



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ & ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΪΟΙΑΤΡΙΚΗ

[Τομέας της Ασφάλειας Υπολογιστικών και Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων, της Διαχείρισης Μεγάλου Όγκου Δεδομένων, και της Προσομοίωσης]

Μεταπτυχιακή Διατριβή

“Τεχνολογίες Αιχμής στην κατασκευή και στην λήψη – μετάδοση δεδομένων της διαστημικής αποστολής Voyager”

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ: ΔΩΚΤΩΡ ΑΓΓΕΛΗΣ ΔΩΡΟΘΕΟΣ

June 28, 2018

Authored by: Κασουμάκης Ευάγγελος, Ηλεκτρονικός BSc

Μίλτος Σαχτούρης

Ὁ Ἐλεγκτής

Ἔνας μπαξές γεμάτος αἷμα
εἶν' ὁ οὐρανός
καί λίγο χιόνι
ἔσφιξα τά σκοινιά μου
πρέπει καί πάλι νά ἐλέγξω
τ' ἀστέρια
ἐγώ
κληρονόμος πουλιῶν
πρέπει
ἔστω καί μέ σπασμένα φτερά
νά πετάω.

(*Τά φάσματα ἢ ἡ χαρά στόν ἄλλο δρόμο, 1958*)

Copyright © Κασουμάκης Ι. Ευάγγελος, 2018

A.E.M: 00192

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος (All rights reserved).

e-mail: ekasoumakis@uth.gr

[Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται από τις διατάξεις του νόμου (Ν. 2121/1993 και όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και από τους κανόνες πνευματικής ιδιοκτησίας του Διεθνούς Δικαίου στην Ελλάδα. Απαγορεύεται αυστηρώς η εκμετάλλευση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας, δηλαδή η αντιγραφή, η αποθήκευση και η διανομή εξ' ολοκλήρου ή κάποιου τμήματος της από αλλότριον στον συγγραφέα άτομο κερδοσκοπικού χαρακτήρα, χωρίς έγκυρη άδεια από τον συγγραφέα της. Ωστόσο, επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό λόγο, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται πάντοτε η πηγή προέλευσης της παρούσας εργασίας. Τέλος, ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται άμεσα προς τον συγγραφέα.]



UNIVERSITY OF THESSALY

Department of Computer Science – MSc

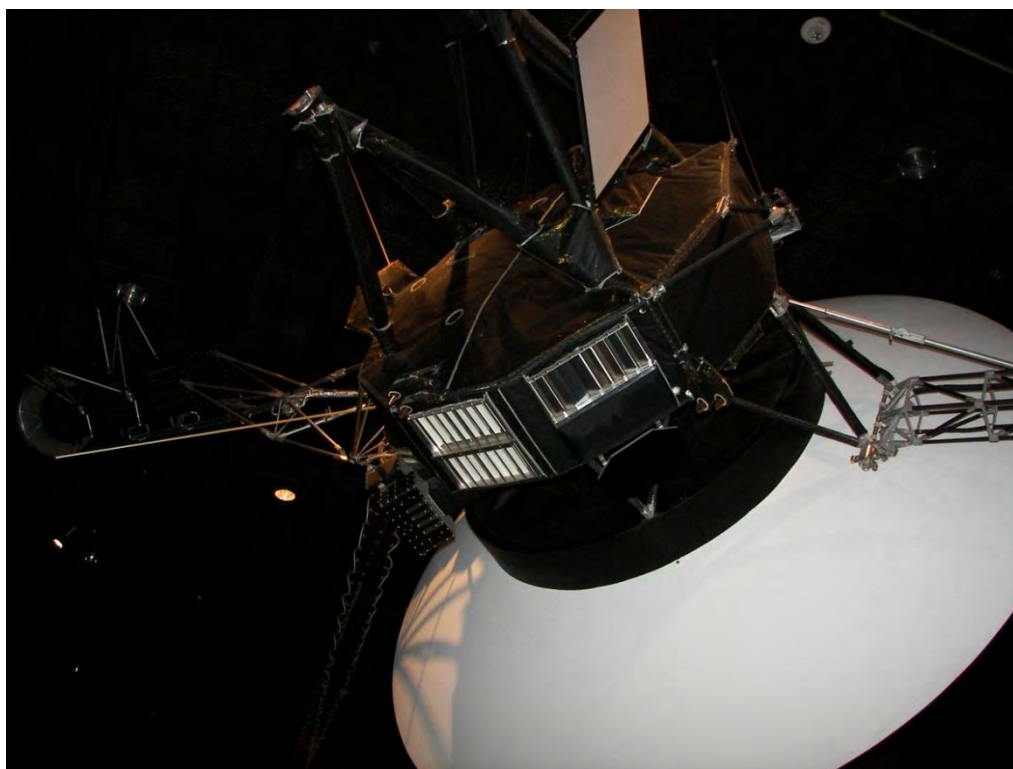
ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν έργο αποτελεί Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία επί του επιστημονικού θέματος του διαστημοπλοίου **Voyager**, το οποίο ως μία τεχνολογία αιχμής στον επιστημονικό κύκλο της **NASA** χρησιμοποιήθηκε για διαστημική έρευνα και μελέτη των πλανητών του διαστήματος. Η εκπόνηση του επιστημονικού αυτού θέματος και η υλοποίηση του έχουν ως απώτερο σκοπό την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος εξειδίκευσης στον τομέα της Ασφάλειας Υπολογιστικών και Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων, της Διαχείρισης Μεγάλου Όγκου Δεδομένων, και της Προσομοίωσης. Επίσης, πρέπει να επισημανθεί ότι η διαστημική αποστολή «**Voyager**» συγκροτείται από δύο διαστημόπλοια με αριθμητική ονομασία **Voyager 1** και **Voyager 2**.

Κασουμάκης Ι. Ευάγγελος



Ιούνιος 2018



<https://pics-about-space.com/spacecraft-bus?p=4>



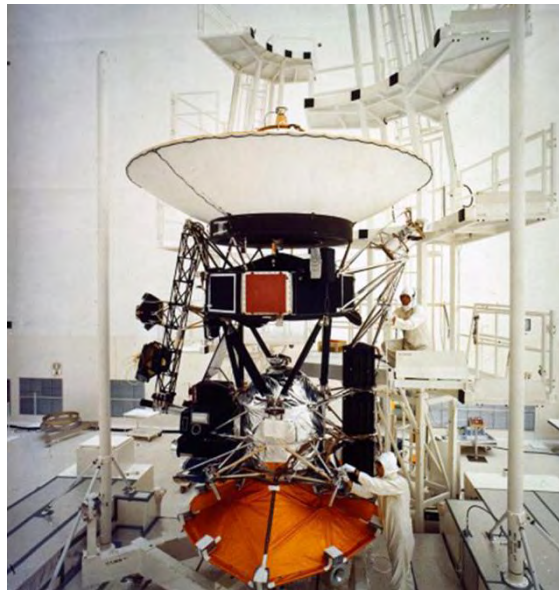
UNIVERSITY OF THESSALY
Department of Computer Science – MSc

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	2
1. Εισαγωγή.....	4
2. Οικονομικό κόστος και εξοικονόμηση ενέργειας.....	8
3. Κεραία: Μετάδοση και λήψη δεδομένων.....	10
4. Όργανα μετρήσεων και συνοπτική περιγραφή τους.....	17
5. Είδη λογισμικών.....	43
6. Το ηλιακό μας σύστημα: Έδαφος & Ατμόσφαιρα Πλανητών.....	46
▪ Ο πλανήτης Δίας (Jupiter) σελ. 53	
▪ Αδράστεια: ο δορυφόρος του Δία σελ. 56	
▪ Ο πλανήτης Κρόνος (Saturn) σελ. 57	
▪ Ο δορυφόρος του Κρόνου: Τιτάνας σελ. 59	
▪ Ο δορυφόρος του Δία: Ιώ σελ. 62	
▪ Ο δορυφόρος του Κρόνου: Διώνη σελ. 65	
▪ Ο πλανήτης: Ουρανός σελ. 67	
▪ Μιράντα (1948): ένας από τους σημαντικότερους δορυφόρους του πλανήτη Ουρανού σελ. 76	
▪ Ο πλανήτης: Ποσειδώνας σελ. 77	
▪ Ο δορυφόρος: Τρίτωνας σελ. 80	
▪ Ο δορυφόρος του Δία: Ευρώπη σελ. 84	
▪ Ο δορυφόρος του Δία: Γανυμήδης σελ. 87	
▪ Ο δορυφόρος του Δία: Καλλιστώ σελ. 89	
▪ Ο δορυφόρος του Κρόνου: Εγκέλαδος σελ. 92	
▪ Το πιο παράξενο φεγγάρι του πλανήτη Κρόνου: Ο Ιαπετός σελ. 94	
▪ Ο πλανήτης: Πλούτωνας σελ. 95	
Ιστορική Αναδρομή.....	98
Επίλογος.....	99
Βιβλιογραφία.....	100



1. Εισαγωγή:



Έλεγχος από
Τεχνικούς στο SAEF-1

Εικόνα 1: <http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/458129/fotografies-apo-tis-eshaties-tou-iliakou-mas-sustimatos>

Τα δύο δίδυμα διαστημόπλοια **Voyager 1** και **Voyager 2** εκτοξεύθηκαν στο διάστημα από το Ακρωτήριο **Κανάβεραλ** της **Φλόριδα** (στις εγκαταστάσεις **SAEF-1** του **Kennedy Space Centre**) με σκοπό να πραγματοποιήσουν ένα διαπλανητικό ταξίδι στο χρόνο για να εξερευνήσουν στο σύμπαν τους πλανήτες **Δία** και **Κρόνο**, και παράλληλα για να γνωρίσουν καινούρια κομμάτια του, ενώ κλείνουν περίπου σαράντα χρόνια στο διάστημα από την ημέρα της εκτόξευσης τους. Στη διάρκεια της αποστολής, το **Voyager 1** θα περνούσε το **Voyager 2** στο ταξίδι τους για τον **Δία**, με το **Voyager 1** να πραγματοποιεί την κοντινότερη προσέγγιση στον θηριώδη πλανήτη με το σκληρό περιβάλλον ακτινοβολίας, τον **Μάρτιο του 1979**, περνώντας **278.000 μίλια** πάνω από την επιφάνεια του, πριν βέβαια συνεχίσει το μεγάλο γαλαξιακό του ταξίδι για τον πλανήτη **Κρόνο**. Ημερολογιακά, το **Voyager 2** εκτοξεύθηκε στις **20 Αυγούστου του 1977** και το **Voyager 1** στις **5 Σεπτεμβρίου του 1977**, διαγράφοντας έτσι μία χρονική διαφορά των δεκαέξι ημερών. Στις **19 Δεκεμβρίου του 1977** το **Voyager 2** μπήκε στην «ζώνη των αστεροειδών», ενώ εννέα ημέρες μετά, το διαστημόπλοιο **Voyager 1** κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα, προσπερνώντας τον γαλαξιακό ταξιδευτή **Voyager 2**. Η αποστολή τους είχε ως απώτερο σκοπό την επιστημονική εξερεύνηση των εξώτερων πλανητών του ηλιακού μας συστήματος, οι οποίοι είναι ο **Δίας**, ο **Κρόνος**, ο **Ουρανός** και ο **Ποσειδώνας** με εξαίρεση τους εξωτερικούς πλανήτες **Άρη** και **Πλούτωνα**, λόγω της γενικής τους μορφολογίας.



Το διαστημικό σκάφος **Voyager 1** πέρασε πάνω από τους πλανήτες, **Δία** και **Κρόνο**, ενώ το **Voyager 2** είναι το μόνο διαστημικό όχημα που πέρασε πάνω και από τέσσερις εξώτερους πλανήτες, δηλαδή μέχρι και τον πλανήτη **Ποσειδώνα**. Όπως, αρχικά είπαμε τα δύο δίδυμα διαστημικά σκάφη πέταξαν κοντά από την πλανητική επιφάνεια του **Δία**, του **Κρόνου**, του **Ουρανού** και του **Ποσειδώνα**, πριν κατευθυνθούν προς τα όρια του ηλιακού μας συστήματος, την λεγόμενη «ηλιόπαυση» της ηλιόσφαιρας. Στα επιτεύγματά τους περιλαμβάνονται η ανακάλυψη των πρώτων ενεργών ηφαιστειών πέρα από τον γήινο πλανήτη μας, στον δορυφόρο του **Δία**, την **Ιώ**, τα ίχνη ενός υπόγειου ωκεανού στην **Ευρώπη**, τα φεγγάρια του **Δία**, η ανακάλυψη της πιο κοντινής γήινης ατμόσφαιρας στο ηλιακό σύστημα, τον **Τιτάνα**, το παγωμένο φεγγάρι **Μιράντα** στον **Ουρανό κ.α.** Συνεχίζοντας, λοιπόν, το μεγάλο ταξίδι και εκτός του ηλιακού μας συστήματος προς τον ευρύτερο **διαστρικό χώρο**¹, τα δύο διαστημόπλοια συγκεντρώνουν νέες πληροφορίες του σύμπαντος, ανακαλύπτοντας άγνωστα μέρη του και υλοποιώντας τον πρωτεύων σκοπό της διαστημικής αποστολής **Voyager** που ήταν η συλλογή επιστημονικών δεδομένων για το εξωτερικό περιβάλλον του ηλιακού μας συστήματος.

Κανείς από τους επιστήμονες δεν γνώριζε πριν από σαράντα χρόνια ότι τα δύο δίδυμα διαστημόπλοια θα ανταποκρίνονταν λειτουργικά στην αποστολή τους μέχρι και σήμερα και ότι θα συνέχιζαν το εντυπωσιακό τους ταξίδι στον διαστρικό χώρο του σύμπαντος. Τα **Voyagers** βρίσκονται **πάνω από δέκα δισεκατομμύρια μίλια** μακριά από τη **Γη**, αφού ταξιδεύουν πιο μακριά από κάθε άλλο διαστημικό σκάφος. Ωστόσο, σημειώνεται πως η **NASA** ως ο ευρύτερα γνωστός κρατικός οργανισμός των **ΗΠΑ** που ασχολείται με την εξερεύνηση του διαστήματος και την αεροναυτική, αναφέρει πως σύμφωνα με τους υπολογισμούς της, δεν θα μπορεί να παρακολουθεί την πορεία τους μετά το **2030**, καθώς θα έχει ξεπεραστεί μέχρι τότε η τεχνολογία τους. Όμως, αυτά θα συνεχίσουν να ταξιδεύουν στο άπειρο του σύμπαντος, διανύοντας έτσι **48.000 km/h** στο απόλυτο κενό του εξώτερου διαστημικού χώρου, όπου δεν υφίσταται η **δύναμη της τριβής**, ενώ για να προσεγγίσουν κάποιο άστρο, τα δύο διαστημόπλοια χρειάζονται ακόμη τουλάχιστον **40.000 χρόνια** διαστημικής πτήσης.

¹ ονομάζεται η περιοχή πέραν του ηλιακού μας συστήματος ή αλλιώς εκτός της ηλιόσφαιρας (από την ηλιόπαυση και μετά), δηλαδή έξω από τον γαλαξία μας (ή αλλιώς στο διαστρικό κενό του γαλαξία).



Το διαστημόπλοιο **Voyager 1** βρίσκεται εκτός του ηλιακού μας συστήματος, ταξιδεύοντας μέχρι και σήμερα σ' έναν κενό γαλαξιακό «ωκεανό», σε μία απόσταση **19,5** δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων μακριά από τη **Γη** με ταχύτητα **61,200 km/h**, ενώ το δίδυμο διαστημικό σκάφος **Voyager 2** είναι ακόμη σε τροχιά γύρω από τον Ήλιο (**ηλιόσφαιρα**) και κινείται σε μία απόσταση των **16,091** δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων από τη **Γη** με ταχύτητα **56,507 km/h**. Η είσοδος στο **διαστρικό χώρο** έγινε στις **25** Αυγούστου του **2012**, όπως προέκυψε από την ανάλυση της πυκνότητας του πλάσματος, ενώ το **Voyager 2** σύμφωνα με τους μηχανικούς της αποστολής θα ήταν εκτός της τροχιάς του Ηλιακού μας Συστήματος μέσα στα επόμενα χρόνια (**2005: στο όριο, 2010: εκτός**). Συγκεκριμένα, το **Voyager 1** βγήκε εκτός του ηλιακού μας συστήματος, καθώς βρισκόταν πάνω από το επίπεδο της εκλειπτικής σε γωνία περίπου **35 μοιρών** και με ταχύτητα **39.000 km/h**, ενώ το **Voyager 2** αποχώρησε από το ηλιακό μας σύστημα, καθώς ήταν σε σημείο κάτω από το επίπεδο της **εκλειπτικής** σε γωνία περίπου **48 μοιρών** και με ταχύτητα **35.000 km/h**.

Η **NASA** συνεχίζει να επικοινωνεί με τα δύο σκάφη παρά τις τεράστιες αποστάσεις τους. Τα σήματα από τη **Γη** χρειάζονται **18** ώρες για να ταξιδέψουν με την ταχύτητα του φωτός μέχρι το επανδρωμένο σκάφος **Voyager 1**, σε απόσταση **15,5** δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων. Η διαστημική του τροχιά ήταν προγραμματισμένη με τέτοιο τρόπο, ώστε να πλησιάσει τον πλανήτη **Ουρανό** πολύ πιο πριν από το δίδυμο **Voyager 2**. Στην αρχή, η ιστορία του έχει ως εξής, το **Voyager 1** έφερε το κωδικό όνομα **Mariner 11** και **Mariner 12** για να ενταχθεί στα πλαίσια του προγράμματος **Μάρινερ** και αργότερα το διαστημικό πρόγραμμα ονομάζεται **Voyager (Βόγιατζερ)**. Τα πειράματα



Εικόνα 2: Εκτόξευση του Voyager 1 με την χρήση πυραύλου Titan III.

των **Voyager** ήταν το «**Φορτισμένο Σωματίδιο Χαμηλής Ενέργειας**» (**Low Energy Charged Particle, LECP**), το

«**Κοσμικές Ακτίνες**» και η «**Μελέτη ηλιακού πλάσματος**». Τελικά, τα δύο διαστημόπλοια που εκτοξεύθηκαν το **1977**, ταξίδεψαν περιπετειωδώς και με επιτυχία στους μεγάλους

<https://www.newsbeast.gr/technology/arthro/458129/fotografies-apo-tis-eshaties-tou-iliakou-mas-sustimatos>



πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος (**Δία, Κρόνο, Ουρανό, Ποσειδώνα**), συνεχίζοντας το διαπλανητικό τους ταξίδι στο άπειρο του σύμπαντος με την ίδια ταχύτητα, των **48.280 km/h**, κάνοντας έτσι μια πλήρης περιστροφή γύρω από τον γαλαξία μας κάθε **225** εκατομμύρια χρόνια ζωής. Τα δύο αυτά διαστημόπλοια **βάρους – 722 κιλών**, λοιπόν, ταξιδεύουν με **αντίθετες κατευθύνσεις**, αφήνοντας πίσω τους, τους γνωστούς εξώτερους πλανήτες και τα οποία δεν πρόκειται να πλησιάσουν οποιοδήποτε άλλο άστρο για περίπου **40.000 χρόνια**, συνεχίζοντας να στέλνουν πίσω στον πλανήτη **Γη**, ζωτικής σημασίας επιστημονικά δεδομένα και παρατηρήσεις σχετικά με το πού μειώνεται η **επιρροή του ήλιου** μας και πού αρχίζει το «**διαστρικό διάστημα**».



Εικόνα 3: Εκτόξευση του Voyager 2 με χρήση πυραύλου Titan III.

https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Titan_III

Καθότι η **απόδοση καυσίμου** του διαστημοπλοίου **Voyager** (σε όρους **mpg**) είναι αρκετά εντυπωσιακή, καθώς το μεγαλύτερο μέρος του **βάρους 700 τόνων** εκτοξευόμενου διαστημικού σκάφους οφείλεται σε **καύσιμο πυραύλων**, όπου η **μεγάλη απόσταση** ταξιδιού του **διαστρικού ταξιδευτή Voyager 2**, είναι ύψους **7,4 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα**. Συνεπώς, η εκτόξευση του με προορισμό τον πλανήτη **Ποσειδώνα**, οδήγησε το **σκάφος** σε **οικονομία καυσίμου** περίπου **13.000 km ανά λίτρο (30.000 mi ανά γαλόνι)**, βγαίνοντας τελικά από το **ηλιακό μας σύστημα**, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/did-you-know/>].



2. Οικονομικό κόστος και εξοικονόμηση ενέργειας

Το συνολικό κόστος της διαστημικής αποστολής **Voyager** υπολογίζεται από τον **Μάιο** του **1972** περίπου στα **865 εκατομμύρια δολάρια**. Στο χρηματικό αυτό ποσό, βέβαια, συμπεριλαμβάνονται τα έξοδα των εκτοξεύσεων των δίδυμων διαστημοπλοίων **Voyager 1** και **Voyager 2**, των τριών πηγών ραδιενεργού ρεύματος – θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσοτόπων (**RTGs**), καθώς και της λεγόμενης παρακολούθησης **DSN**². Τα δύο διαστημόπλοια, λοιπόν, θα έχουν αρκετή **ηλεκτρική ενέργεια**, αλλά και **καύσιμα προώθησης** για την λειτουργία τους, ώστε μελλοντικά να αντέξουν τουλάχιστον μέχρι το **2025**, όπου το **Voyager 1** θα βρίσκεται **24,9 χιλιόμετρα (km)** από τον Ήλιο, ενώ το **Voyager 2** σε απόσταση **20,9** δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων μακριά του. Τελικά, τα δίδυμα διαστημόπλοια **Voyagers** θα περάσουν και άλλα **αστέρια**, συναντώντας ίσως κάποιο αστέρι στον αστερισμό της **Camelopardalis** ή αλλιώς θα λέγαμε το πιο φωτεινό αστέρι στον ουρανό. Συνεπώς, το **Voyager 1** θα κυμαίνεται περίπου στα **1,6** έτη φωτός (**9,3** τρισεκατομμύρια μίλια) μετά από **40.000** χρόνια και το **Voyager 2** θα κυμαίνεται περίπου στα **4,3** έτη φωτός (**25** τρισεκατομμύρια μίλια) μετά από **296.000** χρόνια ζωής στον πλανήτη μας.

Το **Voyager** είναι συνολικά **825** κιλά, από τα οποία τα **110** κιλά είναι τα πειράματα, τα **103** κιλά είναι τα καύσιμα που είναι απαραίτητα για την λειτουργία του, ενώ μόνο τα **22** χιλιόγραμμα εκ' του συνόλου χρησιμοποιούνται σήμερα για να στοχεύει συνεχώς η κεραία (**antenna**) προς την **Γη**. Οι μηχανικοί της Αμερικανικής Διαστημικής Υπηρεσίας (**NASA**) ενεργοποίησαν τους αχρησιμοποίητους από το **1980** εφεδρικούς κινητήρες προώθησης που φέρει το διαστημόπλοιο **Voyager 1** (: η πιο επανδρωμένη διαστημική συσκευή) για να επικοινωνεί με τον επίγειο διαστημικό σταθμό, γυρίζοντας σωστά την **κεραία του** προς τον πλανήτη μας, αφού για την πυροδότηση τους απαιτούνται χιλιοστά του δευτερολέπτου. Επίσης, το διαστημικό σκάφος έχει μνήμη συνολικά **80 kilobytes**, κάτι πολύ μικρότερο από την μνήμη ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή στη Γη, η οποία είναι **1.000.000** φορές περισσότερη από αυτή του **Voyager**, δηλαδή μιλάμε για την πρωτοποριακή τεχνολογία της δεκαετίας του '70. Η λειτουργία του στηρίζεται σε πυρηνικές μπαταρίες των **470 Watt** που τροφοδοτούνται με **ραδιενεργό πλουτώνιο**³ και οι οποίες τώρα πια βρίσκονται στα επίπεδα

² Το **Voyager** λαμβάνει και αποδιαμορφώνει την εντολή **DSN** από τον φορέα ανερχόμενης ζεύξης.

³ Χημικό στοιχείο που ανήκει στην 7^η περίοδο του περιοδικού πίνακα, στην οικογένεια των υπερουρανικών – ακτινιδών με σύμβολο **Pu** και ατομικό αριθμό **A=94**. Ισότοπα: ²³⁸Pu, ²³⁹Pu, ²⁴²Pu.



των **265 Watt** με αποτέλεσμα να ελαττώνεται, η θερμότητα, η **ισχύς⁴**, καθώς και η γενικότερη δραστηριότητα του διαστημοπλοίου.



Εικόνα 4: Το ραδιενεργό πλουτώνιο – 238.

<https://el.m.wikipedia.org/wiki/Πλουτώνιο-238>

Συγκεκριμένα, τον **Ιούνιο του 1977** η αποστολή του διαστημικού οχήματος **Voyager 2** χρησιμοποιεί για το γαλαξιακό και υπεργαλαξιακό του ταξίδι, τα «**αντίγραφα ασφαλείας του δέκτη**», αφού μέχρι το **1998** το διαστημικό σκάφος παρουσίαζε μείωση στο τροφοδοτικό του. Γενικά, τα σήματα του **Voyager** που μεταδίδονται από έναν **ασύρματο πομπό των 20 Watt** είναι τόσο πολύ εξασθενημένοι, ώστε η ποσότητα ενέργειας που καταλήγει στις επίγειες κεραίες της **NASA** είναι **20 δισεκατομμύρια φορές** μικρότερη από την δύναμη της μπαταρίας ενός **ψηφιακού ρολογιού**.

Τα δύο αυτά σκάφη είχαν εφοδιαστεί με επαρκή αποθέματα ενέργειας, αλλά και με εφεδρικά συστήματα για μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής των διαστημικών σκαφών. Τόσο το διαστημόπλοιο **Voyager 1⁵**, όσο και το **Voyager 2⁶** φέρουν από τρεις θερμοηλεκτρικές γεννήτριες **ραδιοϊσότοπων – συσκευές**, οι οποίες χρησιμοποιούν την **ενέργεια** η οποία παράγεται από τη φθορά του **ραδιενεργού πλουτωνίου – 238** (μόνο το $\frac{1}{2}$ από αυτό θα έχει χαθεί μετά από **88** χρόνια ζωής). Ωστόσο, καθώς τα επίπεδα ενέργειάς τους θα μειώνονται κατά **4 Watt** περίπου ανά έτος, οι μηχανικοί της διαστημικής αποστολής βρίσκουν διαρκώς

⁴ δηλ. το ηλεκτρικό ρεύμα που μπορεί να παράγει.

⁵ σε απόσταση 117,8 AU από τον ήλιο.

⁶ σε απόσταση 96,04 AU από τον ήλιο.



τρόπους να λειτουργούν όλο και περισσότερο τα σκάφη υπό **συνθήκες εξοικονόμησης** της καταναλισκόμενης από αυτά ενέργειας. Το **πλουτώνιο-238** (ή ^{238}Pu) αποτελεί **ραδιενεργό ισότοπο του πλουτωνίου** (ο πυρήνας του έχει **144** νετρόνια και **94** πρωτόνια) που διαρκεί περίπου **87,7** έτη ζωής, ενώ κάθε γραμμάριο **πλουτωνίου-238** ισοδυναμεί με **0,5 Watt** ενέργειας. Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε ό,τι το **πλουτώνιο-238** προήλθε από τον βομβαρδισμό του **ουρανίου-238** με **υδρογόνο-2**, παράγοντας **ποσειδώνιο-238** και εν' συνεχεία διασπάστηκε σε **πλουτώνιο-238**.

3. Κεραία: Μετάδοση και λήψη δεδομένων



Τα δύο διαστημικά σκάφη Voyager εκτοξεύτηκαν το 1977 με σκοπό να εξερευνήσουν τους πλανήτες στα βάθη του ηλιακού μας συστήματος. Στην αποστολή τους, που μετρά 35 ολόκληρα χρόνια αδιάκοπης διαστημικής πτήσης, τα δίδυμα αυτά σκάφη έχουν καταγράψει μοναδικές εικόνες, στέλνοντας πίσω στη Γη φωτογραφίες και επιστημονικά δεδομένα που δεν θα μπορούσαν αλλιώς να αποτυπωθούν.

Ένας **επίγειος διαστημικός σταθμός** τηλεπικοινωνιών, ο οποίος περιλαμβάνει μεγάλους παραβολικούς ανακλαστήρες για την συλλογή της **μικροκυματικής ακτινοβολίας** που εστιάζεται στη **βάση του δέκτη** της κεραίας. Πρόκειται, λοιπόν, για **δορυφορική ζεύξη**, η οποία ως ένα δορυφορικό κανάλι επικοινωνίας μας παρέχει τα **ζητούμενα δεδομένα**⁷ υπό κωδικοποιημένη μορφή ασφαλείας δικτύου στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές των διάφορων **server** στον επίγειο σταθμό και αντίστοιχα στέλνουμε τα δεδομένα μας (**την πληροφορία**) με τις **κεραίες μικροκυμάτων** από τη Γη προς το **διάφανο σύμπαν**, δηλαδή η κωδικοποιημένη **«πληροφορία-εντολή»** φτάνει στην αντίστοιχη κεραία των δίδυμων διαστημικών σκαφών **Voyager 1** και **Voyager 2** και από εκεί στον **φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή** υψηλού επιπέδου που φέρει πάνω του το κάθε διαστημικό σκάφος για την εκτέλεση της (προορισμός της πληροφορίας: **Uplink & Downlink**).

Συγκεκριμένα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές ή αλλιώς τα υπολογιστικά συστήματα πληροφορίας που είναι ενσωματωμένα στους εκάστοτε **ανιχνευτές Voyager** διαθέτουν μνήμη περίπου συνολικά **69,63 kilobytes**. Επιπλέον, η κεραία των διαστημικών σκαφών θα μεταδώσει τα ζητούμενα δεδομένα στην επίγεια κεραία της Γης υπό την κωδικοποίησή τους

⁷ π.χ. Γεωπληροφορία (χωρική πληροφορία: εικόνα απ'το διάστημα, φωτογραφία), περιστροφή διαστημοπλοίου, θέση της διαστημικής κεραίας, μέτρηση ηλιακού πλάσματος, ποσοστό αστρόσκονης κ.α.



στις ψηφιακές μηχανές μαγνητοταινίας των οκτώ καναλιών και όχι σε ψηφιακές μηχανές στερεάς κατάστασης που χρησιμοποιούν οι φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές των **Voyagers**. Οι μηχανές **Voyager**, λοιπόν, μπορούν να πραγματοποιούν σχεδόν **81.000** οδηγίες ανά δευτερόλεπτο (**second**), ενώ μεταδίδουν τα επιστημονικά δεδομένα τους πίσω στη **Γη** με ταχύτητα μετάδοσης ψηφιακής πληροφορίας **160 bits/pc (parallax second)**⁸. Ωστόσο, παρατηρείται πως για την μετάδοση ενός σήματος από πλευράς των ανιχνευτών **Voyager** απαιτείται απλά και μόνο η χρήση ενός πομπού ισχύος **22,4 Watt**, όσο είναι ένας απλός λαμπτήρας ψυγείου, ενώ η **NASA** για να ακούσει απλά και μόνο το διαστημόπλοιο **Voyager** χρειάζεται την μεγαλύτερη κεραία⁹ της των **70 μέτρων** ή τον συνδυασμό δύο μικρότερων κεραιών των **34 μέτρων** με ακραία μεταξύ τους απόσταση **d=1000 km**.

Ας δούμε, τώρα, παρακάτω την δομή μίας επίγειας δορυφορικής κεραίας (**satellite antenna**), η οποία μπορεί να διαθέτει παραβολικό ανακλαστήρα, μεγάλης διαμέτρου επιφάνεια μέχρι **100 m (το μέγιστο)** και συχνότητα λειτουργίας **f=15 GHz (λ= 2 cm)**, [5].

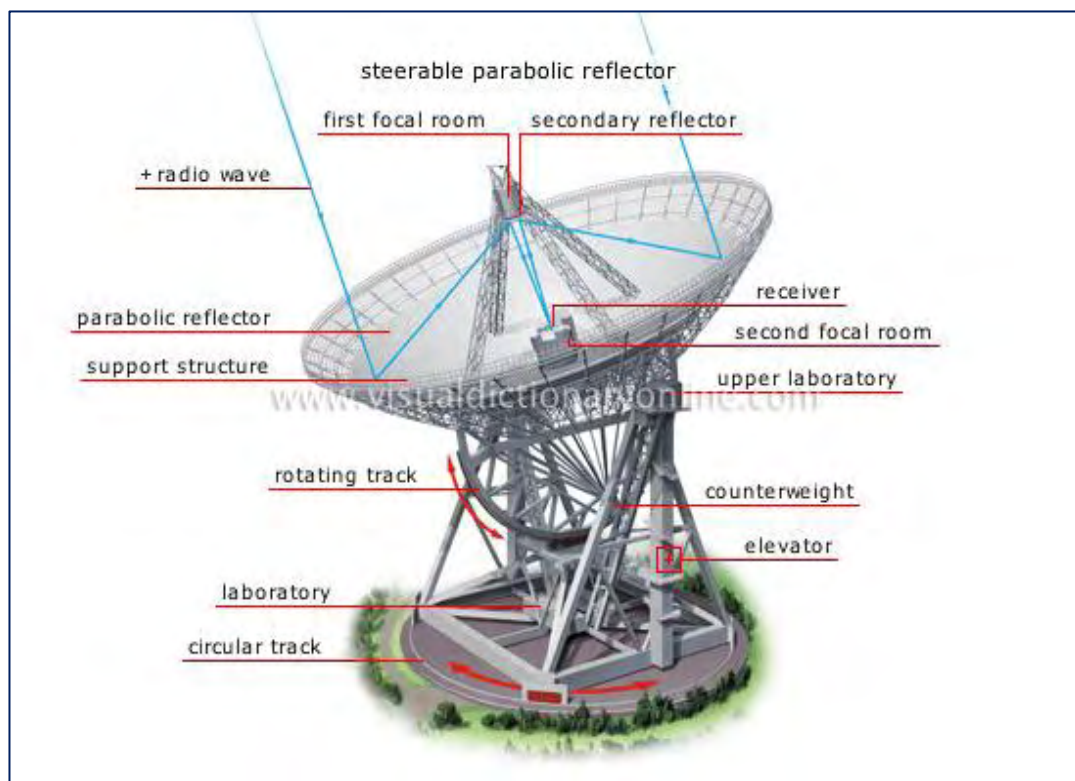
Antenna: Κεραία **D=76 m** εμπεριέχει ενισχυτή ανίχνευσης σημάτων συχνότητας **20 MHz** σε συχνότητα λειτουργίας των **10 GHz**, σημειώνοντας συνολική ισχύς **P=10⁻¹² Watt**.

Ραδιοαστρονομικές παρατηρήσεις & μετρήσεις: λ<0.5 m (High Frequencies). Η ανάλυση, καθώς και η καλύτερη ποιότητα της παρατηρούμενης εικόνας εξαρτάται κυρίως από τη διάσταση της ανακλαστικής επιφάνειας των κεραιών. Οι **ουράνιες εκπομπές** τεράστιων αποστάσεων για διαστημικές παρατηρήσεις παρουσιάζουν σημαντική **εξασθένιση** του σήματος στο δέκτη της κεραίας, αφού ο συνδυασμός δύο ανακλαστήρων βελτιώνει την απόδοση **<n>** της κεραίας, η οποία διατηρεί σταθερό τον προσανατολισμό της μέσω ενός υπολογιστή. Η καταγραφή φασματογραφικών παρατηρήσεων που προκύπτουν από **φασματικές γραμμές εκπομπής και απορρόφησης** της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προέρχεται από άτομα και μόρια γίνεται με **«ραδιοτηλεσκόπιο»**, δεσμεύοντας στην κεραία του, μήκη κύματος ακτινοβολίας από **λ=1 cm (f= 300 GHz)** και κάτω για διαστημικές παρατηρήσεις σε ελάχιστες στενές περιοχές συχνοτήτων έως και **λ=30 m (f= 30 MHz)**, καθότι τα **άστρα** και οι διάφοροι **γαλαξίες** του σύμπαντος εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην φασματική περιοχή από **ακτίνες-X (3 x 10¹⁷ – 5 x 10¹⁹ Hz)** έως τα **ραδιοκύματα (0 – 300 MHz)**.

⁸ **1 pc= 3,26 έτη φωτός.**

⁹ **Ραντάρ (microwave) και Ραδιοτηλεσκόπια (radio waves).**





Εικόνα 5: Το Ραδιοτηλεσκόπιο – η μορφή και η δομή του,

[<http://www.visualdictionaryonline.com/astromy/astronomical-observation/radio-telescope.php>].

Translation: steerable parabolic reflector= κατευθυνόμενος παραβολικός ανακλαστήρας, first focal room= πρώτη εστιακή αίθουσα, secondary reflector= δευτερεύων ανακλαστήρας, parabolic reflector= παραβολικός ανακλαστήρας, receiver= δέκτης, second focal room= δεύτερη εστιακή αίθουσα, support structure= δομή υποστήριξης, upper laboratory= ανώτερο εργαστήριο, rotating track= περιστρεφόμενη τροχιά, counterweight= αντίβαρο, laboratory= εργαστήριο, elevator= εξυψωτήρας, circular track= κυκλική διαδρομή.

$$\text{(Μήκος κύματος ακτινοβολίας): } \lambda = \frac{c}{f}$$

Σε κάθε συγκρότημα¹⁰ κεραιών Deep Space Network¹¹ υπάρχουν κεραιές των 34 μέτρων και μία μεγάλη κεραία διαμέτρου των 70 μέτρων ($f= 8.3 \text{ GHz}$, $\lambda= 0,036 \text{ m}$) για

¹⁰ Ινδία (Pune): 36 antennas x 45m (1.4 GHz), Η.Π.Α. (New Mexico): 27 antennas x 25m (25 GHz), Ολλανδία (Westerbork): 12 antennas x 25m (5 GHz), Αυστραλία (Narrabri): 6 antennas x 22m (25



παρατήρηση διαστημικών αποστολών, καθώς θα λέγαμε πως οι μικρότερες από την μεγαλύτερη κάθε φορά κεραία δεν μπορούν να ανιχνεύσουν ενιαία την **κατώτερη ζεύξη** των **Voyagers** που μπορεί να πραγματοποιήσει η κεραία των **70 μέτρων**, μεταδίδοντας τα ψηφιακά δεδομένα στο **Voyager**. Μία από τις μεγαλύτερες και περιστρεφόμενες **δορυφορικές κεραίες** κατά γωνία **360°** με διάμετρο **100m** και συχνότητα λειτουργίας **f=80 GHz** βρίσκεται στη **Βόννη** της **Γερμανίας (Effelsberg)**. Οι κεραίες σε κάθε τοποθεσία συνδέονται μεταξύ τους για την ταυτόχρονη λήψη του μεταδιδόμενου σήματος από το διαστημικό σκάφος, προσφέροντας **αυξημένο κέρδος** στο σήμα τους μέσω της **ραδιομετάδοσης** τού, το οποίο δίνεται από τον τύπο, [2]:

$$G = \frac{\text{μέγιστη ακτινοβολούμενη πυκνότητα ισχύος από την κεραία}}{\text{εκπεμπόμενη πυκνότητα ισχύος από ισοτροπική κεραία, χωρίς L, (δία P_i)}$$

$$\text{(directive gain) } G = \frac{n \times 4\pi \times A_e}{\lambda^2}, \text{ όπου:}$$

Effective aperture [A_e]:

$$A_e (\text{: Μέγιστη ενεργός επιφάνεια της κεραίας του radar, } m^2) = A_e = \frac{\lambda^2 \times G}{4\pi}$$

Efficiency [n]:

$$n (\text{: απόδοση κεραίας}) = \frac{A_e}{A}$$

= 0.5 – 0.7 για τυπικές μικροκυματικές κεραίες (microwave antennas)

A : γεωμετρική συλλεκτική επιφάνεια της κεραίας ($A=\pi d^2/4$).

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία εστιάζεται σ' έναν μικρών διαστάσεων ευαίσθητο δέκτη ραδιοκυμάτων του παραβολικού ανακλαστήρα, ο οποίος δέκτης δεν είναι παρά ένας απλός κυματοδηγός που μεταφέρει το παραγώμενο – ηλεκτρικό – σήμα με υψηλό λόγο S/N, [2]. Σημειώνεται δε ό,τι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές των **Voyagers** δεν διαθέτουν

GHz), Γαλλία (Plateau de Bure): 6 antennas x 15m (230 GHz), Χιλή (Atacama): 50 antennas x 12m (900 GHz).

¹¹ Goldstone-Η.Π.Α., Robledo-Ισπανία, Tidbinbilla-Αυστραλία.



μικροελεγκτές για την επεξεργασία των επιστημονικών δεδομένων και την αποθήκευσή τους στην μαγνητοταινία, έτσι ώστε η επικοινωνία μικροκυμάτων μεγάλης απόστασης να μην παρουσιάζει προβλήματα απωλειών κατά την μετάδοση των ψηφιακών δεδομένων μέτρησης ή ελέγχου στο διαστημικό σκάφος και μετά από πειράματα έρευνας τα ζητούμενα επιστημονικά δεδομένα επιστρέφουν στις επίγειες κεραίες για ανάλυση από τους επιστήμονες στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές των servers, αφού πρώτα όμως έχουν δώσει σημείο αναφοράς στη μνήμη των υπολογιστών που βρίσκονται στο εσωτερικό των ανιχνευτών Voyager.

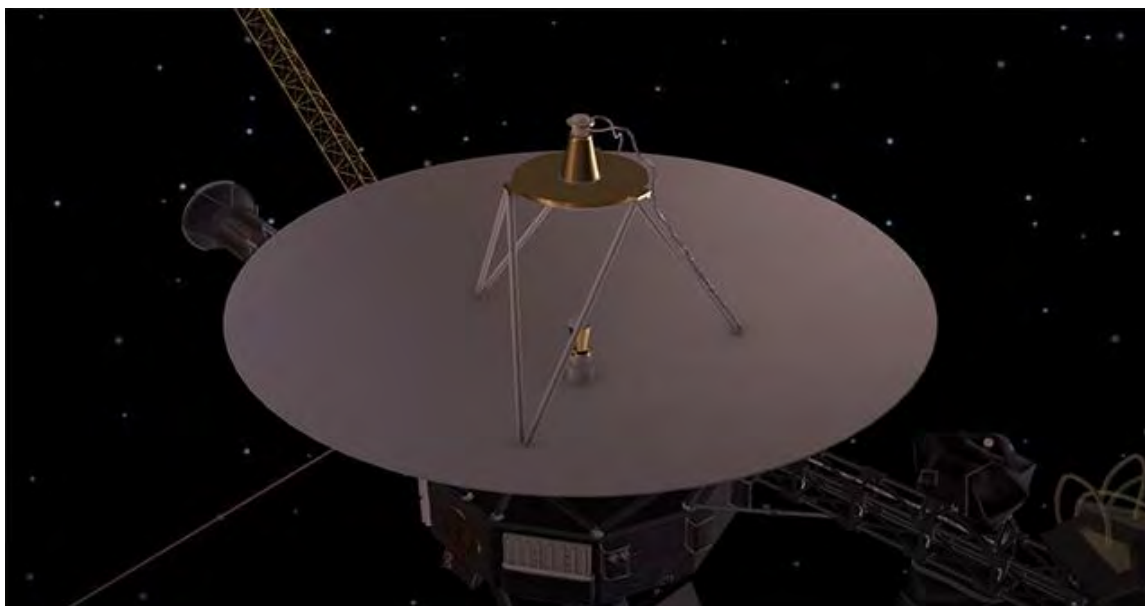
Ωστόσο, λοιπόν, γνωρίζουμε ότι τα ραδιοτηλεσκόπια δεσμεύουν ακτινοβολία στην περιοχή μήκους κύματος λ των 20cm ($f= 1,5 \text{ GHz}$) και άνω. Επιπλέον, τα ραδιοτηλεσκόπια δεν μπορούν να παρατηρήσουν το διαστημόπλοιο Voyager 1 στην περιοχή του ορατού φωτός, αφού θεωρείται το πιο απομακρυσμένο ανθρώπινο δημιούργημα από τη Γη που εντοπίστηκε από το δίκτυο των ραδιοτηλεσκοπίων VERY LONG BASELINE ARRAY (VLBA) σε μία απόσταση των 18,5 δισεκατομμυρίων χιλιομέτρων από τη Γη, συλλέγοντας τις ραδιοφωνικές συχνότητες που εκπέμπει η Antenna του διαστημοπλοίου με πομπό ισχύος 12 Watt που εκπέμπει ελάχιστη ακτινοβολία και παρόλα αυτά εντοπίζεται από τα ραδιοτηλεσκόπια του VLBA, [3].

Ως προς την κεραία του διαστημοπλοίου Voyager, γνωρίζουμε πως είναι μία κεραία υψηλής ανάλυσης (High-Gain Antenna) και εμβέλειας. Η κεραία HGA μεταδίδει δεδομένα στη Γη σε δύο κανάλια επικοινωνίας της κατερχόμενης ζεύξης¹² στην περιοχή συχνοτήτων 8.0 έως 12.4 GHz. Το ένα κανάλι συχνοτήτων κυμαίνεται στα 8,4 GHz (8,400 εκατομμύρια κύκλους/sec), είναι δηλαδή το κανάλι X – ζώνης (band) και περιέχει δεδομένα επιστήμης και μηχανικής. Για παράδειγμα, το ραδιοφωνικό συγκρότημα FM έχει κέντρο περίπου 100 megacycles. Οι ρυθμοί δεδομένων επιστήμης της κατερχόμενης ζεύξης – X είναι τόσο υψηλοί, όσο 7,2 kilobits/sec και στην ουσία αποτελεί «ένα κανάλι κατερχόμενης ζεύξης» περίπου στα 8415 MHz. Το άλλο κανάλι, κυμαίνεται γύρω στα 2,3 GHz, βρίσκεται στη ζώνη συχνοτήτων S – band: (από 2.0 έως 4.0 GHz) και περιλαμβάνει μόνο τεχνικά δεδομένα για την υγεία και την κατάσταση του διαστημικού σκάφους με χαμηλό ρυθμό των 40 bits/sec.

¹² Η ζώνη – S στα διαστημικά σκάφη έχει δύο κανάλια επικοινωνίας, μια ανερχόμενη ζεύξη συχνότητας $f_1=2115 \text{ MHz}$ και μία κατερχόμενη ζεύξη συχνότητας $f_2=2295 \text{ MHz}$.



Το ραδιοκύμα επικοινωνίας ταξιδεύει από το διαστημόπλοιο με ταχύτητα ίδια με την ταχύτητα του φωτός **300.000 χιλιόμετρα/δευτερόλεπτο**, κάνοντας **13,5 ώρες** για να φτάσει στη Γη, αφού συγκριτικά και μόνο ο **Διαστημικός Επιστήμονας Σταμάτης Κριμιζής** αναφέρει πως το φως χρειάζεται **8,3 λεπτά** για να φτάσει από τον **Ήλιο** στον τελικό προορισμό του, την Γη, [<http://paraxena-diasnet.blogspot.gr/2010/09/nasat.html>].



Εικόνα 6: Η κεραία HGA του Voyager.

<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>

Η ευαισθησία των κεραίων εντοπισμού, οι οποίες βρίσκονται σε όλο τον κόσμο είναι πραγματικά εκπληκτική. Οι κεραίες πρέπει να λαμβάνουν τις πληροφορίες του διαστημικού σκάφους **Voyager**, από ένα **αδύναμο σήμα** με αποτέλεσμα η ισχύς που πέφτει στην κεραία να κυμαίνεται από **10** έως **16 Watt**, δηλαδή φανταστείτε ότι ένα σύγχρονο ηλεκτρονικό-ψηφιακό ρολόι (**electronical-digital clock**) λειτουργεί σε επίπεδο ισχύος **20 δις φορές μεγαλύτερο** από το επίπεδο λειτουργίας του **Voyager**. Σημειώνεται, πως για διαστημόπλοια που φέρουν πάνω τους «**αναμεταδότη**» με **κλειδωμένη φάση συχνοτήτων ζώνης – S**, θα μεταδίδει «**δορυφορικώς**¹³» ψηφιακά δεδομένα σε απόσταση εμβέλειας άνω των **500.000 km** και μη καταστρεπτικά δεδομένα επικοινωνίας **Doppler ραδιοπηγής** για φέρουσες συχνότητες ολίσθησης **Doppler** μέχρι **230 kHz**, ενώ αποτελούν κατάλληλα

¹³ Όταν σ' ένα δορυφορικό σύστημα επικοινωνίας καθορίζεται η περιοχή κάλυψης, τότε το μέγεθος της κεραίας εκπομπής – λήψης εξαρτάται από την αντιστάθμιση μεταξύ κέρδους κεραίας **G** (**directive gain and power gain**) και εύρους δέσμης ακτινοβολίας.



σχεδιασμένα συστήματα για δυναμική διαστημικών σκαφών άνω των **15.000 m/sec** και τροχιακής επιτάχυνσης **a=150 m/s²**, [2].

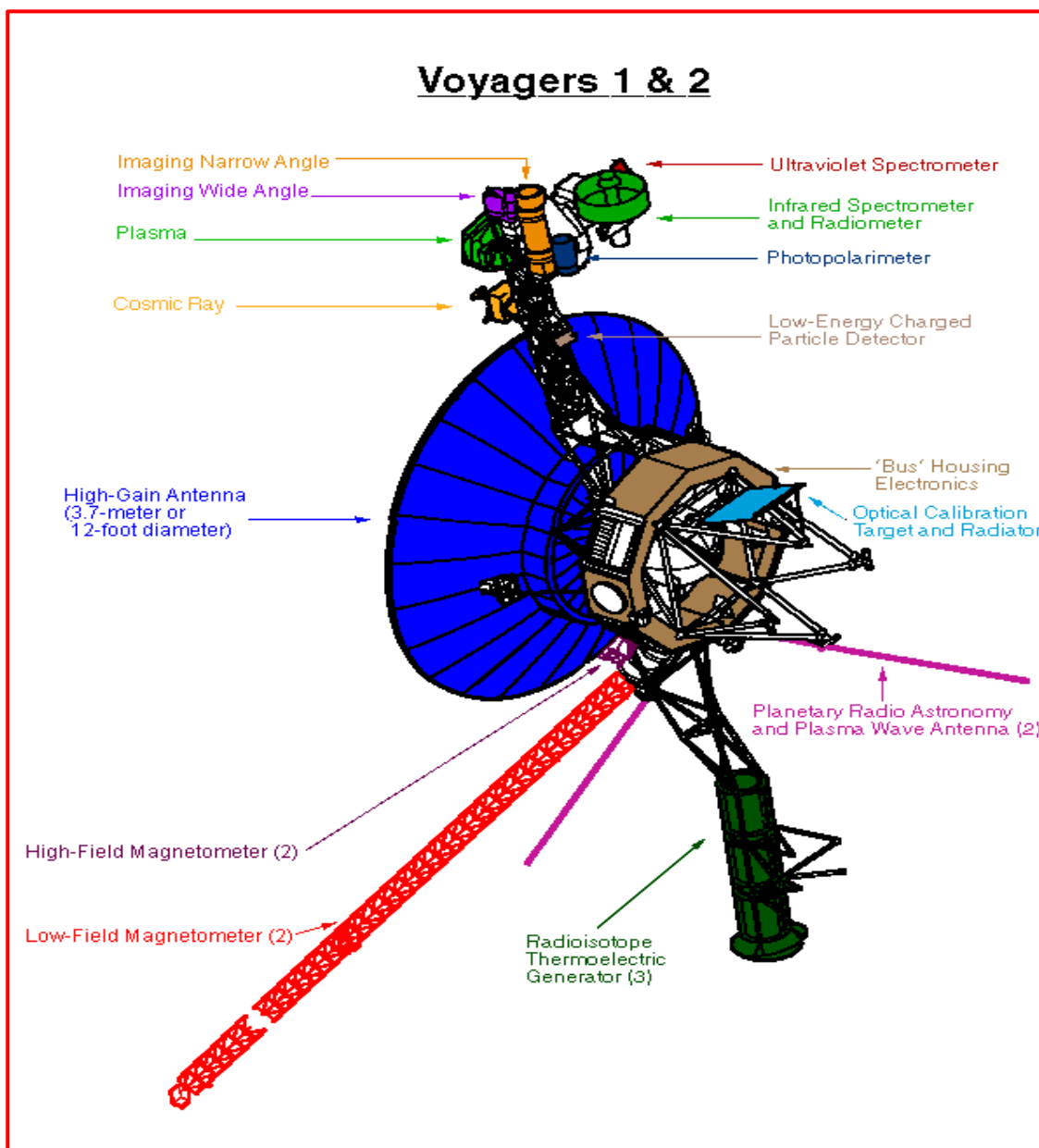


Εικόνα 7: Το Βόγιατζερ από κοντά, [<http://www.blod.gr/lectures/Pages/viewlecture.aspx?LectureID=3369#>]



4. Όργανα μετρήσεων και συνοπτική περιγραφή τους

Τα όργανά των **Voyagers** συνεχίζουν να λειτουργούν με τη βοήθεια της **ραδιενέργειας**, αν και, λόγω της μεγάλης απόστασης που τα χωρίζει πλέον από τον πλανήτη μας, ένα «ραδιομήνυμά» τους πρέπει να ταξιδέψει περίπου **16 ώρες** για να φτάσει στους **επίγειους σταθμούς**.



Εικόνα 8: <https://gr.pinterest.com/pin/438115869991058392/>

Υποσύστημα φωτοπολυμετρίας PPS (Photopolarimeter Subsystem): Η λειτουργία του Υποσυστήματος Φωτοπολυμετρίας στηρίζεται σ' ένα **τηλεσκόπιο των 0,2 m**, το οποίο

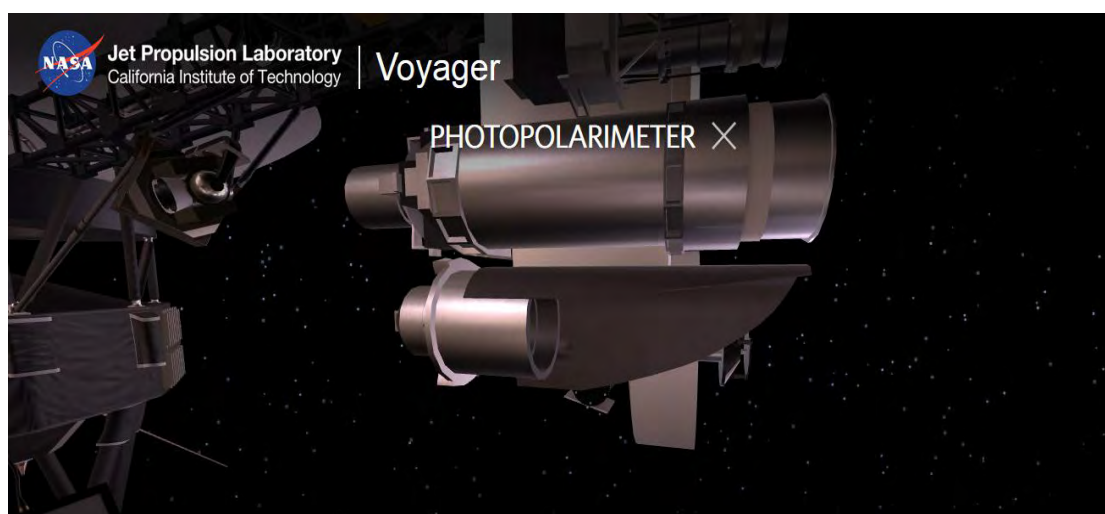


περιέχει φίλτρα και αναλυτές πόλωσης, ενώ καλύπτει οκτώ διαφορετικά μήκη κύματος $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ στην φασματική περιοχή από 235 nm έως 750 nm.



Εικόνα 9: <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>

Το πείραμα αφορά τις «φυσικές ιδιότητες» των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα των πλανητών, **Δία**, **Κρόνου** και των **δακτυλίων** του, μετρώντας την **ένταση** και τη **γραμμική πόλωση** του διασκορπισμένου ηλιακού φωτός σε οκτώ διαφορετικά μήκη κύματος στην φασματική περιοχή **2350-7500Å**, ενώ επίσης μας δίνει **πληροφορίες** σχετικά με την υφή και την χημική σύνθεση των επιφανειών των δορυφόρων του **Δία** και του **Κρόνου**, καθώς και τις ιδιότητες του νέφους νατρίου (**Na**) γύρω από την **Ιώ**, αφού στη διάρκεια των πλανητικών συναντήσεων θα διεξαχθεί επίσης έρευνα για οπτικές ενδείξεις ηλεκτρικών εκκενώσεων (**φωτισμού**) και αστρικής δραστηριότητας (**ποσοστό αστροσκονής**).



Εικόνα 10: <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>



Πρόκειται, στην ουσία, για ένα Σύστημα φωτοποριστικών μετρήσεων **PPS**, που χρησιμοποιείται για τη συλλογή δεδομένων έντασης εκπομπών και το οποίο περιλαμβάνει ένα πολωτή και ένα φίλτρο για μία από τις οκτώ ζώνες στην φασματική περιοχή των 220 έως 730 νανομέτρων (nm), [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

$\lambda_{\text{ιώδες}} = 395 \text{ nm}$, spectral region: 390 – 455 nm, frequency: $7,69 - 6,59 \times 10^{14} \text{ Hz}$

$\lambda_{\text{κυανό}} = 460 \text{ nm}$, spectral region: 455 – 492 nm, frequency: $6,59 - 6,10 \times 10^{14} \text{ Hz}$

$\lambda_{\text{πράσινο}} = 500 \text{ nm}$, spectral region: 492 – 577 nm, frequency: $6,10 - 5,20 \times 10^{14} \text{ Hz}$

$\lambda_{\text{κίτρινο} \rightarrow \text{πράσινο}} = 550 \text{ nm}$, spectral region: 530 – 570 nm, frequency: $5,20 \times 10^{14} \text{ Hz}$

$\lambda_{\text{κίτρινο}} = 579 \text{ nm}$, spectral region: 577 – 597 nm, frequency: $5,20 - 5,03 \times 10^{14} \text{ Hz}$

$\lambda_{\text{πορτοκάλι}} = 599 \text{ nm}$, spectral region: 597 – 622 nm, frequency: $5,03 - 4,82 \times 10^{14} \text{ Hz}$

$\lambda_{\text{ερυθρό}} = 700 \text{ nm}$, spectral region: 622 – 780 nm, frequency: $4,82 - 3,84 \times 10^{14} \text{ Hz}$

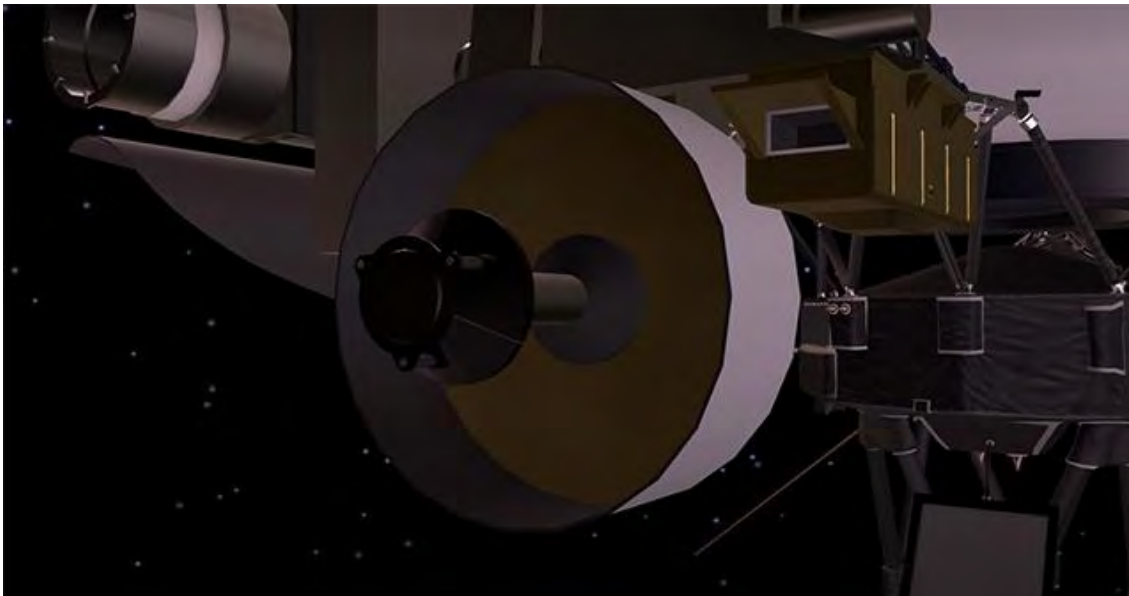
$\lambda_{\text{βουσινί}} = 750 \text{ nm}$, spectral region: 720 – 830 nm, frequency: $3,84 \times 10^{14} \text{ Hz}$

Φασματόμετρο υπεριώδους ακτινοβολίας UVS (Ultraviolet Spectrometer):

Το UVS είναι το όργανο που μετράει το ευαίσθητο υπεριώδες φως (από 380 έως 60 nm για την περιοχή συχνοτήτων $800 \text{ THz} - 3 \times 10^{17} \text{ Hz}$ και ενέργεια φωτονίων στα 3 eV με 2000 eV), δηλαδή χρησιμοποιείται για να μετράει τις ατμοσφαιρικές ιδιότητες του υπεριώδους φάσματος, προσδιορίζοντας άτομα φωτονίων¹⁴ (συνεχές φάσμα εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας: ηλεκτρόνια και ηλιακό σύστημα) με ενέργεια φωτονίων για κοσμικές ακτίνες στα 10^7 eV ή ιόντα (: κοσμική ακτινοβολία στην περιοχή συχνοτήτων $3 \times 10^{22} \text{ Hz}$ του διαστρικού χώρου). Αναζητά επίσης «ορισμένα χρώματα» υπεριώδους φωτός (μπλε προς υπεριώδες από 400 έως 430 nm), τα οποία εκπέμπουν γραμμικά ορισμένα στοιχεία και χημικές ενώσεις (γραμμικό φάσμα εκπομπής). Συγκεκριμένα, ο Ήλιος εκπέμπει σε υψηλές θερμοκρασίες μια μεγάλη ποικιλία χρωμάτων φωτός (φάσμα εκπομπής υπεριώδους ακτινοβολίας) με ενέργεια εκπομπής $E = kT \geq 511 \text{ keV}$, δηλώνοντας έτσι την ύπαρξη αντιύλης (p: ποζιτρόνια & e: ηλεκτρόνια).

¹⁴ Σε μία πηγή φωτονίων, η αλληλεπίδραση μεταξύ των οποίων έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή των φορτισμένων αυτών σωματιδίων αντιύλης.





Εικόνα 11: Το φασματόμετρο UVS, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Όταν, το **ηλιακό φως** διέλθει μέσα από μια ατμόσφαιρα, ορισμένα **στοιχεία** και **μόρια** στην ατμόσφαιρα **απορροφούν** συγκεκριμένες συχνότητες φωτός (**φάσμα απορρόφησης**), ενώ όταν το **UVS** κοιτάζει το **φιλτραρισμένο ηλιακό φως**, τότε παρατηρεί την **απουσία** οποιουδήποτε από τα συγκεκριμένα χρώματα και πλέον τότε λέμε ό,τι έχουν εντοπιστεί από το φασματόμετρο συγκεκριμένα στοιχεία ή ακόμη και **χημικές-μοριακές ενώσεις** με την **φασματοσκοπική μέθοδο ατομικής απορρόφησης**. Επιπλέον, το υπεριώδες φασματόμετρο (**UVS**) καλύπτει το **εύρος μήκους κύματος** από **40 nm** έως **180 nm**, εξερευνώντας τις **πλανητικές ατμόσφαιρες** και τον **διαπλανητικό χώρο** του διαστήματος. Το Φασματόμετρο υπεριώδους ακτινοβολίας (**UVS**) σχεδιάστηκε για να προσδιορίζει:

- α)** τις **φυσικές ιδιότητες σκέδασης UV** των κατώτερων πλανητικών ατμοσφαιρών και των οπτικών βάθους των πλανητικών δακτυλίων, καθώς και τις εκπομπές από τους δακτυλίους και από οποιαδήποτε άλλη ατμόσφαιρα του δακτυλίου στον πλανήτη **Κρόνο**.
- β)** την κατανομή των συστατικών, ανάλογα με το ύψος **h**.
- γ)** την έκταση και την κατανομή της κορώνας υδρογόνου των πλανητών και των δορυφόρων.
- δ)** την έρευνα της αστρικής και της νυχτερινής αεροπορικής δραστηριότητας.

Ωστόσο, τα δύο ιστορικά σκάφη **Voyager** συνέβαλαν στην γενικότερη εξέλιξη της αστρονομίας, αλλά η συμβολή τους φαίνεται πως πλησιάζει το τέλος, αφού η ενέργεια των



γεννητριών τους σιγά-σιγά τελειώνει και το υπεριώδες φασματόμετρο του **Voyager 2** βρίσκεται εκτός λειτουργίας του συστήματος, γεγονός που είναι πιθανόν να συμβεί και στο **Voyager 1**, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>]. Τέλος, η θερμοκρασία **UVS** έχει μειωθεί σε επίπεδα κάτω του ορίου μέτρησης του αισθητήρα, αλλά το **UVS** λειτουργεί φυσιολογικά. Οι επιστήμονες και μηχανικοί της διαστημικής αποστολής **Voyager** θα λαμβάνουν δεδομένα σχετικών μετρήσεων από τα **UVS** καθενός από τα δύο δίδυμα διαστημόπλοια έως τα μέσα του έτους **2013**, όπου το **όργανο μέτρησης υπεριώδους ακτινοβολίας – UVS** θα πρέπει να απενεργοποιηθεί πλήρως για εξοικονόμηση ενέργειας.

Επιστήμη πλάσματος PLS (Plasma Science): Το φασματόμετρο πλάσματος **PLS**, χρησιμοποιώντας δύο ανιχνευτές πλάσματος **μετράει και αναλύει**

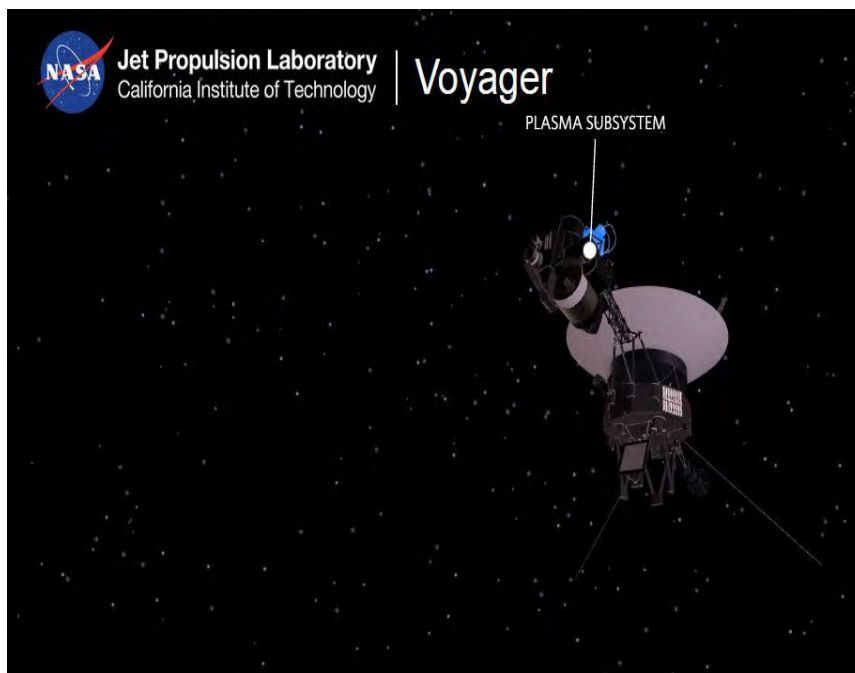
i) την ταχύτητα (**v**),

ii) την πυκνότητα ροής (**S_v**)¹⁵ με τύπο **S_v = k_v · v^{+a}**, όπου **k_v**= είναι μία σταθερή ποσότητα για κάθε **f** παρατήρησης και **a**= ο φασματικός δείκτης και

iii) την πίεση (**P**) των ιόντων πλάσματος στο πλανητικό ή διαστρικό χώρο. Το **PLS** αναζητά τα **σωματίδια χαμηλότερης ενέργειας στο πλάσμα**. Επίσης, διαθέτει την ικανότητα να ψάχνει τα **σωματίδια** που κινούνται με συγκεκριμένες **ταχύτητες** και σε ορισμένο βαθμό, ώστε να καθορίζουν την **κατεύθυνση** από την οποία έρχονται, ενώ το **υποσύστημα πλάσματος** μελετά τις **ιδιότητες** των ιδιαίτερα **θερμών ιονισμένων αερίων** που υπάρχουν στις **διαπλανητικές περιοχές** του σύμπαντος.

¹⁵ Είναι η μονάδα μέτρησης **ισχύος** των σημειακών **ραδιοπηγών** του σύμπαντος σε συγκεκριμένη συχνότητα **f** και μετριέται σε **Watt m⁻² Hz⁻¹**.





Εικόνα 12: Το φασματόμετρο πλάσματος PLS, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Στόχος της επιστήμης του πλάσματος (PLS) είναι: **α)** οι ιδιότητες και η ακτινική εξέλιξη του ηλιακού ανέμου. **β)** η αλληλεπίδραση του ηλιακού ανέμου με τον **Δία**, τον **Κρόνο**, τον **Ουρανό** και τον **Ποσειδώνα**. **γ)** οι αλληλεπιδράσεις στη μορφολογία του μαγνητοσφαιρικού πλάσματος στον **Δία**, τον **Κρόνο**, τον **Ουρανό** και τον **Ποσειδώνα** με τους πλανητικούς δορυφόρους, υπό ιδιαίτερη έμφαση στις ιδιότητες του πλάσματος στην περιοχή των **Ιώ (Io)**, **Τιτάνα (Titan)** και **Τρίτωνα Triton**. Τέλος, το **PLS** μπορεί να εντοπίζει και να μετράει τις φυσικές



Εικόνα 13: <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>

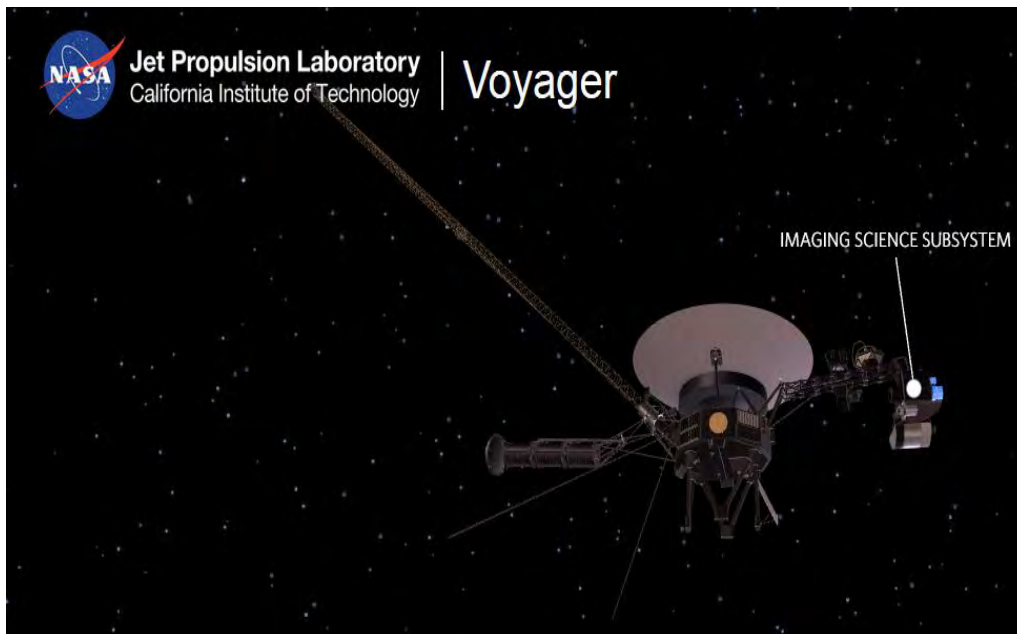
ιδιότητες του «ηλιακού ανέμου» που συνεχώς επιβραδύνεται και γίνεται πυκνότερος καθώς προετοιμάζεται να αντιμετωπίσει την «ηλιόπαυση» για την είσοδο του στο διαστρικό χώρο, ενώ λοιπόν πραγματοποιεί **ανίχνευση του πλάσματος** και εκτός του ηλιακού μας



συστήματος. Σημειώνεται, πως το **PLS** στο **Voyager 1** δεν επιστρέφει πλέον χρήσιμα δεδομένα, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Υποσύστημα Επιστημών Απεικόνισης ISS (Imaging Science Subsystem):

Στιγμιότυπο οθόνης του Υποσυστήματος Επιστήμης Απεικόνισης (**ISS**) όπως παρουσιάζεται στο **Interactive Model Voyager 3-D**. Το **ISS** είναι μια τροποποιημένη έκδοση των σχεδίων κάμερας «vidicon» αργής σάρωσης που χρησιμοποιήθηκαν στις προηγούμενες διαστημικές πτήσεις **Mariner**. Ένα σύστημα επιστημών απεικόνισης (**ISS**), το οποίο διαθέτει μία ευρυγώνια κάμερα μικρού εστιακού μήκους. Το **ISS**, λοιπόν, αποτελείται από δύο κάμερες τύπου τηλεόρασης, καθένα με **8-οκτώ φίλτρα** σε έναν **εύχρηστο τροχό φίλτρων**, ο οποίος είναι τοποθετημένος μπροστά από τις βίδες. Μία από τις δύο κάμερες διαθέτει «**φακλό ευρείας γωνίας**» και χαμηλής ανάλυσης των **200 mm** με διάφραγμα **f/3**, ενώ η άλλη θα χρησιμοποιεί «**φακλό στενής γωνίας**» και υψηλότερης ανάλυσης των **1500 mm** με διάφραγμα **f/8.5**.



Εικόνα 14: Το υποσύστημα ISS, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

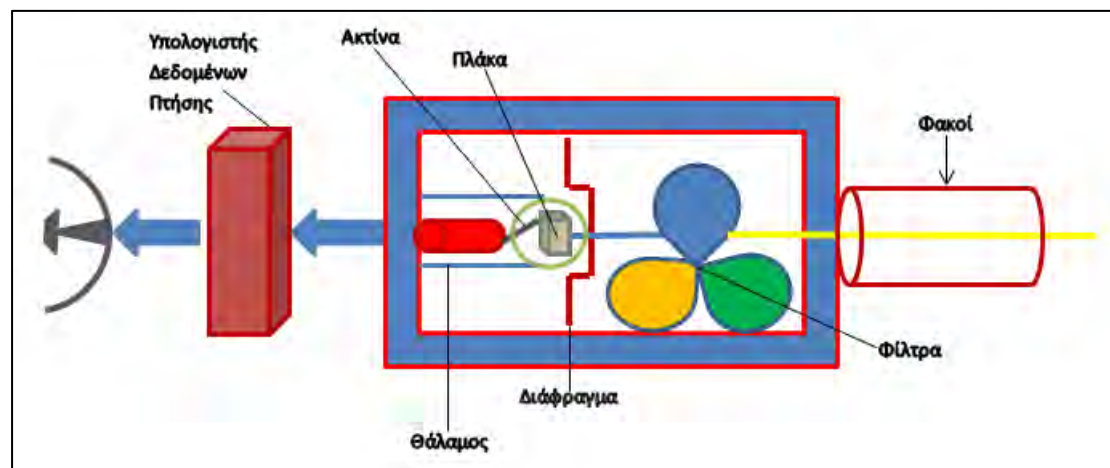
Αντίθετα, τα άλλα όργανα επί του διαστημοπλοίου, όπως η μη αυτόνομη λειτουργία των φωτογραφικών μηχανών¹⁶ ελέγχεται από έναν πίνακα παραμέτρων απεικόνισης

¹⁶ Αστροφωτομετρία: Πραγματοποιείται οπτική παρατήρηση και καταγραφή – αποτύπωση των απομακρυσμένων ουράνιων σωμάτων (σε αστέρες, νεφελώματα και γαλαξίες του σύμπαντος).



στόχων, ο οποίος βρίσκεται σε έναν από τους υπολογιστές των διαστημικών σκαφών **Voyager**, ενώ το λεγόμενο υποσύστημα δεδομένων πτήσης **Flight Data System (FDS)** χρησιμοποιείται για έλεγχο της ατμοσφαιρικής σύνθεσης σε παρατηρούμενες περιοχές των πλανητικών ατμοσφαιρών και τον καθορισμό της ταχύτητας του ηλιακού ανέμου,

[<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

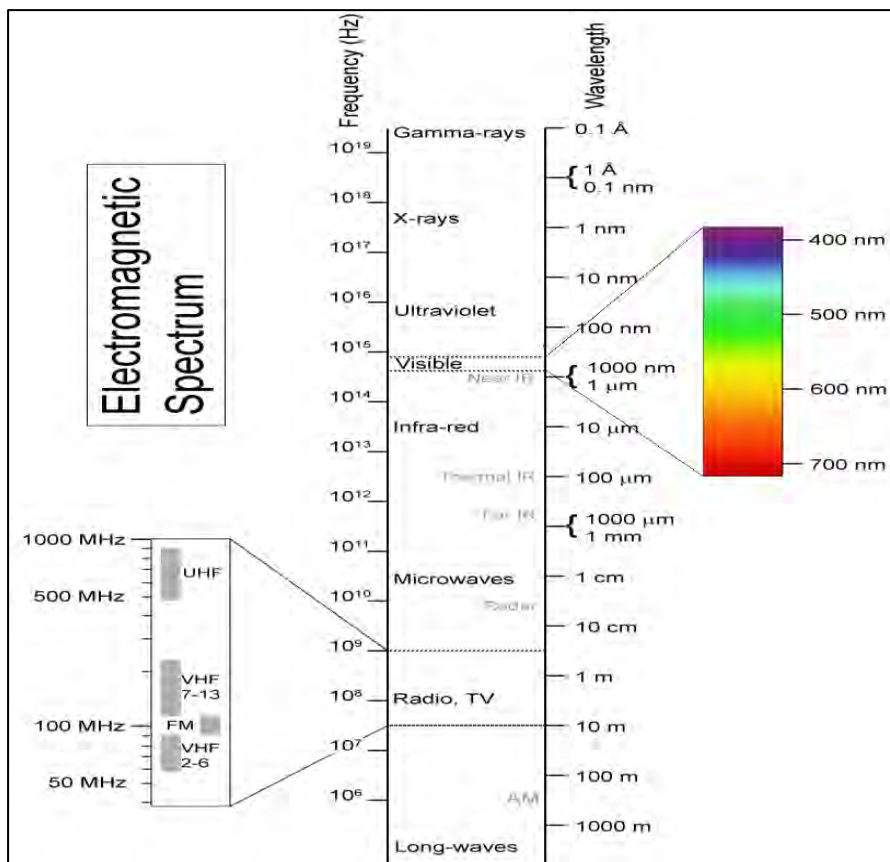


Εικόνα 15: Φωτογράφιση στο Διάστημα, [3] σελ. 109.

Συγκεκριμένα, οι φωτογραφικές μηχανές αποσπούν ξεχωριστές εικόνες για αποστολή στη Γη μέσα από τα χρωματιστά φίλτρα, όπου με την διέλευση του φωτός από φακό μπλε φίλτρου και έπειτα διαμέσου ενός διαφράγματος έχουμε τις προσπίπτουσες ακτίνες φωτός που παράγονται από ηλεκτρόνια στην πίσω πλευρά της πλάκας (: φωτεινές και σκοτεινές περιοχές φωτός). Ωστόσο, όπως φαίνεται στο σχήμα από την άλλη πλευρά του θαλάμου μία ακτίνα ηλεκτρονίων σαρώνει την πλάκα για αναπλήρωση του αριθμού απώλειας ηλεκτρονίων, ενώ μία τιμή φωτεινότητας αντιστοιχεί σε κάθε πίξελ (pixel) των φωτογραφιών που στέλνονται διαμέσου του υπολογιστή δεδομένων πτήσης στη Γη. Οι μηχανές λήψης του διαστημικού οχήματος **Voyager** δεν παρουσιάζουν ευαισθησία στην ερυθρή ακτινοβολία και γι' αυτό γίνεται χρήση φίλτρου χρώματος πορτοκαλί. Συνεπώς, τα δεδομένα που συλλέγονται στο **Voyager 2** από τον υπολογιστή δεδομένων πτήσης μεταδίδονται πρώτα σ' έναν Σταθμό του Δικτύου Εσώτερου Διαστήματος και μετά αποστέλονται σε υπολογιστές εδάφους του **JPL (Jet Propulsion Laboratory)** στην Πασαντένα της Καλιφόρνιας, όπου γίνεται συνδυασμός φωτογραφιών που λήφθηκαν διαμέσου μπλε, πράσινου και πορτοκαλί φίλτρου για τον σχηματισμό μιας έγχρωμης εικόνας, [3].



Φασματόμετρο υπέρυθρων και μετρητή ραδιομέτρου IRIS (Infrared Interferometer Spectrometer and Radiometer):



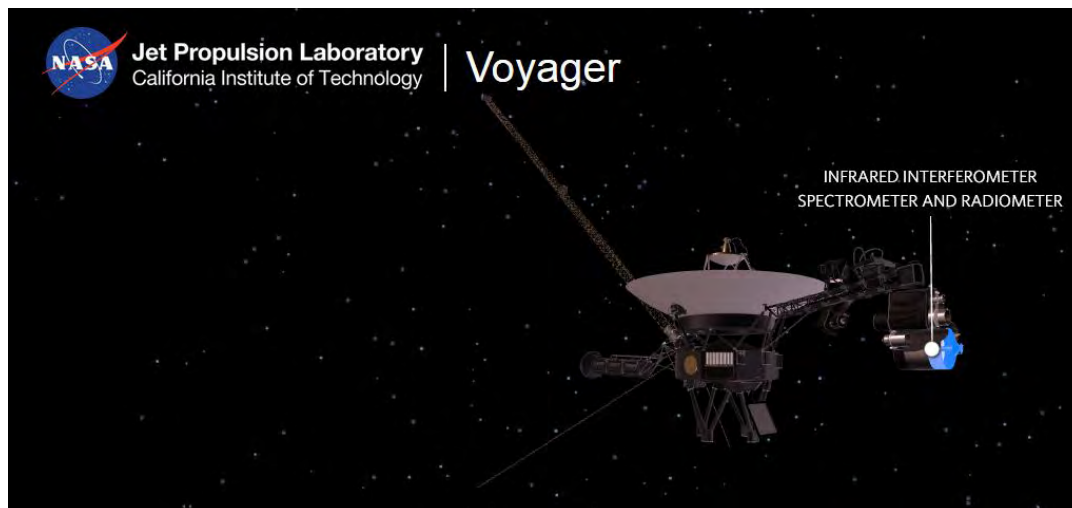
Εικόνα 16: Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος).

<https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Electromagnetic-Spectrum.png>

Πρόκειται για ένα φασματόμετρο υπέρυθρων ακτίνων μήκους κύματος «λ» από 1 mm έως 700 nm στην περιοχή συχνοτήτων από 300 GHz έως 400 THz και λειτουργία ραδιομέτρου (IRIS), όπως απεικονίζεται στο παρακάτω τρισδιάστατο μοντέλο Voyager 3-D. Το IRIS λειτουργεί ως α) ένα πολύ εξελιγμένο θερμόμετρο, το οποίο καθορίζει τη διανομή της θερμικής ενέργειας που εκπέμπει ένα σώμα, επιτρέποντας στους ειδικούς επιστήμονες να προσδιορίσουν τη θερμοκρασία αυτού του σώματος ή κάποιας ουσίας. β) μία συσκευή που μπορεί να καθορίσει πότε υπάρχουν ορισμένοι τύποι στοιχείων ή ενώσεων σε μια πλανητική ατμόσφαιρα ή σε μια επιφάνεια (surface in space). γ) ένα μέσο που χρησιμοποιεί κάθε φορά ξεχωριστό ραδιομετρικό σύστημα για τη μέτρηση της συνολικής ποσότητας του ηλιακού φωτός, η οποία ανακλάται από ένα σώμα σε υπεριώδεις, ορατές και υπέρυθρες συχνότητες αντίστοιχα. Σημειώνεται, πώς η «υπέρυθη αστρονομία» (1975) συμβάλλει στην έρευνα και χημική ή άλλου είδους μελέτη ούτε τόσο πολύ θερμών



ουράνιων αντικειμένων που εκπέμπουν «ορατό φως¹⁷» στο διάστημα, αλλά ούτε και τόσο κρύων ουράνιων αντικειμένων, ώστε να εκπέμπουν μόνο «ραδιοκύματα» (ραδιοσυχνοτήτων από 0 – 300 megacycles και ενέργεια φωτονίων $E = 0 - 10^{-6}$ eV). Τα υπέρυθρα μήκη κύματος λ (: 1 mm – 700 nm) έχουν την ιδιότητα να διαπερνούν σύννεφα αστρικής σκόνης, σταματώντας την εκπομπή ορατού φωτός σε ουράνια αντικείμενα του σύμπαντος (: πρωταστέρες, αστέρες άνθρακα, ενδογαλαξιακά νεφελώματα ή το «κέντρο του γαλαξία¹⁸») για ανίχνευση νερού- H_2O σε κομήτες.



Εικόνα 17: Ο ραδιομετρητής IRIS, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Το φασματόμετρο IRIS ή «συμβολόμετρο – ραδιομετρητής¹⁹» μετράει την υπέρυθη ακτινοβολία στις φασματικές περιοχές από 2,5 έως 50 μ m και από 0,3 έως 2,0 μ m. Το IRIS μετράει το τοπικό και παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο ή τα κατακόρυφα προφίλ θερμοκρασίας στους πλανήτες, τους δορυφόρους και τους δακτυλίους. Προσδιορίζει δε, την ατμοσφαιρική κατακόρυφη θερμοκή δομή, η οποία με τη σειρά της προσφέρει στη μοντελοποίηση της ατμοσφαιρικής δυναμικής, καθώς επίσης και την ισορροπία ενέργειας που ακτινοβολείται από εκείνη που απορροφάται από τον ήλιο, ώστε να βοηθήσει τόσο στην διερεύνηση της πλανητικής προέλευσης, όσο και στην εξέλιξη των εσωτερικών διεργασιών. Πραγματοποιεί μέτρηση των άφθονων χημικών στοιχείων του μοριακού υδρογόνου (H) ή ουδέτερο ατομικό υδρογόνο (HI) και ηλίου (He), ως προς

¹⁷ Ορατή ακτινοβολία στην περιοχή συχνοτήτων μεταξύ 400 με 800 THz και ενέργεια φωτονίων $E = 1,6 - 3,2$ eV. Το ορατό φως κυμαίνεται από 400 έως 700 nm.

¹⁸ Το περιβάλλον πυκνά νέφη μεσοαστρικής ύλης, τα οποία απορροφούν το ορατό φως και ταυτόχρονα είναι διαπερατά από υπέρυθη ακτινοβολία.

¹⁹ Όργανα μεγάλης κλίμακας, υψηλής ανάλυσης και χαμηλού θορύβου που χρησιμοποιούνται για ανάλυση της ατμόσφαιρας πλανητών.

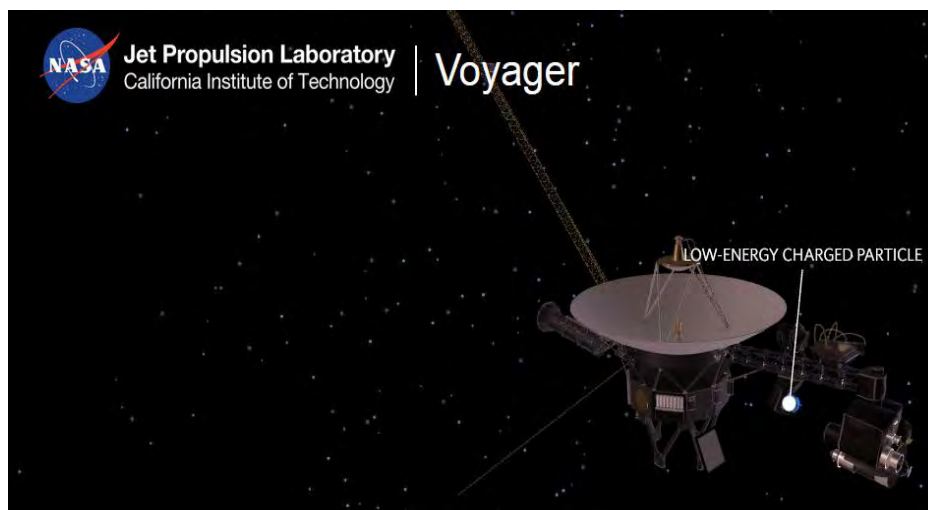


την αναλογία τους στο «πρωτογενές» ηλιακό νεφέλωμα²⁰. Το ατομικό υδρογόνο (HI) ως το πιο άφθονο στοιχείο στον μεσοαστρικό χώρο ή αλλιώς σε περιοχές που η ύλη είναι σχετικά διάχυτη, εμφανίζει μέση πυκνότητα 10-10000 σωματίδια/cm³ και θερμοκρασία από $T_{k,Low} = 10$ Kelvin έως $T_{k,High} = 50$ με 150 Kelvin, [5].

Φορτισμένο σωματίδιο χαμηλής ενέργειας LECP (Low-Energy Charged Particle):

Ένα υποσύστημα φορτισμένων σωματιδίων χαμηλής ενέργειας LECP, όπως φαίνεται στο παρακάτω διαδραστικό μοντέλο Voyager 3-D. Συγκεκριμένα, το πείραμα χαμηλής ενέργειας φορτισμένων σωματιδίων LECP μετράει ηλεκτρόνια (e), πρωτονίων (p) και βαρύτερων ιόντων στα δεκάδες kilo-ηλεκτρονίων βόλτ (keV) έως και μέγα ηλεκτρόνια βόλτ (MeV) στη μαγνητόσφαιρα ενός πλανήτη.

Το LECP αναζητά σωματίδια υψηλότερης ενέργειας από το PLS, ενώ επικαλύπτεται από το υποσύστημα κοσμικών ακτίνων (CRS), το οποίο μετράει τα ηλεκτρόνια και τους πυρήνες των κοσμικών ακτίνων ενέργειας στην περιοχή των 3 έως 30 MeV. Ωστόσο, οι μετρήσεις ενεργητικών ιόντων του πειράματος Φορτισμένου Σωματιδίου Χαμηλής Ενέργειας – Low Energy Charged Particle (LECP) στα διδυμα διαστημόπλοια Voyager 1 και 2 μας δείχνουν ότι η «ηλιόσφαιρα» αποκρίνεται σε κάθε αλλαγή ροής του ηλιακού ανέμου σε εντεκαετή ηλιακό κύκλο και περίπου μέσα στο χρονικό διάστημα των δύο με τρία έτη διαστημικής ζωής.



Εικόνα 18: Το υποσύστημα φορτισμένων σωματιδίων χαμηλής ενέργειας LECP, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

²⁰ Τα φωτεινά διάχυτα νέφη (bright diffuse nebulae) πλήρως ιονισμένου υδρογόνου αποτελούν κοιτίδες νέων αστέρων και καλούνται περιοχές ιονισμένου υδρογόνου (HII regions).



Το πείραμα χαμηλής ενέργειας φορτισμένων σωματιδίων (**LECP**) χρησιμοποιεί δύο συστήματα ανιχνευτών στερεάς κατάστασης, δηλαδή πρόκειται για ανιχνευτές ηλεκτρονίων (15 keV έως 1 MeV) και ανιχνευτές ιόντων (15 keV/nuc έως 160 MeV/nuc), τοποθετημένοι πάνω σε μια ειδικά κατασκευασμένη περιστρεφόμενη πλατφόρμα. Τα δύο υποσυστήματα είναι το τηλεσκόπιο²¹ σωματιδίων χαμηλής ενέργειας (**LEPT**) και ο αναλυτής μαγνητοσφαιρικών σωματιδίων χαμηλής ενέργειας (**LEMPA**). Τα φάσματα των διάφορων ατομικών ειδών που περιλαμβάνουν την **γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία**, ειδικά σε χαμηλή ενέργεια με φορτισμένα σωματίδια²². Μετράει, λοιπόν, τη χρονική μεταβολή των **γαλαξιακών κοσμικών ακτίνων**, καθώς επίσης και την **ακτινική κλίση των γαλαξιακών κοσμικών ακτίνων**. Το πείραμα χαμηλής ενέργειας φορτισμένων σωματιδίων, λοιπόν, σχετίζεται με **διαπλανητικά ενεργειακά σωματίδια** ή αλλιώς **ενεργειακά σωματίδια πλανητικής-ηλιακής προέλευσης** των διάφορων ενεργειακών περιοχών που ερευνώνται στις **διαστημικές φωτοβολίδες**²³, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Υποσύστημα κοσμικών ακτίνων CRS (Cosmic Ray Subsystem):

Είναι ένα υποσύστημα κοσμικών ακτίνων, όπως φαίνεται στο διαδραστικό μοντέλο **Voyager 3-D**. Το **CRS** ως ανιχνευτής κοσμικών ακτίνων και υψηλής ευαισθησίας όργανο μέτρησης εξετάζει μόνο πολύ ενεργητικά σωματίδια στο πλάσμα, τα οποία μπορούν συχνά να βρεθούν στα έντονα πεδία ακτινοβολίας που περιβάλλουν ορισμένους πλανήτες (π.χ. ο **Δίας**) και τα οποία προέρχονται από άλλα αστέρια που κατά τη διέλευση τους, αφήνουν σημάδια στο διαστημικό χώρο και στο χρόνο ό,τι βρίσκονταν εκεί. Το υποσύστημα κοσμικών ακτίνων **CRS** χρησιμοποιείται για τη **μέτρηση του ενεργειακού φάσματος των ηλεκτρονίων από 3 έως 110 MeV**, δηλαδή μιλάμε για «μέτρηση των φάσεων ενέργειας» και μέτρηση της «στοιχειακής σύνθεσης όλων των πυρήνων κοσμικής ακτινοβολίας» από

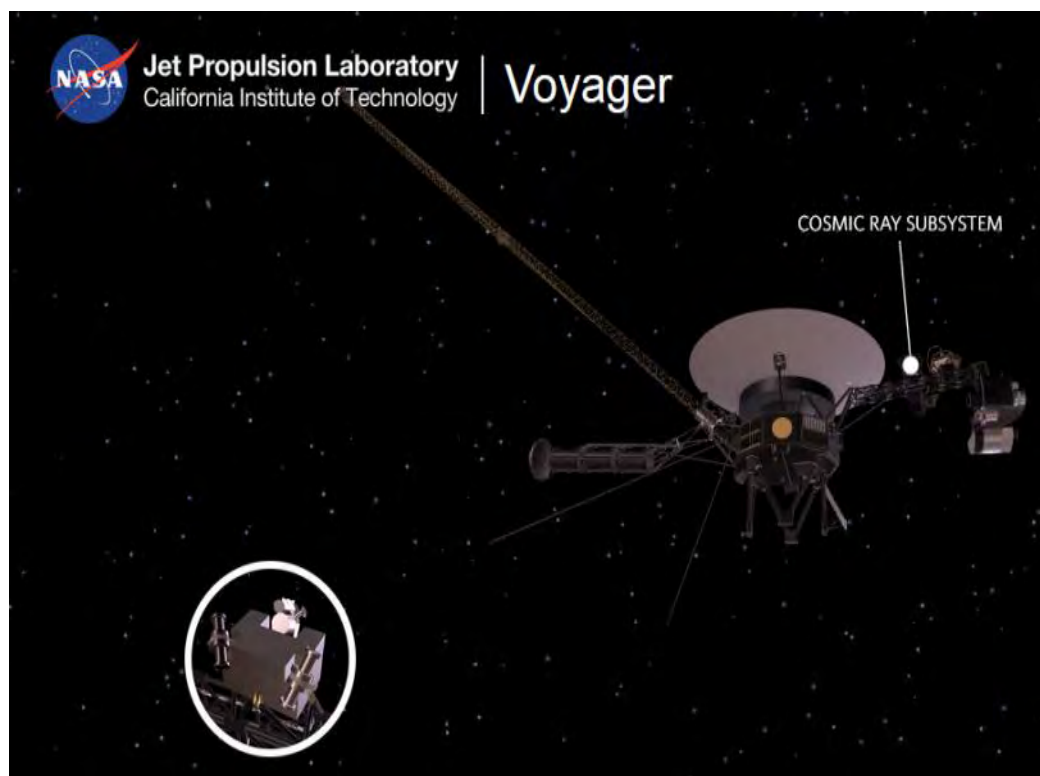
²¹ Περιέχει σένσορες στερεάς ουσίας.

²² Δέσμες φορτισμένων σωματιδίων ηλιακής προέλευσης παρατηρήθηκαν στις γειτονικές τροχιές της Γης, όπου η συχνότητα ταλάντωσης f_T του ηλιακού πλάσματος είναι στα **20 kHz** με μήκος κύματος ακτινοβολίας $\lambda = 15 \text{ km}$, [5].

²³ Προορίζονται για να πραγματοποιήσουν επιστημονικές μετρήσεις στον διαπλανητικό χώρο του διαστήματος και να εξερευνήσουν τις φυσικές ιδιότητες ουράνιων σωμάτων που βρίσκονται εντός του ηλιακού μας συστήματος.



το υδρογόνο μέσω του σιδήρου σε μια περιοχή ενέργειας σχεδόν από 1 έως 500MeV/nuc.

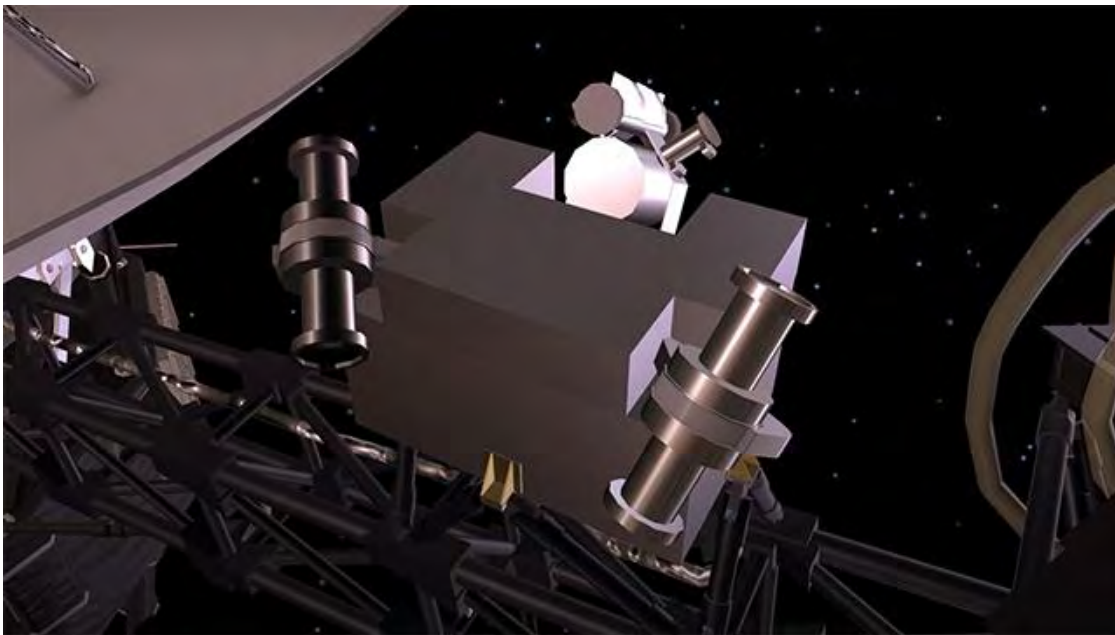


Εικόνα 19: Το υποσύστημα κοσμικών ακτίνων CRS, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Αυτού του είδους, τα υποσυστήματα παρέχουν πληροφορίες ζωτικής σημασίας για τον ενεργειακό χώρο του διαστήματος, την προέλευση, τη διαδικασία επιτάχυνσης (κοσμικοί επιταχυντές), το ιστορικό ζωής και τη δυναμική των κοσμικών ακτίνων στον γαλαξία μας και συμβάλλουν στην κατανόηση της νουκλεοσύνθεσης των στοιχείων σε πηγές κοσμικών ακτίνων, καθώς και πληροφορίες σχετικά με την διάδοση κοσμικών ακτίνων, ηλεκτρονίων²⁴ και πολλαπλών σωματιδίων χαμηλής ενέργειας (0,5 – 9 MeV) μεταξύ των πλανητών σε μια ευρύτερη περιοχή διαπλανητικού χώρου. Το CRS, λοιπόν, χρησιμοποιείται για την μέτρηση της σύνθεσης φορτισμένων σωματιδίων στη «μαγνητόσφαιρα» των πλανητών του Δία, του Κρόνου, του Ουρανού και του Ποσειδώνα, μετρώντας τα τρισδιάστατα μοτίβα ροής των πυρήνων από το μοριακό υδρογόνο (H) μέσω του σιδήρου (Fe) και των ηλεκτρονίων (e).

²⁴ Στροφορμή ηλεκτρονίου (e): $L = \sqrt{l(l+1)} \times \hbar$, όπου δευτερεύων κβαντικός αριθμός $l = [0, 1, 2, 3, \dots, (n-1)] = e_{name}[s, p, d, \dots]$





Εικόνα 20: Το CRS, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

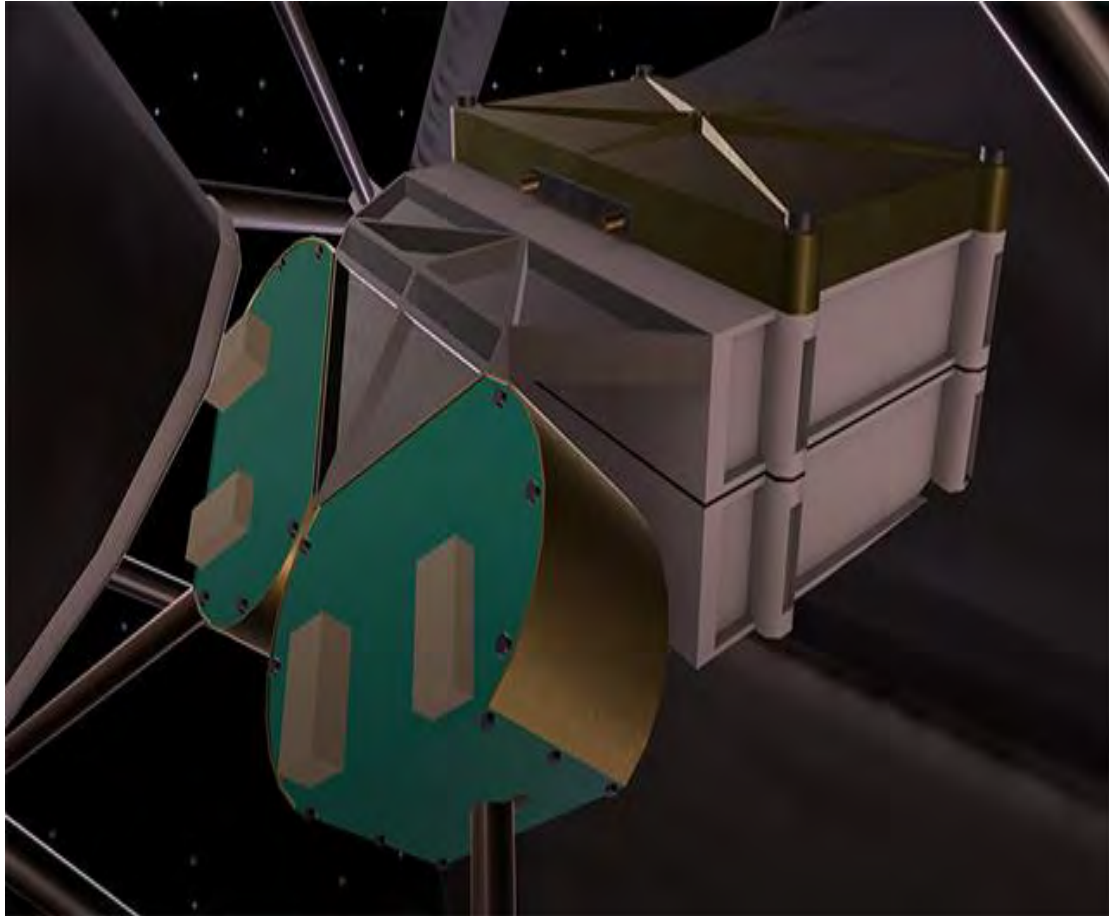
Πλανητικό ραδιοαστρονομικό PRA (Planetary Radio Astronomy) και υποσύστημα κυμάτων πλάσματος PWS (Plasma Wave Subsystem):

Το πείραμα της Πλανητικής ραδιοαστρονομίας (PRA) μελέτησε **ραδιο-εκπομπές σημάτων** από τον **Δία** και τον **Κρόνο** ή τους **δορυφόρους τους**. Το σύστημα κυμάτων πλάσματος (PWS) παρατηρεί την **ηλεκτρική πυκνότητα χαμηλής ραδιοσυχνότητας**, τα **προφίλ** και τις **αλληλεπιδράσεις** μεταξύ **κυμάτων** και **σωματιδίων πλάσματος**.

Δύο ξεχωριστά πειράματα, το υποσύστημα κυμάτων πλάσματος²⁵ και το πείραμα της **πλανητικής ραδιοαστρονομίας**, **μοιράζονται** τις **δύο μακριές κεραιές** που εκτείνονται σε **ορθές γωνίες** μεταξύ τους, **σχηματίζοντας** ένα «V». Το **PWS** καλύπτει μια περιοχή συχνοτήτων από **10 Hz** έως **56 kHz**. Ο δέκτης **PRA** καλύπτει δύο ζώνες συχνοτήτων (**two bands frequencies**), από **20,4 kHz** έως **1300 kHz** και από **2,3 MHz** έως **40,5 MHz**.

²⁵ Το μήκος κύματος λ_D για το διαστημικό πλάσμα είναι σε μερικά cm ή m και δίνεται από τον τύπο $\lambda_D = 69\sqrt{(T/n)}$, όπου T(K): η θερμοκρασία ηλεκτρονίων και n (σωματίδια/m³): η πυκνότητα του αριθμού πλάσματος, [2].





Εικόνα 21: Υποσυστήματα PRA & PWS, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Θερμοηλεκτρικές γεννήτριες ραδιοϊσοτόπων RTG (Radioisotope Thermoelectric Generators):

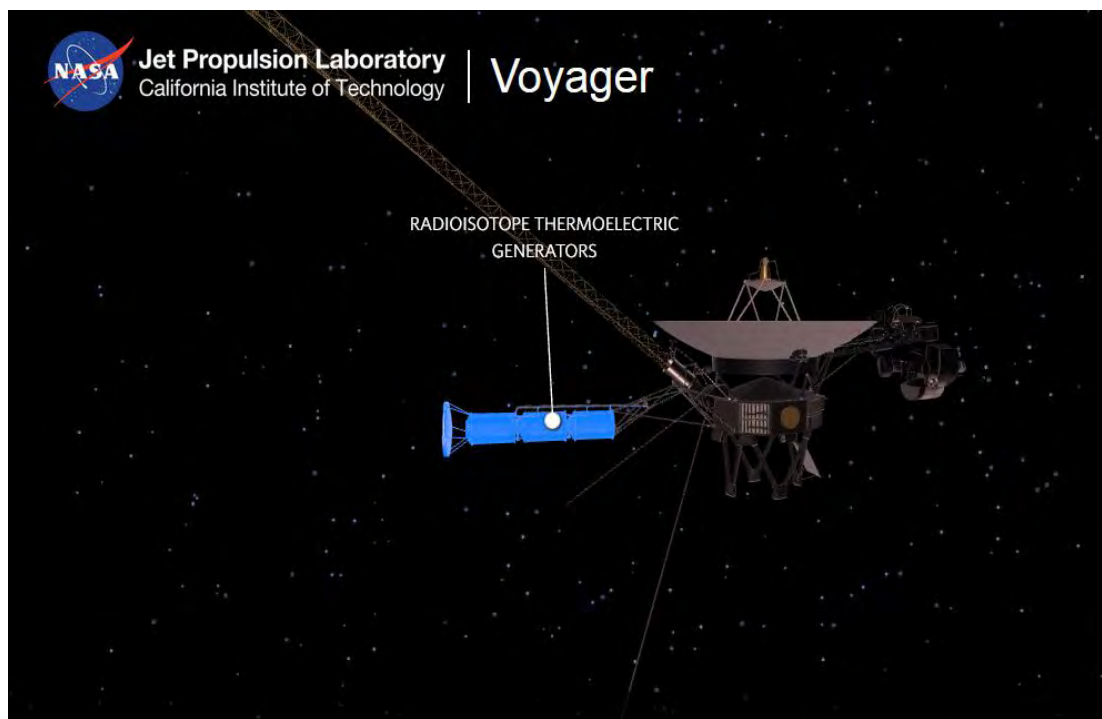


Τρεις μονάδες **RTG**, οι οποίες είναι ηλεκτρικά παράλληλα συνδεδεμένες και οι οποίες αποτελούν κεντρικές πηγές ενέργειας του διαστημοπλοίου. Κάθε μονάδα **RTG** αποτελείται από μια πηγή θερμότητας ραδιοϊσοτόπων, έναν θερμοηλεκτρικό μετατροπέα, ένα υπό πίεση σύστημα εξαερισμού, μεταλλάκτες θερμοκρασίας, συνδετήρες, κυλινδρικό δοχείο απόρριψης θερμότητας, καθώς και ένα βραχίονα στήριξης. Οι μονάδες αυτές τοποθετούνται σ' έναν

Εικόνα 22: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Voyager_2



διαδοχικά (άκρο-προς-τέλος) αναπτυσσόμενο βραχίονα, το οποίο αποτελεί βασικό κομμάτι του διαστημικού σκάφους.



Εικόνα 23: Οι RTG, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

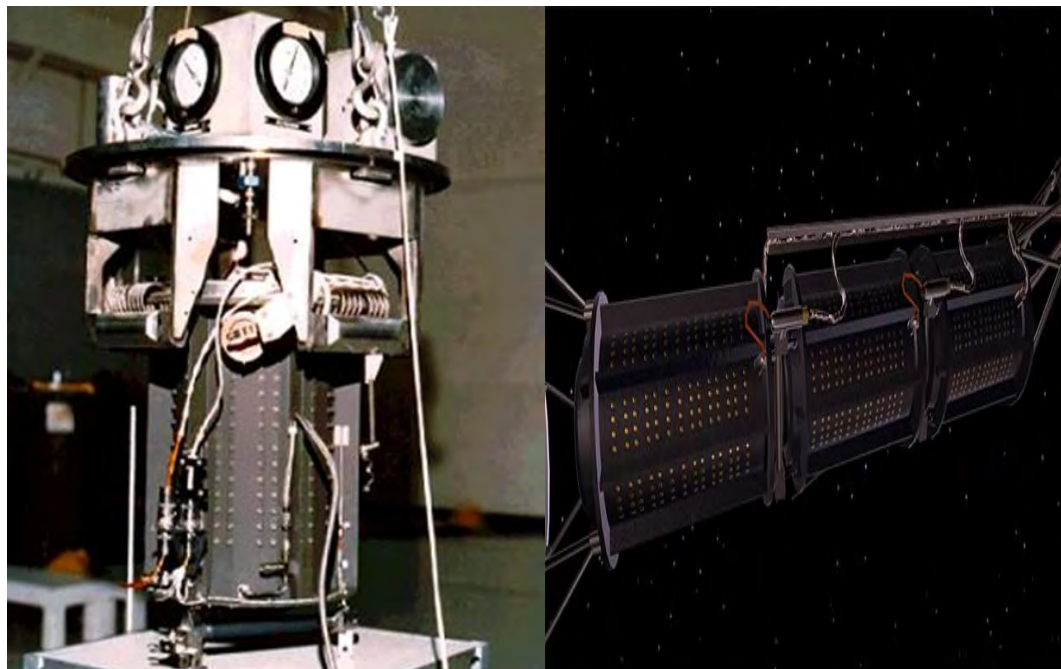
Το ραδιοϊσοτοπικό καύσιμο πηγής θερμότητας είναι **Plutonium-238**, υπό την μορφή του οξειδίου Pu^{02} . Σ' αυτή την διαδικασία ισοτοπικής αποσύνθεσης, απελευθερώνονται σωματίδια ακτινοβολίας-α, τα οποία βομβαρδίζουν την εσωτερική επιφάνεια του δοχείου με αποτέλεσμα η ενέργεια που απελευθερώνεται να μετατρέπεται σε **θερμότητα** και επίσης να είναι η πηγή θερμότητας στο «θερμοηλεκτρικό μετατροπέα». Οι τρεις θερμοηλεκτρικές γεννήτριες κυλινδρικής μορφής, **RTG**, στο διαστημικό σκάφος **Voyager 1** κατασκευάστηκαν από τους μηχανικούς-επιστήμονες με **έξι στρώματα οξειδίου του πλουτωνίου – 238** των τεσσάρων ιντσών και διαμέτρου δύο ιντσών, ενσωματωμένα το καθένα σε λεπτό «μεταλλικό κέλυφος ιριδίου» (**iridium**)²⁶ με μόνωση από γραφίτη (**graphite**)²⁷. Κάθε κύλινδρος **RTG** παράγει περίπου **100 Watt** θερμικής

²⁶ έχει ατομικό αριθμό $Z=77$, σχετική α. μ. $A=192.217$, $T_{\text{τήξης}}=2466\text{ }^{\circ}\text{C}$, ευγενές μέταλλο που ανήκει στην οικογένεια του λευκόχρυσου PGMs (Platinum Group Metals), πήρε το όνομα του από την Θεά Ίριδα (Αρχαιότητα: «το ουράνιο τόξο της Ίριδος», δηλ. τα χρώματα της Ίριδος).

²⁷ είναι ορυκτός πολυμορφικός τύπος άνθρακα – C.



ενέργειας κατά την χρονική διάρκεια της εκτόξευσης με 2400 Watt - θερμικής ισχύος σε κάθε RTG, αντίστοιχα, [<https://www.nasaspaceflight.com/2011/09/voyager-1s-great-escape-search-for-interstellar-space/>].



Εικόνα 24: <https://www.nasaspaceflight.com/2011/09/voyager-1s-great-escape-search-for-interstellar-space/>
<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php> (2η φωτογραφία με εστίαση)

Ρυθμιστής διακλάδωσης – θερμοπομπός και οπτικός στόχος βαθμονόμησης SROCT (Shunt Radiator and Optical Calibration Target):

Πρόκειται για μία **πλάκα-στόχος**, ένα επίπεδο ορθογώνιο γνωστού χρώματος και φωτεινότητας υαλοπίνακας (όπως η οθόνη υγρών κρυστάλων ενός υπολογιστή αφής), στερεωμένος πάνω στο διαστημόπλοιο υπό την βοήθεια κάποιου **αισθητήρα θερμοκρασίας**, ώστε τα όργανα στην κινητή πλατφόρμα σάρωσης (**κάμερες, υπέρυθρο όργανο κλπ.**) να μπορούν να δείχνουν έναν κατάλληλα προβλέψιμο στόχο για σκοπούς βαθμονόμησης. Το διαστημόπλοιο διαθέτει ολόκληρο πλήρωμα ηλεκτρονικών υπολογιστών που ελέγχει την πορεία του διαστημικού σκάφους καθώς και τον σχετικό εξοπλισμό του σε καθημερινή βάση για κάθε **πιθανή βλάβη**, όπου το διαστημόπλοιο **Voyager 2** μπορεί να **διορθώσει** μόνο του το πρόβλημα, να αναφέρει τα ευρήματά του διαστημικού σκάφους και να λαμβάνει εντολές από τη **Γη**. Επιπλέον, τα διαστημόπλοια **Voyager** δεν φέρουν στη μνήμη τους αποθηκευμένες εντολές, αφού μεταδίδουν ένα **σύνολο εντολών – ακολουθιών** μέσω του



συστήματος **Δικτύου Εσώτερου Διαστήματος** με την κάθε ακολουθία να καλύπτει μία **χρονική περίοδο (: ημέρες)** και κατά την χρονική στιγμή που οι υπολογιστές του σκάφους λάβουν μία ακολουθία, την εκτελούν όπως και κάθε άλλη λειτουργία του σκάφους, περιμένοντας την επόμενη ακολουθία. Οι εργασίες του διαστημοπλοίου ρυθμίζονται στο σύνολο τους από υπολογιστή του σκάφους, όπως την **πυροδότηση ωστικών πυραύλων**, την **ON-OFF** λειτουργία των επιστημονικών τού οργάνων, καθώς και την προετοιμασία των επιστημονικών δεδομένων για αποστολή στη **Γη** και σχετική τους επεξεργασία.

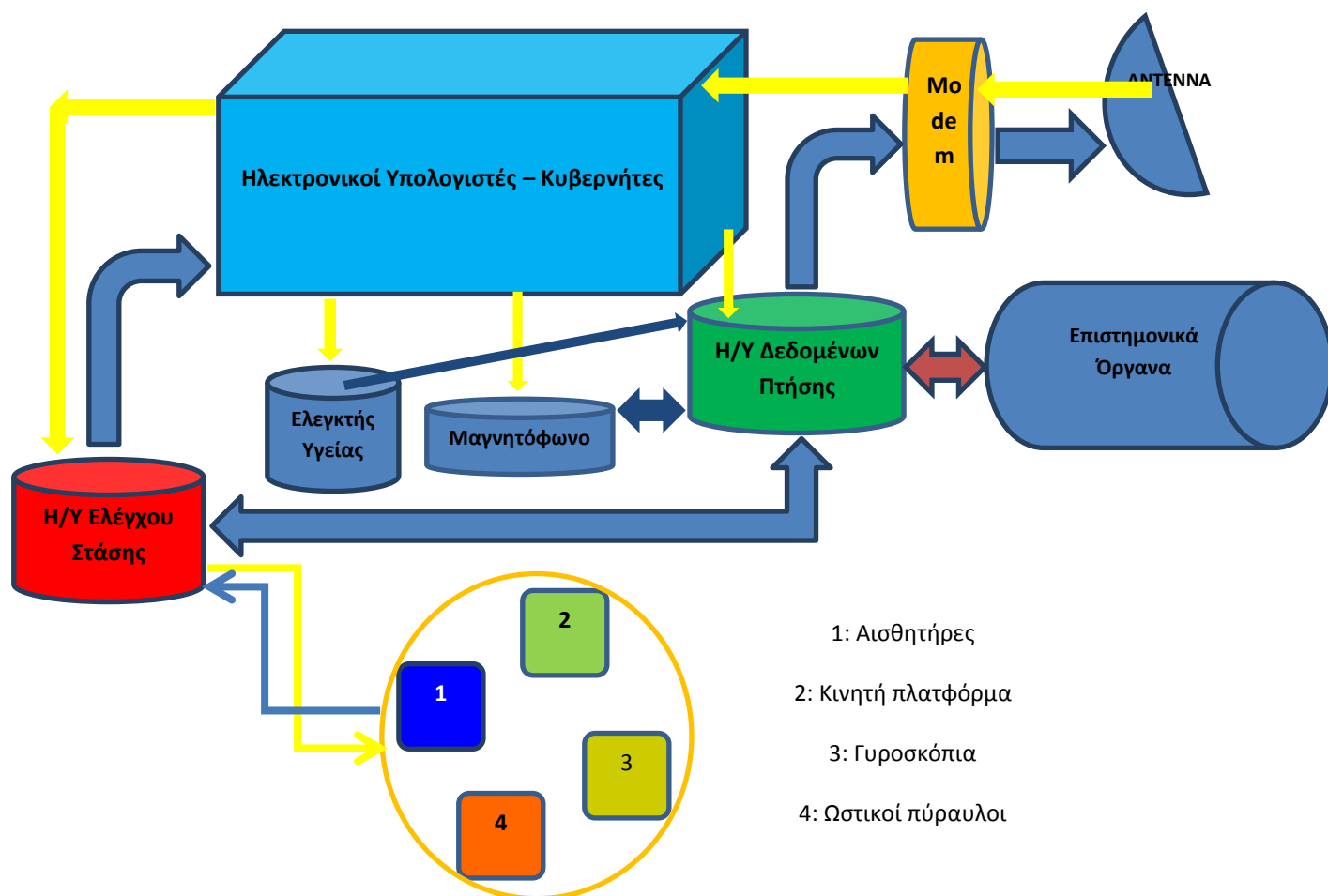


Εικόνα 25: Το SROCT, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Συγκεκριμένα, το δεκάπλευρο σώμα του διαστημικού σκάφους **Voyager** φέρει πάνω του συνολικά **έξι υπολογιστές**, την **κεραία – Antenna**, τον επιστημονικό βραχίονα με κινητή πλατφόρμα, την κάμερα που διαθέτει πάνω του και τα ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης. Ωστόσο, το **Σύστημα Διοίκησης Υπολογιστών CCS (Computer Control Systems)** σχεδιάστηκε από τους μηχανικούς για τον έλεγχο των δραστηριοτήτων που πρέπει να διεξαχθούν από το επανδρωμένο διαστημικό σκάφος, αφού το **υποσύστημα δεδομένων πτήσης FDS (Flight Data System)** σχεδιάστηκε για τον έλεγχο της λήψης, δηλαδή το **downlink** δεδομένων και τέλος το **σύστημα ελέγχου θέσης και άρθρωσης AACS (Attitude and Articulation Control Subsystem)**, το οποίο σχεδιάστηκε για να **ελέγχει τη στάση** του διαστημικού σκάφους και τον **προσανατολισμό** της υπολογιστικής πλατφόρμας για επιστημονική **σάρωση** των δεδομένων. Συνεπώς, τα **Voyager** εκπέμπουν έναν **φαρδύ κώνο ραδιοσημάτων επικοινωνίας** προς τα **επίγεια ραδιοτηλεσκοπία** των



τριών δορυφορικών σταθμών **Καλιφόρνιας, Ισπανίας και Αυστραλίας** για μετάδοση ή λήψη επιστημονικών δεδομένων, καλύπτοντας έτσι όλη την **υδρόγειο σφαίρα**, καθώς η Γη κινείται σε **κυκλική τροχιά**²⁸ και περιστρέφεται γύρω από τον άξονα περιστροφής της.



Εικόνα 26: Δομικό διάγραμμα ροής δεδομένων και εντολών, [3].

Οι εντολές από τους επίγειους υπολογιστές των **Server – Radiotelescopes** αποστέλλονται προς την **Antenna** του διαστημόπλοιου **Voyager 2** και έπειτα σε ένα **modem** τείθονται υπό επεξεργασία για την άμεση εκτέλεση τους από τις **υπολογιστικές μηχανές** κυβέρνησης του σκάφους, οι οποίες διαχειρίζονται ένα **μαγνητόφωνο** που αποτελεί μέσο αποθήκευσης και συλλογής δεδομένων πτήσης με τον υπολογιστή ελέγχου στάσης να ελέγχει και να αναφέρει τις δραστηριότητες του διαστημοπλοίου στους υπολογιστές κυβέρνησης, καθώς και στον υπολογιστή δεδομένων πτήσης (FDS).

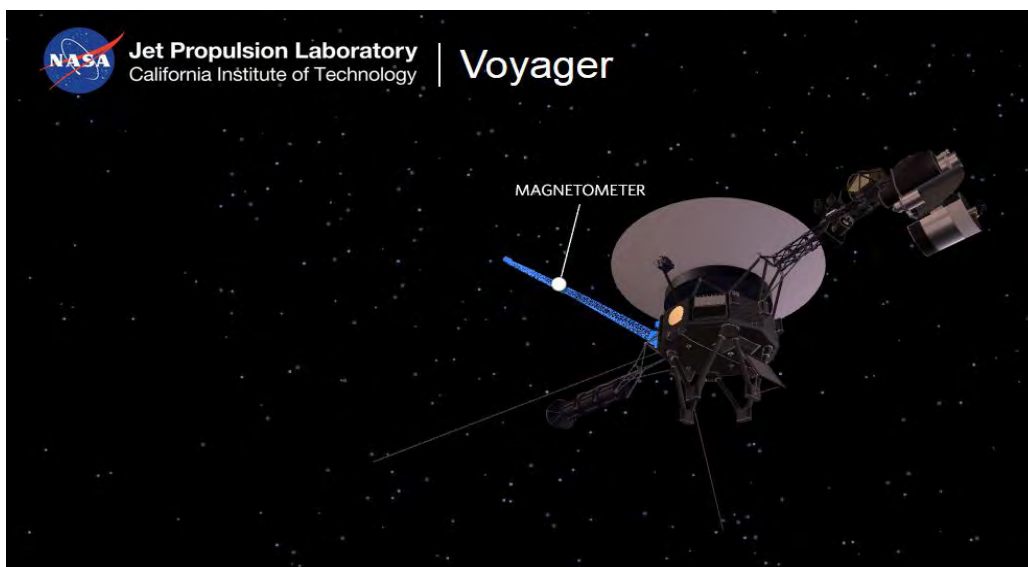
²⁸ Πλανητική κίνηση σε κυκλική τροχιά, εξαιτίας της έλξης του Ήλιου, αλλιώς η κίνηση στο διάστημα θα ήταν ευθύγραμμη.



Επίσης, ο υπολογιστής δεδομένων πτήσης αναλαμβάνει τον ρόλο ενεργοποίησης των επιστημονικών οργάνων μέτρησης του διαστημικού σιάφους **Voyager**, ακολουθώντας ρητά την κάθε εντολή που του δίνει ο υπολογιστής – κυβερνήτης, δεδομένα τα οποία μπορεί να αποθηκεύονται αρχικά σε μαγνητοταινία ή να μεταδίδονται από το πιάτο του διαστημοπλοίου προς τους δέκτες της Γης, [3].

Μαγνητόμετρο MAG (Magnetometer):

Το τριφασικό μαγνητόμετρο ροής **MAG** μετράει τις δυνάμεις του, τα πλανητικά και διαπλανητικά μαγνητικά πεδία. Το **MAG**, λοιπόν, είναι μία συσκευή, η οποία μπορεί να ανιχνεύσει κάποιες από τις «επιπτώσεις» των σωματιδίων του ηλιακού ανέμου στους εξωτερικούς πλανήτες και την Σελήνη, ενώ η κύρια εργασία του είναι να μετρήσει τις αλλαγές στο «μαγνητικό πεδίο» του Ήλιου ως προς την απόσταση (**d**) και τον χρόνο (**t**), ώστε να καθορίσει εάν όλοι οι εξωτερικοί πλανήτες έχουν μαγνητικό πεδίο, αλλά και τον τρόπο που το φεγγάρι και οι δακτύλιοι²⁹ των εξωτερικών πλανητών αλληλεπιδρούν με τα μαγνητικά τους πεδία.



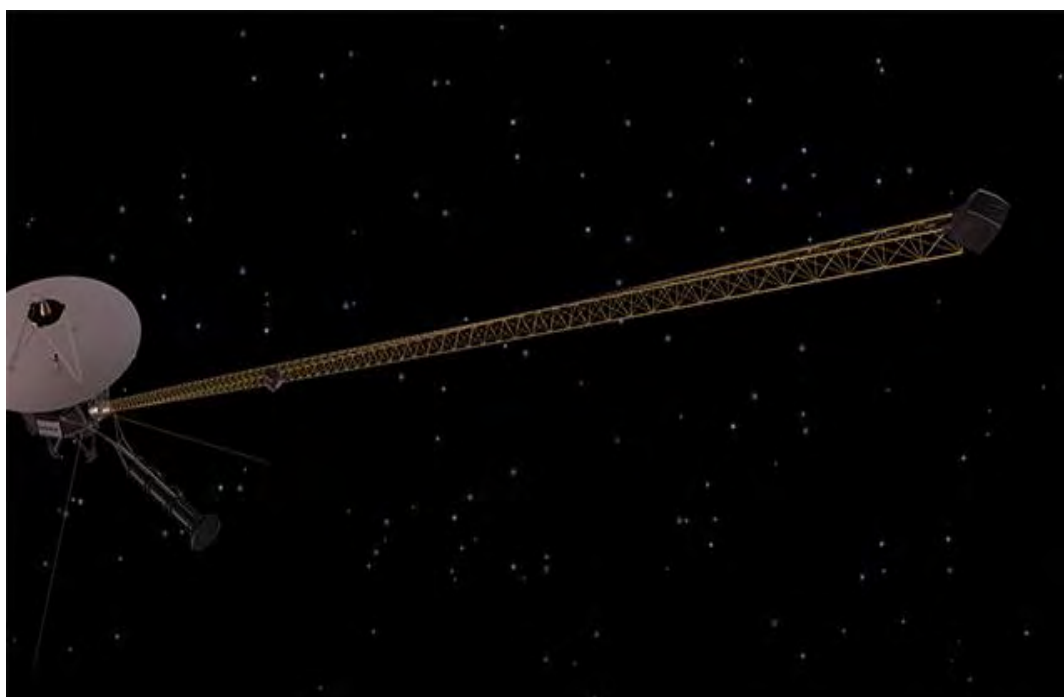
Εικόνα 27: Το μαγνητόμετρο MAG, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

²⁹ Το διαστημικό όχημα **Voyager 2** συνέλεξε φωτογραφίες που αποδεικνύουν την ύπαρξη δακτυλίων στον πλανήτη Ουρανό και τις οποίες έλαβαν οι επίγειες κεραίες την χρονιά του 1986, ενώ το 1989 με το ίδιο διαστημόπλοιο αποτυπώθηκαν φωτογραφίες δακτυλίων και μίας κυανής κηλίδος στον πλανήτη Ποσειδώνα (Neptune), κάτι σχετικά ανάλογο με την ερυθρή κηλίδα του γιγάντιου πλανήτη Δία, [5].



Όμως, το πείραμα **Voyager 2 MAG** είχε ένα συνεχιζόμενο πρόβλημα με θόρυβο, ο οποίος παράγεται από το ίδιο το διαστημόπλοιο και άλλα όργανα που πραγματοποιούν αξιόπιστη ανάλυση, αλλά η αύξηση της ισχύος του μαγνητικού πεδίου ως προς την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία εκπομπής δυσκόλεψε ιδιαίτερα την κατάσταση από το 2013 και μετά. Ο στόχος του **MAG** είναι η μέτρηση και η ανάλυση των πλανητικών μαγνητικών πεδίων στους εξωτερικούς πλανήτες, προσδιορίζοντας την δομή της μαγνητόσφαιρας όλων των γιγάντιων πλανητών (**Δίας, Κρόνος, Ουρανός, Ποσειδώνας**) που συναντά το αμελητέας μάζας διαστημόπλοιο **Voyager** στην όλη υπεργαλαξιακή διαδρομή του.

Το τριφασικό μαγνητόμετρο ροής **MAG** ερευνά τους φυσικούς μηχανισμούς και τις διαδικασίες που εμπλέκονται, τόσο στις αλληλεπιδράσεις σωματιδίων μεταξύ του ηλιακού ανέμου και της μαγνητόσφαιρας, όσο και στην εσωτερική μαγνητοσφαιρική δυναμική σε αλληλεπιδράσεις των δορυφόρων (π.χ. $I\omega^{30}$) και των πλανητών τους με το περιβάλλον της μαγνητόσφαιρας και το περιβάλλον του ηλιακού ανέμου.



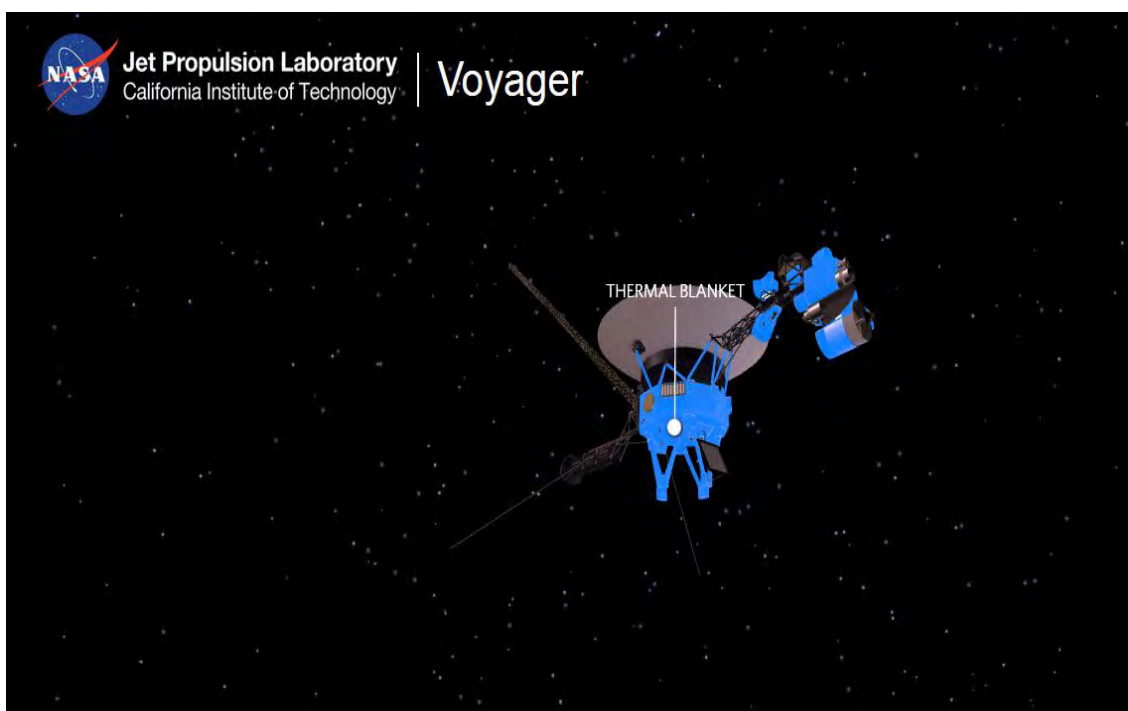
Εικόνα 28: Το MAG, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

³⁰ Στην επιφάνεια της γίνονται συνεχείς υφαιστειακές εκρήξεις και γύρω από αυτές κυριαρχούν το θείο, το οξυγόνο κ.α., τα άτομα των οποίων ιονίζονται από την εκπομπή της ηλιακής ακτινοβολίας και εγκλωβίζονται από το μαγνητικό πεδίο του γίγαντα πλανήτη Δία, σχηματίζοντας έναν περιβάλλοντα εξωτερικό χώρο πλάσματος (Io plasma torus) γύρω από την τροχιά του εσωτερικού δορυφόρου $I\omega$, τα ενεργειακά ηφαιστεια του οποίου παράγουν νέα φορτισμένα σωματίδια ηλιακού πλάσματος εντός του μαγνητικού του πεδίου, εκπέμποντας μη θερμική ακτινοβολία, [5].



Μιλάμε, δηλαδή, για ακριβή μελέτη στο **διαπλανητικό μαγνητικό πεδίο** του σύμπαντος πέρα από **1 AU** : ($\approx 1.49597870 \times 10^{11} \text{m} \cong 1.5 \times 10^{11} \text{m} = 149579870 \text{ km}$), αλλά και μελέτες μεγάλων μαγνητικών πεδίων του διαπλανητικού και διαστρωματικού μέσου, μετρώντας το **γαλαξιακό μαγνητικό πεδίο** και τις διάφορες παραλλαγές του. Το **Voyager 1** ολοκλήρωσε το πέρασμα του μέσα από την **ηλιόπαυση** [5], αρχίζοντας έτσι το **διαστρικό του ταξίδι** που λειτουργεί σε μια **διαστρική ενεργειακή περιοχή πλάσματος** που κυριαρχείται από τον **ηλιακό άνεμο**. Στην ουσία, αυτή η **διαστρική εξερεύνηση** είναι ο απώτερος στόχος της Διαστημικής Αποστολής **Voyager** (: ένας διαστρικός ταξιδευτής), [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

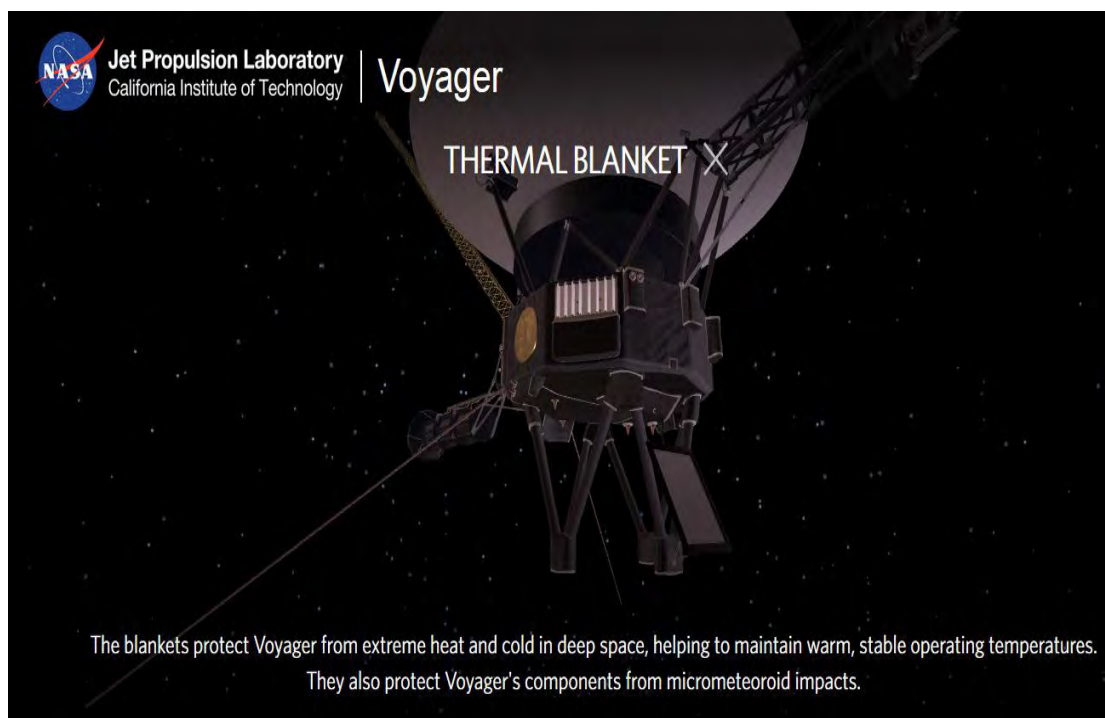
Θερμικές Μπαταρίες (THERMAL BLANKET): Χρησιμοποιήθηκαν, λοιπόν, «**πυρηνικές μπαταρίες**», ισχύος **470 Watt** για κίνηση των διαστημοπλοίων σε **μεγαλύτερες** – **σχετικιστικές ταχύτητες “u”**, **μικραίνοντας** έτσι την **χρονική διάρκεια** της **διαστημικής αποστολής**. Είναι «**κινητήρες αντιύλης**», η **θερμοηλεκτρική ενέργεια** των οποίων **καταναλώνεται** ανά **έτη φωτός**, έχοντας **μικρότερα επίπεδα** ενέργειας του **ραδιενεργού πλουτωνίου**.



Εικόνα 29: Οι πυρηνικές μπαταρίες, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].



Με την **ενεργειακή δαπάνη** των πυρηνικών μπαταριών, ελαττώνεται ταυτόχρονα η συνολική του **δραστηριότητα**, η **θερμότητα (T)**, καθώς και η **ισχύς (P)** που παράγει κατά την χρονική διάρκεια του διαστημικού του ταξιδιού. Η συνολική δραστηριότητα, καθώς και η λειτουργία των αναλυτικών οργάνων μέτρησης των ενεργών σωματιδίων κοσμικής ακτινοβολίας στηρίζονται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας των «**θερμοπυρηνικών**» μπαταριών **πλουτωνίου – 238**. Τέλος, οι **πυρηνικές γεννήτριες ισχύος** του διαστημικού σκάφους **Voyager 2** θα λειτουργούν μέχρι και το **2020**.

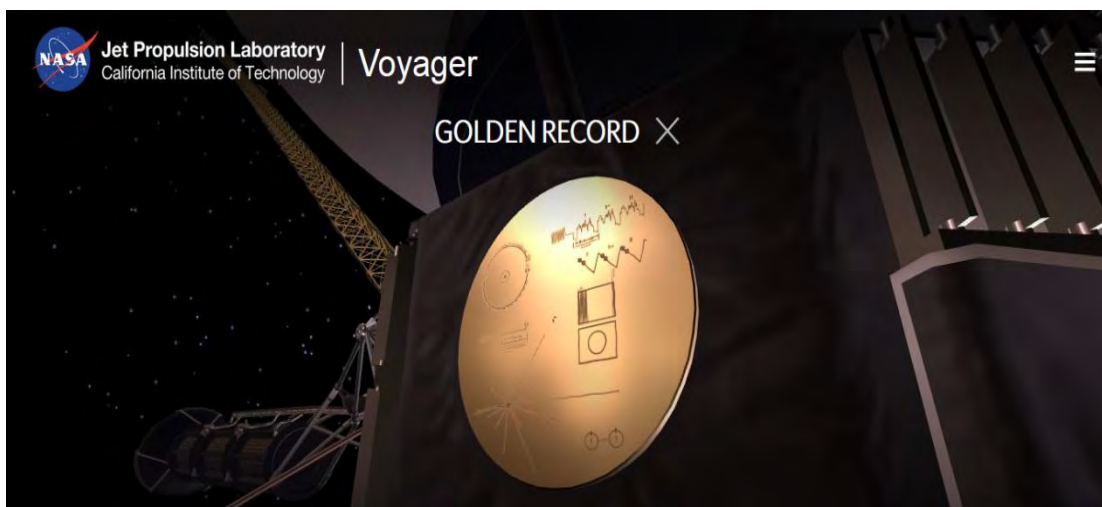


Εικόνα 30: <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>

Ο Χρυσός Δίσκος (GOLDEN RECORD): Ο δίσκος αυτός που βρίσκεται πάνω στα δύο δίδυμα διαστημόπλοια **Voyager 1** και **2** είναι από **χαλκό-Cu** δώδεκα ιντσών και περιέχει **εικόνες** και **ήχους** από τον πλανήτη **Γη** με σκοπό να «**συστήνει**» τον **γήινο πολιτισμό** σε **εξωγήινα όντα** που ίσως εντοπιστούν σ' άλλους πλανήτες ή αλλιώς θα λέγαμε για να δείξουν την ποικιλία της ζωής και του πολιτισμού στη **Γη** προς άλλους πολιτισμούς του διαστήματος.



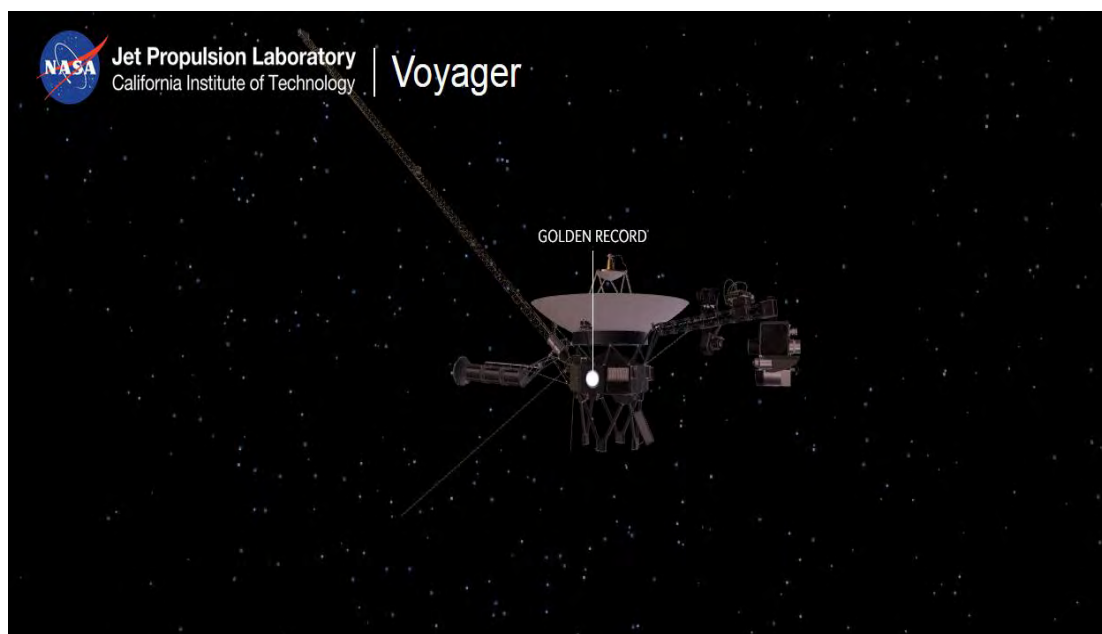
[1]



Εικόνα 31: Ο χρυσός δίσκος, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].

Στο χάλκινο δίσκο του **Voyager 2** υπάρχουν μηνύματα σε πενήνταπέντε διαφορετικές γλώσσες του κόσμου και **115** εικόνες με σκοπό την επίδειξη του γήινου πολιτισμού μας σε εξωγήινες μορφές ζωής. Ο επιστήμονας του δ. προγράμματος **Dr. Edward Stone**, ανέφερε πώς το λεγόμενο εγχείρημα «**Golden Record**», δεν είναι παρά ένα **είδος χρονοκάψουλας** που προορίζεται να μεταδώσει την ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού σε **εξωγήινα όντα**, [<http://antexeistinalitheia.gr/voyager-2/>].

[2]



Εικόνα 32: Ο χρυσός δίσκος, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/spacecraft/interactive.php>].



[3]



Εικόνα 33: Το διαστημόπλοιο Voyager 1.

<https://www.nasaspaceflight.com/2011/09/voyager-1s-great-escape-search-for-interstellar-space/>

Για παράδειγμα, το διαστημόπλοιο **Voyager 2** που είναι ένας μη επανδρωμένος τηλεκατευθυνόμενος δορυφόρος, στέλνει στις επίγειες κεραιές περίεργα μηνύματα που αναστατώνουν την επιστημονική κοινότητα της **NASA**. Ο Γερμανός καθηγητής **Hartwig Hausdorf**, θεωρεί ότι το **Voyager 2** βρίσκεται υπό τον έλεγχο εξωγήινων, αφού εζ' αρχής το διαστημικό σκάφος έστειλε κανονικά τα ζητούμενα επιστημονικά δεδομένα στη Γη και από την **22 Απριλίου του 2010**, η ροή των δεδομένων άλλαξε με περίεργα μηνύματα. Ο παγκοσμίως γνωστός διαστημικός οργανισμός **NASA**, αναφέρει πως το πρόβλημα της ροής πληροφοριών πιθανότατα να οφείλεται στο λογισμικό του, ενώ ο ακαδημαϊκός επιστήμονας **Hausdorf** επιμένει στην αρχική του θεώρηση, δηλώνοντας δημόσια στην γνωστή εφημερίδα **Bild**, ό,τι:...«Είναι σχεδόν σαν κάποιος να έχει προγραμματίσει εκ' νέου το σύστημα ή να έγινε πειρατεία στο διαστημικό όχημα, γι' αυτό δεν γνωρίζουμε ακόμη όλη την αλήθεια». Αντίθετα, για το διαστημόπλοιο **Voyager 1** διατύπωσε την γνώμη του ο ομότιμος καθηγητής αστρονομίας του Πανεπιστημίου του Νέου Μεξικού, **Bill Webber**,



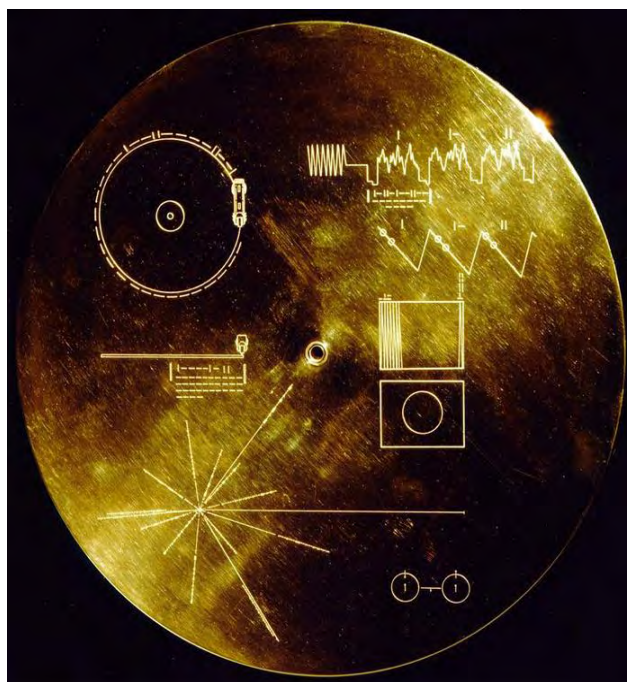
λέγοντας ότι: «Είμαστε σε μια νέα περιοχή. Και ό,τι μετράμε είναι διαφορετικό και συναρπαστικό», [<http://antexeistinalitheia.gr/voyager-2/>].

[4]



Εικόνα 34: Τοποθέτηση χρυσού δίσκου, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Voyager_1].

[5]



Πάνω δεξιά: Κυματομορφή σημάτων βίντεο κατά την εγγραφή (αναφορά χρόνου σάρωσης με δυαδικό κώδικα).

Τριγωνικός παλμός δεξιά: ενεργοποίηση σάρωσης.

Τα κουτάκια: 1°. Πλαίσιο εικόνας βίντεο που δείχνει την κατεύθυνση σάρωσης (εδώ ο δυαδικός κώδικας δείχνει το χρόνο κάθε σάρωσης), 512 κάθετες γραμμές πλήρης εικόνας, 2°. η αποκωδικοποίηση μιας εικόνας (το γεωμετρικό σχήμα του κύκλου).

Πάνω αριστερά: ο δυαδικός κώδικας (δυαδικό 1 0, time: $0,70 \times 10^{-9}$ seconds), δηλ. ο χρόνος μετάβασης ενός ατόμου-H.

Η γραμμή αριστερά ή αλλιώς κορυφογραμμή: χρόνος αναπαγωγής (-1 ώρα).

Κάτω αριστερά: Η σχετική θέση του Ήλιου στο κέντρο του Γαλαξία μας.

Κάτω δεξιά: το άφθονο στοιχείο του υδρογόνου «H» στο Σύμπαν. Η μετάβαση περιστροφής ενός ηλεκτρονίου Spin ή ενός ατόμου υδρογόνου έχει συχνότητα $f=1420.405$ MHz ($\lambda=21.106$ cm), που αντιστοιχεί σε μια περίοδο $T=0.704$ ns, ενώ η μικρή κάθετη γραμμή είναι το δυαδικό σύστημα, καθορίζοντας τα λ & T.

Εικόνα 35: Ο χρυσός δίσκος, [https://el.m.wikipedia.org/wiki/Βόγιατζερ_1].



5. Είδη λογισμικών

Το ηλεκτρονικό σύστημα υπολογιστών **CCS** των **Voyagers** συνδέεται μέσω δορυφορικού καναλιού (**διαστημόπλοιο Galileo³¹**) με το σύστημα πληροφορίας διαστημικών πτήσεων (**flight system**) σ' ένα ηλεκτρονικό **σύστημα εισόδου – εξόδου** ψηφιακών δεδομένων και εντολών (: **έναν υπολογιστή Viking CCS**), ενώ ο έλεγχος θέσης (**γεωπληροφορία: χωρική πληροφορία**) του **Voyager** δίνεται από ένα **ξέχωρο – αυτόνομο** υπολογιστικό σύστημα έρευνας και ασφάλειας του διαστημικού σκάφους. Το λογισμικό που χρησιμοποίησαν οι **μηχανικοί – επιστήμονες** για να προγραμματίσουν την λειτουργία του διαστημοπλοίου **Voyager** είναι οι τρεις γλώσσες προγραμματισμού **Cobol**, **Fortran** και **Algol**, οι οποίες χρονολογικά ανήκουν στα τέλη της δεκαετίας του **1950**.

Γλώσσα προγραμματισμού COBOL: <https://el.m.wikipedia.org/wiki/COBOL>

Πρόκειται για μη δομημένο προγραμματισμό, το όνομα του οποίου προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων **Common Business Oriented Language**. Δημιουργήθηκε το **1959** στις **Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής** υπό την αιγίδα του **Υπουργείου Έθνικής Άμυνας** και σε συνεργασία με εταιρείες ηλεκτρονικών υπολογιστών. Είναι μία ευανάγνωστη γλώσσα προγραμματισμού με πάνω από **300 λέξεις «κλειδιά»** και προσανατολισμένη για εμπορικές εφαρμογές. Οι εισροές και οι εκροές δεδομένων ήταν αριθμοί ή λέξεις κειμένου, ενώ ο κώδικας γενικά αποτελείται από τέσσερα τμήματα: την ταυτοποίηση, το περιβάλλον, τα δεδομένα και η διαδικασία.

Edition: [C-61, C-65, C-68, C-74, C-80, C-85]

y=x;

MOVE x TO y

Key words: PICTURE,...IF,...GO TO

Δηλωτικές εντολές: DELETE, NOTE, EVALUATE, PERFORM

Περιοριστικές πεδίου: END – IF, END – PERFORM, END – READ κ.λπ.

³¹ Χρησιμοποιεί υπολογιστές που πραγματοποιούν καταναεμημένη λειτουργία εργασιών.



Γλώσσα προγραμματισμού FORTRAN:

[A, B, Γ, Δ, E, Z, H, Θ, I, K, Λ, M, N, Ξ, O, Π, P, Σ, T, Υ, Φ, X, Ψ, Ω]

[a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, r, s, t, u, v, w, x, y, z]

[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

[+ - * / = () ' . , \$:]

[! " & ; < > ?]

[...]: το κενό διάστημα

“EDITION: F-66, F-77, F-90, F-95, F-2000, F-2003, F-2008”

«Δηλωτικές Εντολές»		
PROGRAM	FUNCTION	SUBROUTINE
PARAMETER	INTEGER	REAL
LOGICAL	CHARACTER	DIMENSION
EXTERNAL	INTRINSIC	ENTRY
BLOCKDATA	IMPLICIT	DOUBLEPRECISION
COMPLEX	COMMON	EQUIVALENCE
f (x): equation	SAVE	DATA
FORMAT	END	

20 FOR I=1 TO 10

30 A=1

40 FOR J=1 TO I

50 A=A*J

60 NEXT J

70 PRINT I, A

80 NEXT I

90 END



«Εκτελέσιμες Εντολές»		
OPEN	CLOSE	INQUIRE
READ	WRITE	PRINT
PUNCH	REWIND	BACKSPACE
ENDFILE	Ανάθεση τιμής= ASSIGN...TO	Ανάθεση/χωρίς συνθήκη/υπολογιζόμενο GO TO
Αριθμητικό/λογικό IF	IF...THEN...	ELSE IF...ELSE...END IF
DO...CONTINUE	CALL	RETURN
PAUSE	STOP	END DO & WHILE (Next Edition)

➤ Οι εντολές της (**FORTRAN – 77**)³² χωρίζονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, οι οποίες είναι οι εξής:

α] Οι εντολές εκχώρησης ή αντικατάστασης (**assignment statements**).

β] Οι εντολές δεδομένων εισροής και εκροής (**input/output statements**).

γ] Οι εντολές ελέγχου και λογικής (**Control statements**).

δ] Πληροφοριακές εντολές και εντολές οργάνωσης (**Specification statements**).

Γλώσσα προγραμματισμού ALGOL: <https://el.m.wikipedia.org/wiki/ALGOL>

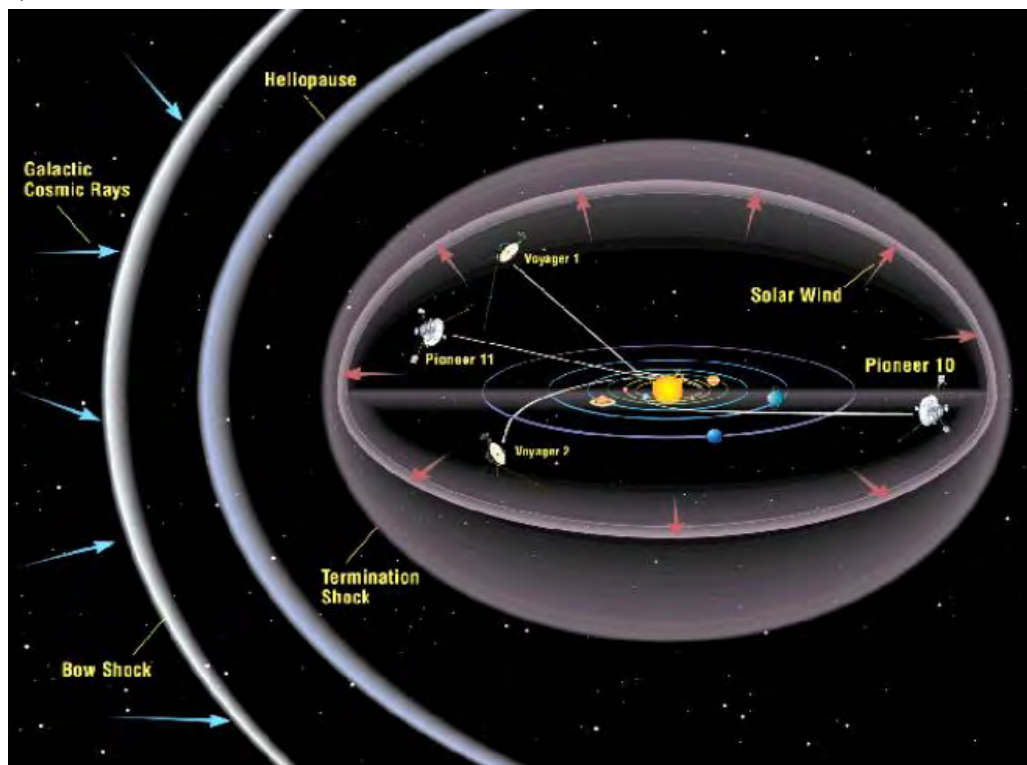
Είναι μία γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί **Αλγόριθμους**, δηλαδή στην ουσία πρόκειται για «ψευδοκώδικα», το όνομα του οποίου οφείλεται στα αρχικά των λέξεων (**Algorithmic Language**). Η **ALGOL – 58** θεωρείται ο πρόγονος πολλών σύγχρονων γλωσσών προγραμματισμού, όπως είναι η **Assembly**, η **Pascal**, η **C**, η **C++**. Ο ψευδοκώδικας της **ALGOL** χρησιμοποιεί αρχιτεκτονική με στοιβες για κατασκευή μεταγλωττιστών, ενώ η συγκεκριμένη έκδοση **ALGOL – 58** δεν παρουσιάζει δυνατότητες εισόδου – εξόδου δεδομένων πληροφορίας.

³² Four department: a. heading program, b. documentation, c. specification part, d. execution part.



6. Το ηλιακό μας σύστημα: Έδαφος & Ατμόσφαιρα Πλανητών

Τα επιστημονικά δεδομένα, καθώς και οι φωτογραφίες πλανητών και του ευρύτερου διαπλανητικού χώρου, που συνέλλεξαν και απέστειλαν τα δύο δίδυμα διαστημόπλοια **Voyager** σε επίγειους σταθμούς της Γης βοήθησαν σημαντικά στην επιστημονική εξέλιξη της γνώσης για το **ηλιακό σύστημα** και τους διάφορους **γαλαξίες**. Συγκεκριμένα, η **ικανότητα της υπέρυθρης ακτινοβολίας να διαπερνά την ατμόσφαιρα**, μας δίνει την δυνατότητα να παρατηρούμε με **επίγειες κεραίες**, υπέρυθρες αστρονομικές πηγές στο άπειρο και διάφανο σύμπαν. Το **φως των υπέρυθρων ακτίνων απορροφάται** από την **σωματιδιακή ύλη** με αποτέλεσμα την **αύξηση θερμοκρασίας** της, διέρχεται μόνο μέσα από **ομίχλη και σύννεφα**, ενώ **δεν αντιδρά με αέρια ή άλλα χημικά συστατικά** και δεν προκαλεί «**φωσφορισμό**». Το «**υπέρυθρο φως**», λοιπόν, χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες για την **παρατήρηση των ενεργών πυρήνων** στους **γαλαξίες** που συνήθως καλύπτονται από **αέρια και αστρική σκόνη**. Ωστόσο, οι **μακρινοί γαλαξίες** είναι καθαρά παρατηρήσιμοι στο **υπέρυθρο φως** για μεγάλα μήκη κύματος $\langle \lambda \rangle$ του **ηλεκτρομαγνητικού φάσματος**³³ εκπομπής (Κατανομές τηλεμετρίας **VIM: καταγραφή**³⁴ δεδομένων **160 bits/sec ή 600 bps**).



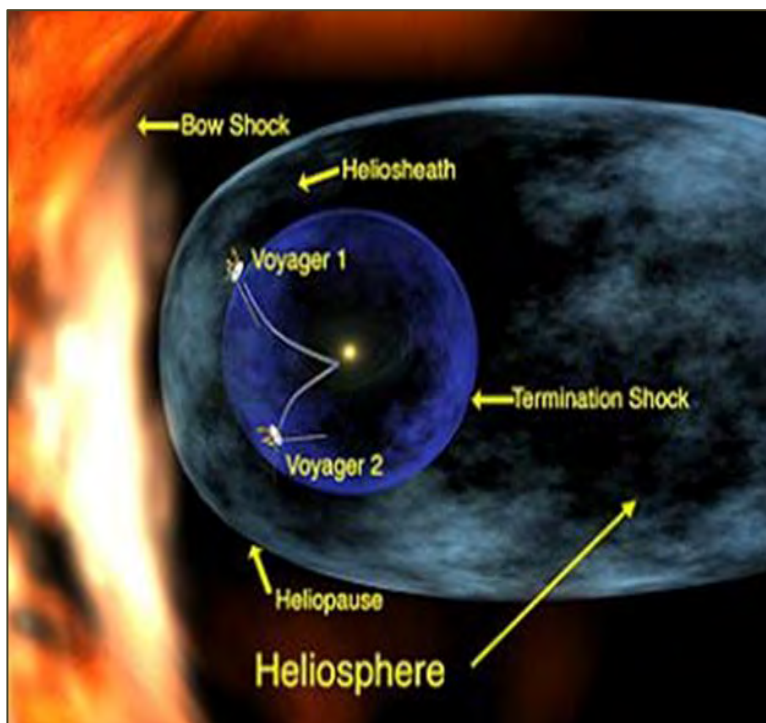
Εικόνα 36: Το ηλιακό σύστημα, [https://www.physics4u.gr/articles/images4/pioneer_flight.gif].

³³ κυμαίνεται από μηδενικές συχνότητες f μέχρι το άπειρο.

³⁴ σε κασέτα 7200 ή 1400 bps.



Με το **ραδιοτηλεσκόπιο** μελετάμε δισεκατομμύρια γαλαξίες με τις καλύτερες παρατηρήσεις να γίνονται στην φασματική περιοχή μήκους κύματος ακτινοβολίας $\lambda =$ **από 1 έως 20cm**, χωρίς ατμοσφαιρικά εμπόδια (**όζον**) και με ελάχιστες ατμοσφαιρικές παρεμβολές. Το **Voyager 1** συνεχίζει την πορεία του προς τον διαστρικό χώρο και η **NASA** έχει επαναπροσδιορίσει το διαστημόπλοιο και τον δίδυμο αδελφό του για την **Διασωματική Αποστολή Voyager (VIM)**, μια αποστολή αποκλειστικά για χαρτογράφηση των εξωτερικών ορίων του ηλιακού συστήματος και εξερεύνηση του διαστρικού μέσου έξω από το ηλιακό μας σύστημα. Το **VIM**, λοιπόν, θα μεταφέρει το διαστημόπλοιο τουλάχιστον έως το **2020**, εξερευνώντας το διαστημικό περιβάλλον σε τεράστιες αποστάσεις από τον **Ήλιο**, αναζητώντας το όριο μεταξύ «**ηλιακού συστήματος**» και «**διαστρικού χώρου**» για επιστημονική έρευνα επί της **φορτισμένης σωματιδιακής ύλης**, των **μαγνητικών πεδίων (H or B)** και το **ηλιακό πλάσμα** που εντοπίζεται από τα επιστημονικά όργανα της αποστολής στην **άκρη** του ηλιακού συστήματος. Μέχρι τώρα, το **Voyager 1** βρίσκεται σε απόσταση **117,8 AU³⁵** από τον ήλιο, ενώ το **Voyager 2** βρίσκεται σε απόσταση περίπου **96,04 AU**, διαδρομές οι οποίες με σύμμαχο τον «**διαστρικό χρόνο**» κυμαίνονται άνω των **32 ωρών και 32 λεπτών** για το **Voyager 1** και άνω **26 ωρών και 24 λεπτών**, αντίστοιχα για το **Voyager 2**.



Ο ήλιος μας, όπως και κάθε άστρο, εκπέμπει ένα συνεχές, υπερηχητικό ρεύμα ιονισμένων σωματιδίων (πλάσμα) που εξαπλώνεται σε όλες τις κατευθύνσεις και σχηματίζει μια νοητή φουαλίδα που ονομάζεται ηλιόσφαιρα – μια ασπίδα που προστατεύει τη Γη από την κοσμική ακτινοβολία του Γαλαξία μας.

Το 2004, και ενώ βρισκόταν σε απόσταση 14 δισ. χιλιομέτρων, το Voyager 1 πέρασε το λεγόμενο «όριο κρουστικού κύματος» (termination shock), το σημείο όπου ο ηλιακός άνεμος επιβραδύνεται σε υποηχητικές ταχύτητες, ένα σημείο 85 φορές την απόσταση μεταξύ της Γης και του Ήλιου

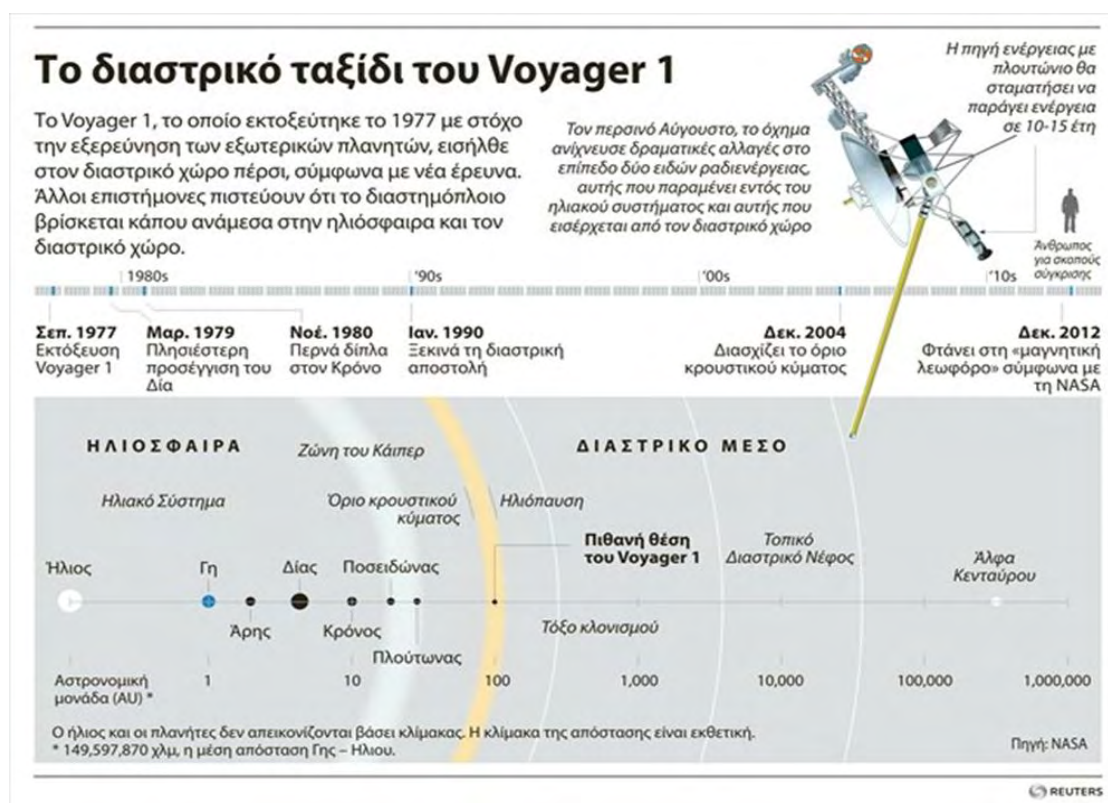
Πέρασε τότε στην εξώτερη ζώνη της ηλιόσφαιρας, μια περιοχή σε σχήμα οβάλ που ονομάζεται ηλιοσφαιρικός κολεός (heliosheath). Στην περιοχή αυτή, η ταχύτητα του ηλιακού ανέμου συνεχίζει να μειώνεται. Τελικά, η ροή του ηλιακού ανέμου σταματά εντελώς στο εξωτερικό όριο της ηλιόσφαιρας, που ονομάζεται ηλιόπαυση (heliopause).

Εικόνα 37: Κρουστικό κύμα & Ηλιόσφαιρα, [<http://physics4u.gr/blog/2010/12/14/voyager-1-%CE%AC-%CE%AF-%CF%8C-%CF%8C/>].

³⁵ (1 AU ισούται με τη μέση απόσταση μεταξύ της Γης και του ήλιου).



Το επανδρωμένο διαστημόπλοιο **Voyager 1** πέρασε το **σημείο τερματισμού**³⁶ στις **18 Δεκεμβρίου 2004** και εισήλθε στον χώρο της **ηλιόσφαιρας** στις **13 Δεκεμβρίου 2010**, όπου οι επιστήμονες επιβεβαίωσαν πως το διαστημικό όχημα **Voyager 1** είχε εισέλθει πλέον στην περιοχή, όπου ο «**ηλιακός άνεμος**» γυρίζει προς τα πλάγια από το διαστρικό μέσο και σπρώχνει την **Heliosheath**, δηλαδή την περιοχή επιρροής του ήλιου. Αυτό ήταν ένα βασικό βήμα για την πορεία του **VIM**, διότι έτσι ο διαστρικός χώρος ήταν πολύ κοντά για το σκάφος. Τα δύο διαστημικά σκάφη μέχρι το **2020** θα έχουν εξερευνήσει το διαστημικό περιβάλλον σε μεγάλες αποστάσεις από τον ήλιο, ψάχνοντας να βρουν το **όριο** μεταξύ σε **ηλιακό σύστημα και διαστρικό χώρο**, εξερευνώντας το **περιβάλλον φορτισμένων σωματιδίων**, τα «**μαγνητικά πεδία**», αλλά και το «**ηλιακό πλάσμα**» που υπάρχει στην άκρη του ηλιακού συστήματος. Συνολικά, η εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από το **Voyager** αντανακλάται, γυρίζοντας πίσω στο διαστημόπλοιο από το **όριο της κοιλότητας** (: **λεγόμενο ως κρουστικό κύμα**) και επίσης το διαστημόπλοιο εκπέμπει νέα ακτινοβολία, όταν η αρχική ακτινοβολία ενισχυθεί από το «**ηλιακό πλάσμα**», καθώς και από αρμονικές της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας που προκύπτουν από αποδιαμόρφωση της.



Εικόνα 38: Το μεσοαστρικό & διαστρικό ταξίδι του Βόγιατζερ 1, [<https://m.naftemporiki.gr/story/697749>].

³⁶ τη στιγμή που ο ηλιακός άνεμος του ήλιου πέφτει ξαφνικά από υπερηχητικές ταχύτητες σε υποηχητικές ταχύτητες.



Τα δύο οχήματα της διαστημικής αποστολής **Voyager** σαλπάρισαν στα βάθη του σύμπαντος για μελέτη των «ενεργειακών πηγών υπεριώδους ακτινοβολίας» μεταξύ αστεριών και σωματιδίων του διαστήματος, συνεχίζοντας το διαπλανητικό τους ταξίδι για να φτάσουν το όριο μεταξύ ηλιακού συστήματος και της διαστρικής περιοχής. Στις **15 Απριλίου του 2004**, το διαστημόπλοιο **Voyager 2** ανιχνεύει το **ωστικό κύμα**³⁷ και μετράει ταχύτητα, θερμοκρασία και σχετικό μαγνητισμό, ενώ στις **21 Ιανουαρίου του 2005** το διαστημόπλοιο βρίσκεται πλέον **10.000 ημέρες και 9 δισεκατομμύρια μίλια μακριά** από τη **Γη**, σ' ένα σκοτεινό και κρύο διαστημικό χώρο στην άκρη του **Ηλιακού μας Συστήματος**, το οποίο περιβάλλεται από μία «**γιγάντια φουσαλίδα αερίου**» που σε μέγεθος είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την τροχιά του **Ποσειδώνα** και στο οποίο **Ηλιακό Σύστημα** εμπεριέχονται **πλανήτες, αστεροειδής και διαστημόπλοια**.



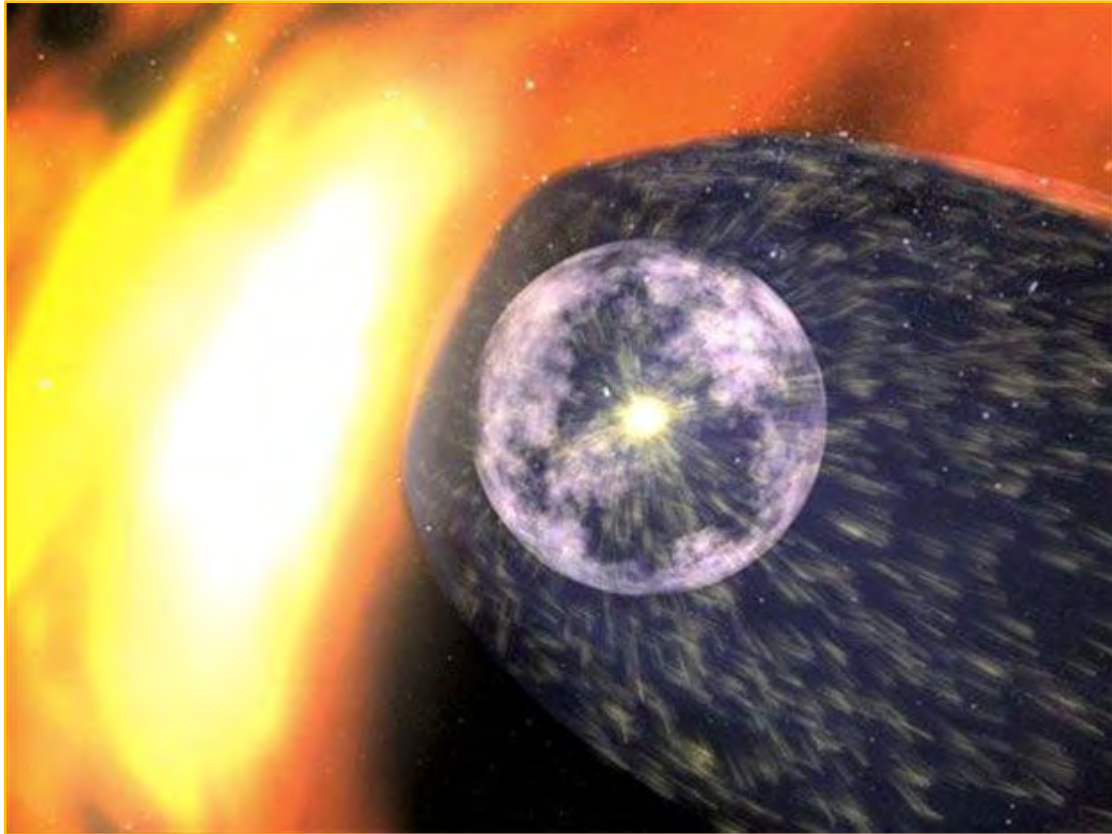
Εικόνα 39: Το ταξίδι του Βόγιατζερ 1 & 2, [<http://www.blod.gr/lectures/Pages/viewlecture.aspx?LectureID=3369#>].

Το διαστημικό σκάφος **Voyager 1** θα διέλθει την **ηλιόπαυση**, δηλαδή το συνοριακό σημείο μεταξύ ηλιακής και αιολικής ενέργειας από το διαστρικό χώρο. Ο **ήλιος** το κέντρο του ηλιακού μας συστήματος σπρώχνει αυτή την **γιγάντια φουσαλίδα αερίου** με τον **ηλιακό άνεμο** που παράγει ως ο **σημαντικότερος αστέρας** για τον πλανήτη **Γη**. Οι επιστήμονες

³⁷ Το 1^ο καταγράφηκε τον Οκτώβριο του 2012 και το 2^ο τον Απρίλιο του 2013.



αποκαλούν την φουσαλίδα αυτή «**Ηλιόσφαιρα**» (**Heliosphere**) και την εξωτερική της μεμβράνη **Heliosheath**, η οποία είναι σημαντική για την προστασία μας από την **γαλαξιακή κοσμική ακτινοβολία**, διότι οι **κοσμικές ακτίνες** διαπερνούν την ανθρώπινη επιδερμίδα, προκαλώντας **βλάβη** στο ανθρώπινο **DNA**.



Εικόνα 40: Η είσοδος προς τον διαστρικό χώρο και η έξοδος από το ηλιακό μας σύστημα.

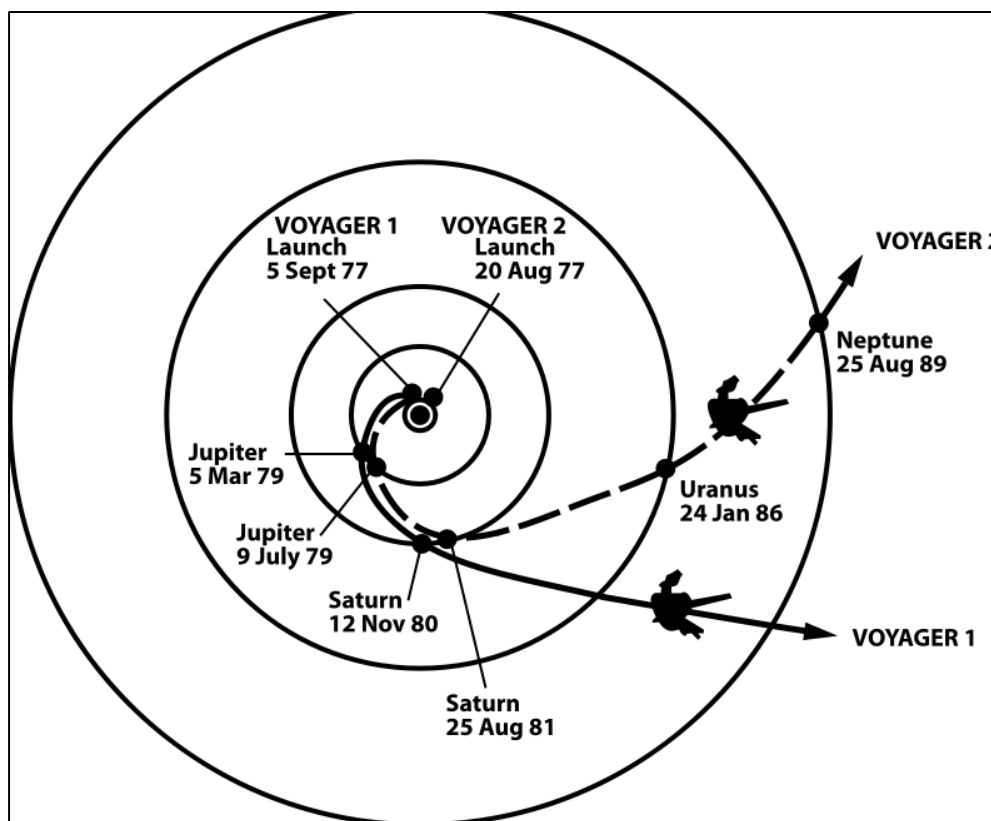
<https://mobile.tovima.gr/article.aspx?id=478736>

Τα δύο διαστημόπλοια εστάλησαν το **1977** στο διάστημα την **ευνοϊκή περίοδο της ευθυγράμμισης των πλανητών** κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του **1970** για εξερεύνηση και επιστημονική μελέτη των **γιγάντιων επιφανειών του Δία και του Κρόνου**, και γι' αυτόν το λόγο τα δύο σκάφη καλούνται επίσης «**διαστημικοί ανιχνευτές**³⁸» του ηλιακού μας συστήματος, αλλά και του ευρύτερου διαστρικού χώρου. Στις **12 Σεπτεμβρίου 2013** η **NASA** ανακοίνωσε ότι το **Voyager 1** είναι επισήμως το πρώτο ανθρώπινο κατασκεύασμα που φτάνει στο **διαστρικό χώρο** με την είσοδο του να πραγματοποιείται στις **25 Αυγούστου του 2012**, όπως φυσικά προέκυψε από την ανάλυση της πυκνότητας του ηλιακού πλάσματος.

³⁸ Ανίχνευση αστεριών με ελάχιστη εκπεμπόμενη ενέργεια τούς, στην περιοχή συχνοτήτων του υπέρυθρου φάσματος ακτινοβολίας, τα οποία εντοπίζονται κοντά σε δροσερούς πλανήτες.



Στην φασματική περιοχή των υπέρυθρων ακτίνων προκύπτουν σημαντικά οφέλη διαστημικών ερευνών και παρατηρήσεων, όπως τα «**Νεφελώματα**»: κρύα και σκοτεινά μοριακά νέφη αερίων και αστρικής σκόνης στο διαπλανητικό χώρο του ηλιακού μας συστήματος θα λάμπουν στο «**υπέρυθρο φως**» που εκπέμπουν, λόγω της **θερμότητας** που παράγουν οι ακτινοβολούμενοι **γειτονικοί αστέρες** μεγάλης μάζας.



Εικόνα 41: Το ταξίδι των Voyagers, [www.eoellas.org/2015/01/22/oi-siglonistikis-istories-tou-voyager/].

Το **Voyager 1**, λοιπόν, όπως και ο δίδυμος αδερφός του είναι όργανα της διαστημικής επιστήμης και «**Αστροφυσικής**», ένας **διαστημικός ταξιδευτής**³⁹ που τελικά επιβιώνει στη σκληρή περιοχή του εξωτερικού ηλιακού μας συστήματος. Αλλά και το **Voyager 2** (το μη επανδρωμένο διαστημικό σκάφος της NASA) ταξίδεψε με επιτυχία κατά τις δεκαετίες 1970 και 1980 στα άκρα του ηλιακού μας συστήματος, προσεγγίζοντας όλους τους γιγάντιους πλανήτες, αποτυπώνοντας **ίχνη βομβαρδισμού** των εσωτερικών πλανητών την χρονική περίοδο που πάλευαν στο **διάφανο και κενό Σύμπαν** για την επιβίωσή τους στην

³⁹ η εξερεύνηση στο διαστημικό χώρο θα συνεχιστεί από το Voyager 1 έως και το 2030 καθώς η πηγή ενέργειας (RTG) του διαστημικού σκάφους τροφοδοτεί ακόμη τα επιστημονικά του όργανα.



«κοσμογονία» του **Ηλιακού Συστήματος**. Αυτά τα **ιχνη βομβαρδισμού** δεν επιβιώνουν στις επιφάνειες των γιγάντιων πλανητών και τα οποία αποτελούν **μικροσκοπικοί κόσμοι**, γεμάτοι από **κρατήρες** μεταξύ **βόρειου και νότιου πόλου** με κύριο και βασικό τους θεατή τα παγωμένα φεγγάρια τούς. Τελικά, τα δύο διαστημόπλοια **Voyager** εξερευνούν όλους τους **γιγάντιους εξωτερικούς πλανήτες** του ηλιακού μας συστήματος, **48** από τα **φεγγάρια** τους, τους **δακτυλίους** και τα **ισχυρά μαγνητικά πεδία** των πλανητών αυτών.



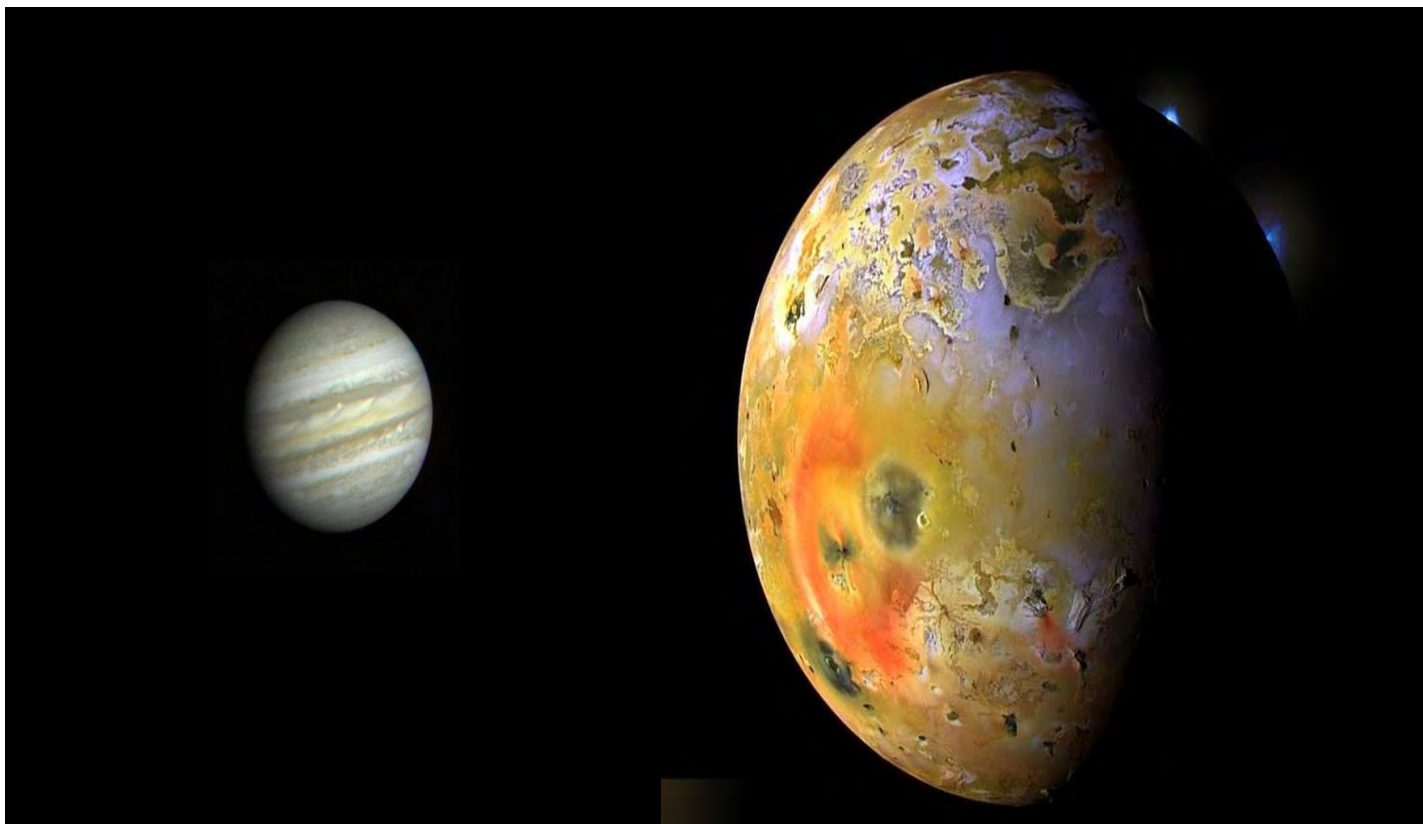
Εικόνα 42: Το διαστημόπλοιο Voyager 2.

https://en.m.wikipedia.org/wiki/Voyager_2

Το διαστημικό σκάφος **Voyager 2** βρίσκεται αντίθετα με το διαστημόπλοιο **Voyager 1** (:2012) ακόμη μέσα στην «ηλιοθήκη», έναν λοιπόν **σφαιρικό φλοιό** που λειτουργεί ως μια μεγάλης κλίμακας «δεξαμενή» **παραγωγής πλάσματος** που εκθέτει την αλληλεπίδραση της «ηλιακής φουσαλίδας» με τον «μεσοαστρικό χώρο». Τέλος, στις **6 Απριλίου του 1978**, ένας **αλγόριθμος προστασίας βλαβών** του **Voyager 2** μεταφέρεται αυτόματα από τον **δέκτη** σε **αντίγραφο ασφαλείας**, αφού τα **δεδομένα της μηχανής** του διαστημοπλοίου σε πραγματικό χρόνο είναι **40 bps**.



Ο πλανήτης Δίας (Jupiter):



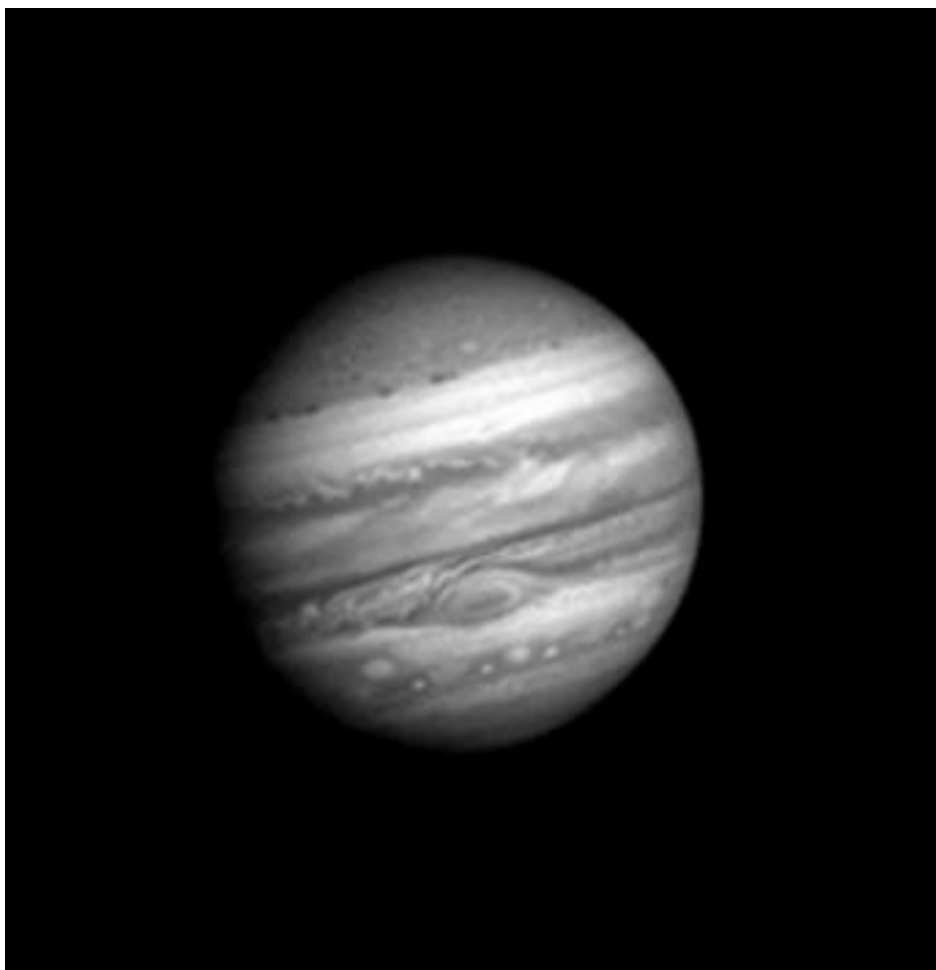
Εικόνα 43: Ο πλανήτης Δίας, [<https://www.nasa.gov/image-feature/voyager-1-image-of-jupiter>, <https://wordlesstech.com/jupiters-moon-io-from-voyager-1-space-probe/>].

Σύμφωνα με ανακοίνωση της **Λίντα Μοραμπίτο** προς το κέντρο ελέγχου της αποστολής **Voyager** που ανήκε στην ομάδα πλοήγησης του σκάφους, το **Voyager 1** πετούσε κοντά στον γίγαντα πλανήτη **Δία**, βάση του υπολογιστή πλοήγησης με επόμενο στόχο, το **Voyager 1** να μπει σε τροχιά γύρω από τον **Κρόνο**. Συγκεκριμένα, το διαστημόπλοιο **Voyager 1** σύμφωνα με υπολογισμούς της **NASA** θα ξεπερνούσε το δίδυμο αδερφό του **Voyager 2** κατά την διάρκεια του διαστημικού ταξιδιού για τον πλανήτη **Δία**, προσεγγίζοντας τον θηριώδη πλανήτη **Δία** στις **5 Μαρτίου 1979** και ώρα **12:05,26 UTC** σε απόσταση **348.890 χιλιομέτρων** από το κέντρο της μάζας του **Δία**, περνώντας έτσι **278.000 μίλια** από την επιφάνεια του πλανήτη και φωτογραφίζοντας έτσι λεπτομερώς τους **δορυφόρους**⁴⁰ του γιγάντιου πλανήτη, πριν συνεχίσει το ταξίδι του για τον **Κρόνο**. Επίσης,

⁴⁰ οι δορυφόροι που περιβάλλουν το Ηλιακό Σύστημα είναι περισσότεροι από πενήντα.



το **Voyager 1** για να επαληθεύσει την τροχιά του, ανάλογα με τη θέση των διάφορων αστερών που απεικονίζονταν σε **φωτογραφίες** που αποτύπωσε το διαστημόπλοιο, [1].



Εικόνα 44: Το Βόγιατζερ στον Δία, [www.eoellas.org/2015/01/22/oi-siglonistikes-istories-tou-voyager/].

Το διαστημόπλοιο **Voyager 1** κατά την διάρκεια του διαστημικού ταξιδιού θα ξεπερνούσε το διαστημικό σκάφος **Voyager 2** με κοινό προορισμό τον πλανήτη **Δία**, με το **Voyager 1** να κάνει την κοντινότερη προσέγγιση στον θηριώδη πλανήτη τον **Μάρτιο του 1979**, περνώντας **278.000 μίλια** πάνω από την επιφάνεια του, πριν συνεχίσει την διαστημική του πορεία για τον πλανήτη **Κρόνο**.

Το **Voyager 1**, λοιπόν, παίρνει φωτογραφίες, αποτυπώνοντας την «**Μεγάλη Ερυθρή Κηλίδα**» του **Δία** που επισκιάζει τον δορυφόρο **Γανυμήδη**, μια **καταιγίδα** που παραμένει στην ατμόσφαιρα του θηριώδη πλανήτη εδώ και **300 χρόνια**. Αντίθετα, το διαστημόπλοιο **Voyager 2** τράβηξε **αρκετές φωτογραφίες δορυφόρων**, μελέτησε την **μαγνητόσφαιρα** και τις **ζώνες ακτινοβολίας** του **Δία**, καθώς επίσης ανακάλυψε τον δορυφόρο **Αδράστεια***.





Εικόνα 45: Η κηλίδα του πλανήτη Δία.

<http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/458129/fotografies-apo-tis-eschaties-tou-iliakou-mas-sustimatosis>

Το διαστημόπλοιο **Voyager 2** πλησίασε τον πλανήτη **Δία** στις **9 Ιουλίου του 1979** σε μια απόσταση των **570.000 χιλιομέτρων**, συνεχίζοντας την παρατηρούμενη μελέτη των δακτυλίων του πλανήτη **Δία** που είχε αναλάβει να εκπληρώσει αρχικά το διαστημικό όχημα **Voyager 1**. Επιπλέον, το **Voyager 2** συνεχίζει να μελετά την ηφαιστειότητα του δορυφόρου **Ιώ**, του πλανήτη **Δία**, που αποτελεί ένα «ουράνιο σώμα» με έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα.



Εικόνα 46: Η κόκκινη κηλίδα, [<https://www.tsene.com/2017/01/μεγάλη-ερυθρά-κηλίδα-του-δία-από-το-voyager-1>].



Οι «δακτύλιοι» του **Δία** είναι **ολοκληρωτικά αθέατοι** από τον πλανήτη **Γη** και δεν έχουν την ίδια δομή με τους δακτύλιους του πλανήτη **Κρόνου** και του πλανήτη **Ουρανού**, ενώ αποτελούνται από **διαστημικό κονιορτό** και **τμήματα βράχων**.



Εικόνα 47: Οι αθέατοι δακτύλιοι του πλανήτη Δία, [[http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/458129/fotografies-
apo-tis-eshaties-tou-iliakou-mas-sustimatos](http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/458129/fotografies-apo-tis-eshaties-tou-iliakou-mas-sustimatos)].

(* **Αδράστεια: ο δορυφόρος του Δία**

Ένας **αστεροειδής** που **επισημάνθηκε** στις **18 Αυγούστου του 1884**. Η **Αδράστεια (Adrastea)** ως εσωτερικός δορυφόρος του πλανήτη **Δία** με κωδική ονομασία **Δίας XV (Jupiter XV)** βρίσκεται σε **τροχιά** στην **άκρη** του **βασικού δακτυλίου** του πλανήτη **Δία** με **σύγχρονη περίοδο περιστροφής** της και **περίοδο περιφοράς 0,29826** ημέρες. Η **Αδράστεια** εντοπίστηκε από το διαστημόπλοιο **Voyager 2** στις **8 Ιουλίου του 1979** κατά την διάρκεια διαστημικής εξερεύνησης του διαστημικού σκάφους από τους επιστήμονες **Ντέιβιντ Τζιούιτ** και **G. Edward Danielson**.

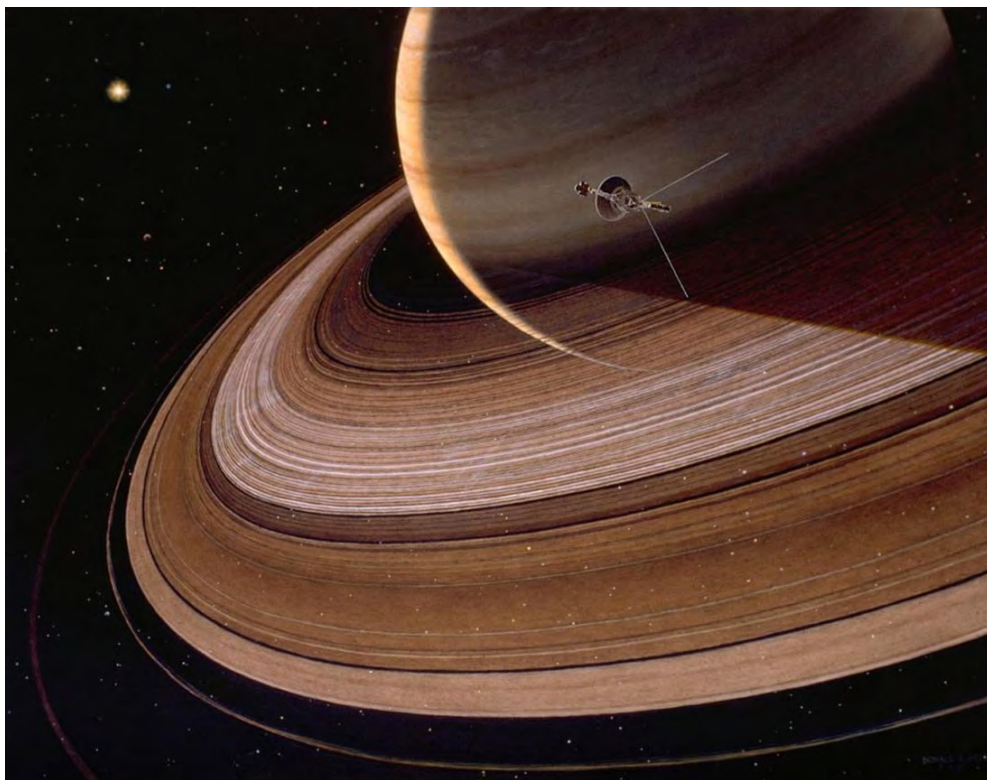


Εικόνα 48: Η Αδράστεια, [https://el.m.wikipedia.org/wiki/Βόγιατζερ_2].



Η **Αδράστεια** κινείται με μέση ταχύτητα περιφοράς **31,378 km/sec**, έχει μέση ακτίνα τροχιάς **129.000 χιλιόμετρα** και παρουσιάζει επιφανειακή θερμοκρασία περίπου **122 K** και θεωρείται ένας μικρός - φυσικός δορυφόρος του πλανήτη **Δία**. Το φαινομενικό μέγεθος της είναι περίπου **14,0** και για απόσταση μίας αστρονομικής μονάδας από τη **Γη** και τον **Ήλιο** είναι **10,3**. Η **Αδράστεια** περιφέρεται σε **1.868,4 ημέρες** γύρω από τον **Ήλιο**, ενώ επίσης φέρει την κωδική ονομασία **Adrastea 239**.

Ο πλανήτης Κρόνος (Saturn):



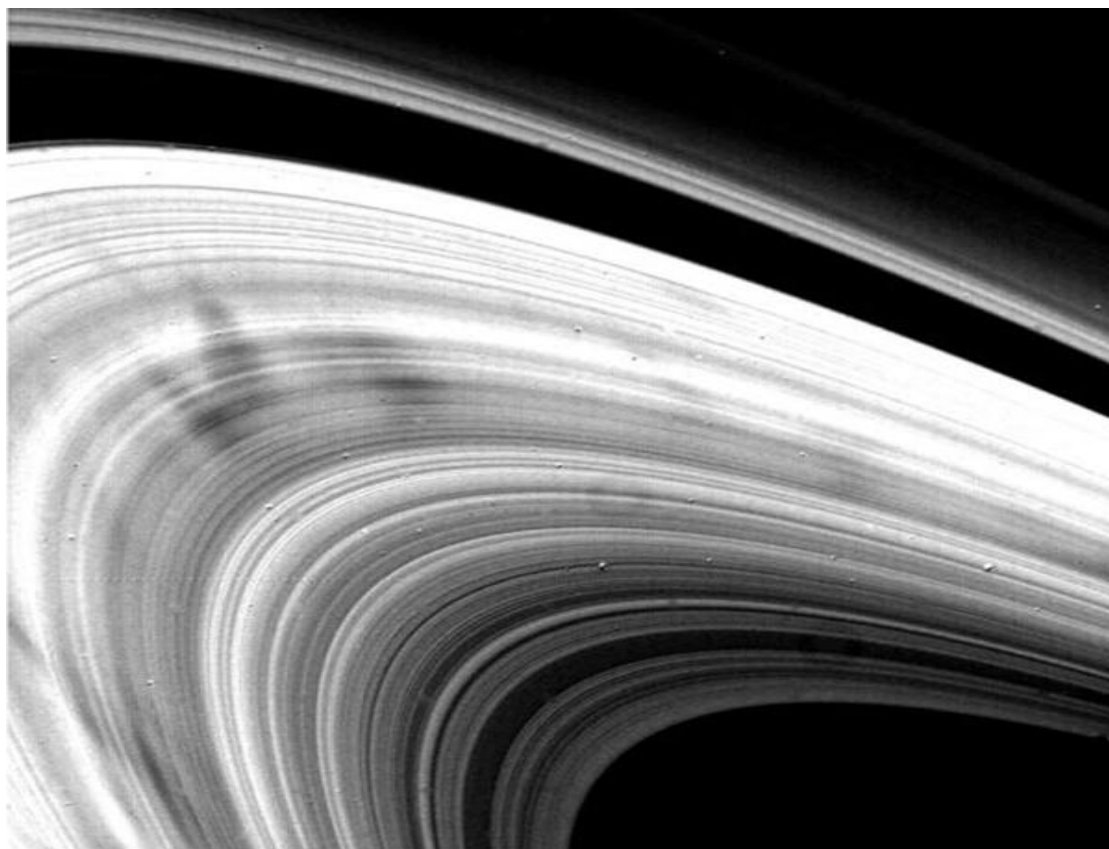
Εικόνα 49: Το διαστημόπλοιο Voyager 2 στον πλανήτη Κρόνο.

www.eoellas.org/2015/01/22/oi-siglonistikis-istoris-tou-voyager/

Η **NASA** να εκμεταλλευτεί τη βαρύτητα του **Δία**, η οποία αύξησε την ταχύτητα “**υ**” των δύο σκαφών, ο **Voyager 1** έφτασε στον **Κρόνο** μέσα σε **1,5 χρόνια** από τη συνάντησή του με τον **Δία**, αλλάζοντας έτσι την πορεία του **Voyager 1** προς τον πιο μαγευτικό πλανήτη στο ηλιακό μας σύστημα, τον **Κρόνο**. Ωστόσο, οι παρατηρήσεις του **Κρόνου** από το διαστημικό σκάφος άρχισαν στις **22 Αυγούστου του 1980** και κατά τη διάρκεια των επόμενων τεσσάρων μηνών, όπου το **Voyager 1** έκανε σπουδαίες επιστημονικές



παρατηρήσεις σχετικά με το **δακτυλοειδές σύστημα** του πλανήτη, τους δορυφόρους, την **ατμόσφαιρα**, αλλά και τις **ζώνες ακτινοβολίας**. Συγκεκριμένα, το **Voyager 1** έκανε την πλησιέστερη προσέγγισή του στον **Κρόνο** στις **12 Νοεμβρίου 1980** στις **23:46:30 UTC** σε απόσταση **R=124.000 km**, αλλά και το **Voyager 2** έστειλε στη **Γη** εξαιρετικό αρχείο φωτογραφιών με λεπτομερή απεικόνιση των δακτυλίων του **Κρόνου**, ίσως τα **συντριμμια** κάποιου **παγωμένου φεγγαριού** από σύγκρουση. Οι δακτύλιοι δεν είναι διατεταγμένοι **συμμετρικά** γύρω από τον πλανήτη **Κρόνο**, ενώ γενικότερα το **σύστημα των δακτυλίων** θεωρείται για τους **Αστρονόμους «ασταθές»**. Βλέπουμε, τώρα, φωτογραφία των **δακτυλίων** του **Κρόνου** με **τεχνητό χρωματισμό**, που τραβήχτηκε από το διαστημόπλοιο **Voyager 2** σε απόσταση **900.000 χιλιομέτρων** και διακρίνονται οι **μυστηριώδεις σκοτεινές ακτίνες** που διαπερνούν τους **δακτυλίους**. Οι **δακτύλιοι** του **Κρόνου**, λοιπόν, όπως καταγράφηκαν στις **22 Αυγούστου 1981**, κάπου **2,5 εκατομμύρια μίλια μακριά**, απεικονίζονται παρακάτω:



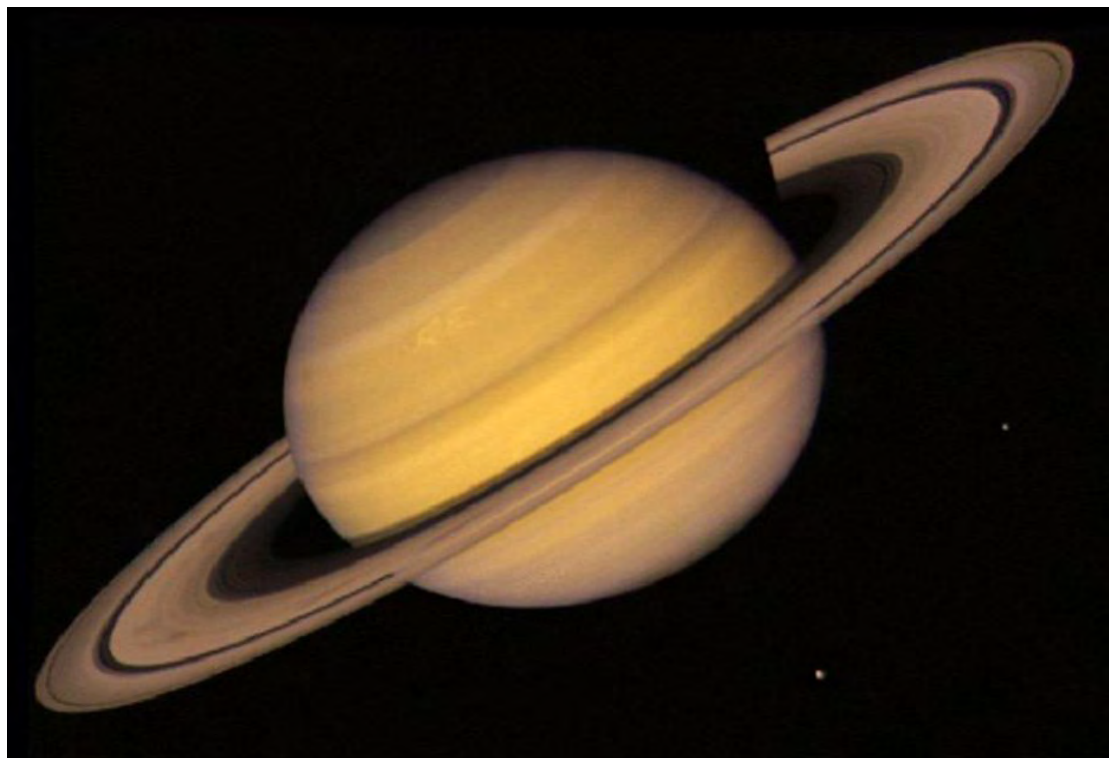
Εικόνα 50: Οι δακτύλιοι του Κρόνου (1981) σε απόσταση 2,5 εκατομμύρια μίλια μακριά.

<http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/458129/fotografies-apo-tis-eschaties-tou-iliakou-mas-sustimatou>

[Ο Τιτάνας βάση των Voyagers είναι το επικρατέστερο σώμα του ηλιακού μας συστήματος.]



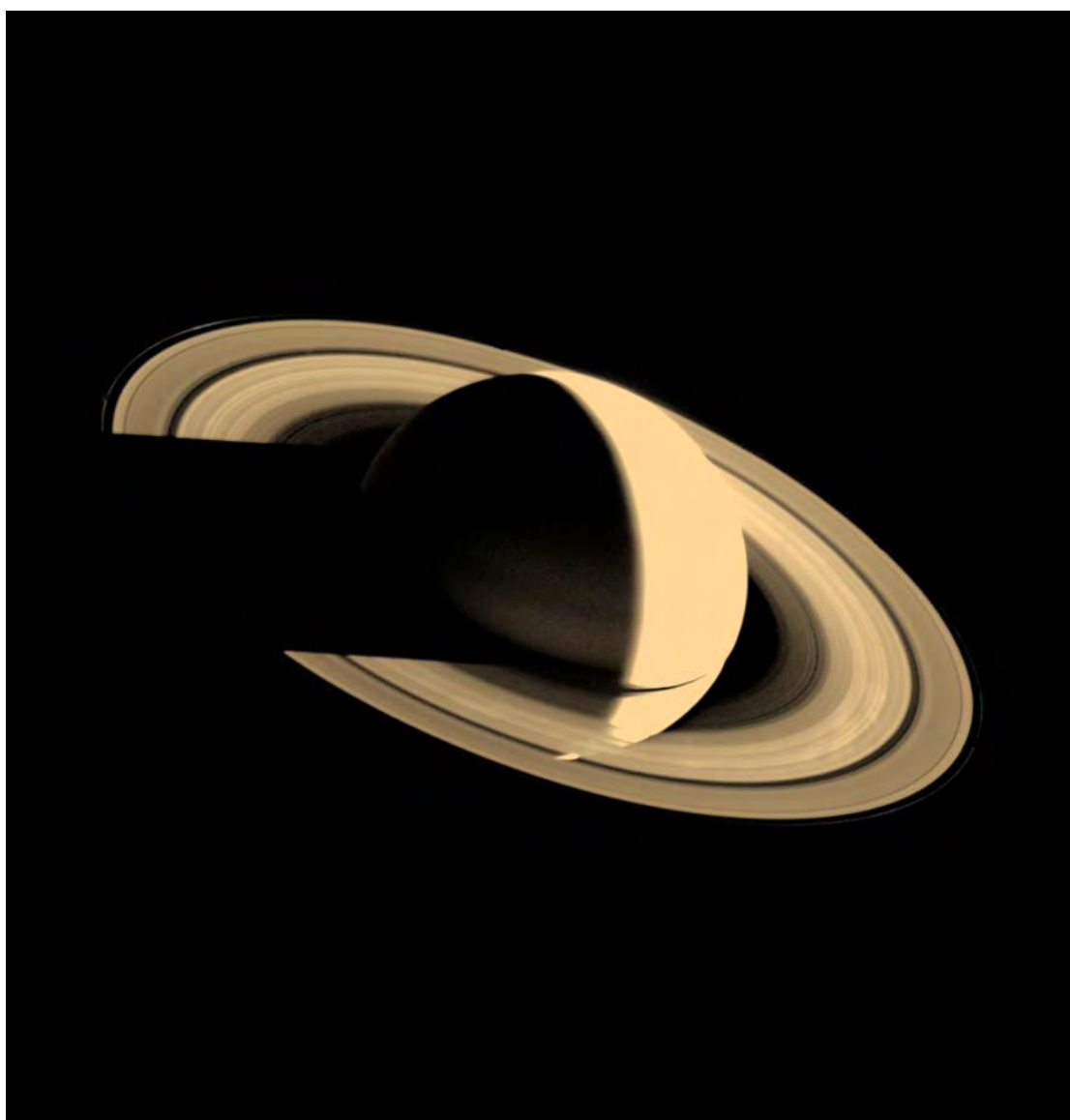
Ο **Κρόνος** εμφανίζει περίοδο περιστροφής **P=29.5 έτη φωτός** και ακτίνα περιστροφής **R=9.54 (AU)**. Ο **Δίας** και ο **Κρόνος** έχουν παρόμοια περιεκτικότητα (υδρογόνο **H**: 75%, ήλιο **He**: 25% ως προς τη μάζα τους **m**), ενώ ο **Ουρανός** και ο **Ποσειδώνας** μικρότερη. Ο **Κρόνος** έχει στην ατμόσφαιρά του, μικρότερη περιεκτικότητα σε ήλιο (**He**) σε σχέση με το **Δία**, το ήλιο λόγω μικρότερης θερμοκρασίας **T₀** αντί να διαλυθεί στο υγρό υδρογόνο, πέφτει υπό μορφή σταγόνων, λόγω βαρύτητας προς το κέντρο του, ελευθερώνοντας την ενέργεια που αποτελεί και την πηγή της εσωτερικής του θέρμανσης. Ο **Κρόνος** έχει τουλάχιστον **30 δορυφόρους**, αλλά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο **Τιτάνας**, ο οποίος είναι ο μόνος δορυφόρος του Ηλιακού συστήματος με **πυκνή ατμόσφαιρα** αποτελούμενη κυρίως από **μοριακό άζωτο N** (όπως στη **Γη**) και **παγωμένο μεθάνιο (CH₄)**. Η **ατμοσφαιρική πυκνότητα** του **Τιτάνα** δίνεται από την **πορτοκαλόχρωμη καταχνιά** που προκαλούν οι οργανικές ενώσεις (**95% άζωτο, 5% μεθάνιο**). Το **μεθάνιο**, λοιπόν, στην **ατμόσφαιρα** του **Τιτάνα** αντιδρά με την υπεριώδη ακτινοβολία του **Ήλιου** και είναι **υγρή, αέρια ή στερεά** κατάσταση στον πλανήτη, εξαιτίας της **μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας** του **Τιτάνα** στους **-178 °C ≈ -180 °C** και του ποσοστού **60%** της **ατμοσφαιρικής πίεσης** του δορυφόρου. Το **Voyager 2** απλά πλησίασε τον δορυφόρο του **Κρόνου**, **Τιτάνα** και μετά πήγε σε διαφορετική τροχιά για να μείνει στην **εκλειπτική** και να ταξιδεύει στο ηλιακό σύστημα.



Εικόνα 51: Ο Κρόνος από το διαστημόπλοιο Voyager 2, [<http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/458129/fotografies-apo-tis-eshaties-tou-iliakou-mas-sustimatos>].



Επιπλέον, το διαστημόπλοιο **Voyager 2** αποτύπωσε και έστειλε στη **Γη**, φανταστικές εικόνες με λεπτομερή καταγραφή των δακτυλίων του **Κρόνου**, ίσως τα **συντριμμια** ενός **παγωμένου φεγγαριού**. Καθώς, λοιπόν, το διαστημικό όχημα **Voyager** απομακρυνόταν, ο **Κρόνος** φαντασμαγορικός έριχνε από την πίσω πλευρά του μία αδιαπέραστη τεράστια σιά πάνω σ' ένα τμήμα των μαγευτικών δακτυλίων **ως απομηχανής θεός**, κάτι που έμοιαζε με «**αρχαίο θέατρο**», μία εικόνα που μίκραινε συνεχώς στο ανθρώπινο μάτι, ως **αθέατος κόσμος**. Κατευθυνόμενο, λοιπόν, το **Voyager 2** προς τους μακρινούς και παγωμένους πλανήτες, τον **Ουρανό (Uranus)** και τον **Ποσειδώνα (Neptune)** με την ταχύτητα των **40.000 χιλιομέτρων ανά ώρα**, αποξενώνεται από το υπάρχων **Ηλιακό μας Σύστημα**.



Εικόνα 52: Ο πλανήτης Κρόνος από το Βόγιατζερ 1, [<https://www.nasa.gov/image-feature/voyager-1-image-of-saturn>].



Ο πλανήτης **Κρόνος** βρίσκεται πιο μακριά από το θερμό άγγιγμα του **Ήλιου** με **μειλίχια όφη από στρώμα θυσανοειδών νεφών** που ήταν αρκετά πιο πυκνά από τα νέφη του πλανήτη **Δία** και τα οποία αποτελούνται κυρίως από **παγοκρυστάλλους αμμωνίας**, διατηρώντας έτσι μία **ανώτερη ατμόσφαιρα**. Ακόμη, οι **μαγευτικοί** και ταυτόχρονα **πελώριοι δακτύλιοι** που καλύπτουν **απόσταση** ίση με τα $2/3$ του διαστήματος μεταξύ **Γης** και **Σελήνης**, περιλαμβάνουν εσωτερικά **πλήθη παγωμένων σωμάτων**, δηλαδή από **μικρούς κρυστάλλους** μέχρι και **αιωρούμενα παγόβουνα** με διαφορετική **τροχιά** γύρω από τον πλανήτη **Κρόνο**, τα οποία **αιωρούμενα σώματα** επηρεάζονται σημαντικά ως προς το **πεδίο βαρύτητας** τους από τους δορυφόρους του πλανήτη **Κρόνου**. Ωστόσο, οι **δακτύλιοι** του **Κρόνου** είναι θα λέγαμε **πολύ βολικά στραμμένοι** λόγω της **κλίσης των 27 μοιρών** του άξονα περιστροφής του **Κρόνου**, καθώς αυτοί διαγράφονται κυκλικά πάνω στο **επίπεδο του ισημερινού** του πλανήτη, σημειώνοντας πιο σταθερή **τροχιά** με τα **αιωρούμενα σώματα** να υπάρχουν ανάμεσα στην **ασημόσκονη** των **πελώριων δακτυλίων** και το **ηλιακό φως** να **αχνοφέγγει μυστηριωδώς** πίσω από το πλήθος των σωμάτων αυτών, δίνοντας έτσι στους αστρονόμους την αίσθηση πως το **Voyager** θα **πλανάται στο σύμπαν** υπό την παρουσία **κοσμικής ύλης**. Συγκεκριμένα, ένα σώμα που βρίσκεται σε **τροχιά** γύρω από το επίπεδο ισημερινού στον πλανήτη **Κρόνο** νιώθει περισσότερη **βαρυτική έλξη**, ενώ στα **πολικά σημεία** του πλανήτη λιγότερη, διότι είναι περισσότερη **ύλη** από κάτω του και τα **μικρότερα αιωρούμενα σώματα** με την **συσσωμάτωση** τους σχηματίζουν **μεγαλύτερες μάζες ισορροπίας**. Συνεπώς, από τις διδύμες διαστημικές αποστολές **Voyager** παρατηρείται ότι τα **μεγαλύτερα αιωρούμενα σώματα** που υπάρχουν ανάμεσα στους **πελώριους δακτυλίους**, είναι κοντά στο **εξωτερικό τους χείλος**, δηλαδή στη θέση των πιο ασθενών δυνάμεων διάσπασης, [4] σελ. 49.

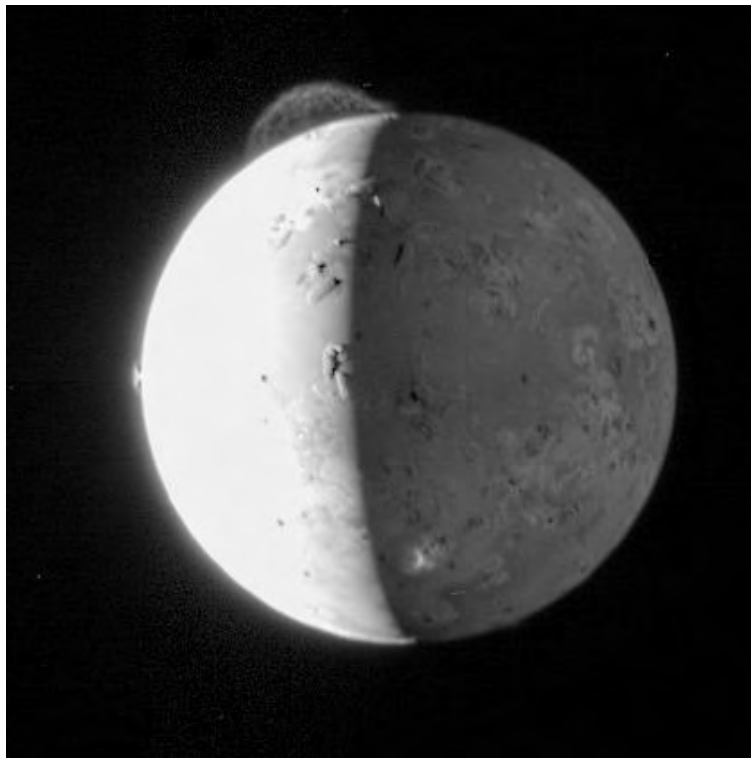
Στην ερώτηση, γιατί ο πλανήτης **Κρόνος** έχει δακτυλίους; Η απάντηση έχει ως εξής: το **διαστημόπλοιο Voyager** ανακάλυψε ότι η **συνολική μάζα** των δακτυλίων ισούται σχεδόν με έναν από τους **μικρούς δορυφόρους** του, τον **Μίμα**, και είναι φανερό πως οι δακτύλιοι δημιουργήθηκαν από την καταστροφή ενός τέτοιου δορυφόρου. Ίσως, μία **κατακλυσμική σύγκρουση του δορυφόρου** ή η **υπαρξιακή του θέση** στο σημείο τερματισμού της **έλξης** του **Κρόνου** να τον κομμάτιασε κυριολεκτικά, ώστε τα κομμάτια από την **σύγκρουση** να **παγιδεύτηκαν** από το **βαρυτικό πεδίο** του **Κρόνου** χωρίς βέβαια να μπορούν να απομακρυνθούν από την **έλξη** του προς το **εξώτερο διαστημικό χώρο**, αλλά ούτε δημιουργώντας με τα **συντρίμμια** του ξανά έναν εκ νέου **συμπαγή δορυφόρο**, αφού σύμφωνα με τα διαστημόπλοια **Pioneer** και **Voyager** οι δακτύλιοι του **Κρόνου** είναι πεντακάθαροι και χωρίς κάποια **μαυρίλα** από την **σταθερή επίδραση των σωματιδίων του**



ηλιακού ανέμου σ' αυτούς. Συνεπώς, αν κοιτάζαμε τον πλανήτη **Κρόνο** στο βάθος του παρελθόντος, σχεδόν πριν από **ένα δισεκατομμύριο χρόνια** θα ήταν φυσικά χωρίς δακτυλίους ή πιθανότατα να είχε έναν επιπλέον **μικρό δορυφόρο**, [1] σελ. 124.

Ο δορυφόρος του Δία: Ιώ

Η **Ιώ** ήταν ένα από τα αστέρια που το **Voyager** δε αποτύπωνε καθαρά την εικόνα του με αποτέλεσμα να χρειάζεται μεγέθυνση κάθε φωτογραφίας της για να καθίσταται αυτή ένα **ευδιάκριτο ουράνιο αντικείμενο** που περιστρέφεται γύρω απ' τον **Δία** με **ακτίνα περιστροφής $r=1815$ km**. Στην ανάλυση της φωτογραφίας της **Ιούς** υπήρχε μια παράξενα **έντονη αναλαμπή φωτός** πάνω στην επιφάνεια της. Αρχικά, η **Μοραμπίτο** πίστευε πως πρόκειται για την **λάμψη ενός άλλου δορυφόρου** που θα **ανέτειλλε** πίσω από την **Ιώ** ή ό,τι η **λάμψη** αυτή οφείλεται σε κάποιο **σφάλμα της κάμερας** που φέρει πάνω του το διαστημόπλοιο ή ακόμη ίσως και κάποια παράξενη **αντανάκλαση** του ηλιακού φωτός. Μετά, όμως, από σχετικό επανέλεγχο της φωτογραφίας, η **Μοραμπίτο** καταλήγει στο συμπέρασμα πως πρόκειται για κάποια **γιγάντια έκρηξη** ενός **ενεργού ηφαιστείου**, το οποίο εκτόξευε **πυρωμένη λάβα** προς της επιφάνεια του δορυφόρου, θέτοντας έτσι τον εαυτό της ως τον πρώτο και μοναδικό μάρτυρα μιας **εξωγήινης έκρηξης ηφαιστείου**, [1] σελ. 99-100.



Εικόνα 53: Ο δορυφόρος Ιώ από το New Horizons, [<https://commons.m.wikimedia.org>].



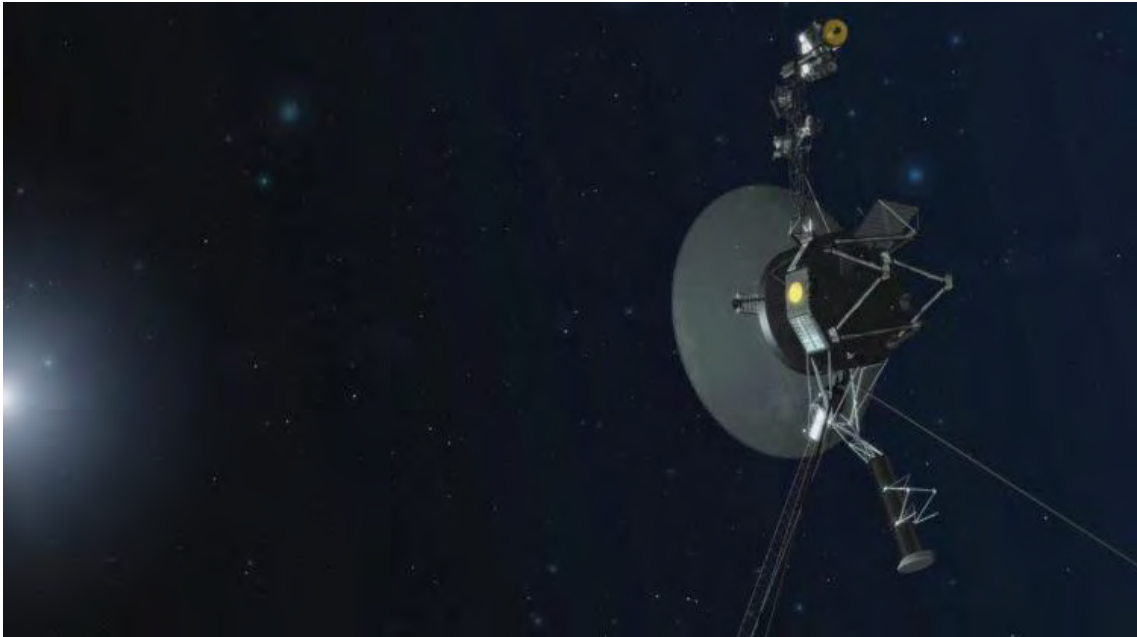
Η **Ιώ** που μοιάζει σε μέγεθος περίπου με την **Σελήνη** αποτελεί τον πλησιέστερο στον πλανήτη **Δία** από τους δορυφόρους του **Γαλιλαίου**, ενώ στην ουσία πρόκειται για ένα άγνωστο ουράνιο αντικείμενο, το οποίο πλησίασε το διαστημόπλοιο **Voyager 1** στις **5 Μαρτίου του 1979** σε μία απόσταση από την επιφάνεια της **Ιούς**, περίπου **20.000 χιλιομέτρων**. Εκείνη την εποχή, λοιπόν, το διαστημικό αυτό σκάφος προσέγγιζε όλο και περισσότερο την επιφάνεια της **Ιούς**, συλλέγοντας λεπτομερείς φωτογραφίες που επιβεβαίωναν την **απουσία κρατήρων** και την **γιγάντια ηφαιστειογενή φύση** του με αποτέλεσμα το **υλικό** από τις **βίαιες εκρήξεις** που εξελίσσονταν στην επιφάνεια της να φτάνουν σε **ύψος** άνω των **100 χιλιομέτρων**. Σημειώνεται ότι όσο περισσότεροι κρατήρες, τόσο μεγαλύτερη είναι η **χρονική διάρκεια** των **εκρήξεων** του **υλικού** που αποβάλλεται από το εσωτερικό των ηφαιστειών της.

Από λεπτομερή ανάλυση των φωτογραφιών του διαστημοπλοίου **Voyager 1**, προέκυψε η **ύπαρξη οκτώ ενεργών ηφαιστειών** πάνω στην επιφάνεια της **Ιούς**. Το μεγαλύτερο από αυτά, ήταν εκείνο που ανακάλυψε η **Μοραμπίτο** και το οποίο ονομάστηκε **Πελέ** και εκτοξεύει προς τα έξω **πύρηνες φλόγες** ύψους **h=280 km**. Ο δορυφόρος **Ιώ**, λοιπόν, δεν ήταν μόνο ένα **ενεργό ουράνιο αντικείμενο**, αλλά το πιο **ενεργό γεωλογικά σώμα** του **Ηλιακού μας Συστήματος**, ένα «**πύρινο φεγγάρι**» που τον **Ιούλιο του 1979** σύμφωνα με το διαστημόπλοιο **Voyager 2** είχε πλέον ηρεμήσει. Η επιφάνεια του, τώρα, ήταν σαν ένα **πολύχρωμο πάζλ**, τα κομμάτια του οποίου είναι **ποτάμια** που γεννούσαν **κράματα** **θειούχων πετρωμάτων** χωρίς όμως **ίχνη** από **ηφαιστειογενής κρατήρες** σύγκρουσης, [1] σελ. 102.

Η επιφάνεια της **Ιούς**, λοιπόν, είναι ένα **σύνολο από κηλίδες** σε **λευκό, καφέ** και **πορτοκαλί χρώμα**, αφού το **θείο “S”** ως χημικό στοιχείο έχει διαφορετική **απόχρωση** σε διαφορετικές **μεταβαλλόμενες θερμοκρασίες**, καθιστώντας «**πολύχρωμη**» την επιφάνεια της **Ιούς**. Συνεπώς, σε **θερμοκρασία άνω των 600 °C** το θείο έχει **μαύρο χρώμα** (στα **στόμια των ηφαιστειών**) και στη συνέχεια **όσο ψύχεται το θείο παίρνει καφέ απόχρωση** και **ανοιχτό πορτοκαλί** (εντοπίζονται **πλάγια των ηφαιστειών**), ενώ σε **θερμοκρασία δωματίου** το θείο γίνεται **κίτρινο** και σε **ακραία απόσταση ψύχους** από τον **Ήλιο** γίνεται τελείως **λευκό** (το οποίο **εντοπίζεται σε ανενεργές εκτάσεις της Ιούς**). Στην επιφάνεια της εντοπίστηκαν συνολικά **δώδεκα ενεργά ηφαιστεια** που διαρρέουν τόση **ύλη**, ώστε το **φεγγάρι** αυτό να επικαλύπτεται με **ρυθμό αρκετών εκατοστών ανά αιώνα**. Οι **παλιρροϊκές δυνάμεις** ή αλλιώς οι **παλίρροιες** που ασκούνται λιώνουν το εσωτερικό της **Ιούς**, εφόσον η **Ιώ** είναι η πυκνότερη από τους άλλους δορυφόρους του **Γαλιλαίου**, μετατρέποντας η ίδια



τον επιφανειακό της πάγο σε ατμό διαμέσου των ηφαιστειακών της κέντρων, διαχέοντας τον προς το άπειρο του διαστήματος, [4] σελ. 60-61.



Εικόνα 54: Η απομάκρυνση του Voyager από τον Ήλιο,

[<https://www.proelasi.org/2017/08/05/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CF%8C%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%B9%CE%B1-voyager-%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B5%CF%87%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CF%85%CE%BD-%CF%84%CE%BF-%CF%84%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B4%CE%B9/>].

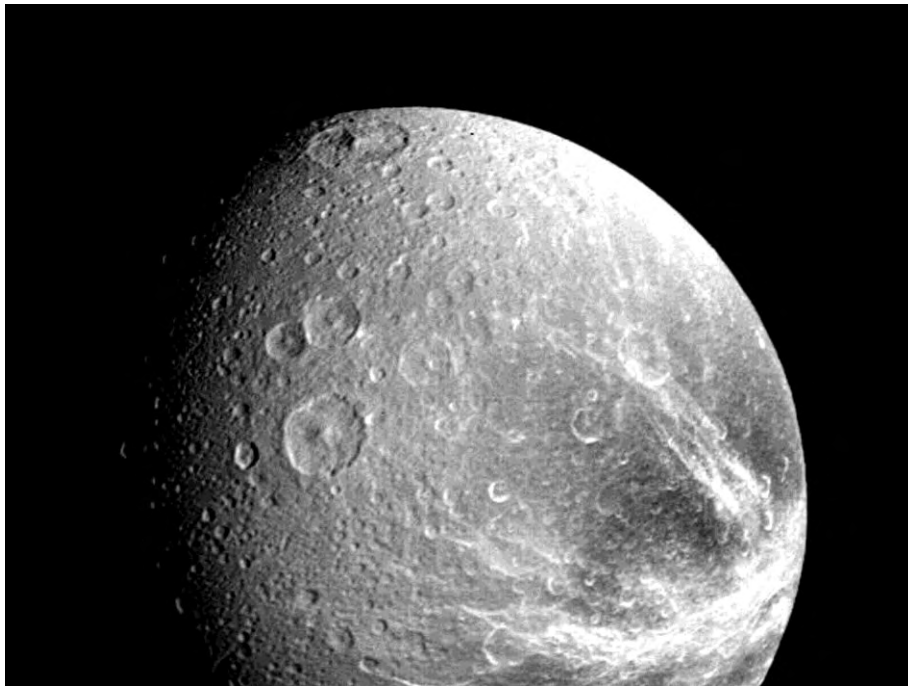


Εικόνα 55: <http://www.blod.gr/lectures/Pages/viewlecture.aspx?LectureID=3369#>



Ο δορυφόρος του Κρόνου: Διώνη

Ένας από τους δορυφόρους του **Κρόνου**, η **Διώνη** ο τέταρτος μεγαλύτερος από τους **62 φυσικούς δορυφόρους** του πλανήτη **Κρόνου** κρύβει έναν **υπόγειο ωκεανό** τεράστιας ηλικίας κάτω από την επιφάνειά της, όπως και άλλα **δύο φεγγάρια του Κρόνου**, ο **Τιτάνας** και ο **Εγκέλαδος**, οι οποίοι διαθέτουν μεγάλους «**ωκεανούς**», σύμφωνα με πληροφορίες από **Βέλγους επιστήμονες** και την διαστημική αποστολή **Cassini**. Οι επιστήμονες, λοιπόν, ανέλυσαν τα **στοιχεία της βαρύτητας** για τον **δορυφόρο Διώνη**, τα οποία συνέλεξε το διαστημόπλοιο **Cassini**, ανακαλύπτοντας σε **βάθος 100 χιλιομέτρων**, κάτω από την επιφάνεια του δορυφόρου, έναν **μεγάλο ωκεανό**, ο οποίος περιβάλλεται από **βραχώδη πυρήνα** και ίσως να φιλοξενεί ακόμη και **μικροβιακή ζωή**. Το εσωτερικό της **Διώνης** μοιάζει με του **Εγκέλαδου**, του οποίου ο **υπόγειος ωκεανός** βρίσκεται πολύ πιο κοντά στην επιφάνεια του, όπως και στον δορυφόρο του **Δία**, την **Ευρώπη** που διαθέτει έναν **σχετικά επιφανειακό υπόγειο ωκεανό**. Βάση εκτιμήσεων, μέχρι τώρα, έχουμε **επτά «υδάτινους κόσμους»** στο ηλιακό μας σύστημα, δηλαδή πρόκειται για τρεις δορυφόρους του **Κρόνου**, τρεις δορυφόρους του **Δία** και τον πλανήτη **Πλούτωνα**.



Εικόνα 56: Η Διώνη από το Βόγιατζερ 1, [https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Dione_from_Voyager_1.jpg].

Ακολούθως, το διαστημόπλοιο **Voyager 1** πραγματοποίησε ένα κοντινό πέρασμα από τον δορυφόρο του **Κρόνου**, τον **Τιτάνα** και έπειτα συνέχισε την πορεία του έξω από το ηλιακό μας σύστημα, ακολουθώντας διαφορετική τροχιά για να διατηρήσει την θέση του



στην **εκλειπτική** και συνεπώς να συνεχίσει το διαστημικό του ταξίδι στο ηλιακό σύστημα, πλησιάζοντας και εξερευνώντας για πρώτη φορά τον πλανήτη **Ουρανό** και τον πλανήτη **Ποσειδώνα**.



Εικόνα 57: Ο δορυφόρος Διώνη,

[<https://www.astrovox.gr/forum/viewtopic.php?p=246920&sid=430d63705818727aeb26eb7c1950be1e>].

Επίσης, ο δορυφόρος **Διώνη (Dione)** ως ο δέκατος πέμπτος δορυφόρος του ηλιακού μας συστήματος έχει μέση διάμετρο 1.123 χιλιόμετρα, επιφανειακή θερμοκρασία **T=87 Kelvin** και αλλιώς αποκαλείται “**Κρόνος IV (Saturn IV)**”, αφού βρίσκεται σε μία απόσταση των 377.400 χιλιομέτρων από τον πλανήτη **Κρόνο**. Η **Διώνη**, λοιπόν, είναι ένας



δορυφόρος που αποτελείται από πάγο, κρατήρες και διαθέτει έναν ιδιαίτερα βραχώδη πυρήνα.

Ο πλανήτης: Ουρανός

Το **Voyager 2** αποτύπωσε την παράξενη περιστροφή του πλανήτη **Ουρανού** γύρω από τον εαυτό του, ίσως να χτυπήθηκε βιαίως από κάποιο άλλο ουράνιο σώμα, παρόμοιο με τον πλανήτη **Γη**, γεγονός το οποίο προκάλεσε μετατόπιση στον άξονα περιστροφής του **Ουρανού**, διαγράφοντας κλίση περίπου $\hat{\varphi} = 90$ μοιρών. Αλλά και στον ουρανό, το διαστημικό σκάφος **Voyager 2** εντόπισε **φεγγάρια**, των οποίων η επιφάνεια καλύπτεται από παράξενα **σημάδια** που **δήλωναν** την **εκροή νερού H_2O** , έναν **βαθύ ωκεανό νερού και αμμωνίας** στο εσωτερικό του. Συγκεκριμένα, το διαστημόπλοιο **Voyager 2** προσεγγίζει τον πλανήτη **Ουρανό**⁴¹ στις **24 Ιανουαρίου του 1986** σε μία απόσταση των **81.500 χιλόμετρα**, φωτογραφίζοντας τα **«μαύρα φεγγάρια»** του πλανήτη που το χρώμα τους οφείλεται στην διάσπαση των υλικών στοιχείων πάνω στις επιφάνειες τους με την **κοσμική ακτινοβολία**, καθώς και δύο **αραιούς δακτυλίους**. Ο πλανήτης **Ουρανός** είναι ο **έβδομος (7^{ος})** κατά σειρά του πλανητικού μας συστήματος, ενώ ως προς το μέγεθος είναι ο **τρίτος (3^{ος})** μετά τον **Δία** και τον **Κρόνο**, αλλά και ως προς τον **πετρώδη πυρήνα** του με θερμοκρασία πυρήνα **5000 K**, ο πλανήτης **Ουρανός** είναι σχεδόν παρόμοιος με τον πυρήνα των πλανητών: **Ποσειδώνα, Δία και Κρόνο**.



Εικόνα 58: Ο πλανήτης Ουρανός, [<https://www.timetoast.com/timelines/2-ba26d94f-26be-44ac-9cee-c24d0cf821fa>].

⁴¹ Ανακαλύφθηκε το 1781 απ' τον William Herschel.



Επίσης, ο πλανήτης **Ουρανός** έχει **27 δορυφόρους** με ονόματα από **ήρωες** του **Σαίξπηρ**, εκ' των οποίων οι **δέκα** εντοπίστηκαν από το πέρασμα του διαστημικού σκάφους **Voyager 2** πάνω από τον κυανό πλανήτη το **1980** με πιο σημαντικούς δορυφόρους, τον **Μιράντα** (1948, $\delta= 471,6$ km), **Άριελ** και **Ουμβριήλ** (1851), **Τιτάνια** ($\delta= 1578$ km) και **Όμπερον** (1787, $\delta= 1523$ km) που ανακαλύφθηκαν από τους **Ουίλιαμ Χέρσελ** και **Ουίλιαμ Λάσελ**. Ο πλανήτης **Ουρανός**, λοιπόν, βρίσκεται σε απόσταση **2.870 εκατομμύρια χιλιόμετρα** από τον «**Βασιλιά Ήλιο**», ενώ η **τροχιά περιφοράς** του γύρω από τον ήλιο είναι **ελλειπτικής μορφής** με **εκκεντρότητα 4,61%**, περίοδο περιστροφής του γύρω από τον άξονα του **17,9** ώρες και ελάχιστη απόσταση $d_{\min}=2,57$ δισεκατομμύρια χιλιόμετρα από τη **Γη**. Συνεπώς, ο πλανήτης **Ουρανός (Uranus)** βάση παρατηρήσεων του διαστημοπλοίου **Voyager** με περίεργο **μαγνητικό πεδίο κλίσης 60 μοιρών** και **ασύμμετρη μαγνητόσφαιρα**, περιστρέφεται σε **κυκλική τροχιά** γύρω από τον **Ήλιο** και τον άξονα περιστροφής του, «**κυλώντας**» μεταφορικώς θα λέγαμε πάνω στην ίδια του την τροχιά.

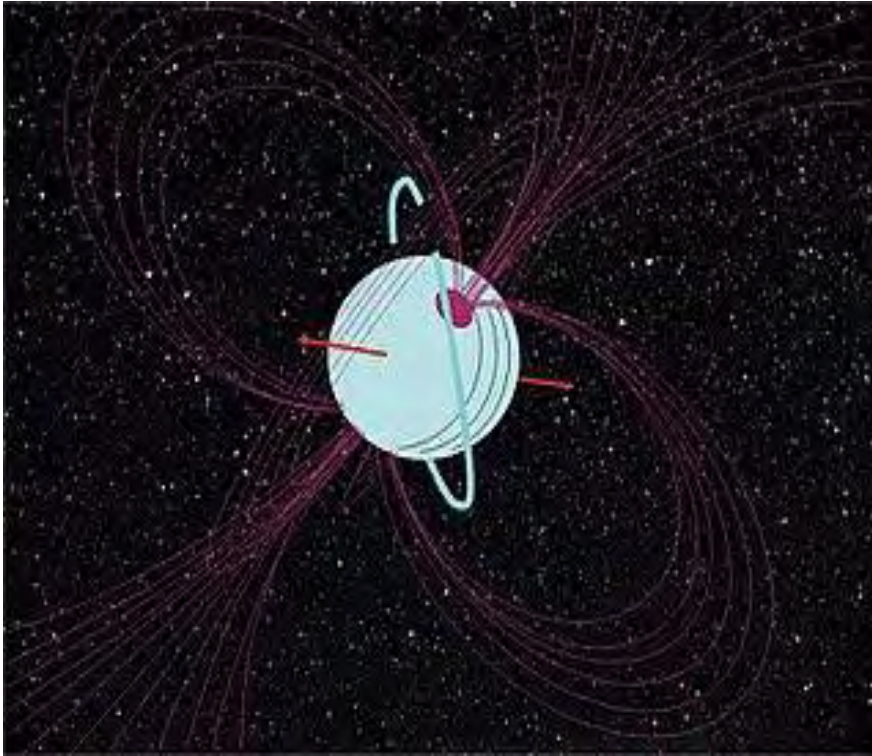


Εικόνα 59: Ο Ουρανός από το Βόγιατζερ 2, [<https://www.nasa.gov/image-feature/voyager-2-image-of-uranus>].

Ωστόσο, το **χρώμα** του πλανήτη **Ουρανού** σύμφωνα με την διέλευση του διαστημικού σκάφους **Voyager 2** το **1986** ήταν το **γαλαζοπράσινο**, μία **πράσινο-μπλε ουράνια σφαίρα**



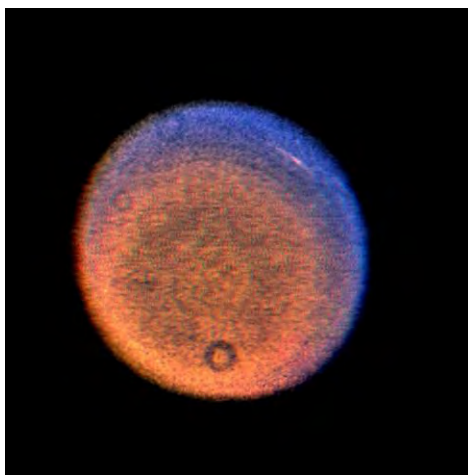
που οφείλεται στην **απορρόφηση** του **ερυθρού φωτός** από την ύπαρξη **μεθανίου (CH₄)** στην ανώτερη ατμόσφαιρα του και πιθανώς να έχει **χρωματιστές ζώνες** που δεν είναι ορατές, λόγω των **στρωμάτων μεθανίου** και των **λαμπερών τόξων** γύρω από τους **μαγνητικούς πόλους** και αναπτυγμένο το **πολικό σέλας**. Ο πλανήτης **Ουρανός** παρουσιάζει **κεκλιμένο άξονα**, ώστε ο **άξονας περιστροφής** του να συμπίπτει σχεδόν με το **επίπεδο** της **τροχιάς** του.



Εικόνα 60: Το μαγνητικό δίπολο, [[https://el.m.wikipedia.org/wiki/Ουρανός_\(πλανήτης\)](https://el.m.wikipedia.org/wiki/Ουρανός_(πλανήτης))].

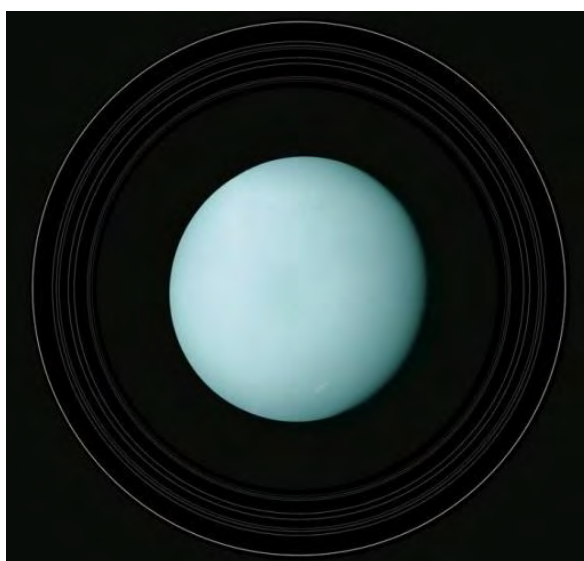
Το διαστημόπλοιο **Voyager 2** πλησίασε τον πλανήτη **Ουρανό** στις **24 Ιανουαρίου του 1986** σε μία **απόσταση** των **81.500 χιλιομέτρων**, κυριολεκτικά στο **ηλιοστάσιο** του, την χρονική στιγμή που ο **μαγνητικός του άξονας** είχε μεγάλη **κλίση** σχετικά με τον **ηλιακό άνεμο**. Το **μαγνητικό του δίπολο** παρουσιάζει μεταβολή από το **κέντρο** του πλανήτη **Ουρανού** προς τον **Νότιο πόλο περιστροφής** του, περίπου έως και το **1/3R** της ακτίνας του πλανήτη. Αντίθετα, το **διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble** είχε εντοπίσει ένα **βραχύβιο πολικό σέλας** με φωτεινές κηλίδες κατά την **ισημερία** του πλανήτη, όταν λοιπόν οι **μαγνητικοί πόλοι** κατευθύνονται προς τον **Ήλιο** μια φορά το **εικοσιτετράωρο** που γενικότερα δείχνει ότι το **πολικό σέλας** του **Ουρανού** δεν επηρεάζει σημαντικά την **ενεργειακή ισορροπία** της **θερμόσφαιρας** του.





Εικόνα 61: Το σύνθετο ψεύτικο χρώμα του Ουρανού παρουσιάζει διακριτό σύννεφο σε απόσταση 8.0 εκατομμυρίων μιλίων, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/galleries/images-voyager-took/uranus/>].

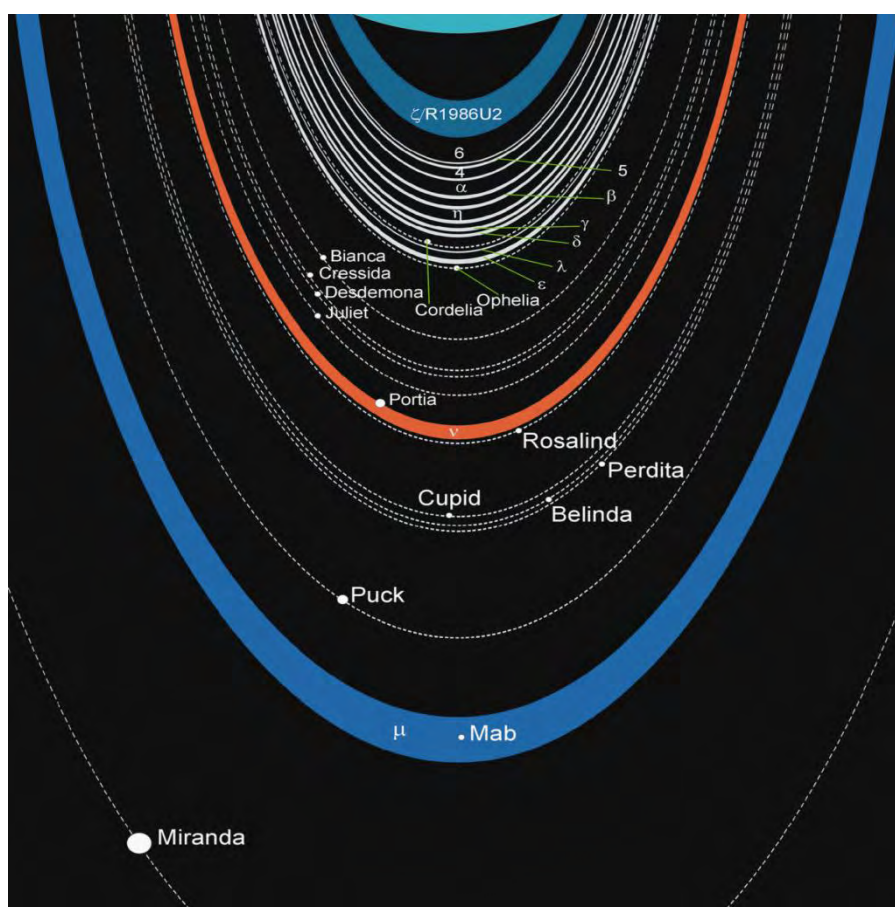
Στο εσωτερικό του ο πλανήτης **Ουρανός** παρουσιάζει **μικρή θερμική ροή** σε αντίθεση με άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, ενώ τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι η **πυκνότητα του πυρήνα του (9g/cm^3)** και η **θερμοκρασία “Τ” του στα 5000 K** με **κεντρική πίεση πυρήνα στα 8 εκατομμύρια μπάρ (800 GPa)**. Ο πλανήτης **Ουρανός** αποτελείται κυρίως από **πετρώματα, στερεοποιημένο μεθάνιο και διάφορους πάγους**, ενώ η **ατμόσφαιρα** του έχει **υδρογόνο (H)** σε ποσοστό **89%**, **μεθάνιο (CH_4)** σε ποσοστό **2%**, **ήλιο (He)** σε ποσοστό **15%** και **κατώτερους υδρογονάνθρακες**. Όμως, η **πιο χαμηλή θερμοκρασία** που εντοπίστηκε ποτέ στην **τροπόπαυση** του πλανήτη **Ουρανού** είναι **49 K**, δηλαδή **$-224\text{ }^\circ\text{C}$** , καθιστώντας έτσι τον πλανήτη αυτόν ως τον **πιο ψυχρό πλανήτη του Ηλιακού μας Συστήματος**.



Εικόνα 62: Οι δακτύλιοι του Ουρανού, [www.abc.net.au/news/science/2017-08-22/from-edge-of-solar-system-voyagers-still-talking-to-australia/8827606].



Ο πλανήτης **Ουρανός** διαθέτει πολύ **αμυδρές ζώνες νεφών** που κινούνται με **ταχύτητα** **u** γύρω από τον πλανήτη, όπως έδειχνε το **Voyager 2**, φωτογραφικό υλικό το οποίο γίνεται **ορατό** μόνο υπό ισχυρή επεξεργασία. Ο **Ουρανός** ως ένας αεριώδης πλανήτης με σφαιρικό σχήμα, μέση τιμή επιφανειακού μαγνητικού πεδίου **0,23 Gauss (23 μ T)** και **διπολική ροπή 50 φορές** μεγαλύτερη από της **Γης** διαθέτει **13 σκοτεινούς δακτυλίους** (με πιο λαμπρό τον **δακτύλιο «ε»**), όπως συμβαίνει και στον πλανήτη **Κρόνο** και οι οποίοι **δακτύλιοι** εκτός από δύο είναι σε απόσταση **d** από **38.000** έως **51.000 km**, αποτελούμενοι από **αστρική σκόνη** και μεγάλα ουράνια σώματα **διαμέτρου 10m**. Οι αποστάσεις **“r”** των δακτυλίων αρχίζουν από το **κέντρο** του πλανήτη **Ουρανού** μέχρι και το **εσωτερικό άκρο** των δακτυλίων.



Εικόνα 63: Τα δακτυλίδια του Ουρανού, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/galleries/images-voyager-took/uranus/>].

Το σύνολο των δακτυλίων του **Ουρανού** περιλαμβάνει λίγη **σκόνη** και **μεγάλα ουράνια σώματα** διαμέτρου από **0,2** έως **20 μέτρα**. Κάποιοι **δακτύλιοι** είναι αρκετά **λεπτοί** και άλλοι πάλι **ευρείς** και **αμυδροί**, όπως οι **1986U2R/“ζ”**, **“μ”** και **“ν”** που περιέχουν **μικρά φορτισμένα σωματίδια σκόνης**, ενώ ο πιο **λαμπρός, στενός** και **αμυδρός** ταυτόχρονα **δακτύλιος «λ»** αποτελείται από **μεγαλύτερα σώματα**. Ωστόσο, η σχετική **απουσία σκόνης**

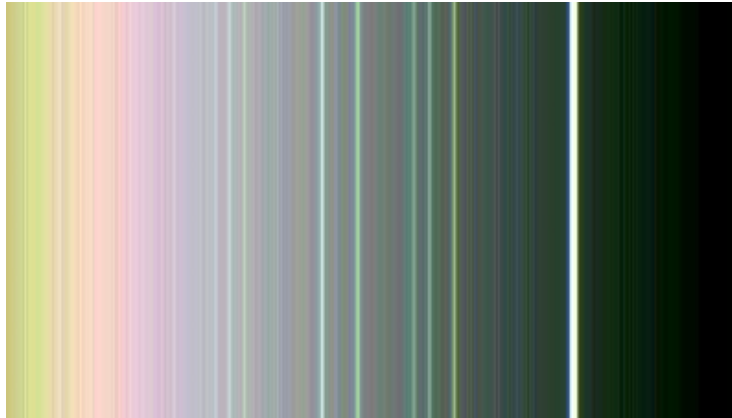


στο σύστημα των δακτυλίων, οφείλεται στην αεροδυναμική αντίσταση της εξώσφαιρας και του στέμματος στον πλανήτη Ουρανό. Οι δακτύλιοι του πλανήτη Ουρανού είναι ηλικίας περίπου 600 εκατομμυρίων ετών και στην περιοχή της στρατόσφαιρας του, εντοπίστηκαν ίχνη υδρογονανθράκων και μεθάνιο CH₄.

<u>Rings</u>	<u>Range</u>	
Ζήτα /R1986U2	r= 39600 km	width= 3500 km
∴ 6, 5, 4,	r= 41840 km, r= 42230 km, r= 42580 km/w=1-3, 2-3, 2-3 km	
Άλφα	r= 44720 km	width= 4 to 13 km
Βήτα	r= 45670 km	width= 7 to 12 km
Ήτα	r= 47190 km	width= 0 to 2 km
Γάμα	r= 47630 km	width= 1 to 4 km
Δέλτα	r= 48290 km	width= 3 to 9 km
Λάμδα	r= 50024 km	width= 1 to 2 km
Έψιλον (: ο λαμπρότερος)	r= 51140 km	width= 20 to 100 km
Νι	r= 67300 km	width= 3800 km
Μι	r= 97700 km	width= 17000 km

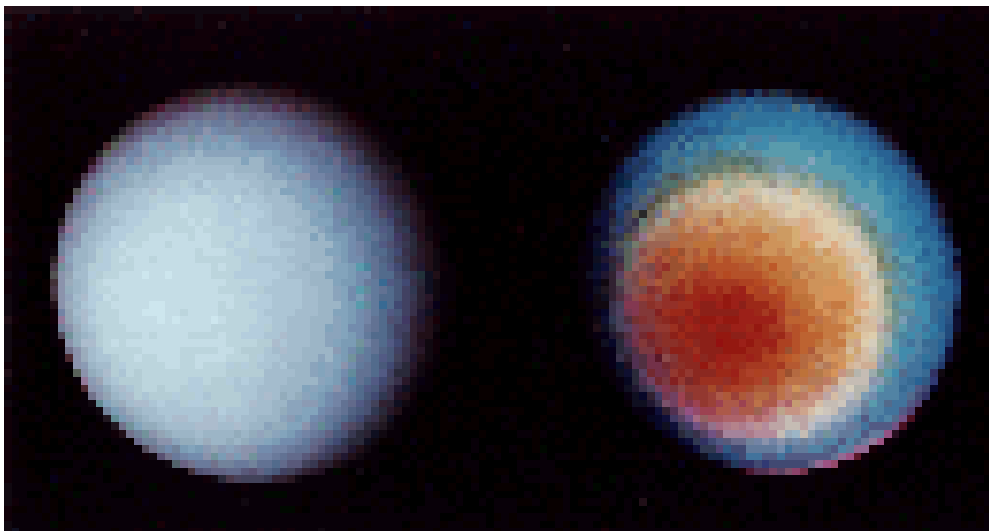
Επίσης, οι δακτύλιοι του Ουρανού στο σύνολο τους αποτελούνται από την λεγόμενη «σκοτεινή ύλη», ενώ το ελαφρώς κόκκινο χρώμα τους ανήκει στην φασματική περιοχή του υπεριώδους φωτός και του ορατού φάσματος, αλλά και το γκρι χρώμα που ανήκει στην περιοχή του υπέρυθρου φωτός. Το διαστημόπλοιο Voyager 2 εντόπισε γύρω από τον λαμπρότερο δακτύλιο “ε”, δύο δορυφόρους βοσκούς, την Κορδύλια και την Οφηλία.





Εικόνα 64: Το σύνθετο ψεύτικο χρώμα του Ουρανού, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/galleries/images-voyager-took/uranus/>].

Το διαστημόπλοιο **Voyager 2** αποτύπωσε την πρώτη από άποψη φυσικού χρώματος φωτογραφία στα **αριστερά** σε απόσταση **17,5 εκατομμυρίων χιλιομέτρων**, όπου το **μεθάνιο CH_4** απορροφά τα μήκη κύματος λ της **ερυθρής – κόκκινης ακτινοβολίας**, δίνοντας έτσι στην ατμόσφαιρα του πλανήτη **Ουρανού** την **κυανή** του απόχρωση. Αντίθετα, στα **δεξιά** της παρακάτω εικόνας, βρίσκεται η ψευδοχρωματική φωτογραφία του πλανήτη **Ουρανού** που αποτύπωσε ο φακός της κάμερας του **Voyager** μέσω χρωματιστών φίλτρων (**: ιώδες – υπεριώδες και πορτοκαλί φίλτρο**) και η οποία φωτογραφία εμφανίζει **ατμοσφαιρικές ζώνες** που δεν φαίνονται καλά στο φυσικό της χρώμα.



Εικόνα 65: Αληθινό χρώμα & ψευδή προβολές χρωμάτων, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/galleries/images-voyager-took/uranus/>].



Κατά την φωτογραφική διαδικασία του διαστημοπλοίου **Voyager**, υπήρξαν προβλήματα όπως «τρεμούμενες εικόνες», εξαιτίας του αμυδρού ηλιακού φωτός και απώλεια στην μετάδοση επιστημονικών δεδομένων – πληροφορίας προς τους επίγειους σταθμούς από εξασθένηση των ραδιοσημάτων και την παρουσία ραδιοθορύβου, λόγω της διπλάσιας απόστασης που έχει ο πλανήτης **Ουρανός** με τη **Γη**. Η σχετική ελάττωση του ραδιοθορύβου μπορεί να γίνει εφικτή με πιο βραδύ ρυθμό μετάδοσης ενός μεγάλου όγκου δεδομένων – πληροφορίας, γεγονός που οι προγραμματιστές – μηχανικοί της διαστημικής αποστολής απέφυγαν με την μέθοδο σύμπτυξης των εικονοστοιχείων για ραδιομετάδοση των δεδομένων με τα μισά σχεδόν **μπίτ (bit)**, δηλαδή τα **πίξελ (pixel)** της φωτογραφίας χωρίστηκαν σε **ομάδες των 800** με το πρώτο **πίξελ** λαμπρότητας κάθε ομάδας να ισούται με **8 bit = $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, 2^5, 2^6, 2^7$** .



Εικόνα 66: Ο πλανήτης Ουρανός από το Βόγιατζερ 2, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/voyager_2].



Τόσο η τεχνική στόχευσης της μηχανής λήψης, όσο και η μέθοδος σύμπτυξης των δεδομένων ανταποκρίνονται στη λειτουργία του σκάφους **Voyager 2** κατά την διαστημική του πτήση πάνω από τον **Ποσειδώνα**, αφού για να πραγματοποιηθεί **ακριβής και σωστή λήψη των φωτογραφιών**, έπρεπε οι **κάμερες** του σκάφους να διατηρηθούν **σταθερές**, παρακολουθώντας τους **στόχους λήψης** κατά την χρονική στιγμή της διέλευσης του διαστημοπλοίου πάνω από την επιφάνεια του πλανήτη **Ουρανού** με **ταχύτητα “u”** της τάξεως άνω των **64.000 km/h**, προκαλώντας έτσι σχετικούς **κραδασμούς** των **0,05 μοιρών** επί του σκάφους και **εκτροπή** της πορείας του κατά την απαραίτητη **περιστροφική** του κίνηση για επίτευξη **πανοραμικής λήψεως**, πρόβλημα το οποίο διορθώνεται από τον **υπολογιστή ελέγχου στάσης**, πυροδοτώντας **ωστικούς πυραύλους** επί **10** ή καλύτερα επί **5 χιλιοστά** του δευτερολέπτου σύμφωνα με **επαναπρογραμματισμό** του διαστημοπλοίου και διατηρώντας τις **κάμερες** του **σταθερές**, ώστε να ελέγχονται πλήρως οι **κραδασμοί** του διαστημικού σκάφους **Voyager** από τον υπολογιστή.



Εικόνα 67: Οι τέσσερις εξώτεροι πλανήτες, [<https://m.naftemporiki.gr/story/1264483>].

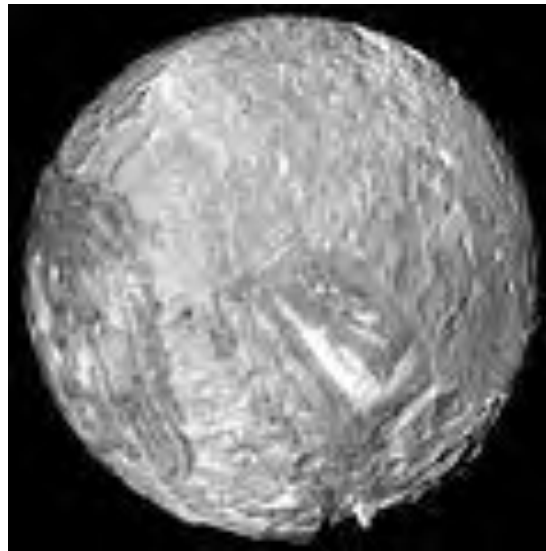
Και ενώ η **σφαίρα** του **Ουρανού** έμοιαζε επιβλητική μπροστά στο φακό, δεν εμφάνιζε την παραμικρή λεπτομέρεια, αφού πάνω στην επιφάνεια του πλανήτη δεν ξεχώριζες ούτε **λωρίδες**, ούτε **κηλίδες** ή ακόμη και **ατμοσφαιρικούς στροβίλους**. Ωστόσο, ο **Άντι Ίνγκερσολ**, ειδικός επιστήμονας στην ανάλυση της ατμόσφαιρας, από το **Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Καλιφόρνια**, πρότεινε την μετονομασία της **«ομάδας ανάλυσης εικόνας»** σε **«ομάδα ανάπτυξης εικασιών»**. Μετά, λοιπόν, τους πλανήτες **Δία** και **Κρόνο**, η επιστημονική ομάδα του διαστημοπλοίου **Voyager** προέβλεπε την **ανακάλυψη** ατμοσφαιρικών στοιχείων του πλανήτη **Ουρανού**. Τελικά, όμως, οι **φωτογραφίες** έδειξαν ότι



ο πλανήτης **Ουρανός** ήταν ένας ομοιόμορφα **χρωματισμένος κόσμος** με πολύ μικρή **ορατή δραστηριότητα**.

[Μιράντα (1948): ένας από τους σημαντικότερους δορυφόρους του πλανήτη Ουρανού]

Ο δορυφόρος **Μιράντα** θεωρείται από τα πιο **περίεργα** ή αν θέλετε από τα πιο **παράξενα** αλλιώς **ουράνια αντικείμενα** του **Ηλιακού μας Συστήματος** με **θρυμματισμένη δομή** από σύγκρουση και επανασύνδεση της λόγω **πεδίου βαρύτητας**, ενώ αποκάλυψε μια **εξαιρετικά παράξενη δομή** που θρυμματίστηκε από κάποια **σύγκρουση** και στη συνέχεια επανασυνδέθηκε λόγω **βαρύτητας**.



Εικόνα 68: Ο δορυφόρος Μιράντα, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/galleries/images-voyager-took/uranus/>].

Είναι ο **μικρότερος** από τους **πέντε δορυφόρους** του **Ουρανού** με διάμετρο **484 χιλιόμετρα** και ο πρώτος σε σειρά απόστασης από τον πλανήτη, αφού απέχει από αυτόν **129.780 χιλιόμετρα** και μέγεθος **17 χιλιόμετρα**. Είναι ο πέμπτος μεγαλύτερος φυσικός δορυφόρος του πλανήτη Ουρανού και ο δέκατος όγδοος σε μέγεθος δορυφόρος του ηλιακού μας συστήματος.

➤ **Χαρακτηριστικά:**

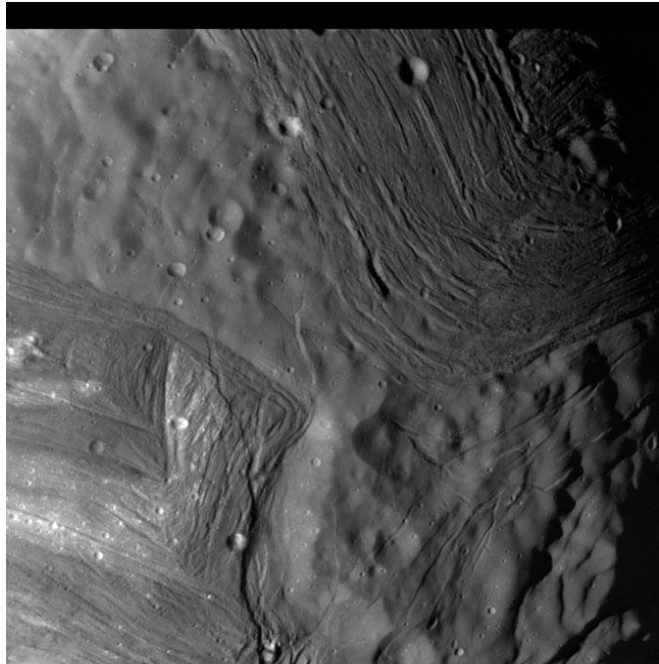
- Έκταση επιφάνειας **700.000 km²**
- Επιφανειακή θερμοκρασία **~60 K**



- Περίοδος περιφοράς 1,413479 ημέρες
- Σύγχρονη περίοδος περιστροφής
- Εκκεντρότητα 0,0015

[Φωτογραφία στις 24 Ιανουαρίου του 1986 σε απόσταση $R=26.000$ μιλίων]

«Αποτελεί από τα πιο περίεργα ουράνια αντικείμενα του ηλιακού μας συστήματος»



Εικόνα 69: Η επιφάνεια του δορυφόρου Μιράντα, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/galleries/images-voyager-took/uranus/>].

Ο πλανήτης: Ποσειδώνας

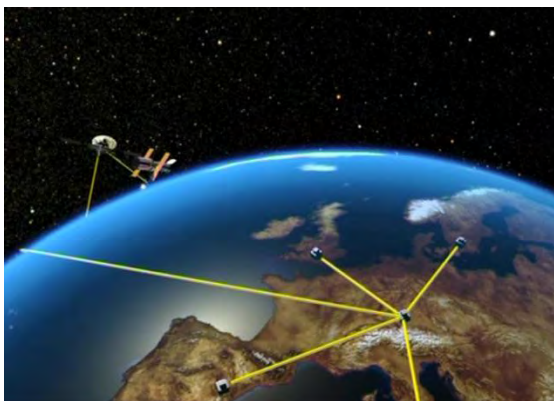
Ο πλανήτης **Ποσειδώνας (Neptune)** έχει μεγαλύτερη μάζα και μικρότερη διάμετρο από τον πλανήτη **Ουρανό**, ενώ η θερμοκρασία **T** του πλανήτη κυμαίνεται από **115 έως 135 Kelvin**. Επίσης, ως προς το μέγεθος του ο πλανήτης **Ποσειδώνας** είναι περίπου ίδιος με τον πλανήτη **Ουρανό** και ακτινοβολεί **2,61 φορές** περισσότερη ενέργεια προς το διαστημικό περιβάλλοντα χώρο από την αρχικά λαμβανόμενη ενέργεια του **Ήλιου**, αφού σύμφωνα με το διαστημόπλοιο **Voyager 2**, ο νότιος πόλος του πλανήτη ήταν **στραμμένος** προς τον **Ήλιο**. Όμως, ο πλανήτης **Ποσειδώνας** έχει όμοια **μετατοπισμένο μαγνητικό πεδίο** με τον πλανήτη **Ουρανό**, κάτι που αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό των **γιγάντων του πάγου**.





Εικόνα 70: Ο πλανήτης Ποσειδώνας από το Βόγιατζερ 2, [https://el.m.wikipedia.org/wiki/Βόγιατζερ_2].

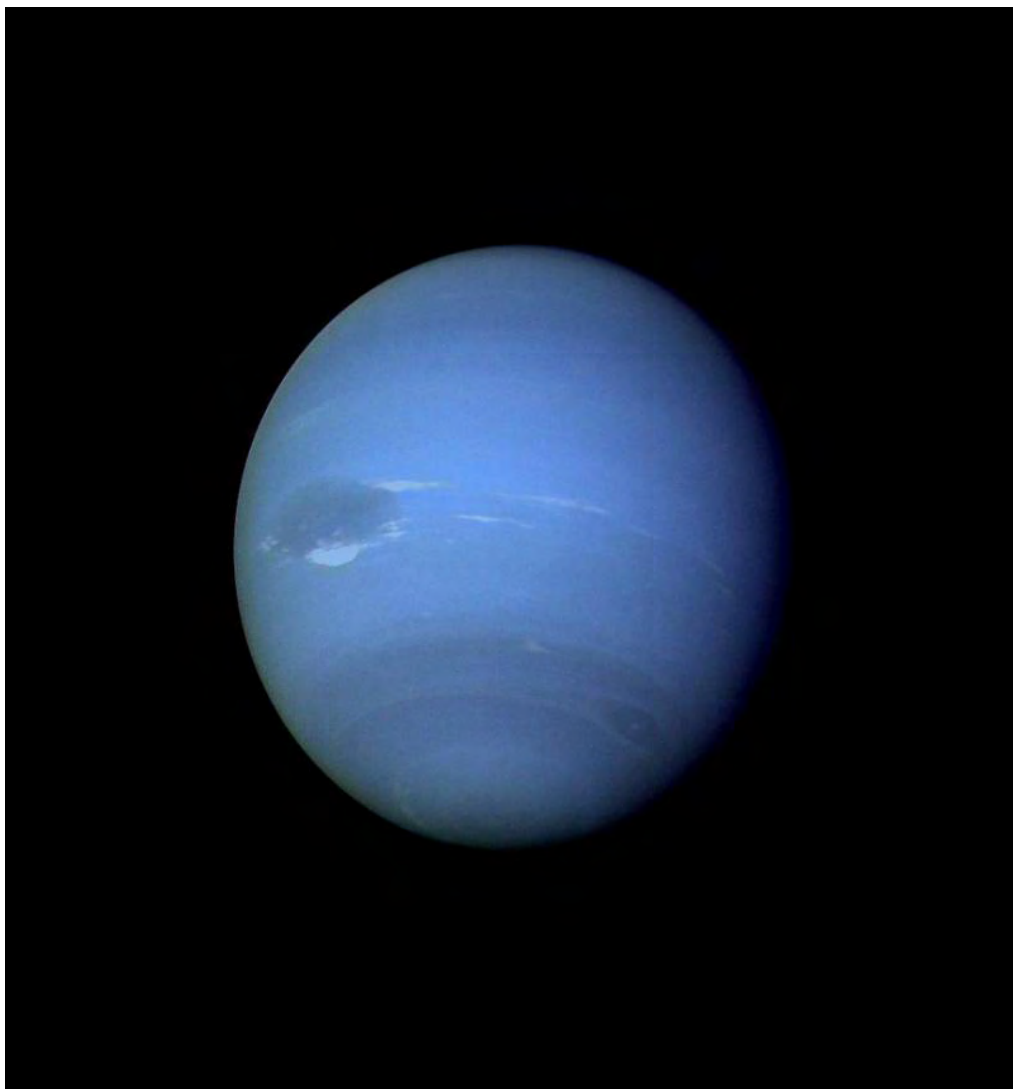
Το διαστημόπλοιο **Voyager 2**, λοιπόν, προσέγγισε τον πλανήτη **Ποσειδώνα** στις **25 Αυγούστου του 1989** σε μία απόσταση των **4.950 χιλιομέτρων** από τον **Βόρειο πόλο** του πλανήτη, διακρίνοντας μία αρκετά ισχυρή ατμόσφαιρα με τους πιο δυνατούς ηλιακούς ανέμους. Από την διέλευση του το διαστημικό σκάφος **Voyager 2** εντόπισε **σύννεφα** από **μεθάνιο CH₄**, καθώς και μία **μεγάλη σκοτεινή κηλίδα** που μοιάζει με την **κόκκινη κηλίδα** του πλανήτη **Δία** και που μετά από καιρό καταστράφηκε σύμφωνα με σχετικές **αναφορές*** του **διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble**. Συνολικά, το **Voyager** επιβεβαιώνει την ύπαρξη **τριών δακτυλίων** και **έξι μικρών δορυφόρων**, [4] σελ. 52.



Εικόνα 71: <https://www.esa.int/ESA>

[*] Απρίλιος 1990 (Διαστημικό Λεωφορείο Ντισκάβερι): Το διαστημικό τηλεσκόπιο **Hubble** φέρει πάνω του κεραιές επικοινωνίας, απαραίτητες για την αποστολή των παρατηρήσεων του και την αποστολή επιστημονικών δεδομένων στη Γη. Το **Hubble** στέλνει πρώτα τα δεδομένα σ' ένα δορυφορικό σύστημα εντοπισμού και διαμεταγωγής δεδομένων, που τα μεταβιβάζει στο **Wisans** του **Νέου Μεξικού**. Ακολούθως, η **NASA** στέλνει τις παρατηρήσεις στην **Ευρώπη**, όπου αποθηκεύονται σ' ένα τεράστιο αρχείο δεδομένων στο **Μόναχο**. Το **Χαμπλ** λειτουργεί μέχρι και σήμερα το **2018** και πιθανότατα να συνεχίσει έως και το **2020**. (ESA)





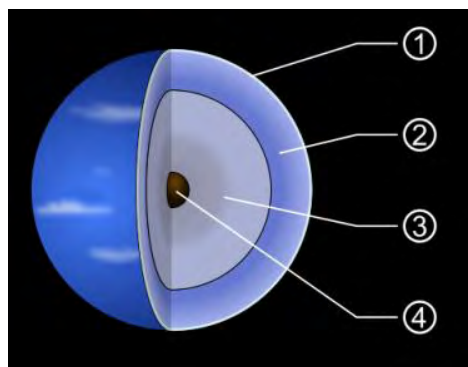
Εικόνα 72: Ο πλανήτης Ποσειδώνας από το Βόγιατζερ 2, [<https://www.nasa.gov/image-feature/voyager-2-image-of-neptune>].

Ο Ποσειδώνας παρουσιάζει τα εξής παρακάτω καιρικά φαινόμενα, ανέμους και καταιγίδες σε εξωπραγματικά μεγέθη και βροχή διαμαντιών (παρόμοιο καιρό έχει στο Δία και στον Κρόνο). Ο πλανήτης Ποσειδώνας συγκροτείται στο εδαφικό του σύνολο από πάγο, διάφορα πετρώματα, υδρογόνο (H) και ήλιο (He). Ο Ποσειδώνας έχει 8 δορυφόρους από τους οποίους ο Τρίτων που είναι και ο μεγαλύτερος σε μέγεθος ($\delta=2700$ km) δορυφόρος του ηλιακού συστήματος, ο οποίος κινείται κατά την ανάδρομη φορά ως προς την περιστροφή του πλανήτη. Το διαστημόπλοιο Voyager 2 σε χρονικό διάστημα πέντε μηνών πριν προσεγγίσει τον πλανήτη Ποσειδώνα τον Αύγουστο του 1989 συνέλαβε μία σκούρα κηλίδα πιο μεγάλη από την Ασία, η οποία Σκοτεινή Κηλίδα βρισκόταν στην ατμόσφαιρα του Ποσειδώνα και είχε ίδιες αναλογίες με την Ερυθρά Κηλίδα του Δία και



επίσης ήταν σε σκούρα απόχρωση της γαλάζιας και πλούσιας σε μεθάνιο ατμόσφαιρας του Πλούτωνα.

Απόχρωση η οποία οφείλεται στα νέφη μεθανίου (υγροποίηση στους 173 °C) που απορροφούν το κόκκινο φως και ανακλούν το κυανό, το οποίο πλεονεκτεί στην επιφάνεια του Ποσειδώνα. Ο πλανήτης σιεπάζεται από μια γαλάζια ομίχλη που οφείλεται στην θερμοκρασία της ανώτερης ατμόσφαιρας του. Ως προς τους πέντε δακτυλίους που περικλείουν τον πλανήτη Ποσειδώνα στο επίπεδο της ανώτερης ατμόσφαιρας, το διαστημόπλοιο Voyager 2 διέκρινε σε απόσταση 5.000 χιλιομέτρων ότι οι τρεις ήταν λεπτοί σαν νήμα και οι δύο αραιοί. Στο εσωτερικό του πλανήτη παράγεται θερμότητα από την διαφορική περιστροφή που προκαλεί την δύναμη της τριβής και η οποία θερμότητα δημιουργεί αναταράξεις και στροβιλισμούς. Ωστόσο, η θερμότητα που φτάνει από το εσωτερικό του πλανήτη Ποσειδώνα υπερβαίνει την θερμότητα του Ήλιου σε αντίθεση με τον πλανήτη Ουρανό. Ο πλανήτης Ποσειδώνας εμφανίζει λιγότερη εκροή εσωτερικής ενέργειας από τον Δία που δέχεται 20 φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία με πιο ενεργό σύστημα νεφών. Συνεπώς, αυτές οι πηγές ενέργειας είναι οι μόνες που παράγουν τα χαρακτηριστικά του γαλάζιου γίγαντα, [4] σελ. 53.



Εικόνα 73: Η δομή του πλανήτη Ποσειδώνα,

[[https://el.m.wikipedia.org/wiki/Ποσειδώνας_\(πλανήτης\)](https://el.m.wikipedia.org/wiki/Ποσειδώνας_(πλανήτης))].

Συγκεκριμένα, το διαστημόπλοιο Voyager 2 τράβηξε δώδεκα φωτογραφίες το 1989 από τον μεγαλύτερο δορυφόρο του Ποσειδώνα, τον Τρίτωνα που αποτελεί το δεύτερο κατά σειρά γεωλογικό συμβάν εκτός Γης. Ακόμη, πρέπει να επισημάνουμε ότι ο δορυφόρος Τρίτωνα θεωρείται το πιο ψυχρό ουράνιο σώμα εντός της περιοχής του Ηλιακού μας Συστήματος, όπως και ο πλανήτης Πλούτωνα, η θερμοκρασία “Τ” του οποίου φτάνει τους 235 βαθμούς υπό του μηδενός “0” (δηλαδή $T_0 = -235$), ενώ οι επιστήμονες παρατήρησαν στην επιφάνεια του σκωτεινές λωρίδες, οι οποίες έκρυβαν την παγωμένη επιφάνεια του από στερεό άζωτο των δύο πόλων του Τρίτωνα. Ωστόσο, η ροζ εμφάνιση του πάγου αποδίδεται στην παρουσία σύνθετων οργανικών ενώσεων που δημιουργήθηκαν από τη δράση του ηλιακού φωτός. Ο πλανήτης Τρίτωνα (Triton) έχει αραιή ατμόσφαιρα, αποτελείται κυρίως από άζωτο κι ένα παγοκάλυμμα στο νότιο πόλο



του από σύνθεση πάγου αζώτου και ίχνη μεθανίου - CH_4 από το εσωτερικό του, αλλά και ηφαιστειακή δραστηριότητα θερμοκρασίας $T = 44 \text{ K}$, [1] σελ. 105-106.



Εικόνα 74: Ο δορυφόρος Τρίτωνας, [<https://voyager.jpl.nasa.gov/galleries/images-voyager-took/uranus/>].

Ο Τρίτωνας είναι ο μεγαλύτερος δορυφόρος του Ποσειδώνα και ο 7^{ος}, κατά μέγεθος, δορυφόρος του ηλιακού μας συστήματος που βρίσκεται -4,5 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα από τον Ήλιο με τα αμυδρά ραδιοσήματα του διαστημοπλοίου Voyager 2 να χρειάζονται 4 ολόκληρες ώρες για να φτάσουν στη Γη, αλλά επίσης είναι και ο μοναδικός μεγάλος δορυφόρος που έχει αντίθετη φορά από τη φορά περιστροφής του πλανήτη Ποσειδώνα. Από την Ελληνική Μυθολογία γνωρίζουμε πως ο Τρίτωνας ήταν μία θαλάσσια θεότητα και ο γιός του θεού Ποσειδώνα, ενώ φέρει την ονομασία Ποσειδώνας Ι (Neptune I). Ο Τρίτωνας ως γεωλογικά ενεργός δορυφόρος έχει στην επιφάνεια του κρύο-ηφαιστεια, αλλά και θερμοπίδακες που εκτοξεύουν άζωτο (N). Ωστόσο, έρευνες μας έχουν δείξει ότι ο Τρίτωνας μπορεί να συντηρεί ένα υπόγειο ωκεανού νερού σε υγρή μορφή, το οποίο θα περιέχει ως βασικό συστατικό το νερό (H_2O), αλλά και χημικά στοιχεία, όπως είναι η αμμωνία (NH_3) που δρα ως αντιπηκτική ουσία, επιτρέποντας στο



νερό να παραμείνει υγρό στη θερμοκρασία $T = -90^{\circ}\text{C}$, ενώ θεωρείται ο πιο μακρινός από τον Ήλιο, «ωκεανός νερού» στο Ηλιακό μας Σύστημα.

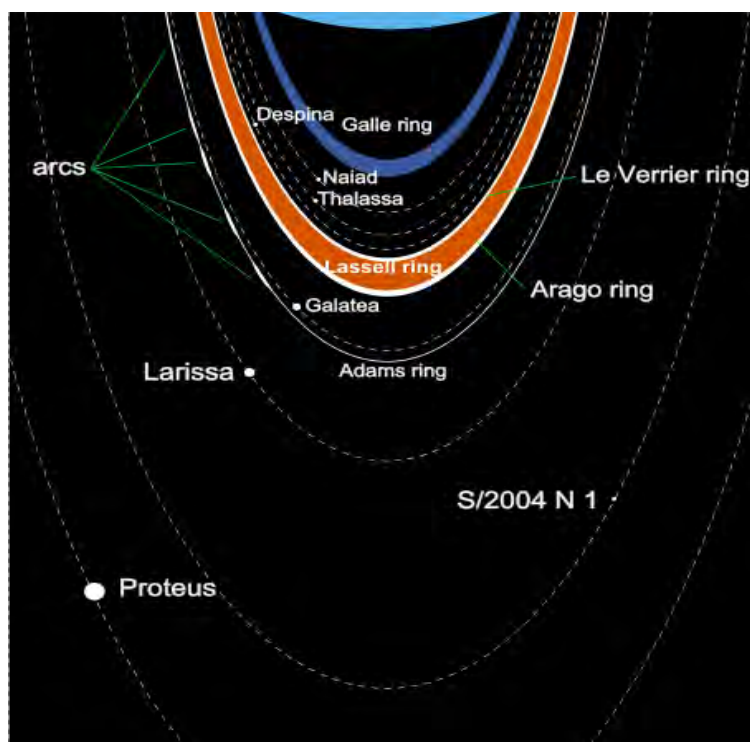


Εικόνα 75: Ποσειδώνας & Τρίτωνας, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/voyager_2].

Οι δακτύλιοι του πλανήτη **Ποσειδώνα**, τώρα, είναι σύμφωνα με το διαστημικό σκάφος **Voyager 2** αριετά **αραιοί**, **λεπτοί** και **αμυδροί** θα λέγαμε, αφού μοιάζουν παραπολύ με



τους δακτυλίους του πλανήτη **Δία** και έχουν τα εξής παρακάτω ονόματα: **Γιάλε**, **Λεβεριέ**, **Λάσελ**, **Αραγκό**, **Άνταμς** και **Γαλάτεια**.



Εικόνα 76: Οι δακτύλιοι του Ποσειδώνα, [https://el.m.wikipedia.org/wiki/Δακτύλιοι_του_Ποσειδώνα].

Ωστόσο, ο δακτύλιος Άνταμς περιέχει γύρω του από πέντε φωτεινά τόξα πάνω σε σ' έναν πιο αμυδρά συνεχή δακτύλιο. Το ποσοστό σκόνης που περιέχεται στους δακτυλίους του πλανήτη Ποσειδώνα κυμαίνεται από 20% έως 70% και πιο αναλυτικά έχουμε: Γιάλε-N42 (ποσοστό 40 με 70%, ευρύς και αμυδρός), Λεβεριέ-N53 (ποσοστό 40 με 70%, στενός), Λάσελ (ποσοστό 20 με 40%, αμυδρό πέπλο υλικών μέχρι και τον Αραγκό που έχει ακτίνα $R=57.200$ km και πλάτος/width μικρότερο των 100 χιλιομέτρων), Άνταμς-N63 (20 με 40% και 40 με 70% μέσα σε πέντε φωτεινά τόξα). Ο πλανήτης Ποσειδώνας διαθέτει δεκατέσσερις δορυφόρους με ονόματα από θαλάσσιες θεότητες της Ελληνικής και Ρωμαϊκής Μυθολογίας και οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι: Ναϊάδα, Θάλασσα, Δέσποινα, Γαλάτεια (εσωτερικός δορυφόρος), Πρωτέας (1989-Voyager 2), Λάρισα (1981-Voyager 2), Τρίτωνας (1846), Νηρηίδα (1949), Αλιμήδη, Σαώ, Λαομέδεια, Νησώ (2002), Ψαμάθη (2003) και ο δορυφόρος S/2004 N1 (2013).





Εικόνα 77: Οι δορυφόροι του Δία, [<https://perierga.gr/2013/01/oi-kalυτερες-φωτο-apo-ta-taxidha-tou-voyager/>].

Ο πλανήτης **Δίας** εκτός από την **Ιώ** έχει και τους δορυφόρους, **Ευρώπη**, **Γανυμήδης** και **Καλλιστώ**, όπως φάνηκαν από τα διαστημικά σκάφη της αποστολής **Voyager** (δ. **Εικόνα**). Γενικά, πρέπει να πούμε ότι τα δύο διαστημόπλοια **Voyager 1** και **Voyager 2** ταξιδεύουν στο διάστημα εδώ και **35 ολόκληρα χρόνια** και έχουν διανύσει **μέσα στο διάφανο και κενό σύμπαν** μέχρι στιγμής **11,5 και 9,5 δισεκατομμύρια μίλια** για κάθε διαστημικό όχημα, αντίστοιχα.

Ο δορυφόρος του Δία: Ευρώπη

Το διαστημόπλοιο **Voyager 2** ανακάλυψε ότι η επιφάνεια της **Ευρώπης**, δορυφόρου του **Δία**, αποτελείται από **πάγο νερού**, μέσα στον οποίο υπάρχει ένας **υπόγειος ωκεανός**, δηλαδή ένας κυριολεκτικά **εγκλωβισμένος ωκεανός** στον **πάγο**. Θεωρείται ο **μικρότερος** από τους δορυφόρους του **Γαλιλαίου** και ο **δεύτερος πλησιέστερος δορυφόρος** στον πλανήτη **Δία**. Γενικά, λοιπόν, η **Ευρώπη** έχει την επιφάνεια της πλήρως **καλυμμένη με λεπτό στρώμα πάγου και ρωγμές**, καθώς και **ωκεανό από νερό** σε υγρή μορφή εξαιτίας της βαρυτικής επίδρασης του **Δία**. Η **Ευρώπη** ως **δορυφόρος του Δία** περιστρέφεται γύρω



του με ακτίνα περιστροφής $R= 1.569 \text{ km}$. Συγκεκριμένα, το διαστημικό σκάφος **Voyager 2**, φωτογράφησε με τον φακό της κάμερας που φέρει πάνω του, τον παγωμένο δορυφόρο του **Δία**, την **Ευρώπη**, όπου οι **σιούρες φλέβες** του που στην ουσία αποτελούν ρωγμές του φλοιού του, έχουν πλάτος από **40 km** και πάνω, ενώ σε μία απόσταση $R= 150.000 \text{ km}$ η **Ευρώπη** ήταν **εικονικά περιεργη**. Εδώ, το διαστημόπλοιο **Voyager 2** αποτυπώνει μία λάμψη της που ξεπηδά μέσα από τα **σπλάχνα του παγωμένου ωκεανού του**, καθώς και την **φωτεινή – λεία** επιφάνεια της **Ευρώπης** χωρίς την παρουσία κάποιου κρατήρα, [1]σελ. 103.

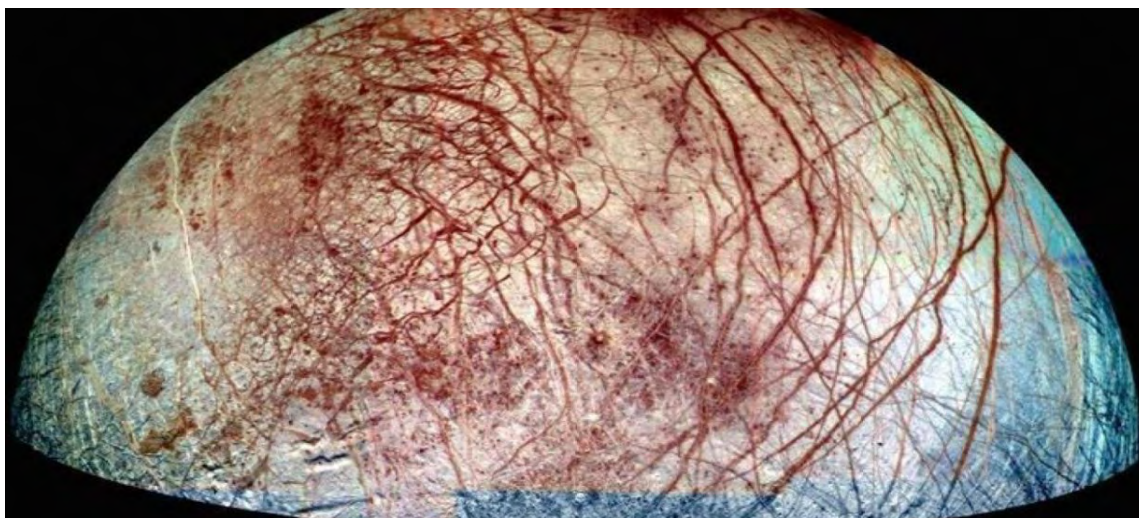


❖ Η Ευρώπη ως δορυφόρος του Δία επηρεάζεται από τον μηχανισμό της βαρυτικής παλίρροιας, αφού η θερμότητα που παράγεται, λόγω της έλξης του δορυφόρου Γανυμήδη λιώνει την λαμπερή και λεία – παγωμένη επιφάνεια του και θέτει τον δορυφόρο εκτός κυκλικής τροχιάς, [1].

Εικόνα 78: Η Ευρώπη από το JPL (Jet Propulsion Laboratory) της NASA, [\[https://jpl.nasa.gov\]](https://jpl.nasa.gov).

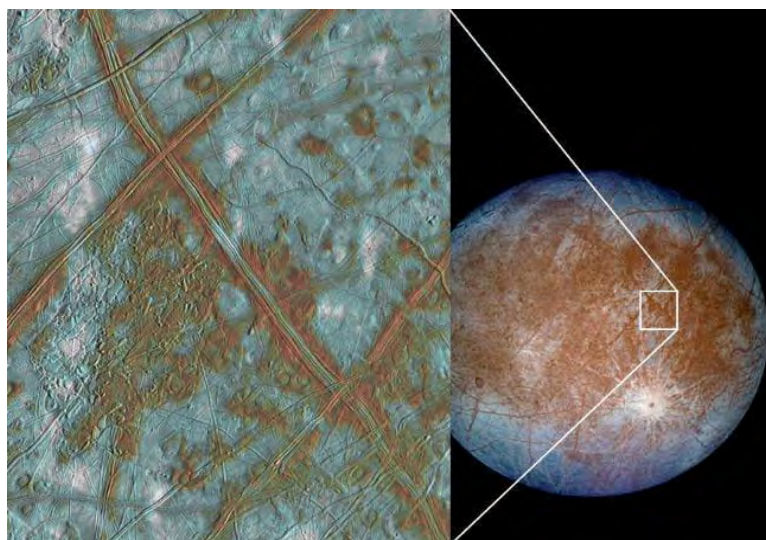
Η Ευρώπη είναι ένα σφαιρικό ουράνιο σώμα λείας επιφάνειας με διάμετρο των **3.122 χιλόμετρα** και αρατή ατμόσφαιρα αποτελούμενη από **οξυγόνο**, ενώ ο φλοιός της Ευρώπης σε ορισμένες περιοχές της έχει **πάχος 1 χιλιόμετρο** και σε άλλα σημεία ακόμη και **100 μέτρα πάχος επιφανείας**. Το διαστημόπλοιο **Voyager 2** στέλνει κοντινές φωτογραφίες στη Γη το **1979**, αποδεικνύοντας έτσι ότι ο **δορυφόρος Ευρώπη** είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα ουράνια σώματα του ηλιακού μας συστήματος. Ουσιαστικά, η **Ευρώπη** αποτελείται από **καθαρό πάγο** με μοναδικά ορατά χαρακτηριστικά τις **λεπτές καφετιές γραμμές ρωγμών**. Η παγωμένη επιφάνεια της **Ευρώπης** είναι περισσότερο **λεπτή** παρά **συμπαγής** από την παγωμένη επιφάνεια του **Γανυμήδη**, ενώ λέγεται πως μοιάζει ιδιαίτερα με την παγωμένη **επιφανειακή πλάκα** της **Ανταρκτικής**, [1].





Εικόνα 79: Το οριζόντιο ημισφαίριο της Ευρώπης, [https://m.huffingtonpost.gr/2016/09/23/europa-ekswghinh-zwh_n_12152050.html].

Ο επιφανειακός της πάγος, πάχους μερικών χιλιομέτρων διαθέτει στο εσωτερικό του ένα ωκεανό υγρού νερού που με την σειρά του περιβάλλει έναν πετρώδη πυρήνα. Το θερμό εσωτερικό της Ευρώπης οφείλεται στις παλιροροϊκές δυνάμεις που ασκούνται δισεκατομμύρια χρόνια οι συνεχείς μεταβαλλόμενες βαρυτικές έλξεις από τα υπόλοιπα μεγάλα φεγγάρια που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τον πλανήτη Δία. Συγκεκριμένα, οι παλιρροϊες στην Ευρώπη ύψους 60 μέτρων εξογκώνουν την παγωμένη επιφάνεια της, αφού η εσωτερική θερμότητα που εκρζει, συντηρεί απόλυτα το υλικό, δηλαδή την τήξη του ωκεανού μέχρι την εξωτερική επιφάνεια της Ευρώπης, ενώ παράλληλα οι καφετιές ρωγμές στην παγωμένη επιφάνεια του δορυφόρου αναβλύζουν νερό (H₂O) ή λάσπη από το εσωτερικό τους πυθμένα, [1].



Εικόνα 80: Εστίαση στον δορυφόρο Ευρώπη, [https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1339.html].



Σύμφωνα με τους ερευνητές της διαστημικής αποστολής **Voyager 2 (1979)**, ο **ωκεανός** που κρύβεται κάτω από την παγωμένη επιφάνεια της **Ευρώπης** ίσως να φιλοξενεί κάποια μορφή ζωής. Πριν **4,6 δισεκατομμύρια χρόνια**, ο **ωκεανός** της **Ευρώπης** πιθανότατα ήταν σε **υγρή κατάσταση** μέχρι την επιφάνεια της, δηλαδή όπως ήταν και ο **ωκεανός** της **Γης**, παρασκευάζοντας στο εσωτερικό τους διάφορες μορφές ζωής. Τέλος, θα λέγαμε πως η **εσωτερική θερμότητα** της **Ευρώπης** συντηρεί τον παγωμένο αυτόν ωκεανό της, προστατεύοντας τον από **ολοκληρωτική πήξη**, αφού θα μπορούσαν να σχηματιστούν εσωτερικά ίδιας μορφής **πηγές** στον πυθμένα του, [4] **σελ. 58**.

Οι θεωρίες περί πιθανής ζωής στην **Ευρώπη** άρχισαν το **1979** με τη διαστημική πτήση του διαστημικού σκάφους **Voyager 2** που σε συνδυασμό με τα επιστημονικά δεδομένα του διαστημοπλοίου **Galileo** φέρνουν σχετική αναστάτωση στην θεωρία περί της ύπαρξης «**υπόγειου ωκεανού**», ενώ πρόσφατες ενδείξεις μας δείχνουν πως ο δορυφόρος **Ευρώπη** εκτοξεύει στο διάστημα **πίδακες νερού** απ' τον ωκεανό του. Ωστόσο, το διαστημόπλοιο **Voyager 2** εξερευνά τον **δορυφόρο Ευρώπη** και εντοπίζει επιστημονικά στοιχεία ύπαρξης μιας «**εξώσφαιρας**» γύρω από αυτήν, όπως άλλωστε υπάρχει και στον **Γανυμήδη** και την **Καλλιστώ** αντίστοιχα. Η **εξώσφαιρα**, λοιπόν, είναι μια **λεπτή ατμόσφαιρα** γύρω από τα **φεγγάρια**, όπου **ενεργά σωματίδια** βρίσκονται «**εγκλωβισμένα**», λόγω του **νόμου της βαρύτητας**, [4].

Ο δορυφόρος του Δία: Γανυμήδης

Ο **Γανυμήδης** μόνο σε ορισμένες περιοχές της επιφάνειάς του έχει **κρατήρες** σε αντίθεση με την **Καλλιστώ** που έχει πολλούς και την **Ευρώπη** που έχει λίγους. Ο **Γανυμήδης** είναι ο μεγαλύτερος εσωτερικά **δορυφόρος** του **Ηλιακού συστήματος** μετά την **Καλλιστώ** με διάμετρο **d= 5. 262 km**, ενώ είναι μεγαλύτερος από τον **Πλούτωνα** ή τον **Ερμή**. Το όνομα του προέρχεται από την **Αρχαία Ελληνική Μυθολογία**, κατά την οποία ο **Γανυμήδης** ήταν γιός του **Τρώα** και της **Καλλιρρόης**. Η σύστασή του συγκροτείται από **πυριτικά πετρώματα** και **πάγους**, ενώ γενικά η επιφάνειά του καλύπτεται σε ορισμένες περιοχές από **παλαιούς κρατήρες** σε ηλικίας παρόμοιας με της **Σελήνης** και σε άλλες πάλλι περιοχές αποτελείται από **νεότερα γεωλογικά χαρακτηριστικά** που αποδίδονται πιθανώς σε **τεκτονική δραστηριότητα**. Ο **Γανυμήδης** περιστρέφεται ως **δορυφόρος** γύρω από τον **πλανήτη Δία** με **ακτίνα περιστροφής R= 2.631 km**, παρουσιάζει **εκκεντρότητα 0.0013**,



μέση ταχύτητα τροχιάς **10.880 km/sec** και επιφανειακή θερμοκρασία $T_{\min} - T_{\max} = 70$ έως **152 K**.

Ωστόσο, οι φωτογραφίες που συνέλεξαν τα δύο διαστημικά οχήματα δείχνουν ότι ο δορυφόρος **Γανυμήδης** έχει παρόμοια επιφάνεια με την **Σελήνη** (τον δεύτερο πυκνότερο δορυφόρο στο ηλιακό μας σύστημα μετά την **Ιώ**) που καλύπτεται από **θάλασσα, κρατήρες και όρη**, ενώ επίσης στην επιφάνεια του είναι έντονα παρατηρήσιμες τόσο **φωτεινές, όσο και σκοτεινές περιοχές από λεπτό στρώμα πάγου**. Ο **Γανυμήδης**⁴², λοιπόν, είναι ο **τέταρτος μεγάλος δορυφόρος** του πλανήτη **Δία** με το διαστημόπλοιο **Voyager 1** να προσεγγίζει τον δορυφόρο αυτόν το **1979** από μία απόσταση των **130.000 χιλιομέτρων** και το διαστημόπλοιο **Voyager 2** σε απόσταση **62.000 χιλιομέτρων**. **Διάφοροι κομήτες και αστεροειδείς συγκρούστηκαν επιφανειακά με τον δορυφόρο Γανυμήδη**, διαπερνώντας το στερεό μείγμα **εδάφους και πάγου** και εκθειάζοντας τον υποκείμενο **φωτεινό πάγο** της επιφάνειάς του.



Εικόνα 81: Ο δορυφόρος Γανυμήδης, [<https://tsene.com>].

⁴² Και το διαστημόπλοιο Γαλιλαίος προσέγγισε τον Γανυμήδη στις 27/6/1996.



Όμως, ο δορυφόρος Γανυμήδης δεν αποτελείται φυσικά μόνο από παλαιούς ή νεότερους κρατήρες, ο σχηματισμός των οποίων οφείλεται στην εσωτερική θερμότητα του Γανυμήδη. Αποτελείται, λοιπόν, από παγωμένο νερό που στη συνέχεια εξαφανίστηκε με την εκροή θερμότητας, εξαιτίας ραδιενεργών στοιχείων του εδάφους του να τρέπει σε βύθιση βαρύτερα υλικά προς τον πυρήνα από σκόνη και από χώμα πλούσιο σε άνθρακα “C” και στο εσωτερικό του ίσως να ήταν αρχικά ομοιογενής. Πρόκειται στην ουσία για έναν εσωτερικά λασπώδη ωκεανό με παχύτερη επιφάνεια πάγου από εκείνη της Ευρώπης, το οποίο αποκαλείται «γιγάντιο φεγγάρι του Δία», [4] σελ. 57.



Εικόνα 82: Ο δ. Γανυμήδης από το Βόγιατζερ 2, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/voyager_2].

Ο δορυφόρος του Δία: Καλλιστώ

Η Καλλιστώ περιστρέφεται γύρω απ' τον πλανήτη Δία με ακτίνα περιστροφής $r=2400$ km. Τον Μάρτιο – Απρίλιο του 1979 το διαστημόπλοιο Voyager 1 τράβηξε 19.000 φωτογραφίες με το φωτογραφικό του φακό την επιφάνεια της Καλλιστώ, ενώ την χρονική περίοδο Μάιο – Ιούλιο του 1979 το δίδυμο διαστημικό σκάφος Voyager 2 συνεχίζει την εξερεύνηση της Καλλιστώ. Μία επιφάνεια γεμάτη από κρατήρες, συγκριτικά περισσότεροι από του δορυφόρου Γανυμήδη.





Εικόνα 83: Η Καλλιστώ από το Βόγιατζερ 2, [https://en.m.wikipedia.org/wiki/voyager_2].

Η **Καλλιστώ**, λοιπόν, ως ο **εξώτατος** από τους δορυφόρους του **Γαλιλαίου** αποτελεί ενδεχόμενη τοποθεσία προσεδάφισης μιας επανδρωμένης διαστημικής αποστολής. Μοιάζει με τον **Ερμή** και την **Σελήνη**, είναι πιο πολύ σιαμμένη και βρίσκεται αρκετά μακριά από τις **ζώνες ακτινοβολίας** του πλανήτη **Δία**. Εξερευνώντας την **Καλλιστώ**, είναι σαν να εξερευνείς την **Σελήνη**, δηλαδή το «πέτρωμα» της **Καλλιστώ** είναι στην ουσία **συνδυασμός πάγου και χρώματος**, κάτι παρόμοιο με το **σεληνιακό έδαφος**. Διαθέτει **στριμωγμένους κρατήρες** και η **παγωμένη επιφάνεια** της από **νερό** γίνεται **σκληρή** σαν **βράχος**, εξαιτίας της **επιφανειακής της θερμοκρασίας** που είναι της τάξεως των **-145 °C**, ενώ στο εσωτερικό της ίσως να βρίσκεται ένα **πυριτιούχο – πετρώδες σώμα** με την μάζα της **Καλλιστώ**ς εξωτερικά του **πυρήνα** είναι κυρίως από **παγωμένο νερό**. Η **Καλλιστώ** ως μία **βομβαρδισμένη ουράνια σφαίρα** από πάγο δεν εμφανίζει αξιόλογη **ατμόσφαιρα** και παρουσιάζει παρόμοια **επιφανειακή βαρύτητα** με την **Σελήνη**, τον μεγαλύτερο φυσικό δορυφόρο της **Γης** και τον **δεύτερο πυκνότερο δορυφόρο** του ηλιακού μας συστήματος μετά την **Ιώ**. Τελικά, η διαστημική αποστολή **Voyager** διήλθε το **1979** πάνω από το σύστημα του **Δία**, καθώς και το διαστημόπλοιο **Γαλιλαίος** έφεραν στην επιφάνεια της γνώσης τα **τέσσερα φεγγάρια**, [4] σελ. 55.





Εικόνα 84: Η Καλλιστώ από το Βόγιατζερ 1, [https://nssdc.gsfc.nasa.gov/imgcat/html/object_page/vg1_p21287.html].

Η Καλλιστώ είναι ηλικίας 4,5 δισεκατομμυρίων ετών, σχετικά ίδια με του Δία (4.503 δισεκατομμύρια χρόνια) γύρω από τον οποίο βρίσκεται σε κυκλική τροχιά αυτό το αρχαίο μεγάλο φεγγάρι. Έχει, λοιπόν, μία παλιά ή αλλιώς αρχαία επιφάνεια με κηλίδες που αποδεικνύουν πως η Καλλιστώ, ένας από τους σημαντικότερους δορυφόρους του Δία είναι πια «γεωλογικά νεκρός», αφού η επιφάνεια της Καλλιστώ δεν έχει παρουσιάσει κάποια αλλαγή εδώ και τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια. Επίσης, η Καλλιστώ θεωρείται η τρίτη μεγαλύτερη Σελήνη εντός του ηλιακού μας συστήματος μετά τον Γανυμήδη και τον Τιτάνα, ενώ απαιτούνται 168 ώρες που αντιστοιχούν σε 7 ημέρες για την πλήρη κυκλική τροχιά του πλανήτη, επειδή η κυκλική τροχιά του Δία είναι περίπου 1.880.000 χιλιόμετρα.

Η Καλλιστώ έχει διάμετρο 4.800 χιλιόμετρα και εικονικά αποθανατίζεται από τον φακό του Voyager 1 σε μία απόσταση 350.000 χιλιομέτρων. Συγκεκριμένα, το λαμπρό κέντρο της λεκάνης στην Καλλιστώ απέχει σχεδόν 600 χιλιόμετρα, ενώ ο εξωτερικός της δακτύλιος βρίσκεται σε απόσταση 2.600 χιλιομέτρων περίπου. Συνεχίζοντας την έρευνα, το διαστημόπλοιο Voyager 2 στις 7 Ιουλίου του 1979 σε μία περιοχή των 1.094.666 χιλιομέτρων αποτύπωσε την ακόλουθη έγχρωμη φωτογραφία σε απόσταση 677.000 μίλια (11 μοίρες βόρεια και 171 δυτικά), όπου όλα τα λαμπερά σημεία που φαίνονται στην επιφάνεια της Καλλιστώ δεν είναι παρά κρατήρες που προέκυψαν από σύγκρουση μετεωριτών και οι οποίοι έχουν ανασκαφεί εσωτερικά στην σκοτεινή επιφάνεια της και εκτεθεί κάτω από πιο ελαφρύ υλικό.



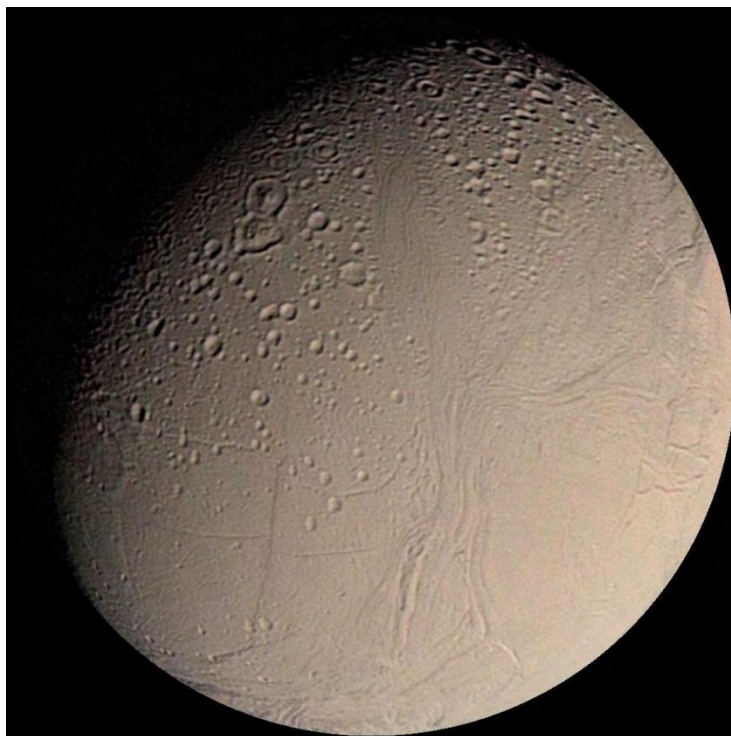


Εικόνα 85: Η Καλλιστώ από το Βόγιατζερ 2, [https://nssdc.gsfc.nasa.gov/imgcat/html/object_page/vg2_p21740.html].

Ο δορυφόρος του Κρόνου: Εγκέλαδος

Κατά την δεκαετία του 1980, τα δύο δίδυμα διαστημόπλοια **Voyagers** ταξίδεψαν με κατεύθυνση την **σκοτεινή περιοχή** του ηλιακού μας συστήματος και εντόπισαν **μυστήρια φεγγάρια**. Ο δορυφόρος **Εγκέλαδος (Enceladus)** σύμφωνα με πληροφορίες των διαστημικών αυτών αποστολών, ήταν μονόπλευρα **γεμάτος από κρατήρες και διάχυτη εσωτερική θερμοκρασία** έξω από τον φλοιό του και στην άλλη πλευρά ήταν **λείος**, καθώς βρισκόταν σε **κυκλική τροχιά** γύρω από τον πλανήτη **Κρόνο**, περικυκλωμένος από έναν **δακτύλιο παγωμένης ύλης**, [1] σελ. 105.





Εικόνα 86: Ο δορυφόρος Εγκέλαδος, [www.eoellas.org/2015/01/22/oi-siglonistikes-istories-tou-voyager/].

Ο **Εγκέλαδος** ως ο μεγαλύτερος εσωτερικά δορυφόρος του **Κρόνου** ονομάστηκε έτσι από τον γίγαντα τιτάνα «**Εγκέλαδο**» της Αρχαίας Ελληνικής Μυθολογίας είναι σε κυκλική τροχιά γύρω του σε μία απόσταση των **237.948 χιλιομέτρων** από το κέντρο του, ενώ αλλιώς λέγεται και **Κρόνος II (Saturn II)**. Το διαστημόπλοιο **Voyager 1** ανακάλυψε αρχικά πως ο δορυφόρος αυτός **διαμέτρου 510 χιλιομέτρων** κινείται εντός πυκνότερης περιοχής ενός δυσδιάκριτου δακτυλίου του πλανήτη **Κρόνου** που αποκαλείται «**Ε**». Έπειτα, μαζί με το διαστημόπλοιο **Voyager 2** αποκάλυψε την μορφολογική του ποικιλία, εξερευνώντας έναν **γεωλογικά ενεργό** πλανήτη με μερικούς κρατήρες και ένα **λοφίο υδρατμών** πάνω από την **νότια πολική** περιοχή του (**πίδακες νερού και άλλων οργανικών στοιχείων**). Τέλος, η **κλίση** της τροχιάς του **Εγκέλαδου** ως προς την **κλίση** της τροχιάς του **Κρόνου** είναι **26° 44',7** και η **μάζα** του **Μ** είναι περίπου ίση με το **χιλιοστό** της **Σελήνης**.



Το πιο παράξενο φεγγάρι του πλανήτη Κρόνου: Ο Ιαπετός

Στις 22 Αυγούστου του 1981 το διαστημόπλοιο **Voyager 2** τράβηξε την πιο κάτω φωτογραφία. Στο βόρειο πόλο του υπάρχει κρατήρας διαμέτρου 144 χιλιομέτρων, ενώ σύμφωνα με το διαστημόπλοιο **Voyager 2**, ο **Ιαπετός** έχει **διάμετρο 1450 χιλιόμετρα** και η ακόλουθη εικόνα έχει **ανάλυση 8 km/pixel**. Το **σκοτεινό ημισφαίριο** του **Ιαπετού** έχει παρομοιαστεί με **πίσσα ή άσφαλτο** και είναι τόσο **σκοτεινό** που δεν υπάρχουν γνωστά **επιστημονικά δεδομένα** στο διαστημόπλοιο **Voyager 2** στο **εσωτερικό του εδάφους**, ενώ το άλλο **φωτεινό ημισφαίριο** από **βρώμικο χιόνι** εμφανίζει πολλούς κρατήρες μεγάλου αντίκτυπου. Με το **σκοτεινό έδαφος** να είναι κατασκευασμένο από **βρώμικο πάγο** και το **σκοτεινό** του **ανάγλυφο** επικαλυμμένο από **μόρια άνθρακα C**, βάση **μετρήσεων** που πραγματοποίησαν **επίγεια τηλεσκόπια**.



Εικόνα 87: Ο Ιαπετός, [www.eoellas.org/2015/01/22/oi-siglonistikes-istories-tou-voyager/].

Το διαστημικό σκάφος **Voyager 2** προσέγγισε τον **Ιαπετό** σε σχετική απόσταση **600.000 μιλίων** με αποτέλεσμα το διαστημόπλοιο να συλλέξει τις καλύτερες **φωτογραφίες** σε **ανάλυση περίπου 12 μιλίων**. Συγκεκριμένα, το **σκοτεινό υλικό** αποτελείται από **οργανικές χημικές ουσίες** και **δηλητηριώδη κυανικές ενώσεις**, όπως για παράδειγμα τα



κατεφυγμένα **πολυμερή κυανιούχου υδρογόνου**. Συνεπώς, δεν μπορούμε να αντιληφθούμε την **προέλευση** του ακόμη κι' αν γνωρίζουμε την **χημική φύση** του **σκοτεινού εδάφους**.

Ο **Ιαπετός** θεωρείται ένα από τα πιο **παράξενα φεγγάρια** του πλανήτη **Κρόνου**, ενώ η κορυφαία πλευρά του είναι αρκετά **σκοτεινή** με **ελαφρώς κόκκινο χρώμα** και η πίσω πλευρά του **φωτεινή**. Ωστόσο, η **σκοτεινή** του επιφάνεια περιλαμβάνει **ύλη που ξεφλούδισε** από τον **ευρύτερο διαστημικό χώρο** ή **έσπασε** από το **εσωτερικό του φεγγαριού**, δηλαδή το **σκοτεινό βραχώδες υλικό** ίσως να είναι ένα **λεπτό στρώμα οργανικού υλικού** που μοιάζει βέβαια με τις **πολύπλοκες ουσίες** των **πρωτόγονων μετεωριτών**. Όμως, στο **σκοτεινό ημισφαίριο** δεν υπάρχουν καθόλου **λαμπεροί κρατήρες**, αφού όλο το **σκοτεινό υλικό** βρίσκεται συγκεντρωμένο στα **δάπεδα των κρατήρων**.

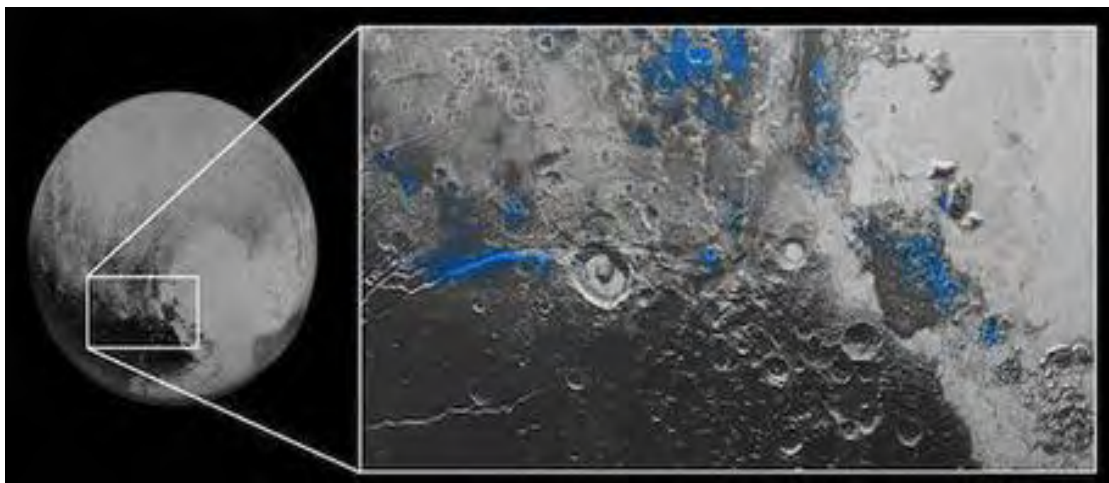
Αν και το **σκοτεινό υλικό** είναι τόσο **λεπτό**, πρέπει να **ανανεώνεται συνεχώς**, διότι μια **κρούση μετεωριτών** θα διατρύπα το **στρώμα** για να αποκαλύψει το **σκοτεινότερο υλικό** της επιφάνειάς του, αφού το **σκοτεινό υλικό** μπορεί να **εξηγηθεί** από **εκρήξεις μεθανίου** στο **εσωτερικό** του και δεδομένου ότι ο **Ιαπετός** βρίσκεται τόσο μακριά από τον πλανήτη **Κρόνο**, ώστε το **εσωτερικό** του να έχει σχηματιστεί από **πάγο μεθανίου ή αμμωνίας**. Ένας **σκοτεινός δακτύλιος**, λοιπόν, **διαμέτρου περίπου 100 χιλιομέτρων (62 μιλίων)** που διασχίζει τα **σύνορα** μεταξύ των **δύο ημισφαιρίων** του **Ιαπετού**, εφόσον τέτοιοι **παρόμοιοι δακτύλιοι** δημιουργήθηκαν στη **Σελήνη** και τον πλανήτη **Άρη**.

Ο πλανήτης: Πλούτωνας

Ο **Πλούτων** αποκαλείται πλανήτης «**άνθος**» και δεν είναι ένας **κανονικός πλανήτης**, είναι ο **ένατος** κατά σειρά απομακρυσμένος πλανήτης του **ηλιακού μας συστήματος**, ο οποίος απέχει από τον **Ήλιο** σχεδόν **6 δισεκατομμύρια χρόνια**. Εγκυκλοπαιδικά, αυτός ο πλανήτης παρουσιάζει **μέγιστη λαμπρότητα 13,8, εκκεντρότητα 0,246 και μέση ταχύτητα 4,7 km/sec**, ενώ εκτελεί **πλήρη περιφορά** σε **251,86 χρόνια**. Εμφανίζει **μέση κλίση** ως προς το επίπεδο της **εκλειπτικής 17°07'** και η **επιφανειακή θερμοκρασία** του **Πλούτωνα** στην επιφάνεια του πρέπει να κυμαίνεται γύρω στους **-235 °C**. Ο **Πλούτωνας** είναι ένας **ζωντανός πλανήτης με παγωμένο νερό, οροσειρές μπλε χρώματος, ειτεταμένη ομίχλη** σε απόσταση **160 χιλιομέτρων** από την επιφάνεια του και **πεδιάδες λείας επιφανείας** με **συνεχείς γεωλογικές διεργασίες**. Οι επιφάνειες του πλανήτη **Πλούτωνα** αποτελούνται από **άζωτο, μονοξειδίο του άνθρακα και μεθάνιο**, ενώ η **επιφανειακή ατμοσφαιρική πίεση** του **Πλούτωνα** είναι **0,3 pascal**.



Ο πλανήτης **Πλούτωνας** ξεχωρίζει τόσο για τους **γαιώδεις πλανήτες**, όσο και για τους **αέριους γίγαντες πλανήτες**, αφού βρίσκεται στη **παραμεθόριο** του ηλιακού μας συστήματος. Έχει **διάμετρο** τα δύο τρίτα της **Σελήνης** και αποτελεί ένα σώμα με δική του **τροχιά** γύρω από τον **Ήλιο** που δεν **διασταυρώνεται** με την **κυκλική τροχιά** κάποιου άλλου πλανήτη. Επιπλέον, ο **Πλούτωνας** εμφανίζει αισθητά την πιο **ελλειπτική** του **διαδρομή** από κάθε **άλλον πλανήτη** που βρίσκεται εντός του **ηλιακού μας συστήματος** και διέρχεται χρονικά **μέσα** από την **τροχιά** του πλανήτη **Ποσειδώνα**. Κατά την χρονική περίοδο **1979 – 1999**, ο πλανήτης **Πλούτωνας** θεωρείται **όγδοος** σε απόσταση από τον **Ήλιο** και ο **Ποσειδώνας** ως ο **ένατος** πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος, [4] σελ. 53.



Εικόνα 88: Ο ζωντανός πλανήτης Πλούτωνας.

www.enallaktikos.gr/ar19228el-nasa-fwto-idoy-o-ploytwnas-enas-zwntanos-planitis-me-pagwmeno-nero-kai-mple-oyrano-.html

Στο εσωτερικό του, ο πλανήτης **Πλούτωνας** περιέχει έναν **βραχώδη πυρήνα** με επιφανειακό παγωμένο **άζωτο N_2** και **πάγο νερού H_2O** . Επίσης, η **μέση απόσταση** του **Πλούτωνα** από τον **Ήλιο** είναι **39,48 αστρονομικές μονάδες** ή διαφορετικά **5.906.000.000 χιλιόμετρα**, αφού γενικά ο **Ήλιος** φαίνεται **1.000 φορές** πιο **αμυδρός** απ' όσο στη **Γη** και η **περιφορά** του **Ήλιου** γύρω από αυτόν είναι **248,09 γήινα χρόνια**. Λέγεται ότι ο πλανήτης **Πλούτωνας** περιφέρεται στις **παρυφές** του ηλιακού μας συστήματος μέσα σε **μόνιμο σκοτάδι**, αφού ο **Ήλιος** εκεί δεν είναι παρά ένα **λαμπρό αστέρι** στον ουρανό. Ως ένας **μικρός-λαμπρός αστέρας** μοιάζει ο **Ήλιος** από μακριά, φωτίζοντας τον πλανήτη **Πλούτωνα** με **ηλιακή ενέργεια** περίπου **ίση** με **600 φορές** το **φως** της **Πανσέληνου**.

Το **καλοκαίρι** του **Πλούτωνα** είναι γύρω από το **περιήλιο** από το **Σεπτέμβριο** του **1989**, το πιο **κοντινό σημείο** της **τροχιάς** του προς τον **Ήλιο**, ώστε οι **πάγοι** από **μεθάνιο**



UNIVERSITY OF THESSALY

Department of Computer Science – MSc

και άζωτο στον πλανήτη Πλούτωνα να αγγίζουν το σημείο εξάχνωσης και μετάβασης από στερεά σε αέρια κατάσταση, δημιουργώντας μια πραγματικά αραιή ατμόσφαιρα. Ωστόσο, η ελλειπτική τροχιά του Πλούτωνα έχει χρονική διάρκεια 248 έτη, ενώ η απόσταση του πλανήτη από τον Ήλιο είναι μεταξύ 30 και 49 αστρονομικών μονάδων (1 AU= απόσταση Γης – Ήλιου), γεγονός όπου οφείλονται οι εποχές του πλανήτη Πλούτωνα, όπως η εποχή του καλοκαιριού που προαναφέραμε, [4] σελ. 66.

Τελικά, λοιπόν, ο πλανήτης Πλούτωνας είναι το τελευταίο από τα βασικά σώματα του ηλιακού μας συστήματος που δεν έχει εξερευνηθεί από κάποιο διαστημόπλοιο. Το διαστημικό όχημα Voyager 1 θα μπορούσε να εξερευνήσει αυτόν τον πλανήτη, όμως έπειτα από την προσπέλαση του δορυφόρου Τρίτωνα του πλανήτη Ποσειδώνα εισήλθε σε τροχιά που το ταξίδεψε μέχρι και πάνω από την εκλειπτική (στον μεσοαστρικό χώρο). Ωστόσο, ο πλανήτης Πλούτωνας θα μπορούσε να φιλοξενήσει εξωγήινη μορφή ζωής. Το 2015, πριν 75 ημέρες όταν το διαστημόπλοιο Voyager προσέγγισε τον πλανήτη Πλούτωνα συνέλλεξε με τον φωτογραφικό του φακό πολύ καλύτερες φωτογραφίες του πλανήτη Πλούτωνα και του φεγγαριού Χάρωνα από αυτές που τράβηξαν τα επίγεια τηλεσκόπια, ενώ ο Πλούτωνας έχει εξερευνηθεί πλήρως απ' το διαστημόπλοιο New Horizons το 2015.



Εικόνα 89: Οι πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος,

[\[http://www.blod.gr/lectures/Pages/viewlecture.aspx?LectureID=3369#\]](http://www.blod.gr/lectures/Pages/viewlecture.aspx?LectureID=3369#).



Ιστορική Αναδρομή

«Οι αποστολές Voyager», [1]			
Διαστημόπλοιο:	Βόγιατζερ 1	Διαστημόπλοιο:	Βόγιατζερ 2
5 Σεπτεμβρίου 1977	Εκτόξευση με πύραυλο Titan III από το διαστημικό κέντρο Κένεντι της NASA στο ακρωτήριο Κανάβεραλ της Φλόριντα .	20 Αυγούστου 1977	Εκτόξευση με πύραυλο Titan III από το διαστημικό κέντρο Κένεντι της NASA στο ακρωτήριο Κανάβεραλ της Φλόριντα .
		9 Ιουλίου 1979	Άφιξη στον πλανήτη Δία και διαστημική πτήση σε απόσταση 651.000 χιλιομέτρων από την κορυφή των νεφών του.
5 Μαρτίου 1979	Άφιξη στον πλανήτη Δία και διαστημική πτήση σε απόσταση 277.000 χιλιομέτρων από τις κορυφές των νεφών του.	26 Αυγούστου 1981	Άφιξη στον πλανήτη Κρόνο και διαστημική πτήση σε απόσταση 101.000 χιλιομέτρων από τις κορυφές των νεφών του.
		24 Ιανουαρίου 1986	Άφιξη στον πλανήτη Ουρανό και διαστημική πτήση σε απόσταση 81.500 χιλιομέτρων από τις κορυφές των νεφών του.
12 Νοεμβρίου 1980	Άφιξη στον πλανήτη Κρόνο και διαστημική πτήση σε απόσταση 125.000 χιλιομέτρων από τις κορυφές των νεφών του.	25 Αυγούστου 1989	Τελευταίος σταθμός – Άφιξη στον πλανήτη Ποσειδώνα και διαστημική πτήση σε απόσταση 5.000 χιλιομέτρων από τις κορυφές των νεφών του.



ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Σήμερα, τον μήνα **Μάρτιο του 2018** το διαστημόπλοιο **Voyager 1** απέχει από τον πλανήτη μας (την Γη) περίπου **21,1 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα** ή αλλιώς **141 AU (Αστρονομικές Μονάδες)** και η ταχύτητα του είναι σχεδόν **3,6 AU (που ισοδυναμεί με 600.000.000 χιλιόμετρα)** κάθε χρόνο (**12 μήνες**) συγκριτικά με τον Ήλιο, τον πολυτιμότερο αστέρα για την Γη, ενώ τώρα τον **Απρίλιο του 2018** το **Voyager 1** κινείται με ταχύτητα **3,6 AU** και είναι μακριά από τη Γη σε απόσταση σχεδόν **21,1 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα**. Χάρη στο **θρυλικό Voyager 1** που κινείται πλέον εκτός του **Ηλιακού Συστήματος**, τώρα η ανθρωπότητα έχει την δυνατότητα να ακούσει για πρώτη φορά ήχους που ταξιδεύουν στο «**διαστρικό χώρο**». Η διαστημική αποστολή **Voyager** κατέγραψε ήχους από τον διαστρικό χώρο που είναι πραγματικά **ανατριχιαστικοί**. Είναι η πρώτη φορά που καταγράφουμε τους ήχους του διαστρικού χώρου, είπε ενθουσιασμένος ο **Ντόν Γιάρνκετ** που είναι ο υπεύθυνος του **οργάνου** που καταγράφει τα κύματα πλάσματος.

Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι οι ήχοι αυτοί επέτρεψαν στους ερευνητές να βεβαιωθούν πως το διαστημικό όχημα βρίσκεται πλέον εκτός του **Ηλιακού μας Συστήματος** εδώ και έναν **ολόκληρο χρόνο**, αφού προήλθαν καθαρά από **δονήσεις του πυκνού πλάσματος ή ιονισμένου αερίου**, το οποίο **πλημμυρίζει το χώρο ανάμεσα στα άστρα**. Το **Voyager 1**, λοιπόν, μεταδίδει με αργό ρυθμό **φωτογραφίες ενός αμυδρού Ήλιου και έξι πλανητών του της Γης, της Αφροδίτης, του Δία, του Κρόνου, του Ουρανού και του Ποσειδώνα**, ενώ ο πλανήτης **Ερμής** δεν φαινόταν μέσα στη **λάμψη του Ήλιου**, αλλά και οι πλανήτες **Άρης και Πλούτωνας** ήταν τόσο **αμυδροί** που δεν καταγράφηκαν αποτελεσματικά από τον **φωτογραφικό φακό** του διαστημοπλοίου **Voyager**.

Τέλος, οι **απόκοσμοι αυτοί ήχοι** είχαν **συχνότητες** εντός ανθρώπινης ακοής και προκλήθηκαν από **ηλιακή έκρηξη** που έφτασε μέχρι το διαστημόπλοιο **Voyager 1**, ενώ αρχικός σκοπός της διαστημικής αποστολής **Voyager** ήταν η εξερεύνηση του διαστήματος. Το διαστημόπλοιο **Voyager 1** διέφυγε από το ηλιακό σύστημα με **ταχύτητα περίπου 3,6 AU ανά έτος**, σε **35 μοίρες (deg)** από το **εκλειπτικό επίπεδο** προς τα **βόρεια** με κατεύθυνση της **ηλιακής κορυφής (η κατεύθυνση της κίνησης του Ήλιου σε σχέση με το κοντινό αστέρα)**, ενώ το διαστημόπλοιο **Voyager 2** τον **Δεκέμβριο του 2017** και αφού ήταν **17.391.000.000 km** μακριά από τον **Ήλιο**, διαφεύγει επίσης κι' αυτό από το ηλιακό σύστημα με **ταχύτητα περίπου 3,3 AU ανά έτος**, **48 μοίρες** από το **εκλειπτικό επίπεδο** προς τα **νότια**.



❖ Βιβλιογραφία

[1]: ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΕΣ (BBC), DAVID McNAB JAMES YOUNGER, Μετάφραση – Βαγγέλη Γιαννακόπουλου (Φυσικός), Εκδόσεις Μοντέρνοι Καιροί, Αθήνα 1999.

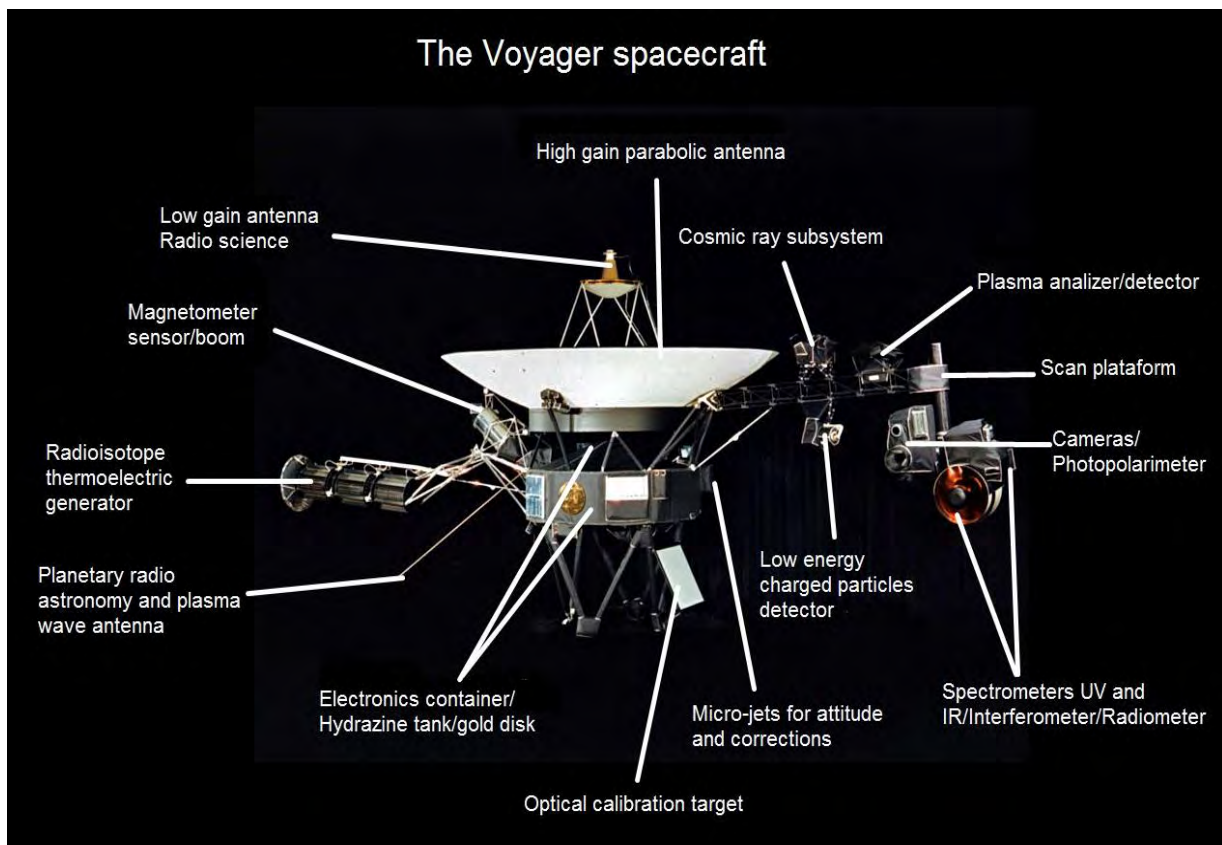
[2]: Spacecraft systems engineering/edited by Peter Fortescue and John Stark, Wiley, C 1995.

[3]: Computers Space – Διάστημα, Φοίβος Αρβανίτης, Εκδόσεις Αλκυών, Αθήνα.

[4]: Το Σύμπαν και πέρα από αυτό, The Universe and Beyond (Fourth Edition), TERENCE DICKINSON (Αναπληρωτής Καθηγητής του τομέα Αστροφυσικής, Αστρονομίας και Μηχανικής του Α.Π.Θ.), Προλογίζει ο Αναπληρωτής Καθηγητής Αστρονομίας του Α.Π.Θ. Σταύρος Αυγολούπης, Μετάφραση – Σίμος Οικονομίδης (Φυσικός MSc), Πλανητάριο Θεσσαλονίκης, Canada 2004.

[5]: Εισαγωγή στη Ραδιοαστρονομία, Γιάννης Χ. Σειραδάκης, Καθηγητής Αστρονομίας του Α.Π.Θ., ΠΛΑΝΗΤΑΡΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ, Μάρτιος 2009.

[6]: Εγκυκλοπαίδεια ΔΟΜΗ.



Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή αναφέρεται στην διαστημική αποστολή Voyager (Βόγιατζερ) της NASA. Τα δύο δίδυμα διαστημόπλοια εξερευνούν τους πλανήτες του Ηλιακού μας Συστήματος, κατευθυνόμενα και εκτός του Γαλαξία μας, στον υπερ-γαλαξιακό και διαστρικό χώρο του Σύμπαντος. Με τα επιστημονικά τους όργανα μελετούν το έδαφος και την ατμόσφαιρα των εξωτερικών πλανητών Δία, Κρόνου, Ουρανού, Ποσειδώνα, Πλούτωνα και περίεργα μυστηριώδη φεγγάρια & φυσικούς Δορυφόρους. Όμως, εκτός από τη μελέτη των πλανητών, οι δύο δίδυμες αποστολές Voyager ανακάλυψαν ως διαστρικοί ταξιδευτές συνολικά 22 νέους δορυφόρους (τρεις στον Δία και στον Κρόνο, δέκα στον Ουρανό και έξι στον πλανήτη Ποσειδώνα). Τέλος, αναφέρεται στην εξοικονόμηση ενέργειας των Voyagers έως ότου σταματήσουν οι πυρηνικές μπαταρίες των διαστημικών οχημάτων να παράγουν την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια, αλλά και στο συνολικό κόστος της διαστημικής αποστολής Voyager. Ας σημειωθεί ότι ιδίως με τα διαστημόπλοια Pioneer 10 και 11 (1972/1973), τα δύο δίδυμα διαστημόπλοια Voyager 1 και 2 έως το 2020 θα βρίσκονται εκτός ηλιόσφαιρας προς το τοπικό διαστρικό διάστημα σε απόσταση μεγαλύτερη από 100 AU.

