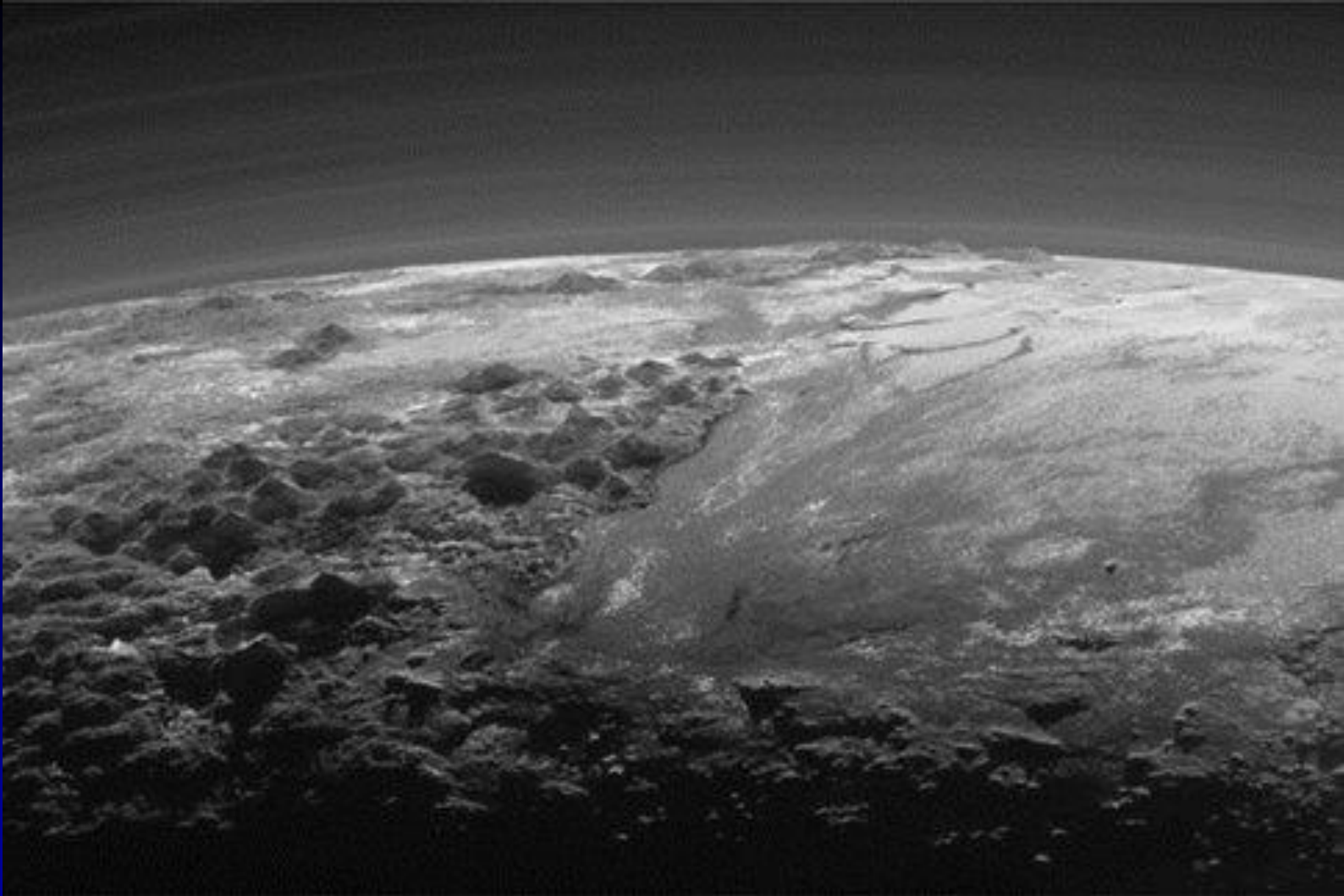
Η διάρκεια της ημέρας του, διαρκεί μόνο **6,4 περίπου ώρες**. Αντίθετα, η διάρκεια του έτους του, διαρκεί **248,5 περίπου γήινα χρόνια**.

Πλούτωνας



Εντυπωσιακές **παγωμένες οροσειρές** ύψους 3,5 χιλιομέτρων, μεγάλες πεδιάδες σκεπασμένες από **χαμηλή ομίχλη**, θαυματικά **ηλιοβασιλέματα** και εκτεταμένοι «**εξωτικούς**» **παγετώνες** από **άζωτο**. (Διαστημική αποστολή NASA "New Horizons", 12.550 km)

Πλούτωνας



Πλούτωνας



Πλούτωνας

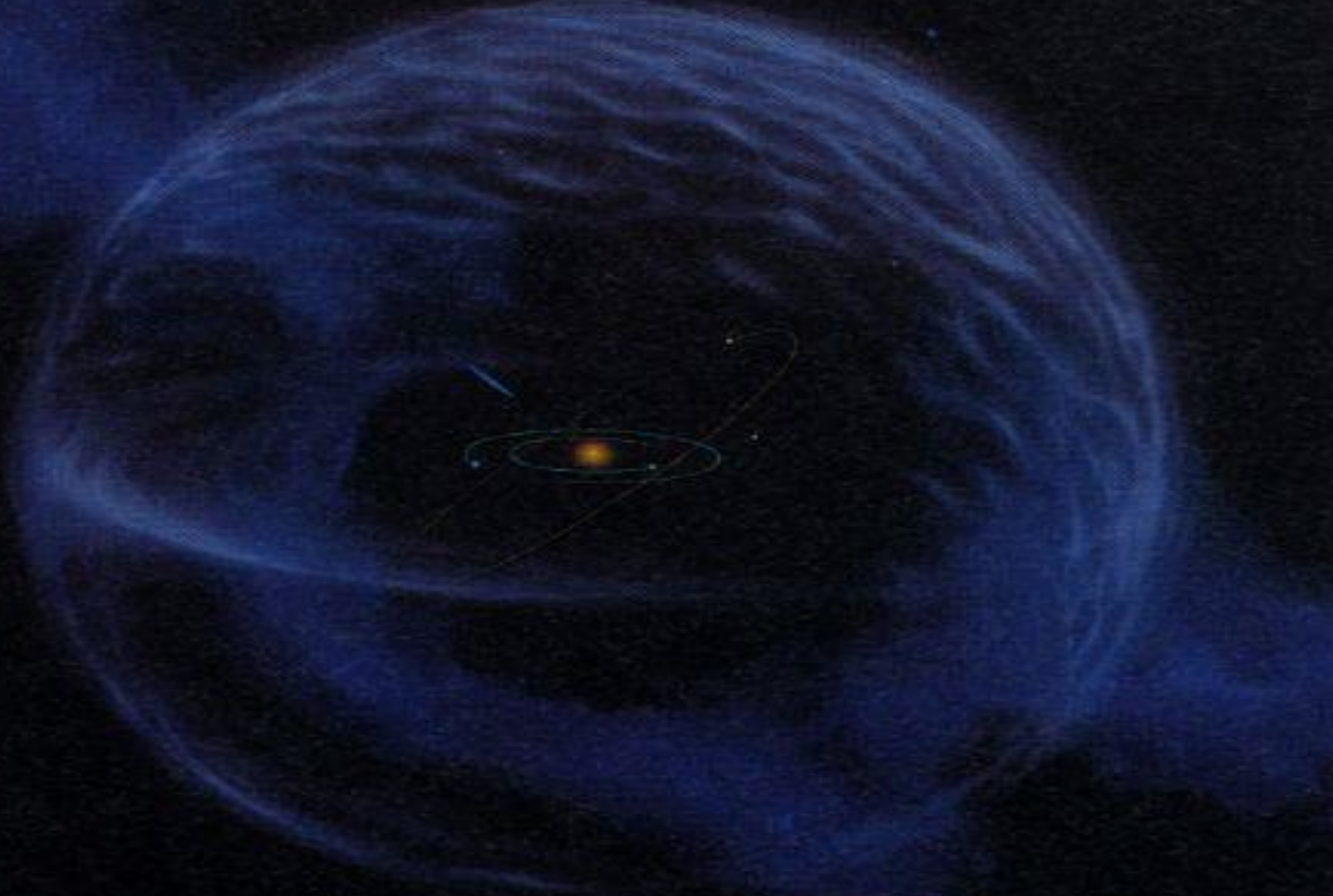


Ο Πλούτων και ο δορυφόρος του Χάρων



Γύρω από τον Πλούτωνα περιφέρεται ο **δορυφόρος του Χάροντας**

Τι υπάρχει πέρα από το Πλανητικό μας Σύστημα;



Κομήτες. Το Νέφος του Oort

Νέφος του Oort

ομάδα 200.000.000.000
περίπου αντικειμένων,
σε μια απόσταση 50.000-
150.000 αστρονομικών
μονάδων

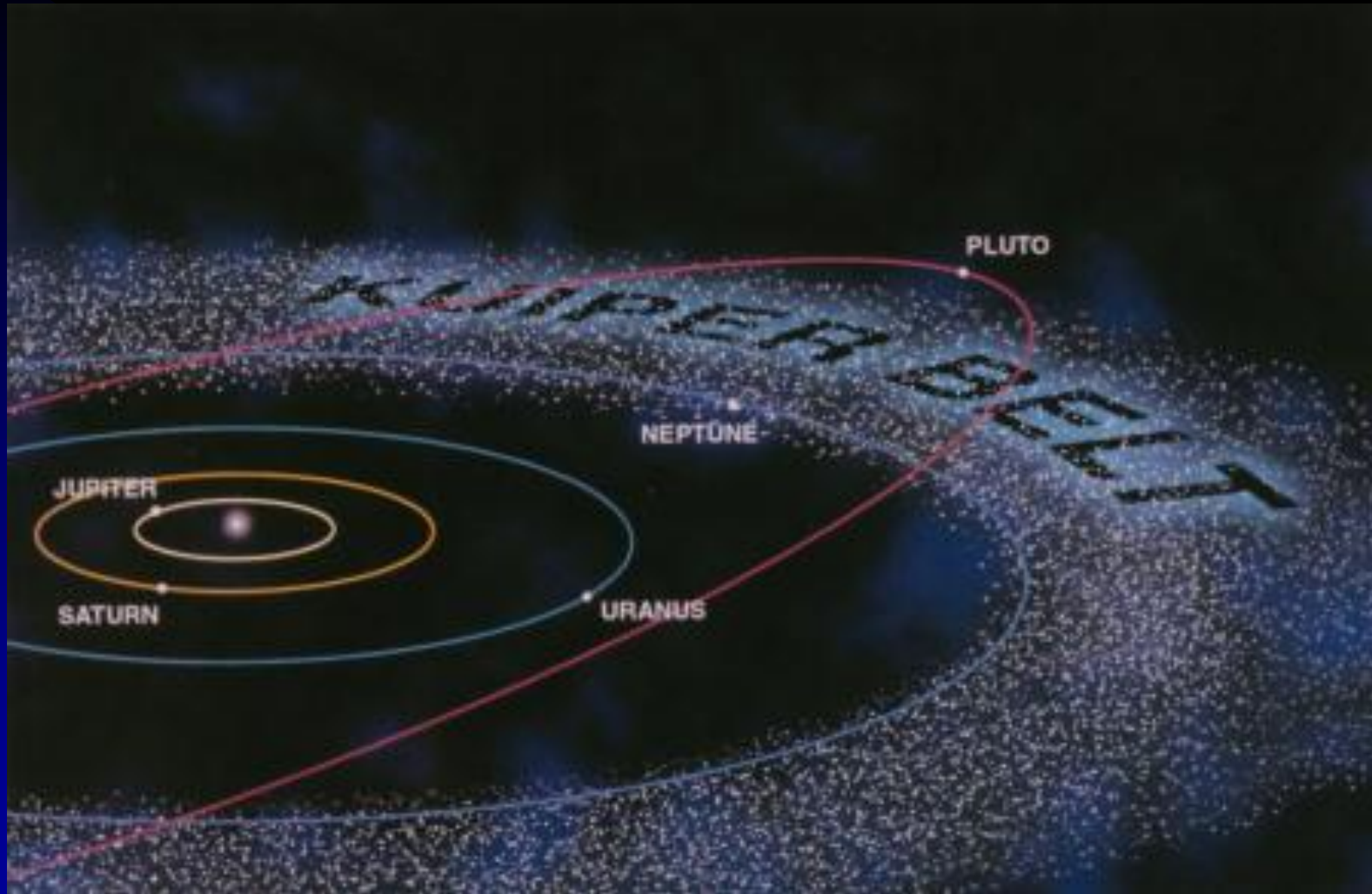
Ζώνη Kuiper

30 μέχρι 50 περίπου
αστρονομικές
μονάδες από τον
Ήλιο

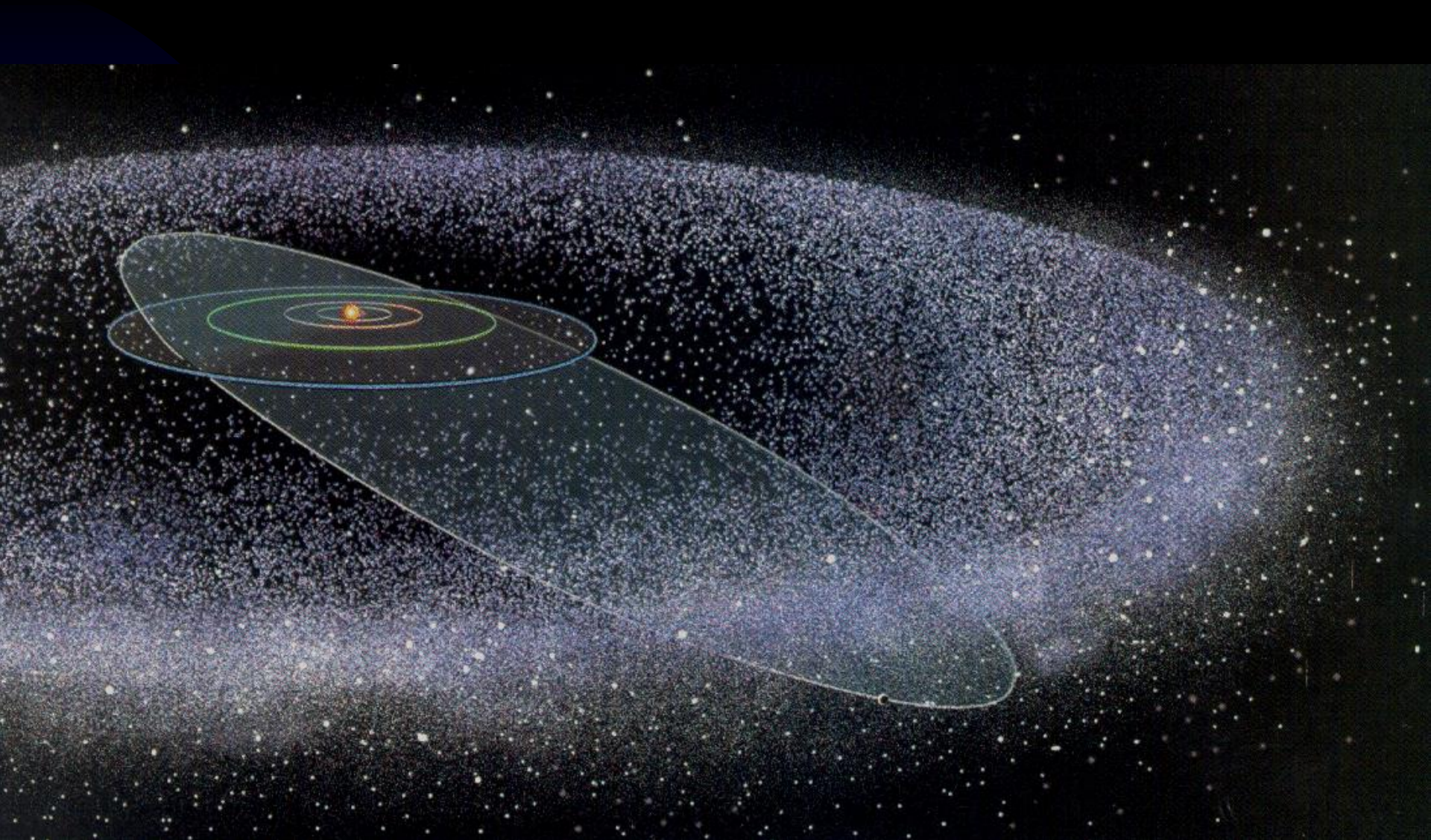
Πλανητικό Σύστημα



Η ζώνη του Kuiper



Η ζώνη του Kuiper



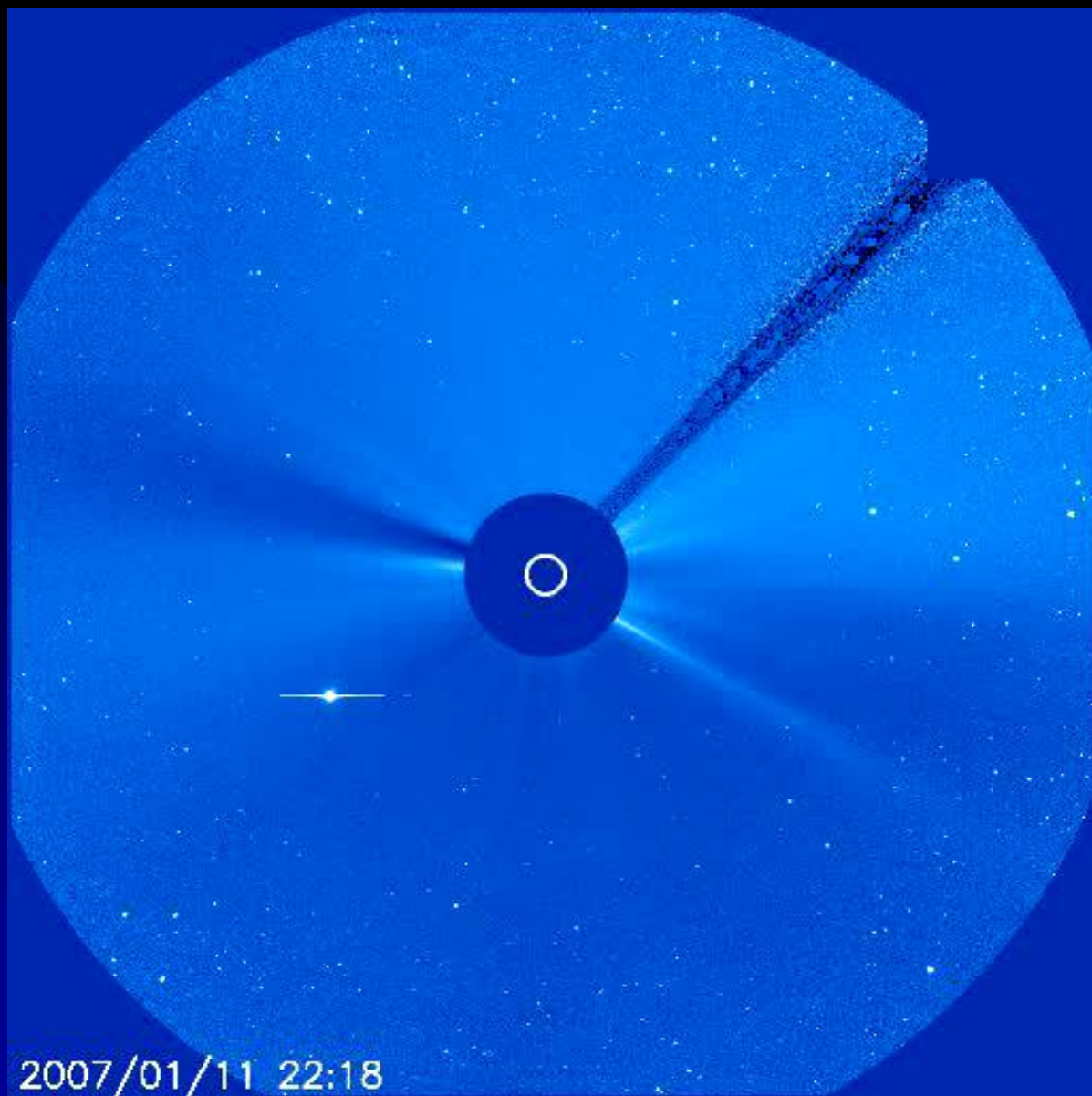
Πυρήνες κομητών



Artist's View of the Kuiper Belt

© Copyright 2002 Calvin J. Hamilton





2007/01/11 22:18

Ο Κομήτης του Halley



Ήταν γνωστός από το 240 π.Χ και έχει **περίοδο 76 ετών**. Η μάζα του κομήτη είναι ίση μόλις με το $1/10^{11}$ της γήινης. Ανακαλύφθηκε επίσημα από τον **Edmund Halley (1656-1742) το 1700**. Εμφανίστηκε πρόσφατα το **1986** και θα επανέλθει το **2062**.

Ο κομήτης Shoemaker-Levy

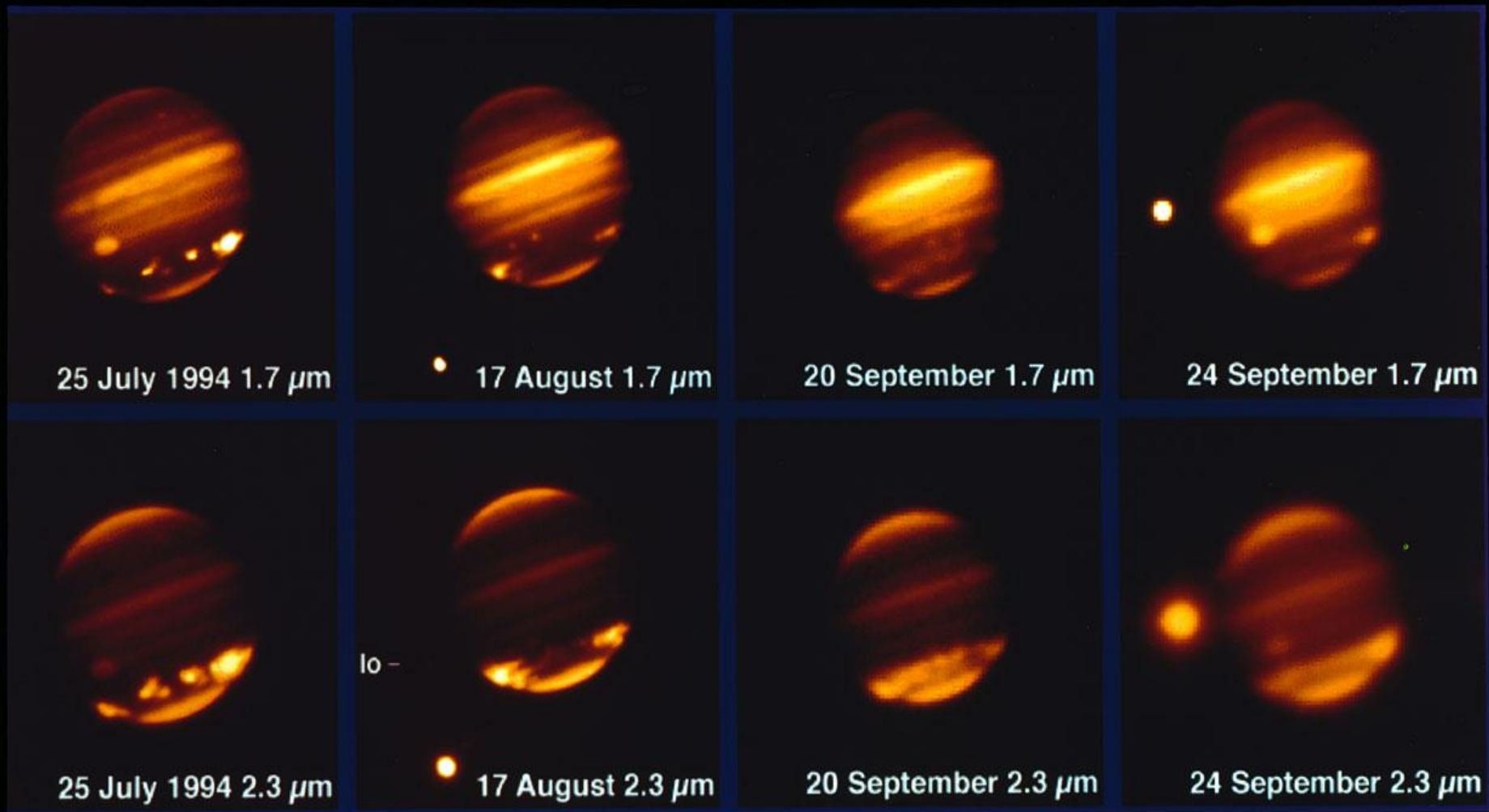
Ο κομήτης **Shoemaker-Levy** ανακαλύφθηκε στις 25 Μαρτίου του 1993, από τους **Eugene Shoemaker και David Levy**.

Δύο χρόνια πριν τον εντοπισμό του είχε διασπαστεί, κάτω από την επίδραση των παλιρροϊκών δυνάμεων του Δία, σε τουλάχιστον 20 κομμάτια.

Comet P/Shoemaker-Levy 9 (1993e) • May 1994



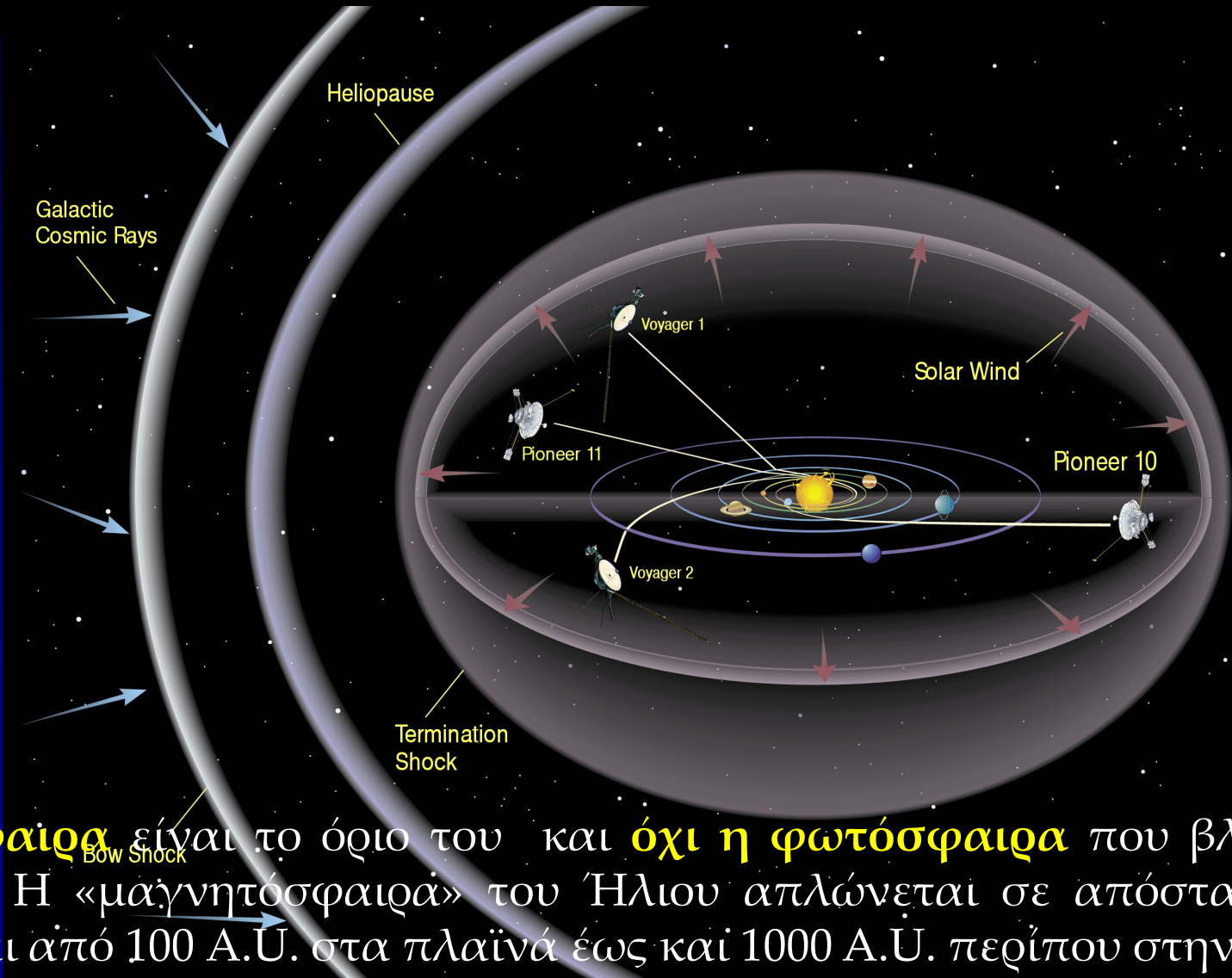
Hubble Space Telescope • Wide Field Planetary Camera 2



Την εβδομάδα 16-22 Ιουλίου του 1994 τα κομμάτια του κομήτη άρχισαν να πέφτουν πάνω στο Δία. **Το θραύσμα F θα είχε καταστρέψει πλήρως την Γη.**

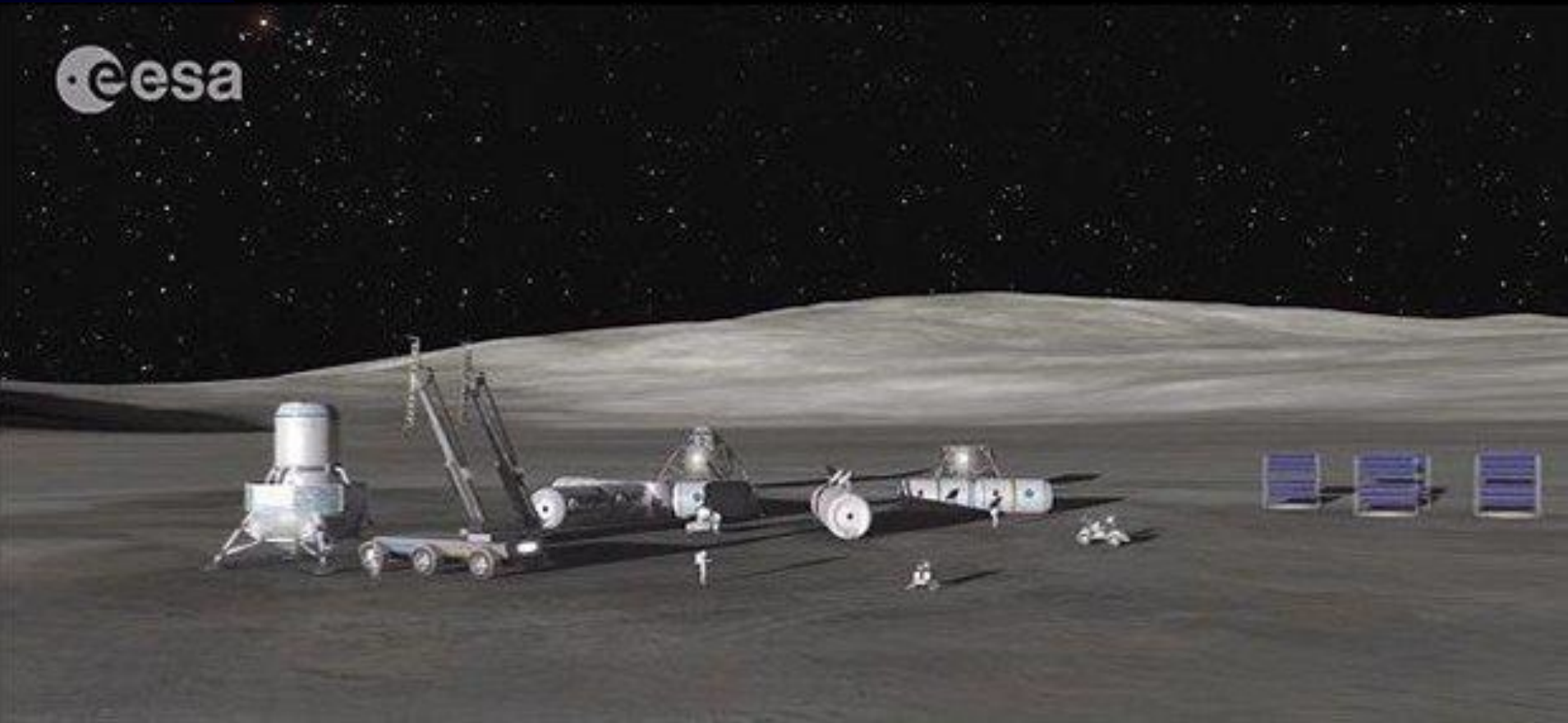
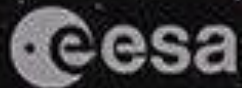
Τα όρια του ηλιακού μας συστήματος.

Ηλιόσφαιρα = ο γ.τ. των σημείων στα οποία η πίεση της ηλιακής ακτινοβολίας ισούται με την πίεση της κοσμικής ακτινοβολίας



Η **ηλιόσφαιρα** είναι το όριο του και **όχι η φωτόσφαιρα** που βλέπει το μάτι μας. Η «μαγνητόσφαιρα» του Ήλιου απλώνεται σε απόσταση που κυμαίνεται από 100 A.U. στα πλαϊνά έως και 1000 A.U. περίπου στην ουρά.

Η κατάκτηση του διαστήματος και η ανθρώπινη ζωή μακριά από τη Γη



Γιατί ο άνθρωπος ενδιαφέρεται να αποικίσει το διάστημα;



Η ίδρυση αποικιών και εγκατάσταση του ανθρώπου στο Διάστημα, ιδιαίτερα σε κοντινούς πλανήτες και δορυφόρους του ηλιακού συστήματος, όπως για παράδειγμα **η Σελήνη και ο Άρης**, φαντάζει για πολλούς ως μια ιδανική λύση

α) για την άντληση ενέργειας και φυσικών πόρων οι οποίοι βρίσκονται σε αφθονία στο Διάστημα.

Γιατί ο άνθρωπος ενδιαφέρεται να αποικίσει το διάστημα;



β) για την εξασφάλιση της επιβίωσης του ανθρώπινου γένους η οποία επιβίωση απειλείται και από φυσικές και από ανθρωπογενείς καταστροφές

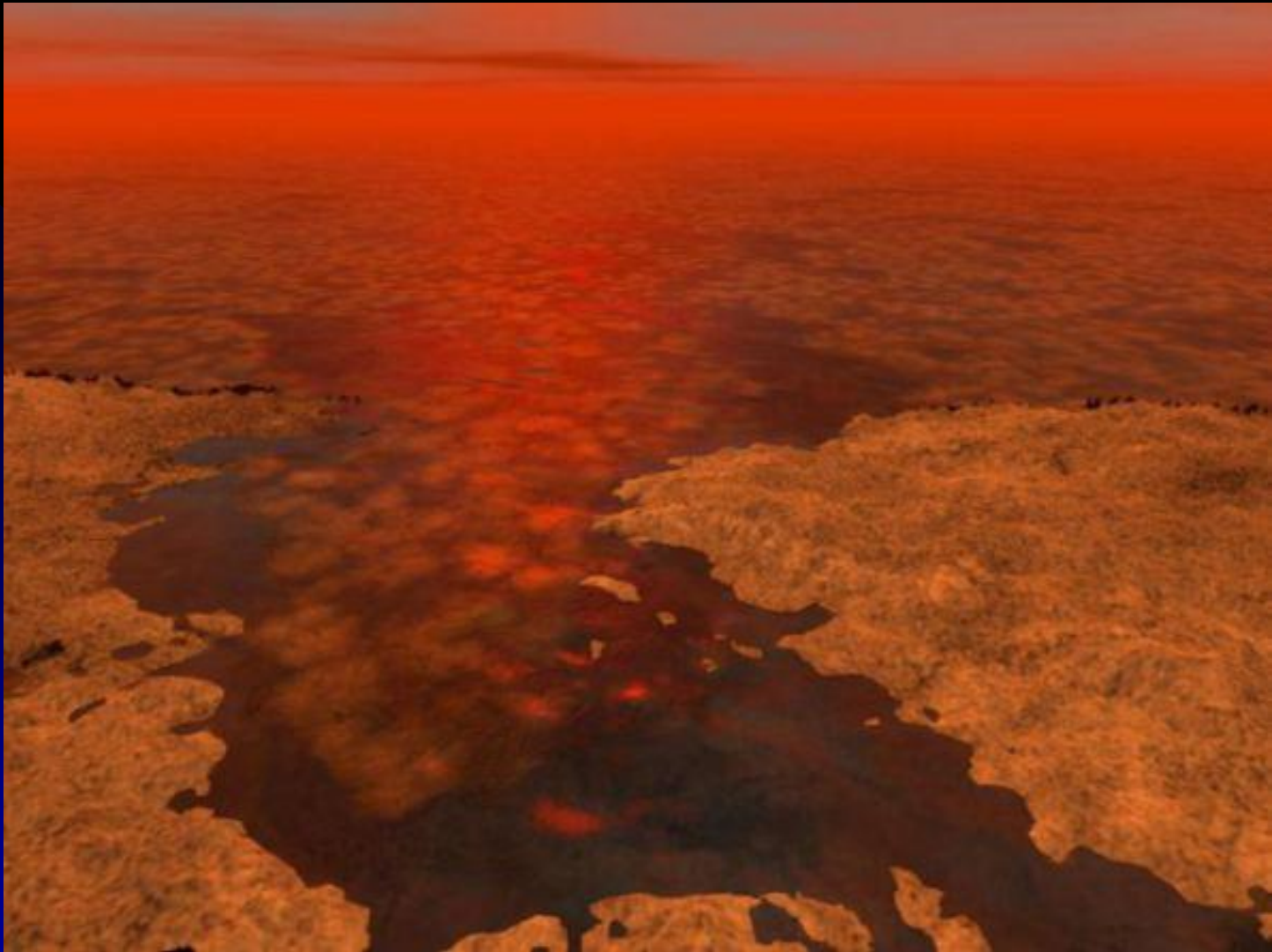
Γιατί ο άνθρωπος ενδιαφέρεται να αποικίσει το διάστημα;



γ) ο άνθρωπος, ως το μοναδικό νοήμον ον, έχει την ηθική υποχρέωση να εξαπλώσει τη ζωή στο σύμπαν.

Διάστημα και ...κέρδος





Ο δορυφόρος του Κρόνου **Τιτάνας** είναι μια απέραντη
λίμνη **υδρογονανθράκων**

Το Ελντοράντο των αστεροειδών !



Ένας αστεροειδής διαμέτρου **500 μέτρων** μπορεί να περιέχει ποσότητα **μετάλλων της ομάδας της πλατίνας** ίση με **όλη αυτήν που έχει παραχθεί στη Γη ως σήμερα.**



Στον αστεροειδή **241 Germania** εκτιμάται ότι υπάρχει ορυκτός πλούτος αξίας 95.8 τρισεκατομμυρίων δολαρίων

Επίσης στους αστεροειδείς:

162385 (2000 BM19): εκτίμηση ορυκτού πλούτου 6.4 τρισ. δολάρια

4034 Vishnu: εκτίμηση ορυκτού πλούτου 5.28 τρισ. δολάρια

5143 Heracles (1991 VL): εκτίμηση ορυκτού πλούτου 2.33 τρισ. δολάρια, κλπ.

Φυσικές και ανθρωπογενείς απειλές



Υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων που μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση του οικοσυστήματος. Η χωρίς μέτρο συγκέντρωση υδρογονανθράκων εξαιτίας της βιομηχανικής δραστηριότητας, επιδεινώνει **το «φαινόμενο του θερμοκηπίου»**

Φυσικές και ανθρωπογενείς απειλές



Η Νέα Υόρκη από την ταινία «Τεχνητή Νοημοσύνη» (2001)

Μια συνέπεια του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η άνοδος της θερμοκρασίας, η οποία προκαλεί σταδιακό αλλά σημαντικά υπολογίσιμο και μετρήσιμο λιώσιμο των πάγων. Μαζική συνέχιση του φαινομένου θα βυθίσει σημαντικό μέρος του πλανήτη κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Φυσικές και ανθρωπογενείς απειλές



Η πόλη της Χιροσίμα ισοπεδώθηκε πλήρως από την αμερικανική ατομική βόμβα

Μια ακόμα ολέθρια πιθανότητα είναι **μια πυρηνική καταστροφή**. Με γνωστές συνέπειες είτε σε πολεμική χρήση (**Χιροσίμα και Ναγκασάκι**) είτε σε πυρηνικό ατύχημα (**Τσερνόμπιλ και Φουκουσίμα**), οι πυρηνικές εκρήξεις μπορεί άμεσα να αφανίσουν κάθε μορφή ζωής σε εκτεταμένα μέρη της Γης. Μάλιστα, εκτός από τις άμεσες καταστροφές, εξαιτίας μεγάλων πυρηνικών εκρήξεων πιθανόν να προκληθεί **«πυρηνικός χειμώνας» στη Γη**.

Διερεύνηση κατά πόσο η ζωή μπορεί να υπάρξει και διατηρηθεί στο διάστημα

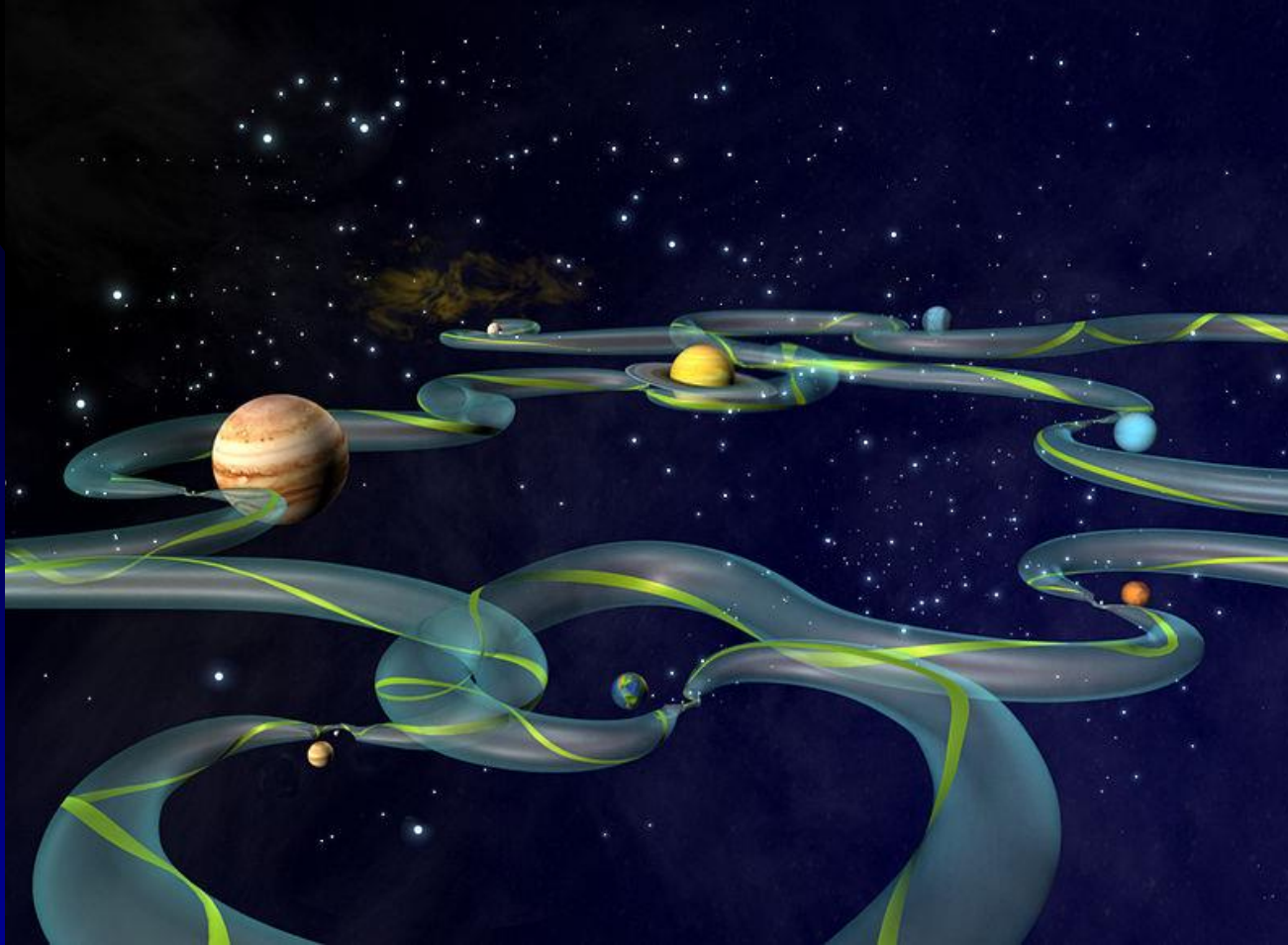


Ποια μορφή θα έχουν οι διαστημικές αποικίες



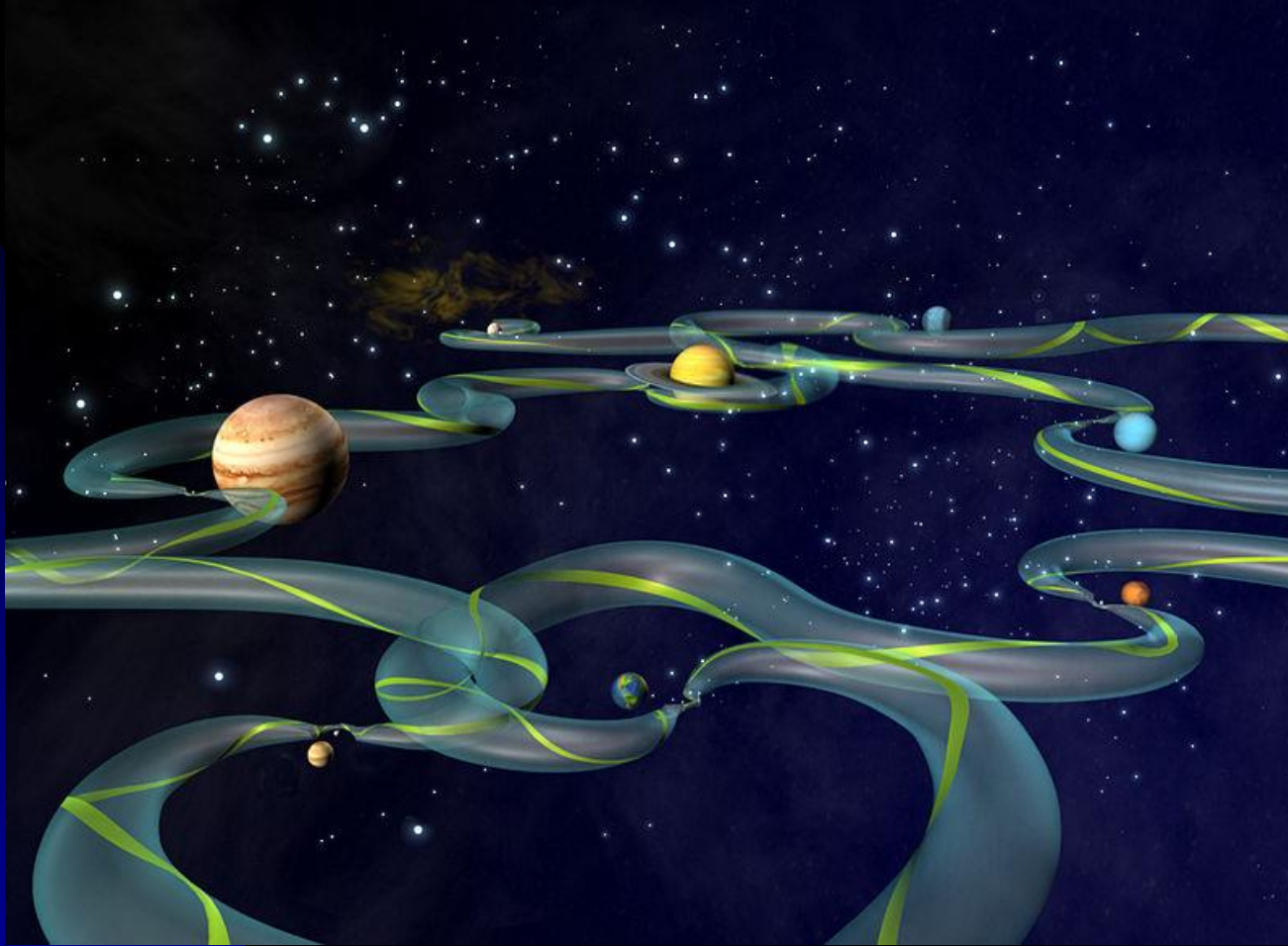
Καταρχήν η κατασκευή διαστημικών αποικιών είναι **ένα σχέδιο εξαιρετικά υψηλού κόστους**. Και αυτό όχι μόνο γιατί οι περιβαλλοντικές συνθήκες εκτός Γης απαιτούν χρήση υλικών ιδιαίτερης αντοχής π.χ. για να αντιμετωπιστούν οι τεράστιες διαφορές θερμοκρασίας. **Αλλά και γιατί το κόστος για να φτάσουν τα υλικά κατασκευής της αποικίας στο διάστημα από τη Γη είναι τεράστιο.** Γι' αυτό ίσως ο αποικισμός του διαστήματος έχει «καθυστερήσει» και πλέον γίνεται με πολύ αργά και προσεκτικά βήματα, με τη σύμπραξη πολλών κρατών και του ιδιωτικού τομέα.

Ποια μορφή θα έχουν οι διαστημικές αποικίες



Η παραπάνω απεικόνιση αναπαριστά το **Δίκτυο Διαπλανητικών Μεταφορών** ώστε να φανεί η συχνά μπερδεμένη πορεία μέσα στο Ηλιακό Σύστημα. Η πράσινη κορδέλα αναπαριστά μία διαδρομή, από όλες τις μαθηματικώς πιθανές, πάνω στην επιφάνεια των ορίων του γαλαξίου σωλήνα.

Ποια μορφή θα έχουν οι διαστημικές αποικίες



Οι περιοχές όπου η κορδέλα αλλάζει απότομα κατεύθυνση αναπαριστούν αλλαγές στην τροχιά στα **σημεία Lagrange** ενώ οι στενές περιοχές αναπαριστούν τοποθεσίες **όπου τα αντικείμενα καθυστερούν**, καθώς τίθενται προσωρινά σε τροχιά γύρω από ένα σημείο, μέχρι να συνεχίσουν την πορεία τους.

Υποστήριξη της ζωής έξω από την Γη



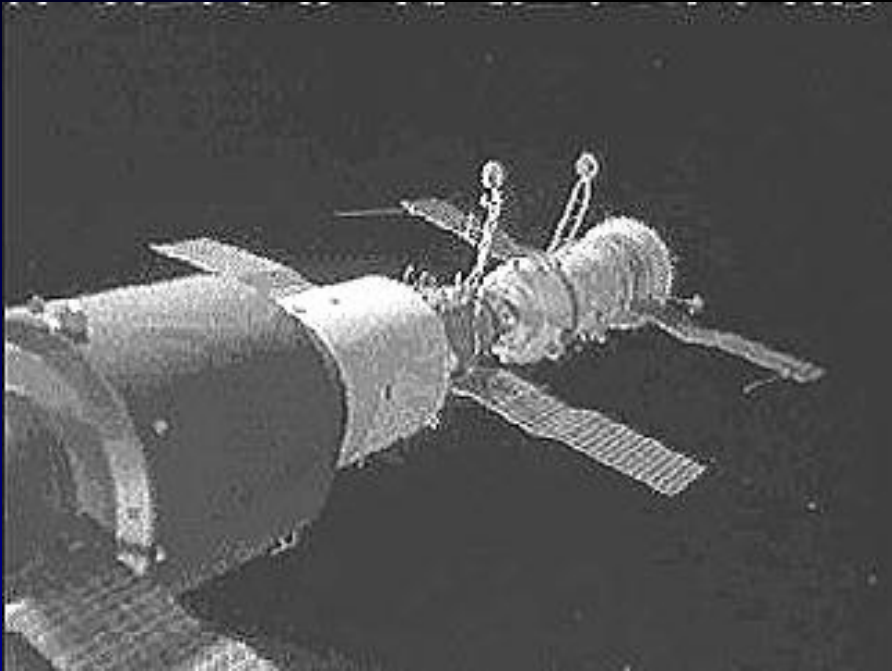
Στις διαστημικές αποικίες ένα **σύστημα υποστήριξης της ζωής** θα πρέπει να ανακυκλώνει ή να εισάγει όλα τα απαραίτητα «συστατικά» **δίχως ποτέ να καταρρεύσει.**

Υποστήριξη της ζωής έξω από την Γη



Το καλύτερο γήινο ανάλογο σύστημα για να φανταστούμε πώς θα είναι, τουλάχιστον για τα πρώτα 200 χρόνια ανάπτυξης της αποικίας, είναι το περιβάλλον των **πυρηνικών υποβρυχίων, που συχνά μένουν κάτω από τη θάλασσα για διάστημα 6 μηνών**, με το ολιγομελές πλήρωμά τους να εξαρτάται πλήρως από τη μηχανική υποστήριξη των συσκευών παραγωγής οξυγόνου

Οι πρώτες μορφές «αποικιών» στο διάστημα. Διαστημικοί σταθμοί



Salyut 1



Skylab

Οι πρώτες μορφές «αποικιών» στο διάστημα. Διαστημικοί σταθμοί



Salyut 7



Mir

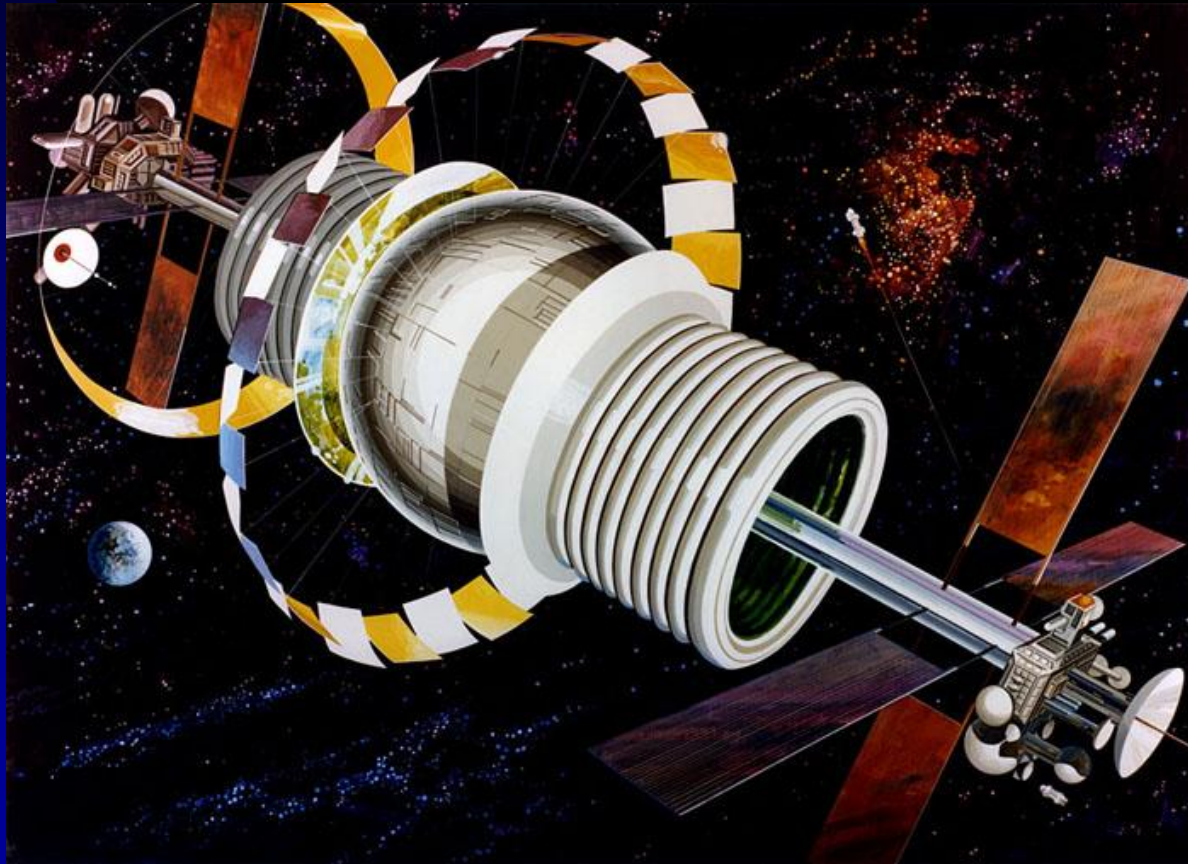
Οι πρώτες μορφές «αποικιών» στο διάστημα. Διαστημικοί σταθμοί



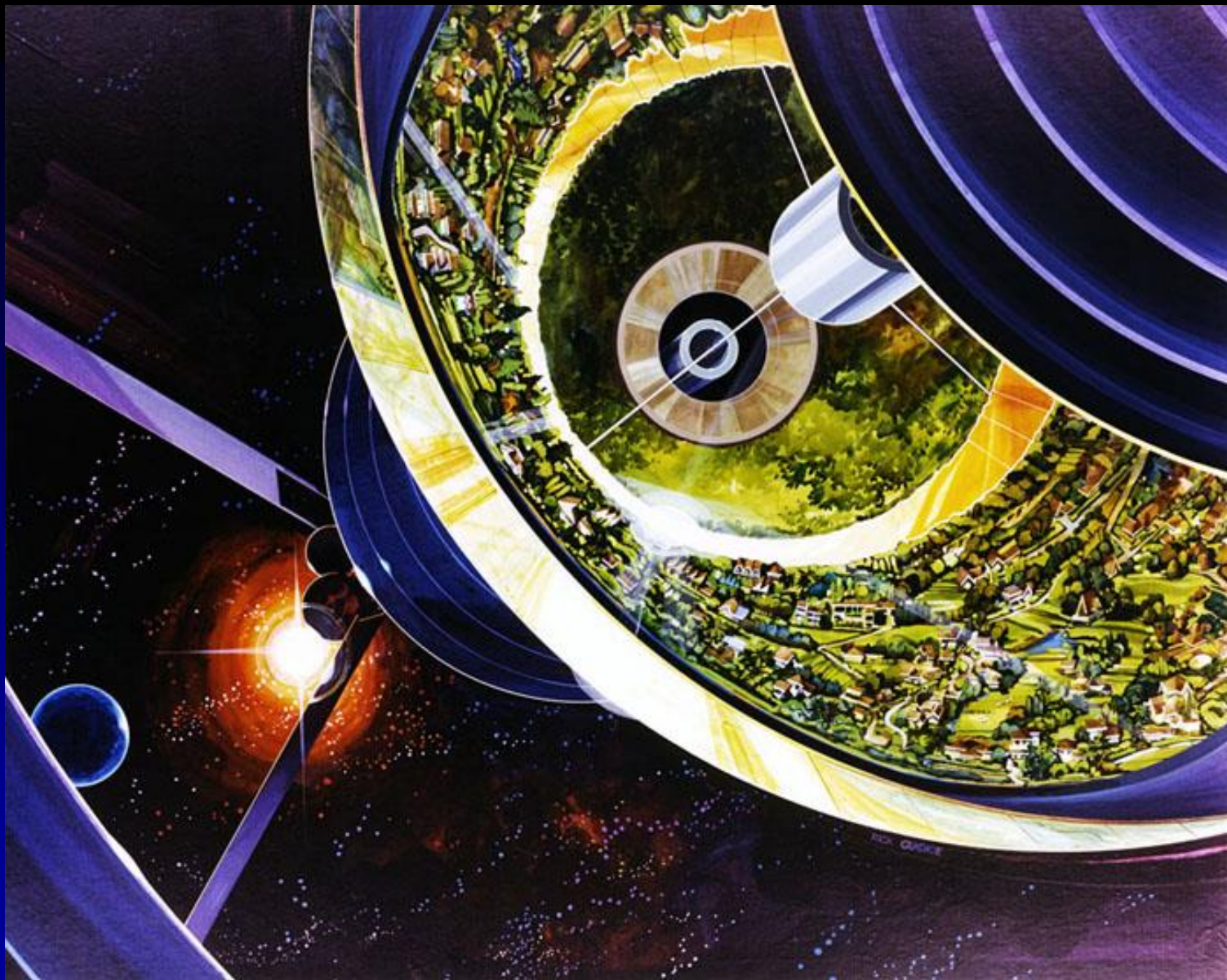
ISS (International Space Station)

Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά

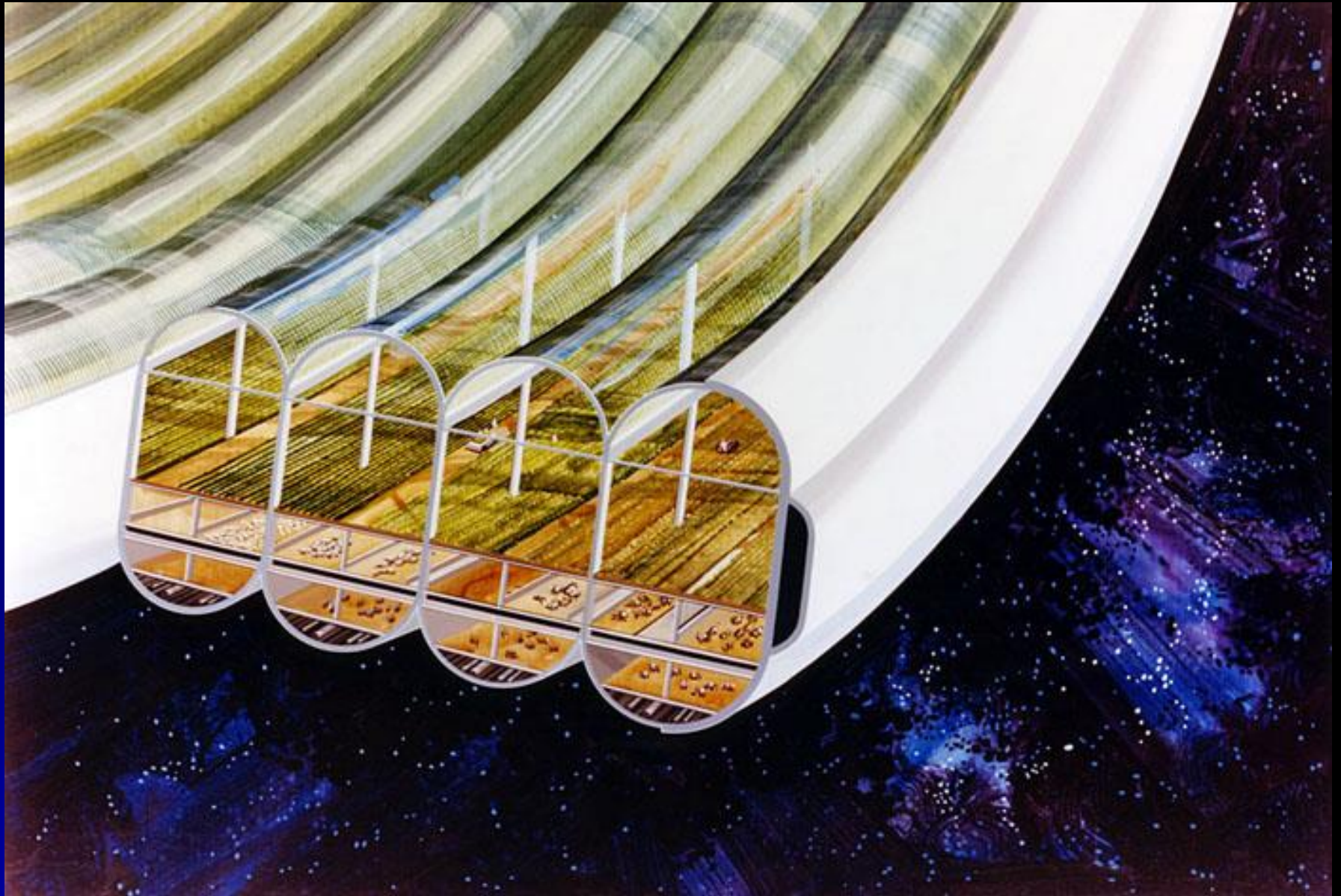
α) Διαστημικές αποικίες όπως τις **φαντάστηκε ο Gerald O'Neil τη δεκαετία του 1970** και τις σχεδίασαν οι **Ντον Ντέιβις (Don Davis)** και **ΡΙκ Τζιούντις (Rick Guidice)**. Είναι εμφανείς οι διαφορετικοί δακτύλιοι, ανάλογα με τη χρήση τους (οικιστική, καλλιέργειες).



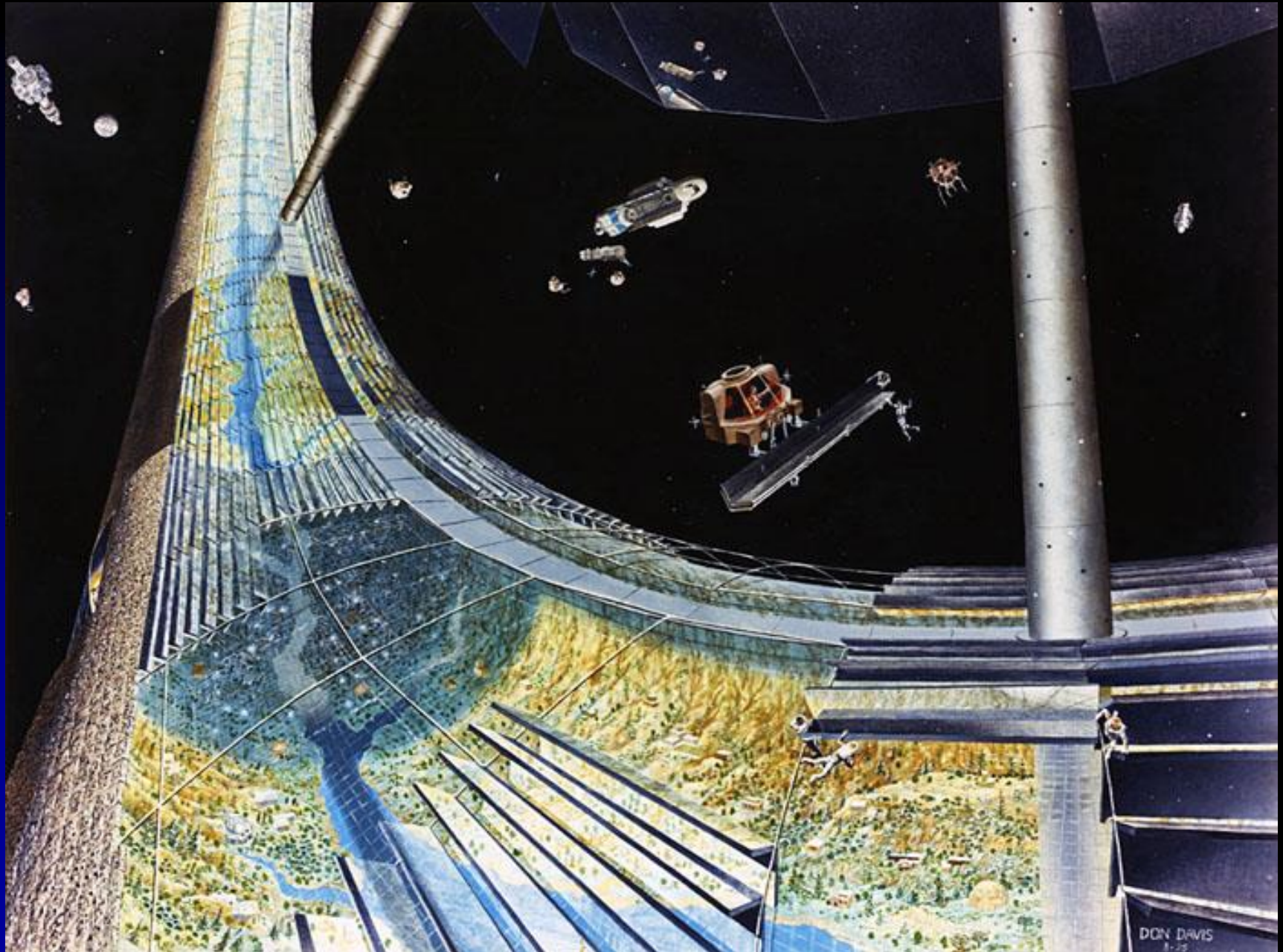
Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



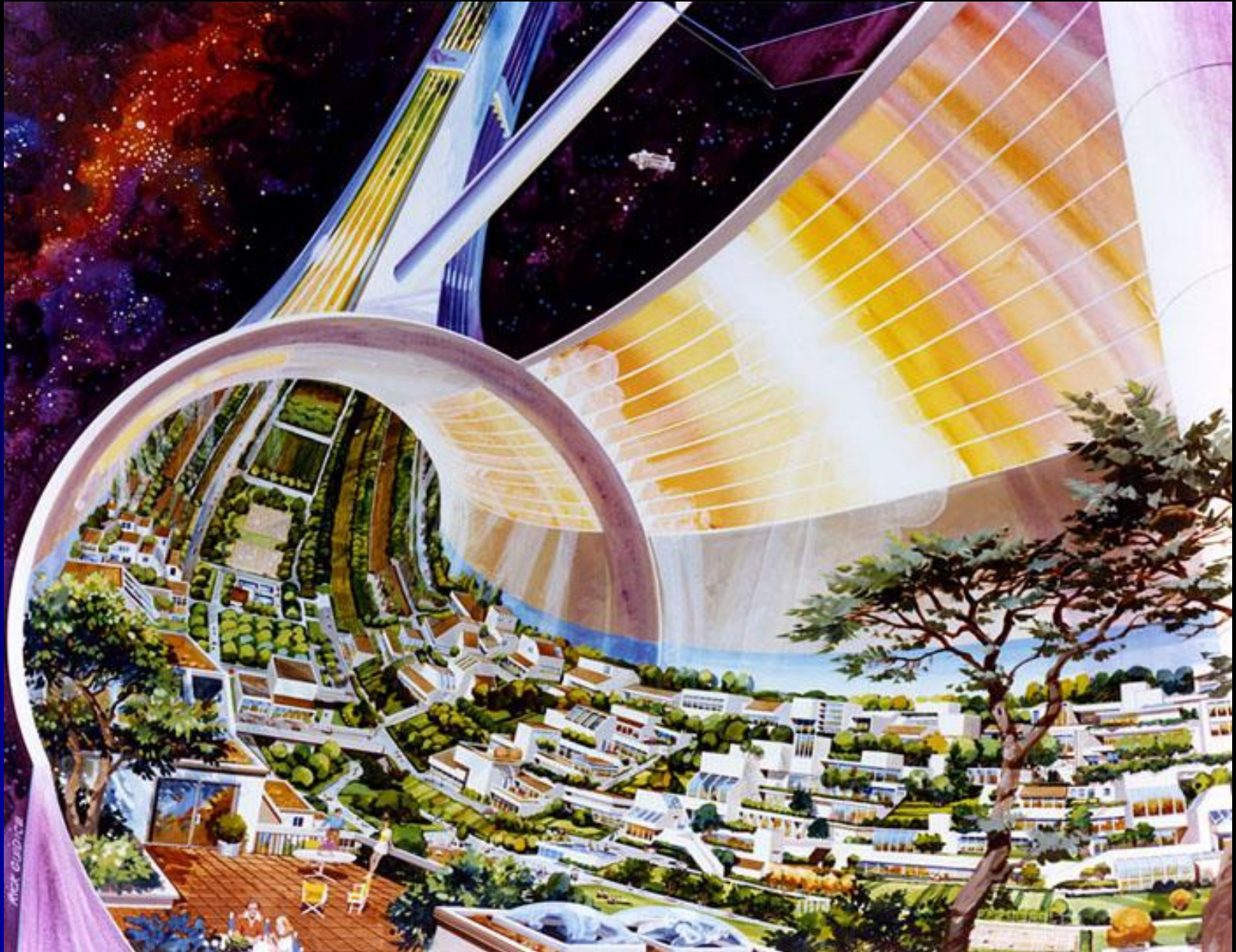
Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά

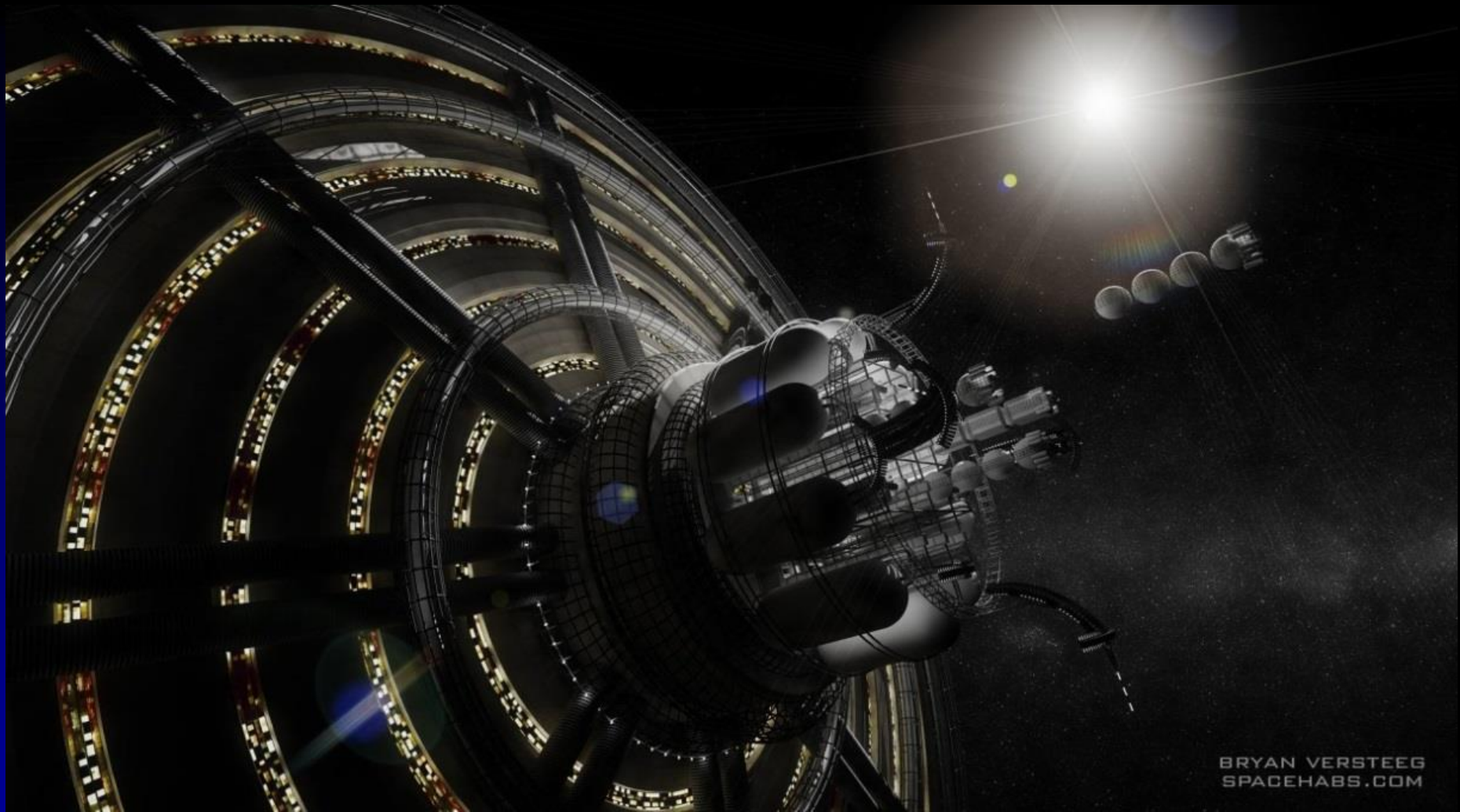


Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά

β) Η αποικία «Καλπάνα» όπως τη σχεδίασε ο **Μπράϊαν Βερστίγκ (Bryan Versteeg)** τη δεκαετία του **1990**, μια πιο σύγχρονη μορφή των ιδεών του Ο'Neil. Στο εσωτερικό διακρίνονται χώροι κατοικίας, αναψυχής και αυτοματοποιημένων αγροτικών καλλιεργειών.



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



BRYAN VERSTEEG
SPACEHABS.COM

Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



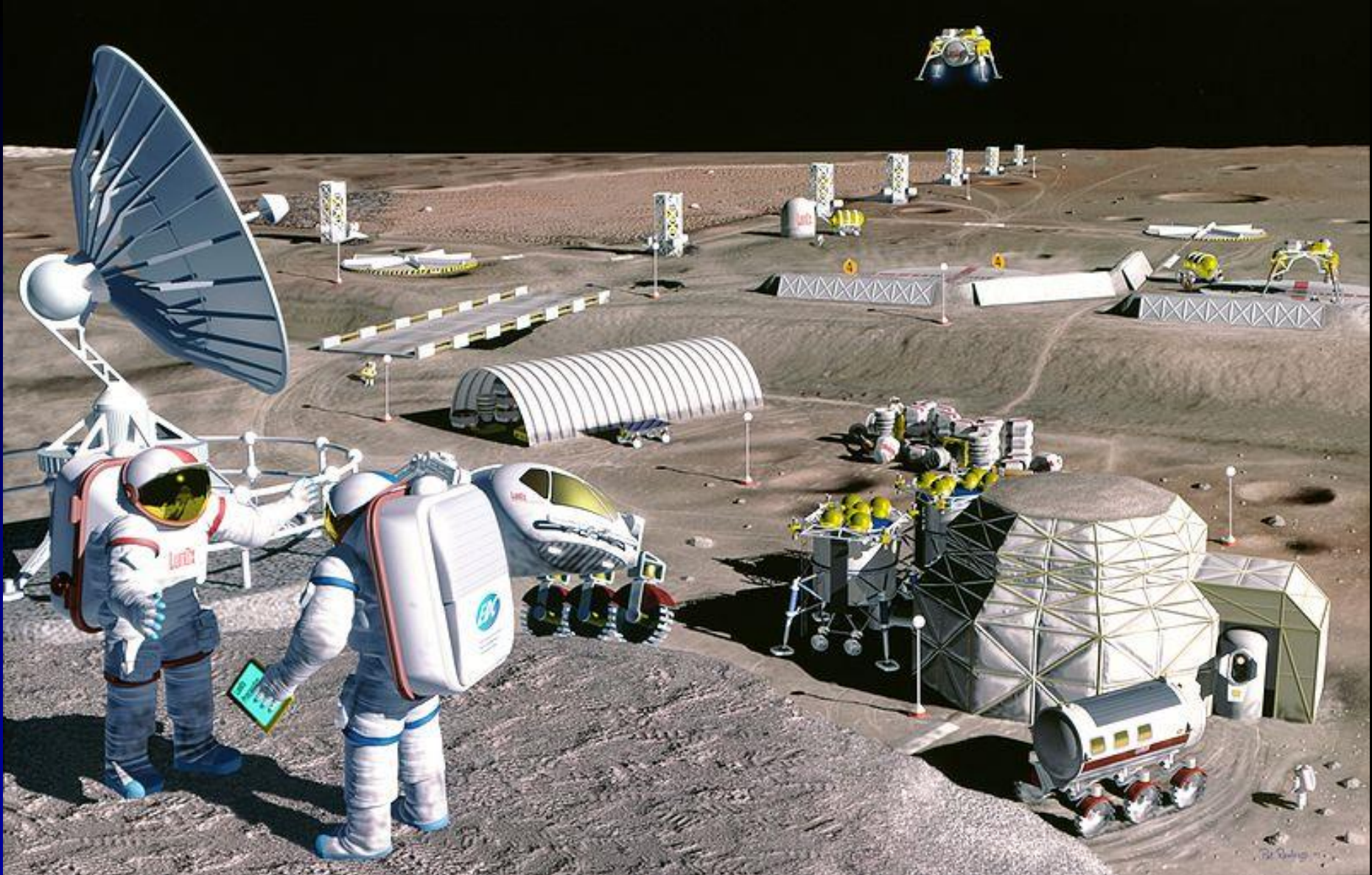
Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Μελλοντικές αποικίες σε τροχιά



Εγκατάσταση σε πλανήτες του ηλιακού συστήματος



Εγκατάσταση στον Άρη



Το χιλιετές πρόγραμμα αποικισμού του Άρη



Γεωδιαμόρφωση στον Άρη. Ξεκινώντας από 18μηνες αποστολές αστροναυτών και προχωρώντας σε σταδιακή διαμόρφωση της ατμόσφαιρας του Άρη με **θερμοκηπικά αέρια**, μέχρι την εισαγωγή **φυτικών οργανισμών** (αναπαράσταση του Stefan Morrell για το National Geographic)

Αέναη πορεία προς την γνώση

Η ανθρώπινη εξέλιξη και φιλοδοξία επιβάλλει την **κατάργηση των συνόρων, την αέναη πορεία προς τη γνώση και την αλήθεια.**



Ανθρώπινη εξέλιξη και φιλοδοξία

Είναι όμως από μόνη της αυτή η θέση αρκετή ως κίνητρο για τον αποικισμό του διαστήματος;

Το μόνο που αποζητάμε τελικά είναι μια τυφλή φυγή προς τα μπρος, δίχως να έχουμε λάβει υπόψη **τις συνέπειες, εκτός από τα πιθανά οφέλη;**



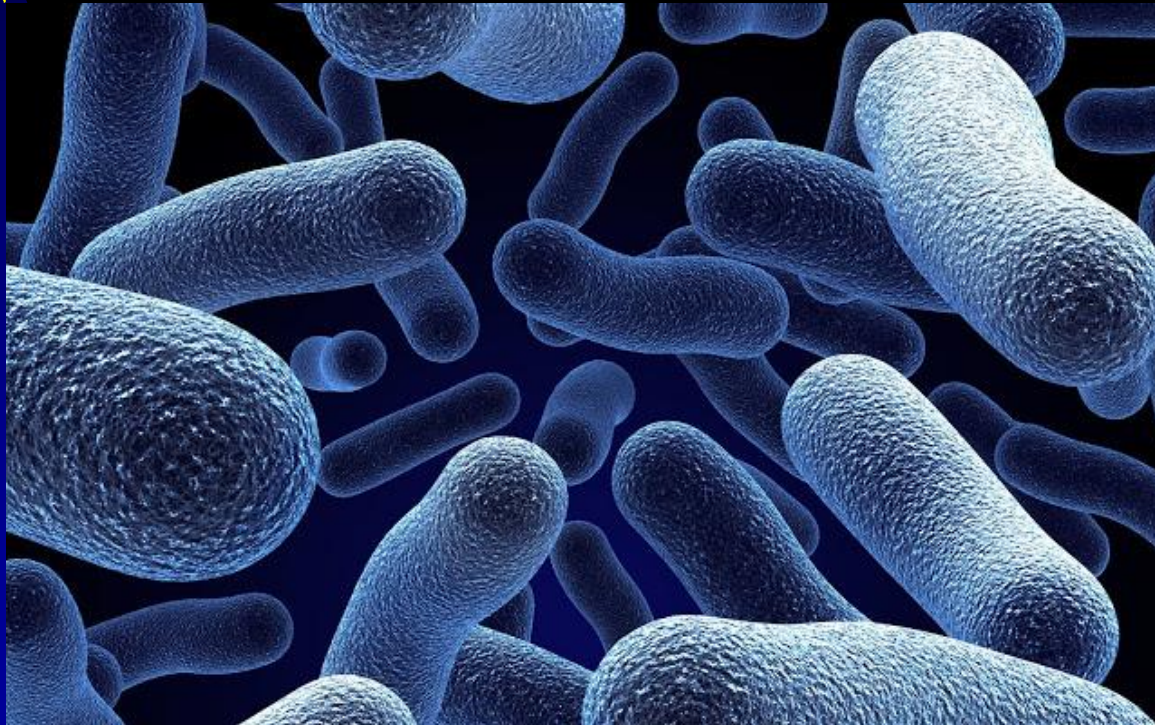
Συνέπειες και ερωτήματα

Έχει δικαίωμα ο άνθρωπος να μετατρέπει **κόκκινους** πλανήτες σε **πράσινους**, παίζοντας με τους νόμους της φυσικοχημείας και της εξελικτικής βιολογίας σε τόσο μεγάλη κλίμακα;



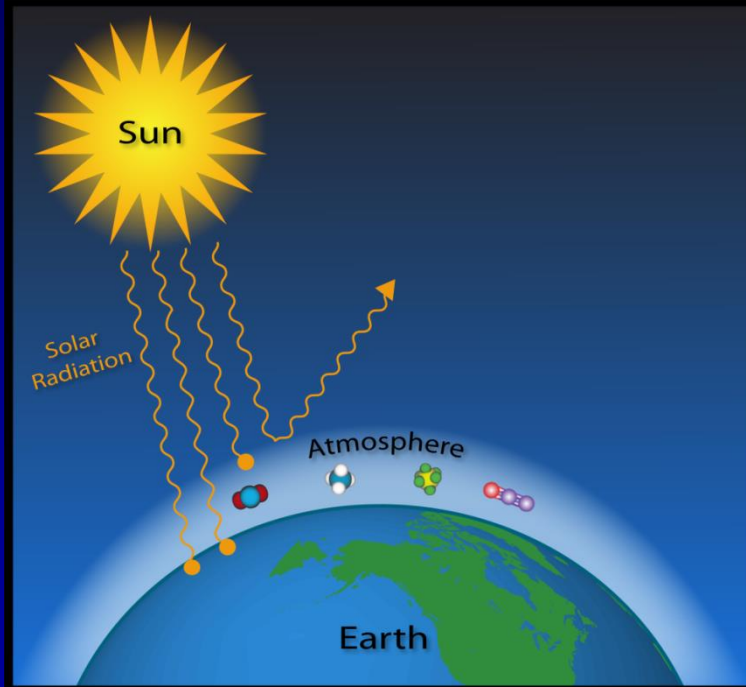
Συνέπειες και ερωτήματα

Εάν στην επιφάνεια κάποιου πλανήτη ή κάτω από αυτήν βρίσκονται κάποιοι **μικροοργανισμοί**, δεν έχουν και αυτοί δικαίωμα στα δισεκατομμύρια έτη της ιστορίας που τους αναλογούν για να εξελιχθούν, όπως, πιθανόν, οι πρώτοι μικροοργανισμοί στη Γη; **Το μόνο που περιμένουν είναι «το χέρι του ανθρώπου»;**



Συνέπειες και ερωτήματα

Ακόμα και αν καταφύγουμε στο σενάριο της γεωδιαμόρφωσης (π.χ. του Άρη ή της Σελήνης), αυτό θα είναι ένα **έργο πρωτόγνωρο που δεν θα μπορεί να σταματήσει ή να αναιρεθεί** αν δεν εξελιχθεί όπως πρέπει. Ένα ανεξέλεγκτο φαινόμενο **θερμοκηπίου** ή **πολλαπλασιασμός ενός μικροβίου** μπορεί να καταστήσει τον πλανήτη μη βιώσιμο.



Τραγικές επιπτώσεις;

Ερώτημα επίσης αποτελεί το πώς θα είναι η ζωή των κατοίκων που θα κληθούν να ζήσουν στις διαστημικές αποικίες ή στους γεωδιαμορφωμένους πλανήτες. Καθώς οι γενιές θα περνούν, η ζωή στη διαστημική αποικία θα πάρει το δικό της δρόμο, και ο **μητρικός πλανήτης, η Γη, θα φαντάζει ίσως μια μακρινή ανάμνηση, που θα βρίσκεται πλέον μόνο στα βιβλία**, όπως ήταν η Ευρώπη για τους αποίκους του Νέου Κόσμου και τους απογόνους τους. Κάτοικοι θα γεννιούνται και θα πεθαίνουν πάνω στην αποικία, χωρίς να έχουν επισκεφθεί ποτέ τη Γη, εκτός ίσως από λίγους εκλεκτούς, που η εργασία τους ή η οικονομική τους δυνατότητα θα τους επιτρέπει «διαστημικά ταξίδια».



Τραγικές επιπτώσεις;

Ήδη γνωρίζουμε ότι αστροναύτες που έμειναν για 6 μήνες στο διάστημα, παρόλη την εσκεμμένη καθημερινή εντατική άσκηση, **έχαναν κάθε μήνα 2% της σκελετικής τους μάζας** και οι μύες τους, εφόσον ζούσαν σε περιβάλλον μηδενικής βαρύτητας, ατροφούσαν σημαντικά.



Τραγικές επιπτώσεις;

Ακόμα και αν φτιαχτούν διαστημόπλοια που λόγω περιστροφής επιτυγχάνουν να υπάρχει βαρύτητα στο εσωτερικό τους, **θα πρόκειται για μια καινούργια, μη δοκιμασμένη και αναξιόπιστη τεχνολογία**, ώστε να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά ανθρώπων. Η διαφορετική ατμόσφαιρα και η διαφορετική ηλιοφάνεια επίσης θα επηρεάσουν τα χαρακτηριστικά των αποίκων του διαστήματος.



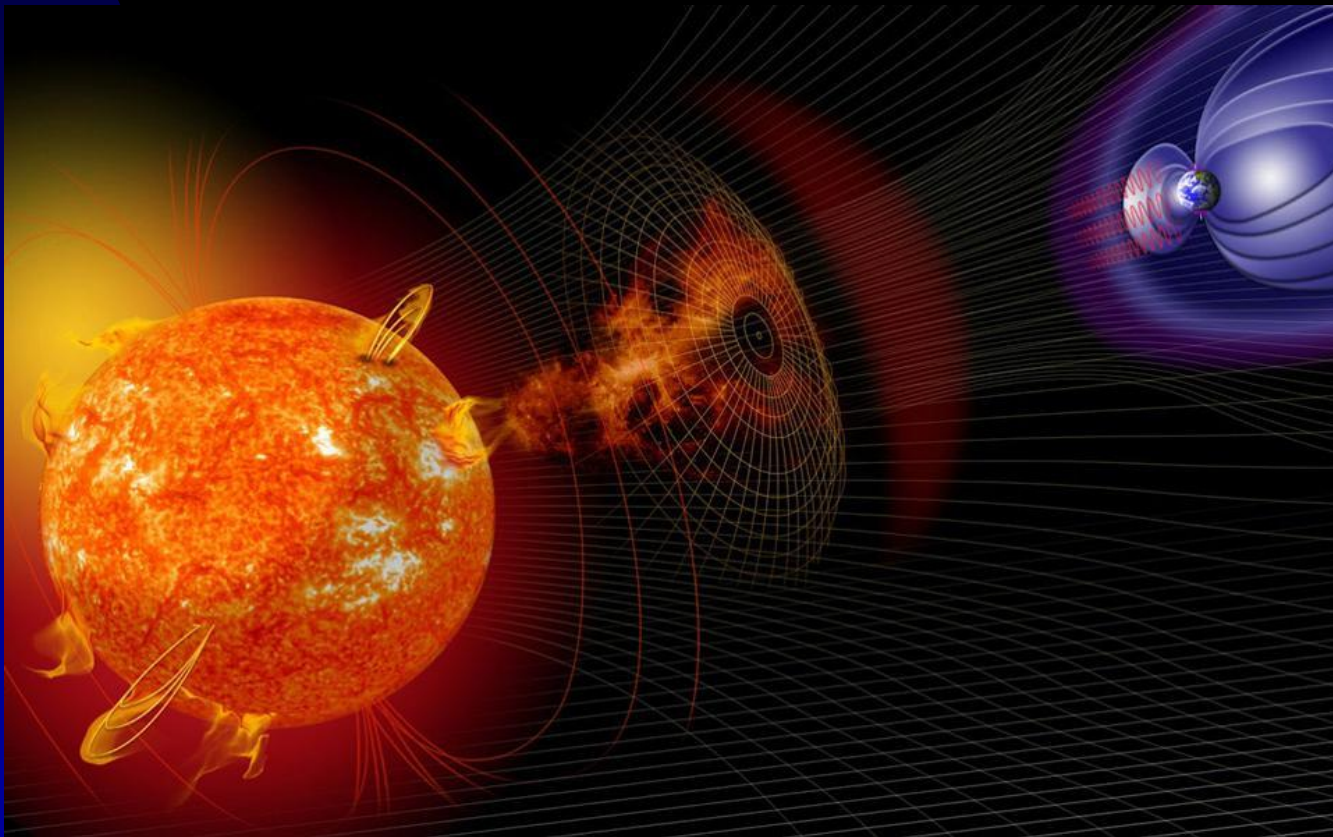
Τραγικές επιπτώσεις;

Όσοι γεννηθούν στη Σελήνη ή στον Άρη θα είναι σημαντικά **ψηλότεροι και λεπτότεροι** από το γήινο πληθυσμό, λόγω της μικρότερης βαρύτητας.



Τραγικές επιπτώσεις;

Οι **ηλιακές καταιγίδες** και η **κοσμική ακτινοβολία** απαιτούν ιδιαίτερη προστασία στο διάστημα, όπου δίχως τη γήινη ατμόσφαιρα για προστατευτικό φίλτρο, πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικά καταφύγια για την αποφυγή των επικίνδυνων υπεριωδών ακτίνων.



Τραγικές επιπτώσεις;

Λόγω αυτών των παραγόντων ξέρουμε τι ασθένειες ή τι μεταλλάξεις θα παρουσιάσουν οι άποικοι και οι απόγονοί τους; **Θέλουμε να δημιουργήσουμε τέτοιους ανθρώπους; Και αν ναι, έχουμε το δικαίωμα;**



Τραγικές επιπτώσεις;



Οι «Φεγγαριανοί» ή οι «Αρειανοί», μετά από 10 ή 20 γενιές, μετά από αυτές τις αλλαγές στο γενετικό τους κώδικα, θα είναι ακόμα άνθρωποι ή τέρατα;

Τραγικές επιπτώσεις;

Ποια θα είναι η εθνική και ιστορική ταυτότητα των αποίκων; Ποια γλώσσα θα μιλούν; Ήδη έχουν υπάρξει προβλήματα ασυνεννοησίας μεταξύ των διεθνών πληρωμάτων διαστημικών αποστολών, καθώς σε επείγουσες και οριακές συνθήκες όπου πρέπει να ληφθούν άμεσα σοβαρές αποφάσεις **δεν υπάρχει χρόνος για μετάφραση ούτε για λάθη**. Άρα είναι πολύ πιθανόν να επιβληθεί στους κατοίκους της αποικίας μια μόνο γλώσσα ως κώδικας επικοινωνίας



Τραγικές επιπτώσεις;

Ως τι θα προσδιορίζονται; Ποια θα είναι η εθνικότητά τους, τα ήθη και οι παραδόσεις τους;



Τραγικές επιπτώσεις;

Επίσης, αυτό που θα πρέπει να μας απασχολήσει είναι **ποιο πολιτισμό θα μεταφέρει η αποικία στα πέρατα του σύμπαντος**. Θα είναι ο σημερινός κυρίαρχος δυτικός πολιτισμός, των χωρών που σχεδίασαν και χρηματοδότησαν την αποικία, ο πολιτισμός που λειτουργεί με μοναδικό στόχο τη μεγιστοποίηση του κέρδους και καθόλου δεν τον **ενδιαφέρει η ευτυχία του ανθρώπου**;



Τραγικές επιπτώσεις;

Τον πολιτισμό των ανισοτήτων, της υπερεκμετάλλευσης, που απομυζά όλες τις πλουτοπαραγωγικές πηγές του Τρίτου Κόσμου, αφήνοντας πίσω του χώρες ολόκληρες ρημαγμένες από τη φτώχεια, τον πόλεμο και τις ασθένειες;



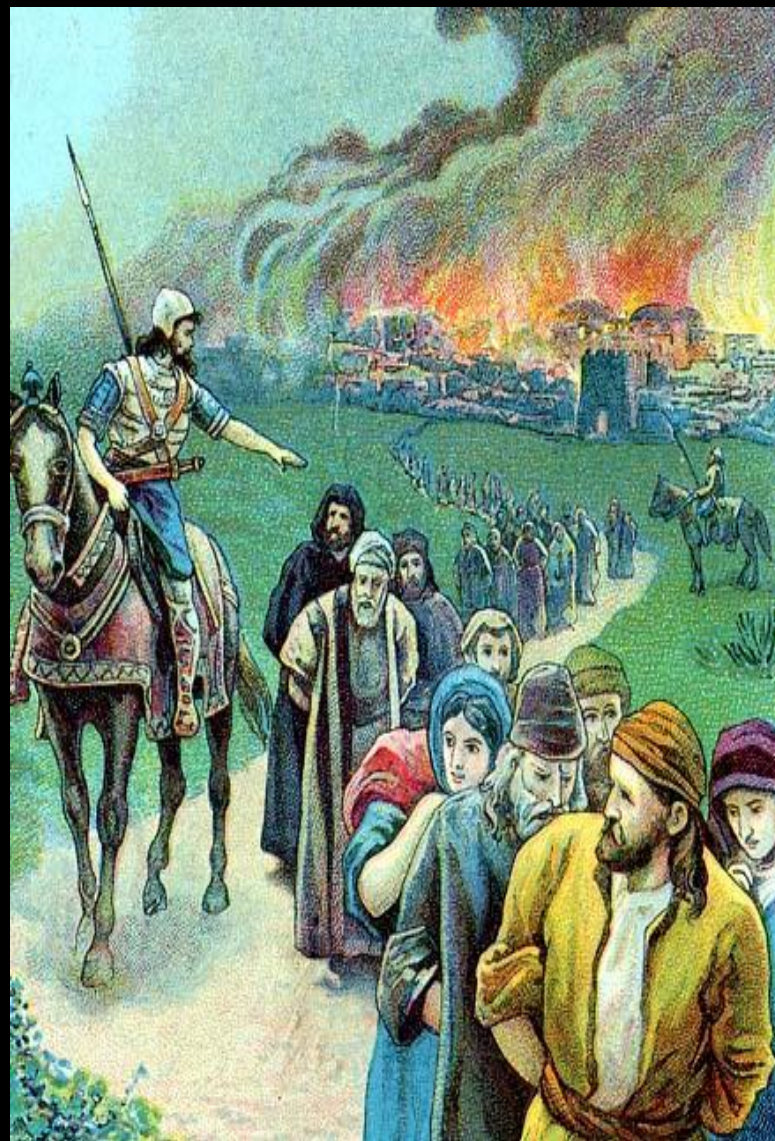
Τραγικές επιπτώσεις;

Τον πολιτισμό που ασυλλόγιστα και ασυνείδητα καταστρέφει το φυσικό περιβάλλον, σαν να μην υπάρχει αύριο; Αυτό τον πολιτισμό θέλουμε να μεταφέρουμε στους ανθρώπους του μέλλοντος; Τον πολιτισμό της **ανισορροπίας και της αποξένωσης του ατόμου από τον φυσικό κόσμο που μας περιβάλλει, που δε διστάζει να καταστρέψει τα δάση, τα νερά, τις θάλασσες και τον αέρα; Αυτόν τον αποτυχημένο πολιτισμό;**



Τραγικές επιπτώσεις;

Ποιο πολιτικό σύστημα θα λειτουργεί στις διαστημικές αποικίες; Ποιο θα είναι το πολίτευμα διακυβέρνησης; Προφανώς, εφόσον πρόκειται για αποστολές υψηλού ρίσκου και κόστους, απαιτείται τουλάχιστον στα ανώτατα κλιμάκια μια **δικτατορικού τύπου πειθαρχία** που θα εξασφαλίσει την αποτελεσματικότητα του εγχειρήματος.



Τραγικές επιπτώσεις;

Θα μπορούν οι κάτοικοι αφού εκπαιδευτούν στη ζωή της αποικίας να έχουν την **επιλογή να την εγκαταλείψουν** ή θα δεσμεύονται από κάποιο συμβόλαιο που θα διασφαλίζει την εύρυθμη ζωή εκεί;

Θα μπορούν οι οικογένειες να κάνουν **όσα παιδιά θέλουν**, ή μπροστά στο φόβο του υπερπληθυσμού, θα υπάρχει **περιορισμός στις γεννήσεις**;

Με αποτέλεσμα κάποια στιγμή να φτάσει ο πληθυσμός της να αποτελείται κατά πλειοψηφία από υπερήλικες;



Τραγικές επιπτώσεις;

Θα είναι δυνατή η ελεύθερη επιλογή συντρόφου, ή θα υπάρχουν περιορισμοί λόγω γενετικής μηχανικής, με σκοπό την **δημιουργία απογόνων χωρίς ασθένειες και άρα «Αρίων» εργατών και επιστημόνων;**



Τραγικές επιπτώσεις;

Θα μπορεί κάθε πολίτης να **επιλέξει ελεύθερα το επάγγελμά του**, ή θα υποχρεώνεται με βάση τις ανάγκες της αποικίας να συμπληρώσει συγκεκριμένες θέσεις εργασίας; Οι ανάγκες για επιστημονικό προσωπικό ήδη οριοθετούν ότι η διαστημική αποικία στα πρώτα στάδια λειτουργίας της τουλάχιστον, **δεν θα απευθύνεται σε όλο τον κόσμο, παρά σε μια «ελίτ», μορφωτικά και γενετικά, που να μπορεί να υποστηρίξει τις ανάγκες της αποικίας.**



Τραγικές επιπτώσεις;

Πόσες από τις προσωπικές και κοινωνικές ελευθερίες που με τόσους κόπους και αγώνες κατακτήθηκαν εδώ και αιώνες στην ανθρώπινη κοινωνία, **θα πρέπει να εκχωρήσει κάποιος για να ζήσει στην αποικία;** Και όλα αυτά δεν είναι άραγε μέρος του ανθρώπινου πολιτισμού;



Τραγικές επιπτώσεις;

Πώς θα γίνεται **η κατανομή των παραγόμενων αγαθών**; Όλη αυτή η πολλά υποσχόμενη άνετη υπερπαραγωγή αγαθών, θα μεταφράζεται σε άνοδο του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της αποικίας ή θα εκμεταλλεύονται πλήρως οι κυβερνήσεις και οι εταιρείες που επένδυσαν στην κατασκευή της αποικίας;



Τραγικές επιπτώσεις;

Ποιες θα είναι οι πραγματικές συνθήκες ζωής στην αποικία; Θα μπορεί η πλειοψηφία του πληθυσμού να ζει σε άνετες συνθήκες διαβίωσης, σε όλον αυτόν τον ειδυλλιακό τεχνητό παράδεισο, **γεμάτο πάρκα, νερά και πράσινο που μοιάζει με μια ωραία εκδοχή του Ντουμπάι**



Τραγικές επιπτώσεις;

Ή θα είναι απλώς «εργατικά χέρια» που θα δουλεύουν για να ζουν, πιθανόν για να στέλνουν χρήματα στις φτωχές οικογένειες τους πίσω στη Γη, περιορισμένοι **σε στενά σπίτια-κουτιά λίγων τετραγωνικών, όπως οι σύγχρονοι εργαζόμενοι στα εργοστάσια της Άπω Ανατολής;** Θα έχουν ελεύθερο χρόνο, για να διασκεδάσουν στις περίφημες συνθήκες μειωμένης βαρύτητας και να ξεκουραστούν από τους αγχώδεις ρυθμούς της καθημερινότητας;



Τραγικές επιπτώσεις;

Πώς τελικά θα επηρεάσει τον άνθρωπο **ψυχικά και ψυχολογικά** όλη αυτή **η νέα ζωή**; Θα τον **κάνει καλύτερο, πιο ευσυνείδητο, ικανό να εκτιμήσει τον συνάνθρωπό του και το μεγαλείο του κόσμου ή θα τον κάνει μοναχικό και εσωστρεφή**; Πόσο θα τον επηρεάζει αυτή η μαύρη απεραντοσύνη που θα κοιτά σηκώνοντας το βλέμμα προς τον ουρανό, αποκλεισμένος από την πληθώρα των εξωτερικών ερεθισμάτων που έχει συνηθίσει και με περιορισμένη επικοινωνία με όσους άφησε πίσω στη Γη; **Θα μπορέσει να προσαρμοστεί και να αντέξει;**



Τραγικές επιπτώσεις;

Τα άγρια ζώα ξέρουμε ότι ακόμα και στους καλύτερους ζωολογικούς κήπους **αλλάζουν τη συμπεριφορά τους**, παθαίνουν **κατάθλιψη**, εμφανίζουν **ασθένειες** και τελικά **μειώνεται το προσδόκιμο ζωής** τους, σε σύγκριση με άλλα του είδους τους που ζουν ελεύθερα στη φύση.



Τραγικές επιπτώσεις;

Οι **κάτοικοι της Ικαρίας** είναι πολύ πιο ευτυχισμένοι και ζουν πολύ περισσότερο από τους **κατοίκους της Νέας Υόρκης**, παρόλο που οι κάτοικοι της Νέας Υόρκης έχουν κατά μέσο όρο υψηλότερο εισόδημα και βρίσκονται στην αιχμή της τεχνολογικής ανάπτυξης. **Πώς θα αισθάνονται άραγε οι πρώτοι κάτοικοι της αποικίας; Θα απολαμβάνουν τη ζωή τους εκεί ή θα καταφεύγουν σε ηρεμιστικά και ψυχοφάρμακα για να καταπολεμήσουν τα προβλήματά τους και να ξεχάσουν όσα τους λείπουν;**





η μόνη πραγματική μας ελπίδα...

Τα ερωτήματα μένουν. Αλλά βαθιά μέσα μας πλέον νιώθουμε την αλήθεια. Δεν είναι η κατάκτηση του διαστήματος, όπως την εννοούν τουλάχιστον οι περισσότεροι, που θα εξαλείψει τον σπόρο της καταστροφής, της κακίας και της αδικίας. Η δυστυχία είναι απόρροια των ανθρωπίνων σκέψεων και πράξεων. Είναι κληρονομιά μιας γενιάς ανθρώπων που συμβιβάζονται με την σκέψη και την άποψη ότι δεν είναι παρά έξυπνοι ή σοφοί πίθηκοι.



η μόνη πραγματική μας ελπίδα...

Η ευτυχία του γήινου κόσμου θα γίνει πραγματικότητα μόνο όταν από homo sapience δηλαδή από σοφοί άνθρωποι της τεχνολογίας, του κοσμικού πλούτου, της ατομικότητας, του εγωισμού, του απόλυτου κέρδους και της εκμετάλλευσής μετατραπούμε σε homo universalis, δηλαδή σε ανθρώπους με μια άλλη (συμπαντική ίσως) συνείδηση με γνώση και επίγνωση της πραγματικής θέσης μας μέσα στο Σύμπαν.



η μόνη πραγματική μας ελπίδα...

Με ανάγκες όχι μόνο υλικές αλλά βασικά πνευματικές. Σε ανθρώπους που να κοιτάζουν προς τα πάνω και να νιώθουν βαθιά μέσα τους τι είναι αυτό που βλέπουν. Ίσως αυτό να αποτελεί και το μόνο πραγματικό μας κέρδος, τη μόνη πραγματική μας ωφέλεια, τη μόνη πραγματική μας ελπίδα.

A dramatic space scene featuring a bright, glowing sun in the center, casting a warm orange light across the dark, star-filled void. To the left, a small blue and white planet is visible. Further left, a ringed planet like Saturn is seen. On the right, a large, detailed planet with a blue and white atmosphere dominates the foreground. The background is filled with numerous small, distant stars and a dense field of dark, rocky debris or asteroids.

Σας ευχαριστώ για την προσοχή
σας και την υπομονή σας