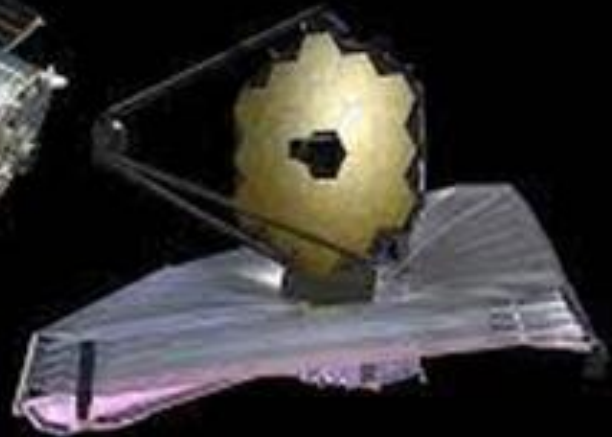


ΦΥΣΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

2022-23



ΓΥΜΝΑΣΙΟ

ΚΟΛΛΕΓΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ

Εκπαιδευτική επίσκεψη στο Παρίσι

Εκπαιδευτική επίσκεψη στην Εστία Επιστημών Πάτρας

ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΕΣ - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ

Παρουσίαση Εφαρμογών Θερμικής Κάμερας

Έρευνα και Καινοτομία στην Εκπαίδευση. Ελλάδα 2.0

ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Το τηλεσκόπιο Hubble και η ιστορία του

James Webb Telescope

Τα Μεγάλα Κατοπτρικά Τηλεσκόπια

Τα Μεγάλα Διοπτρικά Τηλεσκόπια

Αστεροειδείς: Μια απειλή για τη Γη

Διαστημόπλοια Voyager - Μια διείσδυση στο διάστημα

Η επιστροφή στη Σελήνη

International Space Station – ISS

Οι Μεγάλοι Αιρετικοί της Αστρονομίας

Οι μαθητές και μαθήτριες της Φυσικής Σκέψης

2022-2023

1	ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ	γ2
2	ΓΚΟΡΙΤΣΑΣ	ΑΓΓΕΛΟΣ	γ2
3	ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ	ΟΡΦΕΑΣ	γ2
4	ΕΥΘΥΜΙΟΥ	ΜΙΛΕΝΑ	γ2
5	ΘΩΜΑΣ	ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ- ΜΑΡΙΟΣ	γ3
6	ΚΑΖΑΚΟΣ	ΙΩΑΝΝΗΣ	γ3
7	ΚΑΝΕΛΛΟΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ- ΤΙΜΟΛΕΩΝ	γ3
8	ΚΑΡΑΜΠΕΛΑΣ	ΚΥΡΙΑΚΟΣ	γ3
9	ΚΕΣΙΣΙΚΛΗΣ	ΙΩΑΝΝΗΣ	γ4
10	ΚΟΥΝΤΟΥΡΗΣ	ΟΡΕΣΤΗΣ- ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	γ4
11	ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ	ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ	γ5
12	ΛΑΜΠΡΙΝΟΠΟΥΛΟΣ	ΑΝΔΡΕΑΣ	γ5
13	ΛΑΟΥ	ΖΩΗ	γ5
14	ΜΑΚΡΗ	ΜΑΡΙΑ	γ5
15	ΜΑΣΤΕΛΛΟΣ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	γ5
16	ΜΙΧΑΛΑ	ΦΑΙΔΡΑ	γ6
17	ΜΠΑΡΤΣΩΤΑΣ	ΘΕΟΔΩΡΟΣ	γ6
18	ΜΠΟΥΡΑ	ΦΩΤΕΙΝΗ	γ6
19	ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	γ7
20	ΠΑΠΑΔΟΔΗΜΑ	ΙΩΑΝΝΑ	γ7
21	ΠΑΠΑΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ- ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΣ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	γ6
22	ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ	ΜΑΡΙΑ	γ7
23	ΠΕΤΡΟΛΙΑ	ΜΑΡΙΑ	γ7
24	ΤΣΑΒΔΑΡΙΔΗΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	γ9
25	ΤΣΑΪΤΟΥΡΙΔΗΣ	ΜΙΧΑΗΛ	γ9
26	ΧΑΤΖΗΔΑΚΗΣ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	γ9

Εκπαιδευτική επίσκεψη στο Παρίσι

Τις μέρες από την Τετάρτη 22 Φεβρουαρίου έως και το Σάββατο 25 Φεβρουαρίου 2023, η ομάδα της Φυσικής Σκέψης επισκέφτηκε την πόλη του Παρισιού...

Τετάρτη, 22

Πρώτη από τις τέσσερις μέρες του ταξιδιού μας, η Τετάρτη μας επιφύλασσε ένα ιδιαίτερα απαιτητικό πρόγραμμα. Έπειτα από μία ευχάριστη πτήση με διάρκεια λίγο παραπάνω από δύο ώρες η ομάδα αφίχθη στο αεροδρόμιο του Παρισιού Charles De Gaulle. Εκεί, μας παρέλαβε το πούλμαν και, συνοδεία έμπειρης ξεναγού, περιηγηθήκαμε στην Πόλη του Φωτός με μια γρήγορη στάση στην Πλατεία του Trocadéro, γνωστή για την πανοραμική θέα της προς τον Πύργο του Άιφελ, στον οποίο θα επιστρέφαμε αργότερα το ίδιο βράδυ.

Μετά από την τακτοποίηση μας στο ξενοδοχείο και με μια πείνα που δεν προλάβαμε να ικανοποιήσουμε, μεταβήκαμε πεζοί στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης του Παρισιού (Musée d'Art Moderne de Paris) για να επισκεφτούμε την αίθουσα «Το πνεύμα του Ηλεκτρισμού» (La Fée Electricité), της οποίας οι πελώριοι τοίχοι είχαν εξολοκλήρου αφιερωθεί στο έργο του Raoul Dufy, με το οποίο τιμά όλους του επιστήμονες που συνεισέφεραν στη μελέτη του ηλεκτρισμού και εξυμνεί τις σχετικές εφευρέσεις του ανθρώπου. Τα μέλη της ομάδας μας επέλεξαν έκαστος έναν από τους εικονιζόμενους επιστήμονες και τον παρουσίασαν στους συμμαθητές τους.

Ακολούθησε η επιστροφή μας στο Trocadéro, όπου αναπληρώσαμε το χαμένο γεύμα με τις πεντανόστιμες baguettes που προσέφεραν οι καντίνες της πλατείας. Διασχίζοντας τον Σηκουάνα από τις πλατιές γέφυρες περάσαμε απέναντι και πριν το συνειδητοποιήσουμε βρισκόμασταν κάτω από τα τεράστια σκέλη του Πύργου του Άιφελ. Γρήγορα βρεθήκαμε στρυμωγμένοι στον στενόχωρο ανελκυστήρα και φτάσαμε να θαυμάζουμε την εκπληκτική θέα από το μεσαίο πάτωμα του Πύργου. Η βραδιά μας τελείωσε με δείπνο στα εστιατόρια της γειτονιάς του ξενοδοχείου μας και εν τέλει με ανάπαυση στα δωμάτιά μας.



Πέμπτη, 23

Την επόμενη μέρα ξεκινήσαμε πρωί-πρωί, έχοντας λάβει ένα παραδοσιακό γαλλικό πρωινό, και πήραμε τον υπόγειο σιδηρόδρομο του Παρισιού, ώστε να φτάσουμε τελικά στο Μουσείο Τεχνών και Επαγγελμάτων (Musée des Arts et Métiers). Επισκεφτήκαμε, καταρχάς, μια προσωρινή έκθεση που ακολουθούσε την ιστορία του αυτοκινήτου από το πρώτο Ford και το γαλλικό σύμβολο 2CV μέχρι τα σημερινά οχήματα και τα ηλεκτροκίνητα ιπτάμενα αυτοκίνητα του μέλλοντος. Έπειτα περάσαμε στον πυρήνα του μουσείου, όπου μας υποδέχτηκε μία ατέλειωτη συλλογή επιστημονικών οργάνων, εκθεμάτων και εφευρέσεων από διάφορες ιστορικές εποχές. Αξιοσημείωτα, μεταξύ πολλών άλλων, υπήρξαν η λεγόμενη Pascaline (η πρώτη αριθμομηχανή του Pascal) και η ανακατασκευή του εργαστηρίου του μεγάλου φυσικού Antoine Laurent de Lavoisier. Το ίδιο το μουσείο, συνιστούσε έκθεμα από μόνο του χάρη στην πανέμορφη αρχιτεκτονική του, πολλώ τε μάλλον το ενσωματωμένο παρεκκλήσιο που στέγαζε πλήθος πρωτότυπων ιπτάμενων μηχανών που κρέμονταν από την οροφή του.

Αφού γευματίσαμε στη γύρω περιοχή, μεταβήκαμε στην πασίγνωστη Πλατεία Ομονοίας (Place de la Concorde) από την οποία ακολουθήσαμε τη Λεωφόρο Champs-Élysées μέχρι να συναντήσουμε την επιβλητική Αψίδα του Θριάμβου (Arc de Triomphe). Κατόπιν, επιβιβαστήκαμε πάλι στο μετρό, που μας μετέφερε στους πρόποδες του Λόφου της Μοντμάρτρης (Montmartre). Από εκεί,

σκαρφαλώσαμε τα σκαλιά που οδηγούσαν στη γοητευτική Βασιλική της Αγίας Καρδιάς (Basilique du Sacré-Cœur de Montmartre). Περιηγηθήκαμε στο εσωτερικό του μαγευτικού ναού και παρακολουθήσαμε μέρος της απογευματινής λειτουργίας πριν συνεχίσουμε την πορεία μας στον υπέροχο λόφο. Επισκεφτήκαμε την Πλατεία των Ζωγράφων (Place du Tertre) και, καθώς είχε ήδη βραδιάσει, δειπνήσαμε στα γραφικά εστιατόρια και crêperie της Μοντμάρτρης.

Με το μετρό επιστρέψαμε στο ξενοδοχείο.



Παρασκευή, 24

Χορτάτοι από το πρωινό στο ξενοδοχείο, επιβιβαστήκαμε στον υπόγειο σιδηρόδρομο που μας μετέφερε στο Πάρκο Επιστημών και Βιομηχανίας της Βιλλέτ (Cité Des Sciences Et De L'industrie). Ένας τεράστιος χώρος με αμέτρητες διακριτές εκθέσεις και εκθέματα, μας απασχόλησε όλο το πρωί. Επισκεφτήκαμε, ανάμεσα σε άλλα, τα τμήματα της έκθεσης που αφορούσαν τα μαθηματικά και τον ήχο, την αστρονομία και τη ρομποτική, τη νευροεπιστήμη και την ογκολογία, ακόμη και ξεχωριστά τμήματα που προσομοίαζαν τροπικά οικοσυστήματα! Παρακολουθήσαμε μία μάλλον ανιαρή και ακατανόητη, λόγω της χρήσης της γαλλικής, ομιλία περί των αστερισμών στο πλανητάριο του πάρκου και περιηγηθήκαμε στο μεγαλειώδες υποβρύχιο Αργοναύτης.

Επιστρέφοντας στο κέντρο της πόλης, αφιερώσαμε τουλάχιστον 3 ώρες στην περιοχή γύρω από την Όπερα του Παρισιού. Οι περισσότεροι σκορπιστήκαμε στο εσωτερικό των Galeries Lafayette, όπου κάναμε τα ψώνια μας στα ατελείωτα μαγαζιά τους. Γευματίσαμε στην περίμετρο της Όπερας, όπου βρίσκεται και το ονομαστό Café de la Paix.

Μετά από μια σύντομη ξεκούραση στο ξενοδοχείο, όταν είχε πλέον δύσει ο ήλιος, κατεβήκαμε στις προβλήτες του Σηκουάνα από όπου ξεκίνησε η κρουαζιέρα μας στον ποταμό με ένα Bateau Mouché. Παρά το διαπεραστικό κρύο, μπορέσαμε να απολαύσουμε τη θέα της φωτόλουστης γαλλικής πρωτεύουσας από μία διαφορετική οπτική γωνία και να θαυμάσουμε γνωστά μνημεία και κτήρια, όπως ο Πύργος του Άιφελ, η βασιλική της Notre-Dame, το Μουσείο Ορσέ (Musée d'Orsay) και το απέραντο Μουσείο του Λούβρου.

Σάββατο, 25

Το πρωί ετοιμάσαμε τα πράγματά μας και τα φορτώσαμε στο πούλμαν. Είχε, δυστυχώς, φτάσει η ημέρα της επιστροφής μας. Πρώτα, ωστόσο, έμενε να επισκεφτούμε το γιγαντιαίο Μουσείο του Λούβρου για μια αξέχαστη, αν και σύντομη, ξενάγηση. Οι δύο άρτια καταρτισμένες και ιδιαίτερα ευγενικές ξεναγοί μας μάς συνάντησαν κάτω από το φως της ανεστραμμένης πυραμίδας, από όπου μας οδήγησαν στους εκθεσιακούς χώρους του Λούβρου. Ιδιαίτερη προσοχή απέδωσαν στις λεγόμενες *Κυρίες του Λούβρου*, δηλαδή την γοητευτική Αφροδίτη της Μύλου, την μεγαλειώδη Νίκη της Σαμοθράκης και την αινιγματική Μόνα Λίζα (Τζοκόντα). Το ενδιαφέρον μας κέντρισαν, ακόμα, και άλλα έργα, όπως οι πίνακες του Ευγένιου Ντελακρουά και το γνωστό γλυπτό *Έρως και Ψυχή*.

Γευματίσαμε στους χώρους του Λούβρου και κάναμε τις τελευταίες μας αγορές, πριν το πούλμαν μάς μεταφέρει στο αεροδρόμιο για την βραδινή μας πτήση. Δυστυχώς, δεν έμελλε να είναι εξίσου ευχάριστη με αυτή της αναχώρησής μας, καθώς συνεχείς αναταράξεις μας ταλαιπώρησαν για ώρες. Τρομοκρατημένοι και κατάκοποι, αλλά γεμάτοι σπουδαίες εικόνες και υπέροχες αναμνήσεις προσγειωθήκαμε στην Ελλάδα. Το ταξίδι μας είχε φτάσει στο τέλος του.

Απόστολος Βασιλικός

Εκπαιδευτική επίσκεψη στην Εστία Επιστημών Πάτρας

Την Παρασκευή 17 Μαρτίου 2023 και το Σάββατο 18 Μαρτίου 2023 μαθητές και μαθήτριες της Γ' Γυμνασίου, μέλη της Φυσικής, Μαθηματικής και Πληροφορικής/Robotics Σκέψης πραγματοποίησαν εκπαιδευτική επίσκεψη στην Εστία Επιστημών Πάτρας.



Οι μαθητές/-τριες αλληλεπίδρασαν με εκθέματα των διαδραστικών εκθέσεων των Μαθηματικών, της Πληροφορικής και της Φυσικής της Εστίας Επιστημών.

Χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, προσέγγισαν διερευνητικά προβλήματα στις θεματικές ενότητες των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Πληροφορικής και παρουσίασαν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους στους συμμαθητές τους.

Μεταξύ των δραστηριοτήτων, η αποστολή είχε την ευκαιρία, το βράδυ της Παρασκευής 17 Μαρτίου, να κάνει έναν μικρό περίπατο στο κέντρο της Πάτρας.

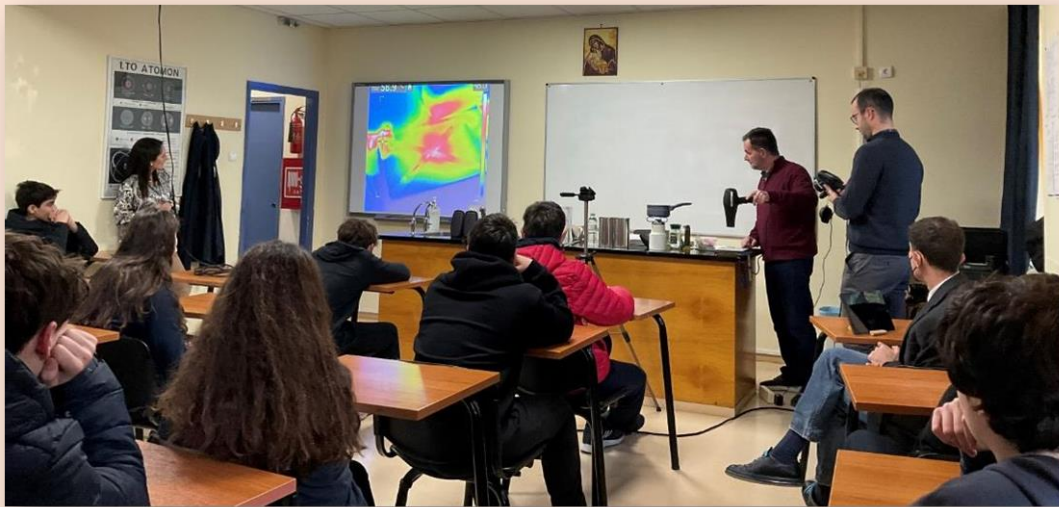


Όλοι οι μαθητές/τριες συμμετείχαν με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις δραστηριότητες, συνεργάστηκαν άριστα με τους συμμαθητές τους, έμαθαν πολλά και επέστρεψαν με τις καλύτερες εντυπώσεις!



Εφαρμογές Θερμικής Κάμερας

Στις 20 Δεκεμβρίου ο κ. Νικόλαος Ραπακούλιας παρουσίασε στους μαθητές και στις μαθήτριες της Φυσικής Σκέψης εφαρμογές της θερμικής κάμερας. Οι μαθητές/-τριες τις προηγούμενες εβδομάδες είχαν ασχοληθεί στις συναντήσεις της Φυσικής Σκέψης με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τη Θερμική Ενέργεια. Με την παρουσίαση των εφαρμογών της θερμικής κάμερας έκλεισε με τον καλύτερο τρόπο έναν κύκλο μαθημάτων, εργαστηρίων και δραστηριοτήτων.



Έρευνα και Καινοτομία στην Εκπαίδευση. Ελλάδα 2.0

Την Τρίτη, 6 Δεκεμβρίου 2022, επισκέφτηκε το σχολείο μας ο Υφυπουργός Ανάπτυξης & Επενδύσεων Αρμόδιος για την Έρευνα & την Καινοτομία, Δρ. Χρίστος Δήμας '98 και είχε μια ιδιαίτερα δημιουργική συζήτηση με τους μαθητές της Φυσικής Σκέψης και του Ομίλου Αστρονομίας του Γυμνασίου Κολλεγίου Αθηνών με θέμα: «Έρευνα και Καινοτομία στην Εκπαίδευση. Ελλάδα 2.0»

Οι μαθητές μας, αφού παρακολούθησαν την παρουσίαση αναφορικά με το πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσεται η Έρευνα και η Καινοτομία στην Ελλάδα, υπέβαλλαν πλήθος ερωτήσεων στον υφυπουργό και έλαβαν επιστημονικά τεκμηριωμένες απαντήσεις για την εφαρμογή της Έρευνας και της Καινοτομίας παγκόσμια, στην Ελλάδα αλλά και ειδικότερα στην εκπαίδευση.

Η συνάντηση πραγματοποιήθηκε στο IC Hall, στο κτήριο Αλεξάνδρα Μαρτίνου και ολοκληρώθηκε με μια μικρή συνέντευξη που οι μαθητές μας πήραν από τον υφυπουργό για το περιοδικό «ΦΥΣΙΚΗ ΣΚΕΨΗ»



Η συνέντευξη

Ποιο θεωρείτε ότι θα είναι το επόμενο βήμα για να γίνει πλέον η Ελλάδα πρωτοπόρος στις καινοτομίες και να μην ακολουθεί μόνο τα πρότυπα των ευρωπαϊκών χωρών;

- **κ. Χρίστος Δήμας:** Ο στόχος που έχουμε θέσει είναι η Ελλάδα να πρωτοπορεί στην έρευνα και να γίνει ο κύριος κόμβος έρευνας και καινοτομίας στα Βαλκάνια και την Νοτιοανατολική Ευρώπη τα επόμενα χρονιά. Άρα, ο στόχος μας είναι να τρέχουμε πιο γρήγορα από τους ανταγωνιστές μας και να βελτιώνουμε την κατάταξη της χώρας. Ένας από τους σημαντικότερους δείκτες όσον αφορά αυτό έχει να κάνει με τις δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης που έχει το κάθε κράτος. Μέχρι πρότινος η Ελλάδα επένδυε ένα χαμηλό ποσοστό (1,27% του ΑΕΠ) στον τομέα αυτό. Ο στόχος που είχε θέσει η Ε.Ε. για όλα τα κράτη μέλη ήταν οι δαπάνες για την έρευνα και την καινοτομία να βρίσκονται στο 3% του ΑΕΠ. Μόνο 4 κράτη μέλη έχουν πετύχει αυτόν τον στόχο. Όμως την περασμένη χρονιά είδαμε τη μεγαλύτερη αύξηση που είχε η χώρα μας ποτέ (έχουμε φτάσει τώρα στο 1,51%). Συνεπώς, ένας ποσοτικοποιημένος στόχος θα ήταν η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη αύξηση των δαπανών έρευνας και ανάπτυξης.

Τι είναι αυτό που διαχωρίζει μια καινοτομία η οποία αντέχει από μια άλλη που ίσως ξεθωριάσει με το πέρασμα του χρόνου;

- **κ. Χρίστος Δήμας:** Βασικό είναι να μην μένεις στάσιμος. Αν μία επιχείρηση δεν εξελίσσει τα προϊόντα της, χάνει το μερίδιό της στην αγορά. Πρέπει να παρακολουθεί και να προλαβαίνει τις εξελίξεις στον τομέα της, εφόσον θέλει να είναι ανταγωνιστική.

Ποιες πιστεύετε ότι είναι οι αρνητικές συνέπειες της καινοτομίας;

- **κ. Χρίστος Δήμας:** Φυσικά υπάρχουν πολλές αρνητικές πτυχές της καινοτομίας. Παραδείγματος χάρη, όσον αφορά στην ταχύτατη ψηφιοποίηση, έχουμε τον κίνδυνο κυβερνοεπιθέσεων. Ακόμη, η μεγάλη πρόσβαση στην πληροφορία αυξάνει την απειλή της παραπληροφόρησης. Η εξέλιξη της επιστήμης επιτρέπει, επίσης, τη δημιουργία όπλων μαζικής καταστροφής, εντείνοντας την πιθανότητα καταστροφικών γεγονότων. Εντούτοις, επειδή οι κίνδυνοι υπάρχουν, αλλά ωχριούν σε σύγκριση με τα οφέλη της καινοτομίας, το σημαντικό είναι να βρούμε τρόπο να προστατέψουμε την ανθρωπότητα και την κοινωνία με διεθνώς αναγνωρισμένους νόμους αλλά και νέες τεχνολογίες.



Σε ποιο τομέα της τεχνολογίας πιστεύετε ότι πρέπει να επενδύσει η χώρα μας, ώστε να βελτιωθεί η Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση;

- **κ. Χρίστος Δήμας:** Δεν υπάρχει μόνο ένας συγκεκριμένος τομέας όπου θα μπορούσαμε να επενδύσουμε. Αν όμως έπρεπε να απομονώσω έναν τομέα όσον αφορά ειδικά τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, δε θεωρώ ότι

πρέπει να επενδύσουμε αποκλειστικά στην τεχνολογία. Για εμένα το σημαντικότερο πράγμα είναι να επενδύσουμε στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, τη δημιουργικότητα και την επίλυση ουσιαστικών προβλημάτων σκεπτόμενοι εκτός των στενών πλαισίων αναζητώντας επιστημονικά τεκμηριωμένες λύσεις σε υφιστάμενα προβλήματα.

Στο Διεθνές Συνέδριο του ΟΗΕ (Conference of the Parties 27) που έγινε τον Νοέμβριο στην Αίγυπτο θεσπίστηκαν ορισμένοι στόχοι σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος στους οποίους τα κράτη μέλη πρέπει να ανταποκριθούν μέχρι το 2030. Πώς η έρευνα και η καινοτομία βοηθάει το κράτος να πραγματοποιήσει αυτούς του στόχους και πόσο κοντά βρισκόμαστε στην επίτευξή τους;

- **κ. Χρίστος Δήμας:** Η αξιοποίηση της έρευνας και της καινοτομίας παίζει πολύ βασικό ρόλο στην επίτευξη αυτών των στόχων. Για αυτό μάλιστα και τα περισσότερα χρήματα των ερευνητικών προγραμμάτων της ΕΕ διατίθενται υπέρ δράσεων προστασίας του περιβάλλοντος και της κυκλικής οικονομίας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας προσπαθούν να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα ακόμα και σε περίοδο ενεργειακής κρίσης που καθιστά αναγκαία τη χρήση των λιγνιτικών μονάδων της χώρας, αλλά πρέπει παράλληλα να αναπτυχθούν ακόμα περισσότερο οι ΑΠΕ με σκοπό την απεξάρτηση από τον καταστροφικό για το περιβάλλον λιγνίτη. Σημαντικό κρίνεται, επίσης, να αναγνωρίσουμε ότι, καθώς η κλιματική κρίση είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο οι προσπάθειες μόνο ενός κράτους δεν επαρκούν για να λυθεί το πρόβλημα εφόσον χώρες με πολύ μεγαλύτερες εκπομπές αρνούνται να συμβιβαστούν με τις διεθνείς διατάξεις.

Ευχαριστούμε πολύ για τον χρόνο σας.

Η ομάδα της Φυσικής Σκέψης
Επιμέλεια: Απόστολος Βασιλικός

Το τηλεσκόπιο Hubble και η ιστορία του

Κυριάκος Καραμπέλας, Γ3

Θεόδωρος Μπαρτσώτας, Γ6

Παναγιώτης Παπαδημητρίου, Γ7

Στη σύγχρονη εποχή τα τηλεσκόπια αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης του διαστήματος και πριν την ανακάλυψή τους η παρατήρηση του διαστήματος φάνταζε αδύνατη. Τηλεσκόπιο είναι το οπτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την απεικόνιση κάποιου στοιχείου που βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση με λεπτομέρεια, καθώς δεν μπορεί να παρατηρηθεί μόνο με το μάτι, όταν λαμβάνει ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, όπως το φως.

Από τι αποτελούνται τα τηλεσκόπια και πώς κατηγοριοποιούνται

Τα τηλεσκόπια αποτελούνται από δύο μέρη: την Στήριξη και τον Οπτικό Σωλήνα. Οι οπτικοί σωλήνες των τηλεσκοπίων είναι συλλέκτες φωτός. Για την συλλογή του φωτός, τα οπτικά τηλεσκόπια διαθέτουν οπτικά στοιχεία όπως φακούς, κάτοπτρα, ή συνδυασμό και των δύο, τα οποία κατατάσσουν τα τηλεσκόπια σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, οι οποίες είναι τα διοπτρικά τηλεσκόπια, τα κατοπτρικά τηλεσκόπια και τα καταδιοπτρικά τηλεσκόπια.

Ιστορία τηλεσκοπίων

Θεωρείται ότι το πρώτο τηλεσκόπιο εφευρέθηκε τον Οκτώβριο του 1608 από τον Ολλανδό Χάνς Λιπερσάι, αλλά στην πραγματικότητα ο Άγγλος Λέοναρντ Ντιγκς είχε δημιουργήσει ένα πρωτόγονο όργανο με έναν συνδυασμό κατόπτρων (καθρεφτών) και φακών, που μπορούσε να καθρεφτίσει και να μεγεθύνει τα μακρινά αντικείμενα.

Ένα χρόνο αργότερα ο Γαλιλαίος προσάρμοσε το τηλεσκόπιο για αστρονομικούς σκοπούς, χρησιμοποιώντας αποκλίνοντα φακό στη θέση του προσοφθάλμιου φακού. Έτσι, ο Γαλιλαίος έγινε ο πρώτος άνθρωπος στην ιστορία ο οποίος χρησιμοποίησε τηλεσκόπιο για την συλλογή πληροφοριών από το διάστημα. Μετά από αυτό, πέρασαν σχεδόν 300 χρόνια από τότε για να εκτοξευθεί το πρώτο τηλεσκόπιο στο διάστημα, το οποίο ονομάστηκε τηλεσκόπιο του Hubble.



Το πρώτο τηλεσκόπιο που χρησιμοποιήθηκε από τον Γαλιλαίο.

Edwin Powell Hubble - Βιογραφία

Ο Edwin Powell Hubble γεννήθηκε στις 20 Νοέμβριου του 1889 στην περιοχή του Marshfield Missouri των Ηνωμένων πολιτειών. Θεωρείται πρωτεργάτης της εξωγαλαξιακής αστρονομίας λόγω της συμβολής του στην επιστήμη αυτή. Μετά την βασική του εκπαίδευση, συνέχισε την ακαδημαϊκή του καριέρα στο πανεπιστήμιο του Σικάγο. Εκεί, ασχολήθηκε με τη φιλοσοφία, τα μαθηματικά καθώς και την αστρονομία. Μετά την τετραετή παρακολούθηση των

μαθημάτων στο προαναφερθέν Πανεπιστήμιο, συμμετείχε σε ένα μεταπτυχιακό πρόγραμμα στο πανεπιστήμιο της Οξφόρδης, όπου ασχολήθηκε με τη Νομολογία λόγω της υπόσχεσης του στον πατέρα του (1911-1914). Μετά τον θάνατο του πατέρα του, είχε την ευκαιρία να επιδιώξει το όνειρο του, ως επιστήμονας. Δουλεύοντας στο Αστεροσκοπείο Mount Wilson στην Καλιφόρνια, έκανε τις



Φωτογραφία του Edwin Hubble στο γραφείο του από το 1931.

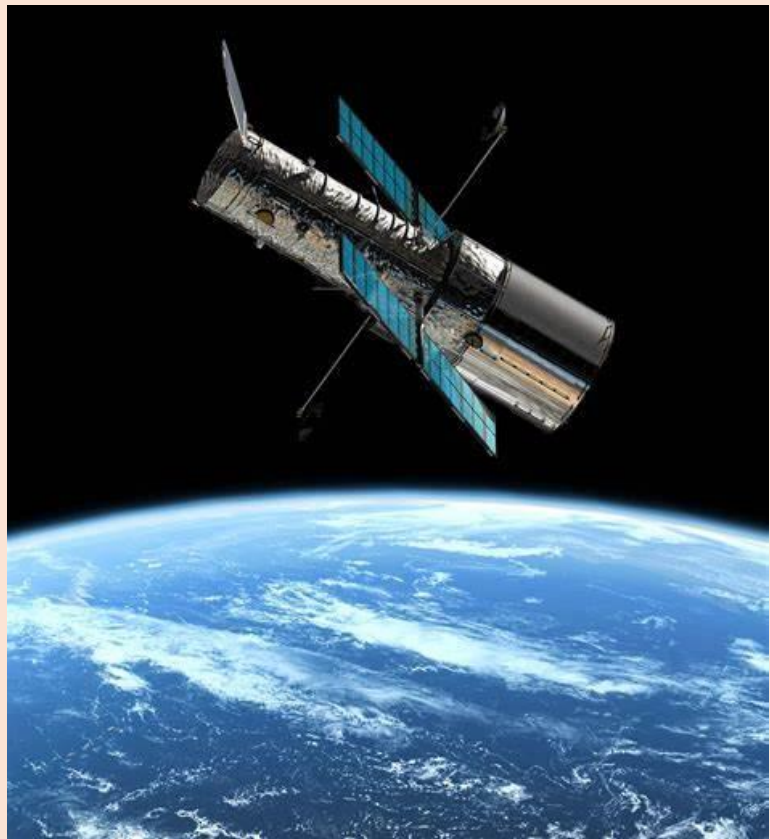
παρατηρήσεις για το σύμπαν μεταξύ 1922 και 1923 χρησιμοποιώντας ένα τηλεσκόπιο 2,5 m – το τηλεσκόπιο Hooker – το οποίο ήταν τότε το μεγαλύτερο στον κόσμο. Η πρώτη μεγάλη ανακάλυψη έλαβε χώρα το 1920 όπου χάρη στη χρήση του τηλεσκοπίου, εκείνος κατάφερε να ανακαλύψει ένα πλήθος νέων γαλαξιών. Μέχρι εκείνη την εποχή, υπήρχε η πεποίθηση ότι βρισκόμασταν σε ένα πεπερασμένο σύμπαν όπου το όριο βρισκόταν στον Γαλαξία μας. Πολλά αντικείμενα που προηγουμένως θεωρούνταν σύννεφα σκόνης και αερίου και ταξινομούνταν ως νεφελώματα ήταν στην πραγματικότητα γαλαξίες πέρα από τον Γαλαξία μας. Η εργασία του πάνω στους γαλαξίες τον οδήγησε στη συνειδητοποίηση ότι το σύμπαν διαστέλλεται, ανατρέπει τις προσδοκίες των επιστημόνων και τελικά οδηγεί στο μοντέλο της Μεγάλης Έκρηξης για τη γέννηση του Σύμπαντος. Αυτό υπήρξε η αρχή της σταθεράς του Hubble, που χρησιμοποιείται σήμερα στη φυσική και την αστρονομία για να περιγράψει την ταχύτητα επέκτασης του σύμπαντος. Ένα από τα κύριά του επιτεύγματά του είναι το τηλεσκόπιο Hubble, στο οποίο έδωσε το όνομά του.

Ιστορική Αναδρομή του Hubble

Αρχικά στις 24 Απριλίου 1990 έγινε η εκτόξευση του στο διάστημα. Λίγους μήνες αργότερα, στις 20 Μαΐου 1990 έστειλε την πρώτη εικόνα στη ΝΑΣΑ (NGC 3532). Και στην εξέλιξη των επόμενων χρόνων είχε αρκετές αποστολές οι οποίες ήταν οι ακόλουθες: Δεκέμβριος 1993 2 (STS-82), Φεβρουάριος 1997 2b (STA-82), Δεκέμβριος 1999 3A (STS-103), Φεβρουάριος 2002 3B (STS-109) και τέλος Μάιος 2009 4 (STS-125).

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του τηλεσκοπίου Hubble;

Το τηλεσκόπιο Hubble είναι ένα διαστημικό τηλεσκόπιο που βρίσκεται σε τροχιά γύρω από την Γη. Εκτοξεύτηκε από το διαστημικό κέντρο Κένεντυ στην Φλόριντα στις 24 Απριλίου 1990. Το συνολικό κόστος του τηλεσκοπίου ανέρχεται στα 10 δισεκατομμύρια δολάρια. Επιπλέον, σχεδιάστηκε από την Lockheed Martin και κατασκευάστηκε στο Sunnyvale, California. Διαθέτει μάζα 11,25 ton, μήκους 13,2 m. και διάμετρο 4,2 m που περιφέρεται σε



Το τηλεσκόπιο Hubble σε τροχιά

ύψος 559 km πάνω από τη Γη με ταχύτητα 25.000 km/h. Επιπρόσθετα, το τηλεσκόπιο διαθέτει σε κάθε πλευρά του ένα ζεύγος εξωτερικών ηλιακών συλλεκτών (δύο ζεύγη συνολικά). Αυτοί οι συλλέκτες λειτουργούν για την φόρτιση 6 μπαταριών παρέχοντας λειτουργία για 25 min όταν κινείται στη σκιά

της Γης. Επίσης στο εσωτερικό του φέρει ένα κατοπτρικό τηλεσκόπιο τύπου Ritchey-Chrétien που λειτουργεί στην εγγύς υπέρυθρη ακτινοβολία, στο οπτικό φως και την υπεριώδη ακτινοβολία. Τα όργανα τα οποία βρίσκονται στο Hubble είναι η κάμερα NICMOS (κάμερα εγγύς υπέρυθρου και φασματογράφος πολλών αντικειμένων), η κάμερα ACS (προηγμένη κάμερα ερευνών), η WFC3 (η ευρυπεδιακή φωτογραφική μηχανή), ο COS (φασματογράφος της κοσμικής προέλευσης), ο STIS (φασματογράφος απεικόνισης διαστημικού τηλεσκοπίου) και το FGS (συμβολόμετρο εξαιρετικής καθοδήγησης). Ο κύριος καθρέφτης του Hubble έχει πλάτος 2,4 m. Το τηλεσκόπιο μπήκε σε τροχιά με το διαστημικό λεωφορείο Discovery το 1990 και από τότε έχει δεχτεί πέντε αποστολές επιδιόρθωσης στο διάστημα. Η πρώτη ήταν καθοριστική διότι αποδείχτηκε ότι το οπτικό σύστημα ήταν ελαττωματικό και έστελνε θαμπές φωτογραφίες και έπρεπε επειγόντως να επιδιορθωθεί. Κάθε τροχιά του διαρκεί 95 min περίπου και στο χρόνο αυτό πρέπει να γίνει η διακυβέρνηση και η παρατήρηση του αντικειμένου. Οι ενέργειες της διακυβέρνησης περιλαμβάνουν την περιστροφή του τηλεσκοπίου για να σκοπεύσει σε ένα νέο αντικείμενο, την αποφυγή της Σελήνης και του Ήλιου, τη ρύθμιση των κεραιών επικοινωνίας και των τρόπων αναμετάδοσης. Επίσης, εάν ένας αστρονόμος επιθυμεί να είναι παρών στις παρατηρήσεις, υπάρχει ένα τερματικό όπου τα μόνιτορ παρουσιάζουν τις εικόνες και άλλα δεδομένα κατά τη διάρκεια της παρατήρησης. Ακόμη, το τηλεσκόπιο αυτό λειτουργεί ως ένα διεθνές ερευνητικό κέντρο, ως μια πηγή πληροφοριών για τους αστρονόμους όλου του κόσμου.

Πλεονεκτήματα

Το τηλεσκόπιο έχει κάνει τον γύρο της γης 4 δισεκατομμύρια φορές. Έξω από την ατμόσφαιρα, μπορεί να δει αστρονομικά αντικείμενα με γωνιακό μέγεθος 0,05 arcseconds.

Μειονεκτήματα

Υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί με το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble κατά την απεικόνιση της Σελήνης λόγω της ευαισθησίας της στο φως και δεν μπορεί να απεικονίσει περιοχές προς την κατεύθυνση του Ήλιου. Είναι εξαιρετικά ακριβό να κατασκευαστεί και να τοποθετηθεί στη θέση του.

Αρχικά προβλήματα και βελτιώσεις

Όταν ξεκίνησε η λειτουργία του, το Hubble είχε «μυωπία». Μια μικρή παραμόρφωση του κατόπτρου ήταν αρκετή για να αλλοιώσει τις φωτογραφίες, δείχνοντας τα ουράνια αντικείμενα θολά. Για αυτό το 1993 μια αποστολή επισκέυασε το διαστημικό τηλεσκόπιο τοποθετώντας του «γυαλιά», δηλαδή το σύστημα COSTAR. Πρόκειται για μια συστοιχία μικρών κατόπτρων που βελτιώνουν την ορατότητα του διαστημικού τηλεσκοπίου.

Στα τέλη Ιανουαρίου του 2007 η βασική κάμερα του διαστημικού τηλεσκοπίου Hubble παρουσίασε βλάβη. Η βασική κάμερα του Hubble ονομάζεται Προηγμένη Κάμερα Επισκόπησης (ACS), σχεδιασμένη να αποτυπώνει μεγάλες λωρίδες του ουρανού. Η βλάβη αυτή αποκαταστάθηκε τον Σεπτέμβριο του ίδιου χρόνου.

Συμβολή του στην σύγχρονη επιστήμη και στην συλλογή πληροφοριών

Από την αρχή της λειτουργίας του, το τηλεσκόπιο έχει συμβάλει στη συλλογή πληροφοριών για τους επιστήμονες με 1,5 εκατομμύρια συνολικές παρατηρήσεις. Μέσα από τις παρατηρήσεις αυτές, επιστήμονες έχουν δημοσιεύσει περισσότερα από 19 χιλιάδες επιστημονικές εργασίες, γεγονός το οποίο αποδεικνύει την αξία του τηλεσκοπίου ως εργαλείο συλλογής πληροφοριών. Αυτά αντιστοιχούν σε περίπου 10 terabyte νέων δεδομένων ετησίως. Το συνολικό αρχείο είναι σήμερα πάνω από 340 terabyte σε μέγεθος.

Επιτεύγματα και επίδραση στη σημερινή επιστήμη



Φωτογραφία που απαθανάτισε το τηλεσκόπιο Hubble

Το τηλεσκόπιο είχε σημαντικό αντίκτυπο σε κάθε τομέα της αστρονομίας, από το ηλιακό σύστημα μέχρι τα αντικείμενα στην άκρη του σύμπαντος. Οι επιστήμονες έχουν χρησιμοποιήσει το Hubble για να παρατηρήσουν τα πιο μακρινά αστέρια και γαλαξίες καθώς και τους πλανήτες στο ηλιακό μας σύστημα. Επιπρόσθετα, έχει κοιτάξει πίσω στο πολύ μακρινό παρελθόν, σε τοποθεσίες πάνω από 13,4 δισεκατομμύρια έτη φωτός από τη Γη. Άλλα επιτεύγματα του τηλεσκοπίου είναι: η ανακάλυψη δύο φεγγαριών του Πλούτωνα, τον Νιξ και την Ύδρα. Στη συνέχεια, βοήθησε στον προσδιορισμό του ρυθμού με τον οποίο το σύμπαν διαστέλλεται. Εκτός από αυτό, ανακαλύφθηκε ότι σχεδόν κάθε μεγάλος γαλαξίας είναι αγκυροβολημένος γύρω από μια μαύρη τρύπα στο κέντρο και δημιούργησε έναν 3-D χάρτη σκοτεινής ύλης. Συνολικά, στα πάνω από 30 χρόνια λειτουργίας του, το Hubble έχει κάνει παρατηρήσεις που έχουν αιχμαλωτίσει τη φαντασία της ανθρωπότητας και έχουν εμβαθύνει τις γνώσεις μας για το σύμπαν. Θα συνεχίσει να το κάνει για τα επόμενα χρόνια.

Συμπέρασμα

Μέσα από την εργασία μάθαμε αρχικά, πως τα έργα και οι θεωρίες του Hubble βοήθησαν στην ανάπτυξη της επιστήμης. Επιπρόσθετα, μάθαμε πολλές πληροφορίες, σε σχέση με το τηλεσκόπιο το οποίο πήρε το όνομά του από αυτόν τον σπουδαίο επιστήμονα. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνουν την επίδρασή του στην επιστήμη, στην συλλογή πληροφοριών, στην κατασκευή του και άλλα σχετικά χαρακτηριστικά τα οποία έχουν να κάνουν κυρίως με την χρήση του και την εκτόξευση του στο διάστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

www.mpg.de/7913340/galileo-galilei-telescope

<https://www.britannica.com/biography/Edwin-Hubble>

[mobile.reuters.com/news/picture/space-odyssey-stunning-images-from-the-h-idUSRTS9H348](http://mobile.reuters.com/news/picture/space-odyssey-stunning-images-from-the-hubble-space-telescope-idUSRTS9H348)

How much did the Hubble space telescope cost? - How Much Guide

Hubble Space Telescope | NASA

<https://th.bing.com/th/id/OIP.X7cQHM4B6HqpTCTv5-E6NwHalH?pid=ImgDet&rs=1>

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2021/nasa-returns-hubble-to-full-science-operations>

<https://www.rmg.co.uk/stories/topics/what-has-hubble-space-telescope-discovered>

www.greelane.com/el/επιστήμη-τεχνολογία-μαθηματικά/επιστήμη/edwin-hubble-3072217/

www.britannica.com/biography/Edwin-Hubble

www.meteorologiaenred.com/el/%25CE%2588%25CE%25BD%25CF%2584%25CE%25BF%25CF%2585%25CE%25B9%25CE%25BD-%25CE%25A7%25CE%25B1%25CE%25BC%25CF%2580%25CE%25BB.html/amp

www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=Διαστημικό_Τηλεσκόπιο_Hubble

www.cnn.com/2020/04/24/nasas-hubble-telescope-launch-anniversary-built-by-lockheed-martin.html

www.rmg.co.uk/stories/topics/what-has-hubble-space-telescope-discovered

James Webb Telescope

Λαμπρινόπουλος Ανδρέας, Γ5

Μαστέλλος Κωνσταντίνος, Γ5

Το διάστημα είναι και θα είναι κάτι που πάντοτε εντυπωσίαζε και θα εντυπωσιάζει τον άνθρωπο. Όμως, η αδήριτη περιέργειά και επιθυμία μας για την απόκτηση της γνώσης για τι βρίσκεται εκεί έξω μόλις αρχίζει να ικανοποιείται. Σε αυτό συνεισφέρουν η χρήση σύγχρονων προηγμένων μηχανών, των τηλεσκοπίων, και οι συντονισμένες προσπάθειες από επιστημονικούς οργανισμούς ανά τον κόσμο. Ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία είναι το τηλεσκόπιο James Webb, έργο της διεθνούς συνεργασίας των National Aeronautics and Space Administration (NASA),



Ο James E. Webb

European Space Agency (ESA) και Canadian Space Agency (CSA). Το τηλεσκόπιο αυτό, μέχρι σήμερα δεν μας έχει απογοητεύσει. Έχει τραβήξει πολλαπλές φωτογραφίες υψηλής ποιότητας, οι οποίες με την επεξεργασία και ανάλυσή τους από επιστήμονες έχουν ρίξει φως στις απορίες μας με εντυπωσιακές ανακαλύψεις.

Το υπερσύγχρονο αυτό τηλεσκόπιο ονομάστηκε προς τιμή του James E. Webb. Ο J. Webb γεννήθηκε στο Tally Ho της Β. Καρολίνας των ΗΠΑ και εργάστηκε ως διαχειριστής της NASA κατά το πρόγραμμα Apollo (1961 - 1968). Μετά από την αποφοίτησή του από το University of North Carolina το 1928 έγινε πιλότος στο ναυτικό. Έπειτα εργάστηκε στο Κογκρέσο ως βοηθός και σπούδασε νομικά στο

George Washington University. Έλαβε τη θέση του αντιπροέδρου στην εταιρία Sperry Gyroscope μέχρι το 1944 όταν στρατολογήθηκε στο US Marine Corps. Κατά τη προεδρεία του προέδρου Truman, ο Webb έλαβε τη θέση του διευθυντή του Γραφείου Προϋπολογισμού και Υφυπουργού Επικρατείας. Αργότερα δούλεψε στην Οκλαχόμα στην εταιρία Kerr-McGee.

Ο Webb ανέλαβε τη θέση του διευθυντή στη NASA κατά τα αρχικά στάδια του Αμερικανικού Διαστημικού Προγράμματος. Σύντομα το πρόγραμμα Apollo έγινε πρώτη προτεραιότητα για εκείνον και κατέβαλε τεράστιες προσπάθειες για τη σωστή διαχείριση και υποστήριξη του προγράμματος, με αποτέλεσμα την επιτυχία αυτού. Μετά τη συνταξιοδότησή του από τη NASA έλαβε συμβουλευτικό ρόλο στη Washington. Τον Αύγουστο του 2002 το Τηλεσκόπιο James Webb πήρε το όνομά του.

Μεταξύ των ετών 1989 και 1997 πολλαπλές επιστημονικές επιτροπές σχηματίζονται και προτείνουν τη δημιουργία ενός τηλεσκοπίου. Το καλοκαίρι του 1997 οι πρώτες βιομηχανικές ομάδες δημιουργούνται με σκοπό τη μελέτη των τεχνικών δυνατοτήτων και οικονομικών απαιτήσεων. Το 1998 οι πρώτες προτάσεις για σχέδια υποβάλλονται και την επόμενη χρονιά η NASA αναζητεί συνεργάτες στο παγκόσμιο επιστημονικό επίπεδο (ESA, CSA). Η κατασκευή του Τηλεσκοπίου ξεκινά επίσημα στις 3 Μαρτίου του 2004 με την αρχή των σύνθετων κομματιών του κεντρικού κατόπτρου. Το 2005 η επιστημονική ομάδα εγκρίνει επίσημα τις απαιτήσεις για τη κατασκευή και ο πύραυλος Ariane 5 της ESA, που θα στείλει το τηλεσκόπιο σε τροχιά, εγκρίνεται από τη NASA. Τον Αύγουστο του 2006 τα πρώτα κατασκευασμένα όργανα περνάνε από επιτυχή αξιολόγηση, τα πιο σημαντικά συστήματα ελέγχονται σε συνθήκες πτήσης. Η κατασκευή συνεχίζεται για τα επόμενα 2 χρόνια και τον Ιούλιο του 2009 οι πρώτες δοκιμές ξεκινούν. Η αξιολόγηση σχεδιασμού είναι θετική (2010) και το 2012 τα κάτοπτρα ολοκληρώνονται. Επιπλέον το κέντρο διαστημικής πτήσης Goddard λαμβάνει τα πρώτα κομμάτια του τηλεσκοπίου και η σύνθεση συνεχίζεται το 2013. Το 2016 τα κύρια κάτοπτρα προσαρμόζονται στη κατασκευή. Το 2018 οι τελικές δοκιμές λαμβάνουν χώρα στο Johnson Space Center και τα Χριστούγεννα του 2021 στις εγκαταστάσεις εκτόξευσης της ESA από την Γαλλική Γουιάνα στις 9:20 AM

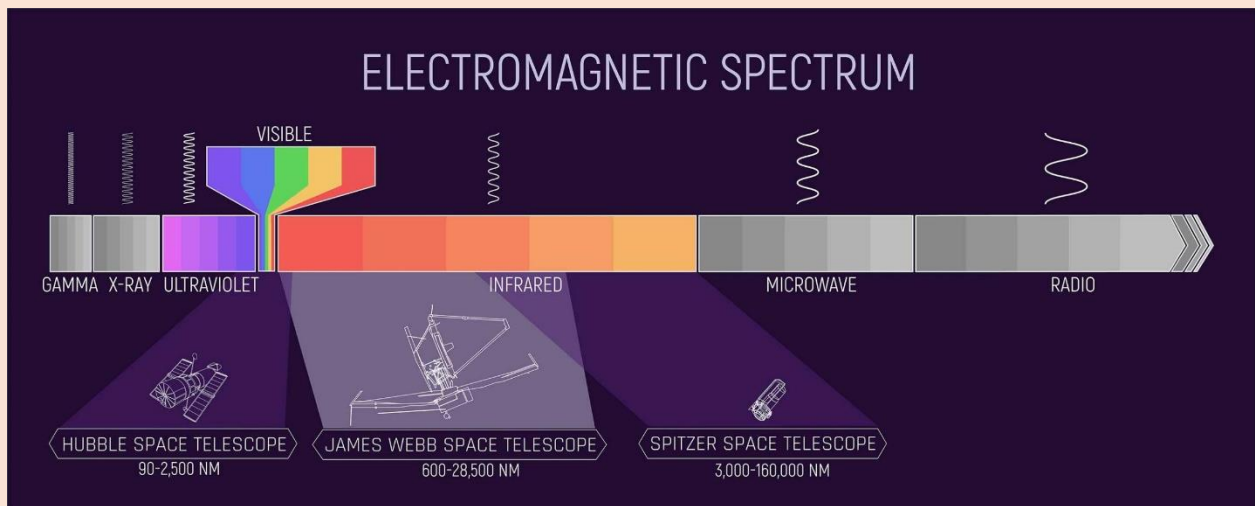
(τοπική ώρα) το James Webb Telescope εκτοξεύεται με επιτυχία στο διάστημα. Οι πρώτες φωτογραφίες δημοσιεύονται τον Ιούλιο του 2022.



Η Κατασκευή του Τηλεσκοπίου

Πώς έμοιαζε όμως το πρώιμο Σύμπαν; Πότε εμφανίστηκαν τα πρώτα αστέρια και γαλαξίες; Πώς εξελίχθηκαν οι πρώτοι γαλαξίες; Τι μπορούμε να μάθουμε για τη σκοτεινή ύλη και τη σκοτεινή ενέργεια; Πώς και πού σχηματίζονται τα αστέρια; Πώς πεθαίνουν τα αστέρια και τι συνέπειες έχει ο θάνατός τους; Πού και πώς σχηματίζονται και εξελίσσονται τα πλανητικά συστήματα; Η δημιουργία αυτού του τηλεσκοπίου απαντά σε αυτά τα ερωτήματα.

Για να καταφέρει αυτή του την αποστολή χρησιμοποιεί υπερσύγχρονα και εξειδικευμένα συστήματα παρατήρησης και καταγραφής εικόνων. Τα τέσσερα επιστημονικά όργανα του διαστημικού τηλεσκοπίου James Webb είναι ικανά να εξετάσουν το σύμπαν σε ένα εύρος φωτός που ονομάζεται υπέρυθρο, το οποίο βρίσκεται πέρα από το κόκκινο άκρο του ορατού φάσματος του φωτός. Τα υπέρυθρα μήκη κύματος κατηγοριοποιούνται σε εγγύς, μεσαίας και μακρινής υπέρυθρης ακτινοβολίας. Κάθε σύστημα του τηλεσκοπίου έχει μοναδικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν στους αστρονόμους να μελετούν μια ποικιλία αντικειμένων με διαφορετικούς τρόπους.



Το Φάσμα του Ορατού και μη Φωτός

Η κύρια κάμερα του JWST, η NIRCam (Near Infrared Camera) καταγράφει μήκη κύματος κοντά στο υπέρυθρο φάσμα. Επίσης, μπορεί να ανιχνεύσει φως από τους πρώτους γαλαξίες στη διαδικασία σχηματισμού τους, αστέρια από κοντινούς γαλαξίες, νεαρά αστέρια στον Γαλαξία μας και διαστημικά αντικείμενα από μια μακρινή περιοχή του ηλιακού μας συστήματος που ονομάζεται Ζώνη Kuiper. Η συγκεκριμένη κάμερα βοηθά στην έρευνα των εξωπλανητών. Η ικανότητα απεικόνισης του στεφανογράφου και της λήψης φωτογραφιών σε βάθος χρόνου του επιτρέπουν να παρακολουθεί την κίνηση των εξωπλανητών καθώς περιφέρονται γύρω από το άστρο τους.

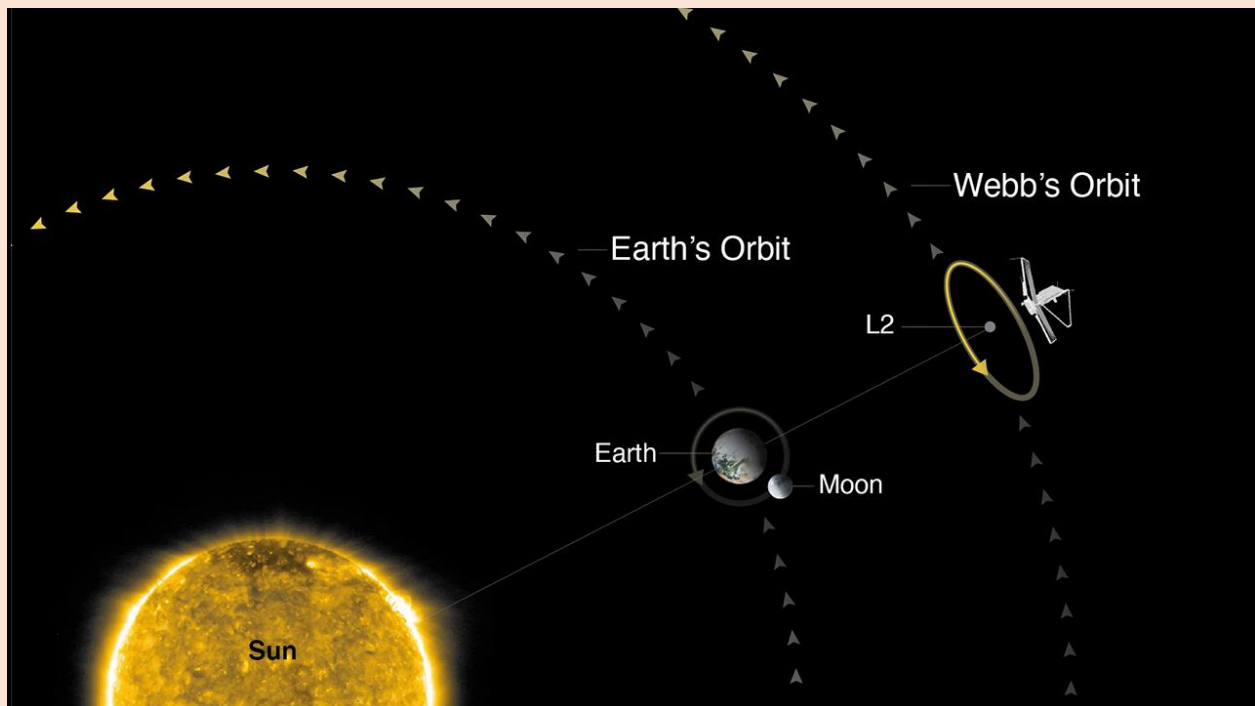
Το NIRSpec (Near Infrared Spectrograph) είναι ένας φασματογράφος πολλών αντικειμένων κοντά στο υπέρυθρο. Ο φασματογράφος είναι μια συσκευή που διασπά το φως στα χρώματα των συστατικών του για λεπτομερή ανάλυση. Το NIRSpec ανιχνεύει μήκη κύματος φωτός κοντά στο υπέρυθρο και είναι ικανό να παρατηρεί περισσότερα από 100 αντικείμενα ταυτόχρονα χάρη στην καινοτόμο διάταξη του μικροδιαφράγματος. Έχει σχεδιαστεί για να μελετά, μεταξύ άλλων, τον σχηματισμό άστρων και τη χημική σύνθεση νεαρών, μακρινών γαλαξιών.

Το MIRI (Medium Infrared Instrument) είναι όργανο μέσης υπέρυθρου που διαθέτει μια ευαίσθητη κάμερα και ένα φασματογράφο για τη μελέτη μακρινών αστρικών σύμπλεγμάτων, τα χαρακτηριστικά των νεοσύστατων / νεογέννητων άστρων και το μέγεθος των δύσκολα ορατών διαστημικών αντικειμένων της Ζώνης Kuiper. Το MIRI είναι επίσης εξοπλισμένο με στεφανογράφο, ο οποίος

εμποδίζει τη λάμψη φωτεινών αντικειμένων για να επιτρέψει πιο σαφείς και αναλυτικές παρατηρήσεις των αμυδρά ορατών αντικειμένων κοντά του, όπως εξωπλανήτες που περιστρέφονται γύρω από ένα αστέρι.

Το FGS (Fine Guidance Sensors) είναι η κάμερα-οδηγός του Webb, η οποία βοηθάει στην πλοήγηση του τηλεσκοπίου. Το NIRISS (Near-Infrared Imager and Slitless Spectrograph) συγκεντρώνει φάσματα και καταγράφει εικόνες του σύμπαντος σε μήκη κύματος κοντά στο υπέρυθρο, παρατηρώντας τα εξαιρετικά φωτεινά αλλά και αμυδρά αντικείμενα. Το NIRISS θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τη μελέτη της σύνθεσης ατμοσφαιρικών εξωπλανητών. Το FGS και το NIRISS μπορεί να έχουν διαφορετικούς σκοπούς αλλά βρίσκονται σε μία κοινή μονάδα.

Το τηλεσκόπιο πραγματοποιεί ηλιακή τροχιά $1,5 * 10^6$ km μακριά από τη Γη στο δεύτερο σημείο «Lagrange ή L2». Αυτή η θέση επιτρέπει στο τηλεσκόπιο να παραμένει σε παράλληλη ευθεία με τη Γη όσο βρίσκεται σε τροχιά. Κατά αυτό τον τρόπο η μεγάλη ηλιοπροστασία του δορυφόρου προστατεύει το τηλεσκόπιο από το φως και τη θερμότητα του Ήλιου, της Γης και της Σελήνης. Ο σωστός προσανατολισμός αυτής της ηλιοπροστασίας προστατεύει την κάμερα από θερμότητα και φως, τα οποία θα παρεμβάλλαν τις λήψεις υπέρυθρων, αφού συχνά αυτές γίνονται αισθητές ως θερμότητα. Το τηλεσκόπιο χρειάζεται περίπου έξι μήνες για να ολοκληρώσει μια ολόκληρη ηλιακή τροχιά. Προβλέπεται να συνεχίσει αυτή την κίνηση για τα επόμενα 20 χρόνια, όντας διαρκώς σε επικοινωνία με τους επιστήμονες στη Γη. Μάλιστα η τοποθεσία L2 όχι μόνο διευκολύνει αυτή την επικοινωνία, αλλά του επιτρέπει να «ισορροπεί» μεταξύ των βαρυτικών πεδίων Γης και Ήλιου, χωρίς τις σκιές του Φεγγαριού ή της Γης να παρεμποδίζουν τις λήψεις.



Η Τροχιά L2 του JWST

Μέχρι τώρα το JWST έχει αποφέρει καταπληκτικά αποτελέσματα τα οποία έχουν αλλάξει τα δεδομένα στην αστρονομία όπως τα ξέραμε. Αρχικά, το τηλεσκόπιο μελετά πιθανούς βιώσιμους εξωπλανήτες σκανάροντας την σύνθεση των ατμοσφαιρών τους για αέρια ζωτικής σημασίας για τη ζωή όπως εμείς την ξέρουμε. Επιπρόσθετα παρακολουθεί τις μεταβολές στη σύσταση των ατμοσφαιρών πλανητών του ηλιακού μας συστήματος. Αυτό περιλαμβάνει τον Δία, τον Κρόνο, τον Ουρανό και τον Ποσειδώνα. Παρατηρώντας της Ζώνη Kuiper, βρίσκει απαντήσεις σχετικά με την προέλευση μικρών διαστημικών αντικειμένων στο ηλιακό μας σύστημα. Ακόμη, βοηθά τους αστρονόμους να μελετήσουν γαλαξίες οι οποίοι σχηματίστηκαν μόλις 100 εκατομμύρια χρόνια μετά το Big Bang. Εκτός από αυτό, δεν πρέπει να παραλείψουμε το γεγονός ότι το ενδιαφέρον των μέσων και του κοινού έχει οξυνθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, λόγω των μαγευτικών λήψεων του JWST. Κατά συνέπεια ο ενθουσιασμός για την εξερεύνηση του διαστήματος έχει αυξηθεί ολικά. Τέλος, το JWST είναι ένα ακόμα παράδειγμα επιτυχούς, διεθνούς συνεργασίας στον επιστημονικό κόσμο.

«Πυλώνες της Δημιουργίας» («Pillars of creation»)

Τα «Pillars of Creation» αποτελούν ένα τεράστιο διαστημικό νέφος κοντά στο νέφος του αετού ("The Eagle Nebula") περίπου 6.500 έτη φωτός μακριά μας. Αποτελείται κυρίως από κρύο μοριακό υδρογόνο και αστρική σκόνη και δημιουργήθηκε μετά από έκθεση στην ακτινοβολία αρχαίων αστέρων. Αυτή η καινούργια λήψη επιτρέπει στους επιστήμονες να κατασκευάσουν ακριβέστερα μοντέλα και να κατανοήσουν καλύτερα τις διαδικασίες δημιουργίας νέων αστεριών μέσα στον νέφος.



Οι Πυλώνες της Δημιουργίας

Ο WASP-39 b είναι ένας καυτός, γίγαντας αερίου με μάζα 0,28 φορές τη μάζα του Δία και διάμετρο 1,3 φορές μεγαλύτερη από αυτού, σε τροχιά 7,2 εκατομμύρια (0,0486 αστρονομικές μονάδες) από το άστρο του. Η μάζα και η διάμετρος του αστεριού WASP-39 είναι ελάχιστα μικρότερες από αυτές του ήλιου. Επειδή είναι τόσο κοντά στο αστέρι του, ο WASP-39 b είναι πολύ ζεστός και είναι πιθανό να είναι παλιρροϊκά κλειδωμένος, με τη μία πλευρά του να κοιτάζει το αστέρι κάθε στιγμή. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από το φασματογράφο (NIRSpec) δείχνουν ξεκάθαρα την ύπαρξη διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, σε αντίθεση με προηγούμενα τηλεσκόπια.

Η παρούσα απεικόνιση βασίζεται σε έμμεσες παρατηρήσεις του Webb σε συνεργασία με άλλα διαστημικά και επίγεια τηλεσκόπια. Το Webb δεν έχει τραβήξει απευθείας εικόνα αυτού του πλανήτη.



Ο Εξωπλανήτης WASP-39 b (illustration)

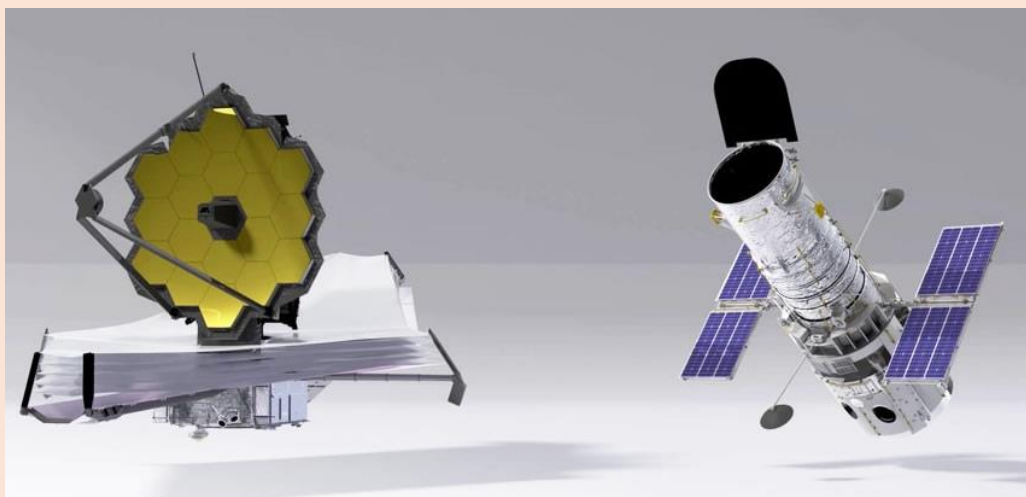
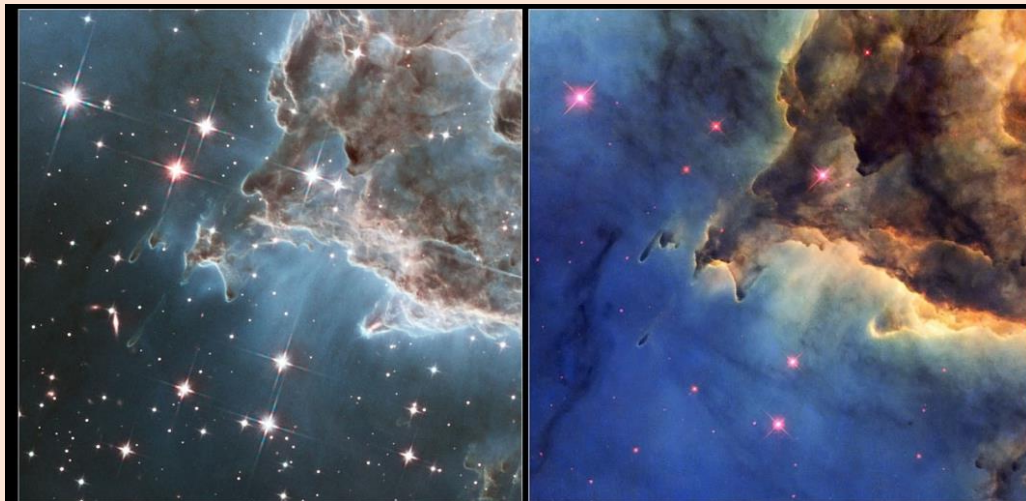
Χιλιάδες γαλαξίες γεμίζουν αυτήν την εικόνα του συμπλέγματος γαλαξιών SMACS 0723. Η απεικόνιση υψηλής ανάλυσης από το διαστημικό τηλεσκόπιο JWST σε συνδυασμό με ένα φυσικό φαινόμενο γνωστό ως gravitational lensing καθιστά δυνατή μια τέτοια λήψη. Δεν είναι όλοι οι γαλαξίες κατοπτρισμένοι, κάποιοι είναι απλά τεντωμένοι. Άλλοι εμφανίζονται διάσπαρτοι, με ίχνη αστεριών. Οι γαλαξίες σε αυτή τη σκηνή που βρίσκονται πιο μακριά δεν μοιάζουν καθόλου με τους σπειροειδείς ή τους ελλειπτικούς γαλαξίες που παρατηρούνται στο τοπικό σύμπαν. Η εξαιρετικά λεπτομερής εικόνα του Webb βοηθά τους ερευνητές να μετρήσουν τις ηλικίες και αστρικές μάζες μέσα σε αυτό το σύμπλεγμα γαλαξιών. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε πιο ακριβή μοντέλα γαλαξιών, κατά την μαζική τους δημιουργία. Τελικά, οι παρατηρήσεις του Webb θα βοηθήσουν τους αστρονόμους να κατανοήσουν καλύτερα πώς σχηματίζονται και αναπτύσσονται οι γαλαξίες στο πρώιμο σύμπαν.

Όμως πώς το JWST αποδίδει σε σχέση με το τηλεσκόπιο-προκάτοχό του, το Hubble Space Telescope; Πολλές ομοιότητες και διαφορές σε ότι αφορά στη λειτουργία, τα χαρακτηριστικά και τις λήψεις των δύο τηλεσκοπίων. Αρχίζοντας, όπως ξέρουμε ήδη, το JWST «βλέπει» και λειτουργεί σε ένα μεγάλο φάσμα του υπέρυθρου φωτός. Το HST από την άλλη, λειτουργεί σε ένα πολύ περιορισμένο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας, καθώς το κύριο φάσμα λειτουργίας του είναι η υπεριώδης ακτινοβολία. Μάλιστα το κάτοπτρο του JWST είναι μεγαλύτερο από αυτό του HST επιτρέποντάς του να έχει μεγαλύτερο οπτικό πεδίο. Φυσικά, μια μεγάλη διαφορά είναι οι τροχιές των δύο τηλεσκοπίων. Το JWST πραγματοποιεί ηλιακή τροχιά ενώ το HST διεξάγει τροχιά γύρω από τη Γη. Οι δυο αυτές θέσεις προσφέρουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για τη λειτουργία των τηλεσκοπίων.



Το Γαλαξιακό Σύμπλεγμα SMACS 0723

Τέλος, αξίζει να συγκρίνουμε τις λήψεις των δύο τηλεσκοπίων πλευρά-πλευρά.
Ποιες είναι οι καλύτερες είναι άποψη του κοινού



Κλείνοντας, και λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, μπορούμε μόνο να αναστοχαστούμε το αντίκτυπο του James Webb Telescope, όχι μόνο στο επιστημονικό επίπεδο, στο κοινωνικό αλλά και σε επίπεδο υπαρξιακό, αφού αυτό το τηλεσκόπιο αποτελεί πραγματικά τα μάτια της ανθρωπότητας στο σύμπαν μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

"Comparison: Webb Vs Hubble Telescope - Webb/NASA." *Webb Space Telescope GSFC/NASA*,
www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html.
Accessed 5 Feb. 2023.

"Exoplanet WASP-39 B and Its Star (Illustration)." *WebbTelescope.org*,
webbtelescope.org/contents/media/images/2022/042/01GB2RY402Q5S5AKS6H57JJ8M4?Category=04-nebulas&Category=06-exoplanets&page=2&filterUUID=91dfa083-c258-4f9f-bef1-8f40c26f4c97.
Accessed 5 Feb. 2023.

Howell, Elizabeth. "NASA's James Webb Space Telescope Mission: Live Updates." *Space.com*, 12 Oct. 2022, www.space.com/news/live/james-webb-space-telescope-updates. Accessed 5 Feb. 2023.

"Infrared Astronomy." *WebbTelescope.org*, webbtelescope.org/webb-science/the-observatory/infrared-astronomy. Accessed 5 Feb. 2023.

"James Webb." *Encyclopedia Britannica*,
www.britannica.com/biography/James-Edwin-Webb. Accessed 5 Feb. 2023.

Kramer, Miriam. "New JWST Photo Reveals the Pillars of Creation As Never Before." *Axios*, 19 Oct. 2022, www.axios.com/2022/10/19/jwst-pillars-of-creation-photo. Accessed 5 Feb. 2023.

"The Math That Helps the James Webb Space Telescope Sit Steady in Space."

Popular Mechanics, 29 Apr. 2022,

www.popularmechanics.com/space/a39679658/lagrange-points-james-webb-space-telescope/. Accessed 5 Feb. 2023.

"NASA's Webb Takes Star-Filled Portrait of Pillars of Creation." NASA,

18 Oct. 2022, www.nasa.gov/feature/goddard/2022/nasa-s-webb-takes-star-filled-portrait-of-pillars-of-creation/. Accessed 5 Feb. 2023.

"Orbit - Webb/NASA." *Webb Image Release- Webb Space Telescope*

GSFC/NASA, jwst.nasa.gov/content/about/orbit.html. Accessed 5 Feb. 2023.

"Orbit - Webb/NASA." *Webb Image Release- Webb Space Telescope*

GSFC/NASA, webb.nasa.gov/content/about/orbit.html. Accessed 5 Feb. 2023.

"Pillars of Creation (NIRCam Image)." *WebbTelescope.org*,

webbtelescope.org/contents/media/images/2022/052/01GF423GBQSK6ANC89NTFJW8VM?Category=03-galaxies&Category=04-nebulas&Category=06-exoplanets&page=2&filterUUID=91dfa083-c258-4f9f-bef1-8f40c26f4c97. Accessed 5 Feb. 2023.

"Webb's First Deep Field (NIRCam Image)." *WebbTelescope.org*,

webbtelescope.org/contents/media/images/2022/035/01G7DCWB7137MYJ05CSH1Q5Z1Z?Category=03-galaxies&page=2&filterUUID=91dfa083-c258-4f9f-bef1-8f40c26f4c97. Accessed 5 Feb. 2023.

"Webb's Science Tools." *WebbTelescope.org*, 15 Oct. 2021,

webbtelescope.org/contents/articles/whats-in-webbs-toolkit. Accessed 5 Feb. 2023.

Τα Μεγάλα Κατοπτρικά Τηλεσκόπια

Παναγιώτης Τσαβδαρίδης, Γ9

Μιχαήλ Τσαϊτουρίδης, Γ9

Κωνσταντίνος Χατζηδάκης, Γ9

Από την πρώτη στιγμή της ύπαρξής του στη Γη, ο άνθρωπος κοιτάζε και προσπαθούσε να εξερευνήσει στον ουρανό, χρησιμοποιώντας τα μάτια του ως μοναδικό όργανο παρατήρησης. Όπως καταλαβαίνουμε, η εφεύρεση του τηλεσκοπίου ήταν καθοριστική για την μελέτη του ουρανού. Σήμερα τα πολύ μεγάλα τηλεσκόπια συλλέγουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, την οποία αναλύουν με υπερσύγχρονα επιστημονικά όργανα, ώστε να μπορούμε να διακρίνουμε από τη Γη αντικείμενα πολύ απομακρυσμένα από εμάς. Στην εργασία μας για τα κατοπτρικά τηλεσκόπια, θα δούμε πώς ξεκίνησαν όλα αυτά μέσα από μία σύντομη ιστορική αναδρομή για το πολύ σπουδαίο αυτό όργανο της αστρονομίας, και στη συνέχεια θα μελετήσουμε τη βασική δομή και τη λειτουργία του. Θα αναφερθούμε στη διάταξη των κατόπτρων καθώς και στους τρόπους στήριξης του οπτικού σωλήνα. Στη συνέχεια θα το συγκρίνουμε με άλλα είδη τηλεσκοπίων και θα αναφέρουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του σε σχέση με αυτά. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας μας θα παρουσιάσουμε τα σημαντικότερα κατοπτρικά τηλεσκόπια στην Ελλάδα και στον Κόσμο. Εκεί θα αναφέρουμε και την εμπειρία που είχαμε στο κατοπτρικό τηλεσκόπιο του Γεροσταθοπούλειου Αστεροσκοπείου του Πανεπιστημίου Αθηνών, αλλά και στο τηλεσκόπιο του Αστεροσκοπείου της Πεντέλης, που παρόλο που είναι διοπτρικό τηλεσκόπιο μας έδωσε την ευκαιρία να παρατηρήσουμε τις διαφορές ανάμεσα στα δύο αυτά είδη.

Ιστορική αναδρομή

Από τους αρχαιότετους ακόμα χρόνους αρχαίοι Έλληνες μαθηματικοί και φιλόσοφοι σημείωσαν τις πρώτες τους παρατηρήσεις. Ο Ευκλείδης μάλιστα διατύπωσε για πρώτη φορά τον νόμο της ανάκλασης, στον οποίο ισχυρίζεται ότι όταν το φως ταξιδεύει ευθύγραμμα, αντανακλάται από ένα κάτοπτρο κατά την ίδια γωνία με την οποία προσέπεσε σε αυτό. Ο Πτολεμαίος έρχεται να συμπληρώσει το έργο του Ευκλείδη, δίνοντας μία πιο ακριβής διατύπωση: όταν μία ακτίνα φωτός ανακλάται από μια ομαλή επιφάνεια, η γωνία προσέγγισης (η γωνία μεταξύ της ακτίνας προσέγγισης και της επιφάνειας στην οποία ανακλάται) είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης (η γωνία μεταξύ της ανακλασμένης ακτίνας και της επιφάνειας).

Αιώνες αργότερα, πιο συγκεκριμένα τον 13ο αιώνα ο Ιταλός εφευρέτης Salvinio D' Armati ανακάλυψε τα πρώτα γυαλιά για την θεραπεία πάθησης του οφθαλμού. Τα εν λόγω γυαλιά αποτέλεσαν μήτρα για τη μεταγενέστερη κατασκευή των τηλεσκοπίων, με σκοπό την ανακάλυψη του ευρύτερου σύμπαντος. Στο προσκήνιο εμφανίζεται ο Γαλιλαίος, ο οποίος ήταν ο πρώτος που έστρεψε το τηλεσκόπιο του στον ουρανό για να παρατηρήσει το ηλιακό μας σύστημα. Το 1611, ο Ιωάννης Δημησιάνος χρησιμοποίησε τον σύνθετο όρο τηλεσκόπιο, από το πρόθημα τηλέ- (=μακριά) και το απαρέμφατο σκοπεῖν (=βλέπω, παρατηρώ). Δεκαετίες αργότερα, ο Ολλανδός μαθηματικός και αστρονόμος Christiaan Huygens σημείωσε παρατηρήσεις για το Κρόνο, τα δαχτυλίδια του και ανακάλυψε το μεγαλύτερο φεγγάρι του πλανήτη αυτού τον Τιτάνα. Το 1668 ο Νεύτωνας κατασκεύασε το πιο λειτουργικό κατοπτρικό τηλεσκόπιο στο οποίο διόρθωσε σφάλματα που εμφανίστηκαν σε τηλεσκόπια προηγούμενων γενιών.

Κατά τη διάρκεια των αιώνων που μεσολαβούν μέχρι και σήμερα, καινοτόμα μυαλά έχουν αφήσει το στίγμα τους στην επιστήμη της Αστρονομίας. Ο James Gregory, η οικογένεια Clark, ο Hubble, (ονόματα που για πολλούς από εμάς είναι άγνωστα), η περιέργειά τους για το τί υπάρχει εκεί έξω σε συνδυασμό με την άσβηστη φλόγα για γνώση και έρευνα μας οδήγησαν στην αστρονομία του σήμερα. Κυρίως τη δεκαετία του 90, όπου επιστήμονες της NASA κατασκεύασαν

εξαγωνικά κάτοπτρα ώστε να καταλαμβάνουν μεγαλύτερη επιφάνεια και άρα περισσότερη ευελιξία

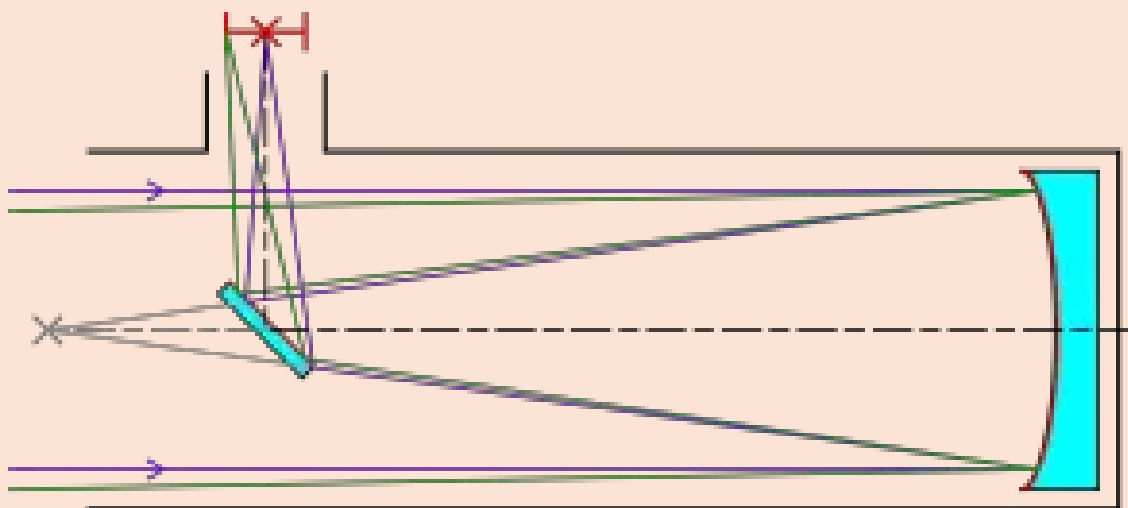
Μεγάλη αναφορά πρέπει να γίνει κάπου εδώ και στον Έλληνα Χιώτη επίτιμο διευθυντή του Τμήματος Διαστημικής του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Φυσικής του Πανεπιστημίου Johns Hopkins, κύριο Σταμάτη Κριμιζή. Έχοντας στη διάθεσή του το έργο των προγενέστερων συναδέλφων του, το τηλεσκόπιο με το οποίο εργάζεται και ερευνά η ομάδα του κυρίου Κριμιζή ονομάζεται James Webb Space Telescope, με το οποίο επιχειρείται ένα από τα μεγαλύτερα άλματα της ανθρωπότητας στην εξερεύνηση του Διαστήματος. Μέσα στην ιστορική αναδρομή δεν πρέπει να αφήσουμε το γεγονός ότι τα τηλεσκόπια έχουν ενεργοποιήσει μέχρι και την τέχνη. Συγκεκριμένα, καλλιτέχνες όπως η Άσλεϊ Ζελίνσκι εμπνεύστηκε σειρά από έργα της μετά τις ανακαλύψεις που έγιναν με τη βοήθεια του 10 δισεκατομμυρίων δολαρίων τηλεσκοπίου.

Κάπως έτσι λοιπόν αντιλαμβανόμαστε ότι μέσα στο γενικότερο ιστορικό πλαίσιο, η εξέλιξη των τηλεσκοπίων έχει ανοίξει καινούριες πύλες στους ουρανούς και έχει βοηθήσει εν γένει την ανθρωπότητα να κατανοήσει την απεραντοσύνη του Σύμπαντος, δηλαδή το ότι δεν είμαστε ο μοναδικός πλανήτης και αποτελούμε απλώς μία ισχνή τελεία σε ένα λαβύρινθο από διαστημικά στοιχεία .

Μέρη και τρόπος λειτουργίας

Ξέρουμε ότι ο ρόλος του τηλεσκοπίου είναι να συλλέγει περισσότερο φως συγκριτικά με το μάτι οπότε καταλαβαίνουμε ότι ένα τηλεσκόπιο, όσο πιο μεγάλο κάτοπτρο έχει, τόσο περισσότερο φως συγκεντρώνει. Έχοντας αυτό υπόψη μας, θα δούμε την δομή, τον τρόπο λειτουργίας και τον τρόπο στήριξης των κατοπτρικών τηλεσκοπίων.

Τα κατοπτρικά τηλεσκόπια αποτελούνται από τον οπτικό σωλήνα και από έναν σκελετό (την στήριξη), πάνω στον οποίο στηρίζεται ο οπτικός σωλήνας. Πιο συγκεκριμένα ο οπτικός σωλήνας περιλαμβάνει δύο κάτοπτρα και έναν φακό και είναι ανοικτός. Στο μπροστινό μέρος του οπτικού σωλήνα τοποθετείται το πρωτεύον κάτοπτρο ενώ το δευτερεύον στο πίσω μέρος. Οι ακτίνες του φωτός



έρχονται από το άνοιγμα που έχει μπροστά ο σωλήνας, πέφτουν στο πρωτεύον κάτοπτρο, ανακλώνται στο δευτερεύον επίπεδο κάτοπτρο, το οποίο βρίσκεται σε κλίση 45 μοιρών και στέλνει τις ακτίνες στον προσοφθάλμιο, από όπου τις παρατηρούμε. Στην δομή αυτή ο προσοφθάλμιος φακός, βρίσκεται πιο ψηλά στον οπτικό σωλήνα. Η παραπάνω αυτή σχεδίαση ονομάζεται Νευτώνεια σχεδίαση και είναι η πιο συνηθισμένη σχεδίαση των κατοπτρικών τηλεσκοπίων.

Η βασική αυτή δομή, εξελίχθηκε στο πέρασμα των χρόνων και έτσι δημιουργήθηκαν παραλλαγές που έχουν πάρει το όνομα του αντίστοιχου εφευρέτη αστρονόμου (Γρηγοριανό, Κασσεγκραίν, Φουκώ, Σμιτ, Μακσούτωφ). Οι παραλλαγές αυτές ενσωματώνουν πολλές φορές πρόσθετα οπτικά στοιχεία για να βελτιώσουν την ποιότητα ή τη θέση της εικόνας. Μία άλλη παραλλαγή είναι το καταδιοπτρικό τηλεσκόπιο (Johes- Bird), το οποίο συνδυάζει καθρέφτη και φακό. Στα περισσότερα σύγχρονα τηλεσκόπια το κύριο κάτοπτρο αποτελείται από έναν συμπαγή γυάλινο κύλινδρο, του οποίου η εμπρόσθια επιφάνεια έχει λειανθεί με υψηλή ακρίβεια σε σφαιρικό ή παραβολοειδές σχήμα. Πάνω στην επιφάνεια αυτή υπάρχει μία λεπτή στρώση αλουμινίου.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η στήριξη των τηλεσκοπίων. Υπάρχουν δυο είδη στήριξης, η αλταζιμουθιακή και η ισημερινή. Η αλταζιμουθιακή στήριξη είναι γνωστή και ως μεσημβρινή στήριξη (και τα τηλεσκόπια ονομάζονται μεσημβρινά). Στην στήριξη αυτή ο ένας άξονας είναι κατακόρυφος και ο άλλος οριζόντιος και χρησιμοποιείται κυρίως για τον χειρισμό βαρειών τηλεσκοπίων, που με τον τρόπο αυτόν μπορούν να κινούνται σε δύο κατευθύνσεις,

κατακόρυφα και οριζόντια. Στην ισημερινή στήριξή των (ισημερινών) τηλεσκοπίων ο ένας άξονας είναι παράλληλος στον άξονα περιστροφής της Γης ενώ ο άλλος άξονας είναι κάθετος στον πρώτο. Η ισημερινή στήριξη είναι μία πολύ μεγάλη κατηγορία στηρίξεων μέσα στην οποία βρίσκονται οι εξής τύποι: Γερμανικός, ο Αγγλικός, ο τροποποιημένος Αγγλικός ή διπλού ζυγού, ο διχαλωτός και ο πεταλοειδής των οποίων η λειτουργία είναι πολύ περιπλοκή και εμπλέκει πολλές μαθηματικές και αστρονομικές έννοιες.

Σύγκριση με άλλα τηλεσκόπια υπέρ και κατά

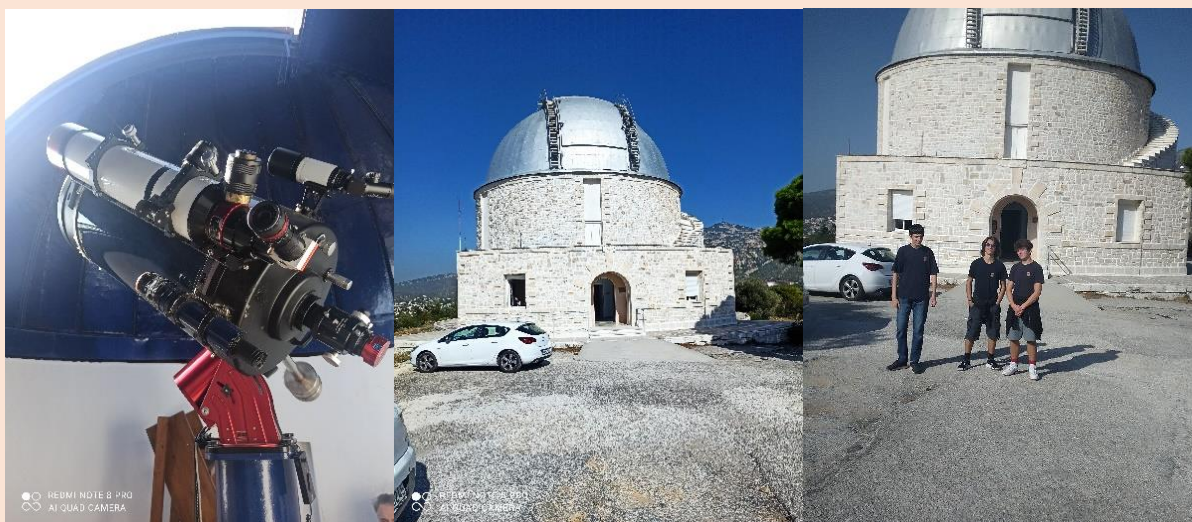
Τα κατοπτρικά τηλεσκόπια είναι όπως έχουμε ήδη αναφέρει ένα από τα τρία είδη οπτικών τηλεσκοπίων. Σε σχέση με τα υπόλοιπα τηλεσκόπια έχει ορισμένα πλεονεκτήματα που το ξεχωρίζουν από τα άλλα είδη. Αρχικά η τελική εικόνα του τηλεσκοπίου είναι φωτεινότερη και ακριβέστερη. Χάρη στο μικρό μέγεθος ο χρήστης μπορεί να μεταφέρει με μεγάλη ευκολία ένα κατοπτρικό τηλεσκόπιο. Επίσης τα κατοπτρικά τηλεσκόπια είναι πολύ οικονομικά καθώς το μέγεθός τους πλησιάζει τα 100 mm και επειδή οι καθρέπτες κοστίζουν λιγότερο από τους φακούς. Τα ανακλαστικά τηλεσκόπια δεν επηρεάζονται από χρωματική εκτροπή διότι όλα τα μήκη κύματος του ανακλώμενου φωτός θα αντανakλούν ομοιόμορφα τον καθρέφτη, καθώς το ανακλώμενο φως δεν διασκορπίζεται ανάλογα με το μήκος κύματος. Ακόμη τα περισσότερα κατοπτρικά τηλεσκόπια χρησιμοποιούν ένα σφαιρικό καθρέφτη με μία πλάκα διόρθωσης η οποία διορθώνει την εστίαση. Επιπλέον όλα τα σύγχρονα ερευνητικά τηλεσκόπια και τα μεγάλα ερασιτεχνικά είναι τύπου ανακλαστήρα λόγω των πλεονεκτημάτων του έναντι του διαθλαστικού τηλεσκοπίου. Ο καθρέφτης του τηλεσκοπίου ανακλαστήρα έχει παραβολικό σχήμα επειδή οι ακτίνες φωτός είναι παράλληλες μεταξύ τους. Ο παραβολικός διαμορφωμένος καθρέφτης συγκεντρώνει τις παράλληλες ακτίνες φωτός σε ένα ενιαίο σημείο με αποτέλεσμα μια καλύτερη εικόνα και συνάμα πιο αποτελεσματική μελέτη και παρατήρηση των ουράνιων σωμάτων.

Από την άλλη πλευρά όμως υπάρχουν πολλά μειονεκτήματα στα κατοπτρικά τηλεσκόπια. Η απεικόνιση των πεδίων δεν έχει τη χρωματική παρέκκλιση, εντούτοις η ευθυγράμμιση ή η ευθυγράμμιση του καθρέφτη βάσεων και του δευτεροβάθμιου επιπέδου καθρέφτη απαιτείται. Επίσης επειδή οι καθρέφτες σε αυτά τα πεδία είναι εκτεθειμένοι στο περιβάλλον απαιτείται να καθαρίζονται περιοδικά. Ακόμη τα κατοπτρικά τηλεσκόπια είναι πιο ευαίσθητα στην φωτορύπανση, το φαινόμενο κατά το οποίο ο ουρανός είναι πιο φωτεινός από το κανονικό με αποτέλεσμα να υπάρχει μειωμένη αντίθεση μεταξύ των αστερών και του φόντου του ουρανού. Σε μερικά κατοπτρικά τηλεσκόπια υπάρχει ένα διαφορετικό σχήμα καθρεφτών το οποίο παρουσιάζει ένα ελάττωμα το οποίο ονομάζεται κώμα και έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν ασαφείς εικόνες.

Μεγάλα Κατοπτρικά Τηλεσκόπια στην Ελλάδα

Σαν ομάδα και παίρνοντας όλοι μαζί την απόφαση της έρευνας ξεκινήσαμε το ταξίδι της ανακάλυψης των τηλεσκοπίων στον Ελλαδικό χώρο κάνοντας την πρώτη μας επίσκεψη όχι σε κατοπτρικό αλλά σε διοπτρικό τηλεσκόπιο, το τηλεσκόπιο του αστεροσκοπείου της Πεντέλης τεχνολογίας 1869 από το Γιορκ της Αγγλίας. Σχεδιασμένο και κατασκευασμένο από τον Robert Stirling Newall, από τον οποίο πήρε το όνομά του, αποτελούσε το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο της εποχής. Ο γιος του εφευρέτη, Hugh Frank Newall, το δώρισε στο πανεπιστήμιο του Cambridge για να δει τις δυνατότητες του τηλεσκοπίου να αποδίδουν και να προσφέρουν στον άνθρωπο νέους διαστημικούς ορίζοντες. Το 1958 το τηλεσκόπιο μεταφέρθηκε στο αστεροσκοπείο της Πεντέλης όπου και στεγάζεται μέχρι και σήμερα. Πρόκειται για ένα τηλεσκόπιο μήκους 9 m, με διάμετρο διόπτρου 62 cm και μάζα 9 ton.

Υπεύθυνος ξενάγησης και συνάντησης ήταν ο κος Β. Κολοκοτρώνης που αφιέρωσε 2 ώρες στο να μας μυήσει στον κόσμο των ηλιακών μετρήσεων με τηλεσκόπιο.



Συνεχίζοντας, πρώτο στη κατάταξη κατοπτρικών τηλεσκοπίων είναι το τηλεσκόπιο του Αστεροσκοπείου στο Κρυονέρι. Βρίσκεται στο όρος Κυλλήνη κοντά στον οικισμό του Κρυονερίου Κορινθίας. Κατασκευάστηκε το 1975 και μέχρι το 1995 αποτελούσε το μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο το οποίο λειτουργούσε για επιστημονική έρευνα. Με διάμετρο πρωτεύοντος κατόπτρου 1,2 m, κατατάσσεται ως το 3^ο μεγαλύτερο τηλεσκόπιο στην Ελλάδα και αποτελεί το μεγαλύτερο διαστημικό κόμβο για την Νοτιοανατολική Ευρώπη. Ο οπτικός σωλήνας τύπου Cassegrain είναι τοποθετημένος σε ισημερινή στήριξη γερμανικού τύπου ενώ έχει και τη δυνατότητα για εστία Γκουντέ. Αξίζει να σημειωθεί ότι πραγματοποιούνται σημαντικά ερευνητικά προγράμματα με αιχμή του δόρατος τις συστηματικές παρατηρήσεις των εκλάμψεων που προκαλούνται από προσκρούσεις μετεωροειδών στην επιφάνεια της σελήνης. Επίσης, παρατηρεί τη τροχιά διαστημόπλοιων και δυνητικά επικίνδυνων σωμάτων όπως μετεωρίτες για την ασφάλεια των αστροναυτών.

Ανεβαίνοντας κατάταξη, το τηλεσκόπιο του Αστεροσκοπείου Σκίνακα είναι το δεύτερο μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο σε όλη την Ελλάδα. Κατασκευάστηκε το 1995 και αποτέλεσε το μεγαλύτερο τηλεσκόπιο ως το 2007, όταν το τίτλο αυτό τον διεκδίκησε το τηλεσκόπιο του Χελμού, για το οποίο θα μιλήσουμε παρακάτω. Το συγκεκριμένο τηλεσκόπιο είναι τοποθετημένο στη κορυφή Σκίνακας του όρους Ψηλορείτη στη Κρήτη. Κατασκευάστηκε στο πλαίσιο συνεργασίας με τη γερμανική εταιρεία Carl Zeiss (Γερμανίδα σε καταγωγή), ενώ η ισημερινή στήριξη διχαλωτού τύπου κατασκευάστηκε από την

Αμερικανική DFM Engineering. Πρόκειται για τηλεσκόπιο τύπου Ritchey-Chretien με διάμετρο πρωτεύοντος κάτοπτρου 1,3 m, 10 cm περισσότερα από το τηλεσκόπιο Κρυονερίου. Δεν είναι τυχαία η γεωγραφική του θέση αφού βορειοδυτικά του Αστεροσκοπείου σε ευθεία απόσταση περίπου 6 km βρίσκεται το Ιδαίον Άνδρον, το διάσημο σπήλαιο όπου σύμφωνα με την μυθολογία ανατράφηκε ο Δίας. Κατασκευαστής του εν λόγω κατοπτρικού τηλεσκοπίου είναι μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες στο είδος αυτόματης οδήγησης τηλεσκοπίου Baader Planetarium. Και σε αυτή την περίπτωση τηλεσκοπίου, όλα ξεκίνησαν τυχαία μία άνοιξη της δεκαετίας του '80, όταν το άσβεστο πάθος του καθηγητή Γιάννη Παπαμαστοράκη, τον οδήγησε, παράλληλα με τα μαθήματα Αστροφυσικής που παρέδιδε στο Πανεπιστήμιο Κρήτης, να αναζητά μεταχειρισμένο τηλεσκόπιο κάπου στη Γερμανία ώστε να κάνει στους φοιτητές του πρακτική εξάσκηση. Κάπως έτσι έφτασε το τηλεσκόπιο στη Κρήτη.

Τώρα ήρθε η ώρα για τον «αρχηγό» των κατοπτρικών τηλεσκοπίων της Ελλάδας, το τηλεσκόπιο Αρίσταρχος του Αστεροσκοπείου του Χελμού. Είναι εγκατεστημένο σε υψόμετρο 2.340 m στο όρος Χελμός, κατασκευάστηκε το 2007 και από τότε μέχρι και σήμερα αποτελεί το νεότερο και μεγαλύτερο τηλεσκόπιο της Ελλάδας, των Βαλκανίων και δεύτερου μεγαλύτερου της ηπειρωτικής Ευρώπης. Το τηλεσκόπιο αυτό έχει διάμετρο 2,3 m, εστιακής απόστασης 18 m σε αλταζιμουθιακή στήριξη και είναι πιο εντυπωσιακό από κοντά παρά σε φωτογραφία.

Η επιλογή του συγκεκριμένου κατοπτρικού τηλεσκοπίου από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Διαστήματος ως πρώτου επίγειου σταθμού για μεγάλα διαστημικά προγράμματα (Skylight) είναι καθοριστική προκειμένου η χώρα μας να παίξει κεντρικό ρόλο στις εφαρμογές νέας γενιάς στον διαστημικό τομέα.

Πριν κλείσουμε αυτό το κεφάλαιο της εργασίας, θα θέλαμε να κάνουμε μία αναφορά στο τηλεσκόπιο του Γεροσταθοπούλειου Πανεπιστημιακού Αστεροσκοπείου που τοποθετήθηκε στην ταράτσα του τμήματος Φυσικής του Ε.Κ.Π.Α. εντός της πανεπιστημιούπολης του Ζωγράφου. Το συγκεκριμένο τηλεσκόπιο αποτελεί την δεύτερη επίσκεψή μας σε αντίστοιχο χώρο και ο καθηγητής Δρ. Κοσμάς Γαζέας ήταν ένας από αυτούς που το εγκαινίασαν με

την πρώτη παρατήρηση το Νοέμβριο του 1999. Είχαμε την τιμή να μιλήσουμε μαζί του, να του θέσουμε καίρια ερωτήματα και να μας δείξει πως γίνονται φωτομετρικές και φασματοσκοπικές μετρήσεις. Οι οφθαλμοσκοπικές παρατηρήσεις που κάναμε στον αττικό ουρανό είναι από τις εμπειρίες που δεν πρόκειται κανένας μας να ξεχάσει.

Ο κ. Κ. Γαζέας μας ενημέρωσε πως στην αυγή της νέας χιλιετίας το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών απέκτησε το δικό του παράθυρο στο σύμπαν.



Τα εγκαίνια έλαβαν χώρα το 2000. Όμως μόλις το 2012 έγιναν εργασίες στο ίδιο το τηλεσκόπιο αλλά και στον θόλο για να επιτευχθεί ο χειρισμός του, εξ ολοκλήρου μέσω υπολογιστών και από το 2012 έως και σήμερα είναι το πρώτο και μοναδικό ρομποτικό, αυτόματο και τηλεχειριζόμενο τηλεσκόπιο στην Ελλάδα.

Έτσι το τηλεσκόπιο με διάμετρο 0,4 m και εστιακού λόγου f-8, μαζί με τα συνοδευτικά του όργανα κόστισε την εποχή εκείνη περίπου 140.000 δολάρια και συνδέθηκε με την μνήμη της μητέρας του δωρητή κ. Λουκά Γεροσταθόπουλου, Ασημίνας.

Μεγάλα Κατοπτρικά Τηλεσκόπια στον Κόσμο

Εκτός από τον ελλαδικό χώρο υπάρχουν στον κόσμο μεγάλα κατοπτρικά τηλεσκόπια που διαδραματίζουν μεγάλο ρόλο στην εξερεύνηση του διαστήματος και στην εξέλιξη της επιστήμης της Αστρονομίας. Τέσσερα από αυτά ξεχωρίζουν από τα άλλα λόγω του μεγέθους τους, το οποίο τους δίνει προβάδισμα στην έρευνα. Τα τηλεσκόπια αυτά βρίσκονται σε περιοχές, όπου οι άνεμοι εξασφαλίζουν καθαρή ατμόσφαιρα, χαμηλή υγρασία και σκοτάδι.

Το τηλεσκόπιο GCT (Great Canary Telescope) είναι το μεγαλύτερο κατοπτρικό τηλεσκόπιο που υπάρχει αυτή την στιγμή στην Γη με διάμετρο 14,4 m. Αποτελείται από 36 επιμέρους καθρέπτες που λειτουργούν ως ένα ενιαίο κάτοπτρο. Έχει τοποθετηθεί στα Κανάρια νησιά της Ισπανίας και συγκεκριμένα στο νησί Λα Παλμα σε



Το τηλεσκόπιο είναι τοποθετημένο στην κορυφή ενός ανενεργού ηφαιστείου www.astro.rug.nl/~sundial/blog/index.php/2019/07/27/sundial-training-school-in-la-palma/

ύψος 2.400 m. Η κατασκευή του κόστισε περίπου 130 εκατομμύρια ευρώ, άρχισε το 2002 και τέλειωσε το 2008. Όμως το τηλεσκόπιο χρησιμοποιήθηκε ήδη από το 2007 και οι σοβαρές έρευνες άρχισαν το 2009. Η κατασκευή του τηλεσκοπίου χρηματοδοτήθηκε από διάφορα ιδρύματα, αστεροσκοπεία και οργανισμούς από την Ισπανία, το Μεξικό και τις Ηνωμένες πολιτείες. Για την κατασκευή του χρειάστηκαν παραπάνω από 1000 εργαζόμενοι από 100 εταιρίες που συμμετείχαν. Όσοι χρηματοδότησαν το GCT συμφώνησαν τον χρόνο χρήσης του τηλεσκοπίου που η κάθε χώρα δικαιούταν ανάλογα με την χρηματική τους ενίσχυση. Η Ισπανία δικαιούται το 90%, το Μεξικό το 5% και η Η.Π.Α το υπόλοιπο 5%.

Η κορυφή του ηφαιστείου Mauna Kea, στην Hawaïi, σε ύψος 4.145 m και είναι μία από τις καλύτερες τοποθεσίες

αστροπαρατήρησης στον κόσμο. Αυτό οφείλεται στο ύψος που εξασφαλίζει συνεχή ηλιοφάνεια, επειδή τα σύννεφα βρίσκονται χαμηλότερα από την



Τα δίδυμα τηλεσκόπια Keck άλλαξαν για πάντα την αστρονομία

www.huffingtonpost.gr/2016/02/21/story-asteroskopia-kek_n_9215818.html

κορυφή, στην καθαρότητα του αέρα που οφείλεται στην ερημία του τόπου και στην τοποθεσία τους στην μέση του ειρηνικού ωκεανού. Εκεί έχουν τοποθετηθεί 13 τηλεσκόπια από 11 χώρες. Αξιοσημείωτο είναι το αστρικό Παρατηρητήριο του Keck. Αποτελείται από δύο κατοπτρικά πανομοιότυπα τηλεσκόπια, διαμέτρου 10 m το καθένα, αποτελούμενα από 36 εξαγωνικά κάτοπτρα. Το Keck 1 που δημιουργήθηκε το 1993, και το Keck 2 που δημιουργήθηκε τρία χρόνια μετά, λειτουργούν συνδυαστικά. Αποτέλεσμα είναι να συλλέγει φως από μεγαλύτερη επιφάνεια από το GCT. Το κάθε τηλεσκόπιο ζυγίζει περισσότερο από 300 ton. Το παρατηρητήριο σήμερα διοικείται από μία μη κερδοσκοπική εταιρεία, με την συμμετοχή του Καλτεκ, του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνια και την NASA.

Επίσης στην Χαβάη, στην κορυφή του όρους Mauna Kea, έχει τοποθετηθεί από το Διεθνές Αστρονομικό Παρατηρητήριο της Ιαπωνίας, και το Διεθνές Ινστιτούτο Θετικών επιστημών το τηλεσκόπιο Subaru. Χρησιμοποιείται κυρίως ως όργανο έρευνας αλλά και όργανο πρακτικής διδασκαλίας των ερευνητών της επόμενης γενιάς. Στον χώρο επίσης του τηλεσκοπίου



www.subarutelescope.org



Τα τέσσερα τηλεσκόπια που σχηματίζουν το VLT μαζί με τα τέσσερα βοηθητικά. www.eso.org/public/teles-instr/paranal-observatory/vlt

οργανώνονται επίσης πολλές τουριστικές διαδρομές και εκπαιδευτικές εκδρομές. Έχει διάμετρο 8,4 m.

Η πιο σημαντική εγκατάσταση τηλεσκοπίου πάνω στην Γη αυτή την στιγμή European Southern Observatory, στο όρος Paranal στην έρημο Atacama της Χιλής σε ύψος 2.635 m. Πρόκειται για σειρά μή, είναι το Πολύ Μεγάλο Τηλεσκόπιο (VLT), που έχει τοποθετηθεί από το από 4 τηλεσκόπια, με διάμετρο κατόπτρου 8,2 m το καθένα. Ονομάζονται Antu, Kueyen, Melipal και Yeryn που σημαίνουν αστρικά αντικείμενα στην γλώσσα των ιθαγενών της νότιας Χιλής. Υποστηρίζονται από άλλα 4 μικρότερα βοηθητικά τηλεσκόπια. Τα τηλεσκόπια αυτής της εγκατάστασης μπορούν να χρησιμοποιούνται είτε ανεξάρτητα, είτε ως ένα ενιαίο μεγάλο όργανο.

Συμπέρασμα

Η εμπειρία μας στο αστεροσκοπείο της Πεντέλης ήταν μοναδική. Αρχικά, παρατηρήσαμε από κοντά ένα καταδιοπτρικό τηλεσκόπιο, κατόνησαμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί και μπορέσαμε μέσω αυτού να δούμε τον ήλιο. Παρακολουθήσαμε τη διαδικασία ανοίγματος του θόλου και είδαμε από κοντά το τηλεσκόπιο τεχνολογίας 1860. Αντίστοιχη ήταν και η μοναδικότητα της

επίσκεψης στο Γεροσταθοπούλειο Πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Η αίσθηση που μας έμεινε στο τέλος είναι πόσο μικροί είμαστε μπροστά σε όλο αυτό που βρίσκεται ακριβώς επάνω από το κεφάλι μας και πόσο πολλά έχουμε να ερευνήσουμε και να ανακαλύψουμε ακόμη. Κάπου μέσα μας μεγαλώνει η υπερηφάνια για την κληρονομιά που μας έχει δοθεί από τους προγόνους μας. Μόνο δέος και συγκίνηση πρέπει να νιώθει ο Έλληνας όταν αντικρίζει τον ουρανό και παράλληλα σκέφτεται ότι όλα ξεκίνησαν από Έλληνες.

‘...εάν δικαιούμαι να υπερηφανεύομαι για κάτι , αλήθεια είναι μόνο για αυτό , ότι γεννήθηκα στον ίδιο χώρο και χρησιμοποίησα τις ίδιες λέξεις με εκείνους ...’

απόσπασμα από το βιβλίο Εν λευκώ του Όδυσσέα Ελύτη

Το γιγαντιαίο και μνημειώδες άγαλμα του αστρονόμου Ιππάρχου μπροστά από το πελώριο Griffith Observatory που αλλιώς το ονομάζουν και “Gateway to the Cosmos” στο Αστεροσκοπείο του Los Angeles έρχεται να επιβεβαιώσει όλα τα παραπάνω .





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γαζέας, Κοσμάς, *Διαστημικά Τηλεσκόπια, Τα μάτια μας στο σύμπαν*, eef.edu.gr/el/to-idryma/online-draseis/webcasts/diastimika-tileskopia-ta-matia-mas-sto-sympan/

Δρίβας, Αργύρης, *Τηλεσκόπια Ι*, eclass.orionas.gr

Ορφανίδης, Θεόδωρος, *Τα μεγάλα τηλεσκόπια στον κόσμο*, <https://docplayer.gr/4802828-Ta-megala-tileskopia-ston-kosmo-theodoros-g-orfanidis.html>

Τζουγανάτος, Λευτέρης, <<Τα Μεγαλύτερα Ελληνικά Τηλεσκόπια>>, *Spacegates*, 9 Σεπτεμβρίου 2015, spacegates.wordpress.com/2015/09/09/%CF%84%CE%B1-%CE%BC%CE%B5%CE%B3%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B1-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-

%CF%84%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%B1/, Πρόσβαση 10 Μαρτίου 2023

Orye, Louisa, <<Timeline of Telescopes>>, Sutori, www.sutori.com/en/story/timeline-of-telescopes--qV48ujm6bzFLACsvYTFHd8Yy, Πρόσβαση 8 Νοεμβρίου 2022

<<Telescope History Timeline>>, Telescope Nerd, www.telescopenerd.com/telescope-timeline.htm, Πρόσβαση 8 Νοεμβρίου 2022

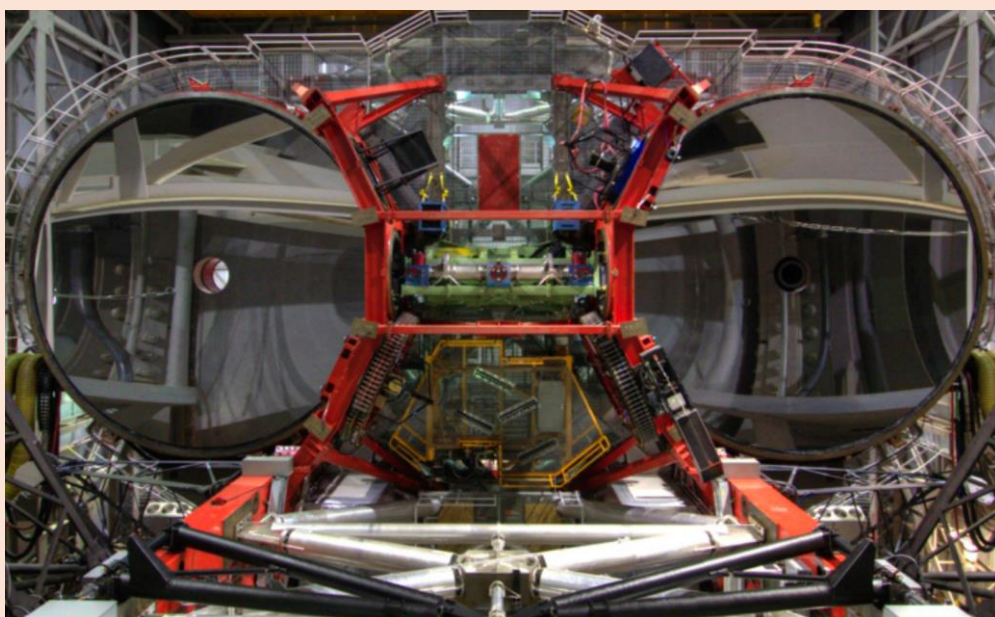
GCT <https://www.astro.rug.nl/~sundial/blog/index.php/2019/07/27/sundial-training-school-in-la-palma/>
<https://griffithobservatory.org/>

Τα Μεγάλα Διοπτρικά Τηλεσκόπια

Φαίδρα Μχάλα, Γ6

Μαρία Πετρόλια Γ7

Τα μεγάλα διοπτρικά τηλεσκόπια (LBT's) είναι από τα πιο ισχυρά τηλεσκόπια στον κόσμο. Είναι σχεδιασμένα για να παρατηρούν τον κόσμο με απίστευτη λεπτομέρεια, και χρησιμοποιούνται από αστρονόμους για να μελετήσουν από μακρινούς γαλαξίες έως και εξωπλανήτες. Στο άρθρο αυτό, θα διερευνήσουμε τα χαρακτηριστικά και τις ικανότητες των LBTs.



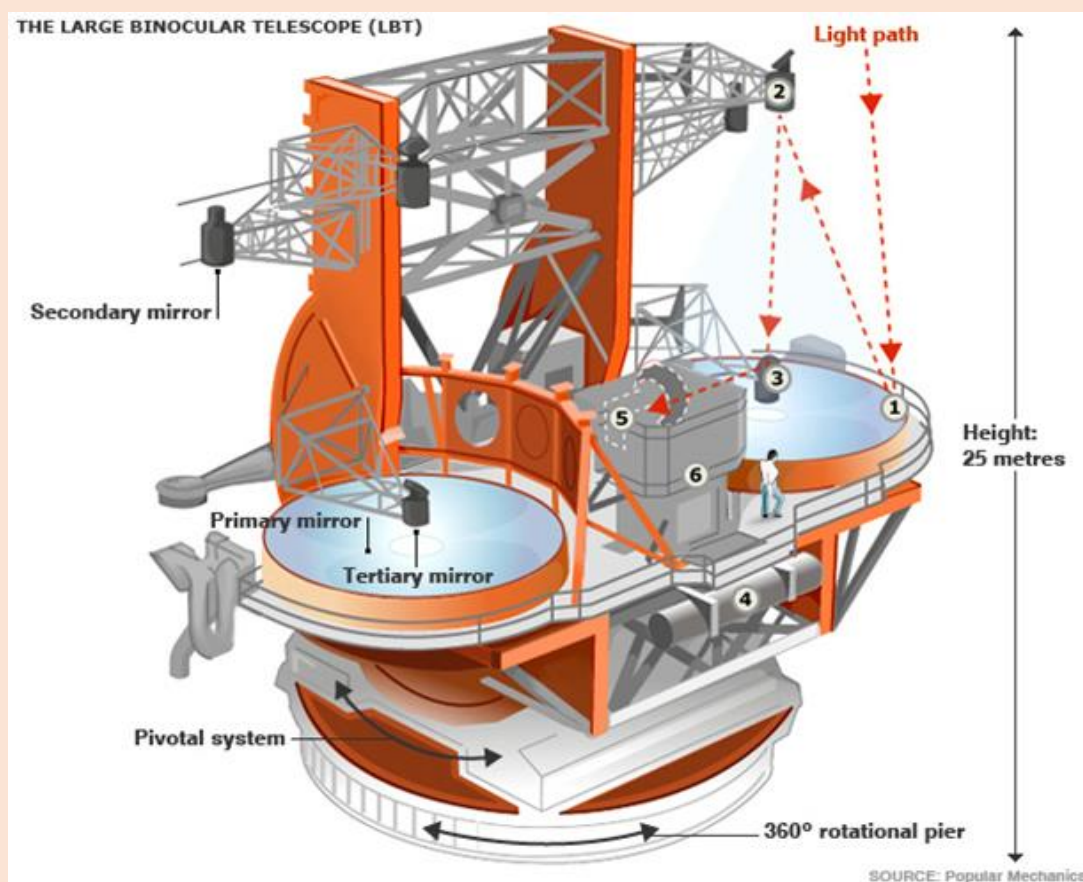
“LBTI instrument (green structure) mounted between the two LBT primary mirrors”

Τα LBT είναι μοναδικά καθώς χρησιμοποιούν δύο ξεχωριστά τηλεσκόπια, το καθένα με ένα κύριο κάτοπτρο διαμέτρου 8,4 m τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο πάνω στην ίδια βάση. Αυτός ο σχεδιασμός επιτρέπει στα δύο τηλεσκόπια να λειτουργούν μαζί, παρέχοντας μια ενιαία περιοχή συλλογής 111 m². Αυτή η

μεγάλη επιφάνεια επιτρέπει στα LBT να παρατηρούν αμυδρά αντικείμενα τα οποία διαφορετικά θα ήταν αδύνατο να ανιχνευθούν.

Ένα ακόμη θετικό στοιχείο των μεγάλων διοπτρικών τηλεσκοπίων, είναι το προσαρμοστικό οπτικό τους σύστημα. Το σύστημα αυτό, χρησιμοποιεί μία σειρά παραμορφώσιμων κατόπτρων και αισθητήρων για να διορθώσει λάθη στην ανάλυση των θολών ή παραμορφωμένων εικόνων, που οφείλονται στις ατμοσφαιρικές στρεβλώσεις.

Τα LBTs είναι ακόμη εξοπλισμένα με μία ποικιλία οργάνων που επιτρέπουν στους αστρονόμους να μελετήσουν διαφορετικούς τύπους αντικειμένων. Για παράδειγμα, το LBT Interferometer (LBTI) είναι ένα όργανο που συνδυάζει το φως δύο τηλεσκοπίων, δίνοντας την ευκαιρία στους αστρονόμους να μελετήσουν με λεπτομέρεια κοντινούς αστέρες και τους πλανήτες τους. Το Multi-Object Double Spectrograph (MODS) είναι ένα ακόμη όργανο που επιτρέπει την μελέτη φασμάτων μακρινών γαλαξιών, βοηθώντας στην κατανόηση του σύμπαντος σε ό,τι αφορά στη δομή και την εξέλιξή του.



Ένας από τους πιο συναρπαστικούς τομείς έρευνας στον οποίο συμβάλλουν τα LBT είναι η μελέτη των εξωπλανητών. Οι εξωπλανήτες είναι πλανήτες που περιστρέφονται γύρω από άστρα εκτός του Ήλιου και τα LBT βοηθούν τους αστρονόμους να ανιχνεύσουν και να μελετήσουν αυτούς τους πλανήτες με πρωτοφανής λεπτομέρεια. Με τη χρήση φασματοσκοπίας για την ανάλυση του φωτός από μακρινά αστέρια, οι αστρονόμοι μπορούν να ανιχνεύσουν την παρουσία εξωπλανητών και να προσδιορίσουν τη σύνθεση και τις ατμοσφαιρικές τους συνθήκες.

Εκτός από τις επιστημονικές τους ικανότητες, τα LBT βοηθούν επίσης στην προώθηση και την επέκταση της μηχανικής των τηλεσκοπίων. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή αυτών των γιγαντιαίων οργάνων, προϋποθέτουν καινοτόμες λύσεις για την επίλυση τεχνικών προβλημάτων και απροσδόκητων προκλήσεων, όπως για παράδειγμα η ανάγκη για ακριβή ευθυγράμμιση δύο ξεχωριστών τηλεσκοπίων. Αναπτύσσοντας νέες τεχνολογίες και φτάνοντας τα όρια του πιθανού, τα LBT χτίζουν τον δρόμο για μία νέα γενιά ακόμη πιο δυνατών τηλεσκοπίων.

Τα μεγάλα διοπτρικά τηλεσκόπια είναι ισχυρά όργανα που βοηθούν τους αστρονόμους να εξερευνήσουν το σύμπαν με απίστευτη λεπτομέρεια. Η μεγάλη περιοχή συλλογής τους, τα προσαρμοστικά οπτικά συστήματα και η σειρά οργάνων τα καθιστούν εξαιρετικά ευέλικτα εργαλεία για την μελέτη μεγάλου φάσματος αστρονομικών φαινομένων. Καθώς συνεχίζουμε να διερευνούμε τα όρια της μηχανικής των μεγάλων διοπτρικών τηλεσκοπίων, τα LBT θα συνεχίσουν αναμφίβολα να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην πρόοδο της κατανόησης του σύμπαντος.

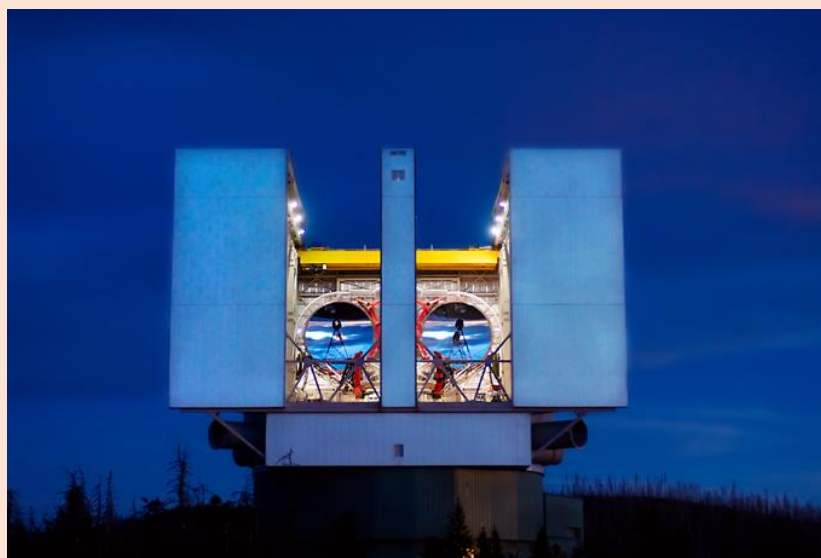
ΤΟ ΔΙΟΠΤΡΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ ΤΗΣ ΑΡΙΖΟΝΑ

Το Διοπτρικό Τηλεσκόπιο της Αριζόνα (BTA - Binocular Telescope of Arizona) είναι ένα μοναδικό αστρονομικό παρατηρητήριο που βρίσκεται στα βουνά της κεντρικής Αριζόνα. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά τηλεσκόπια που χρησιμοποιούν ένα μεγάλο κάτοπτρο ή φακό για να συγκεντρώσουν φως, το

ΒΤΑ χρησιμοποιεί δύο μικρότερα κάτοπτρα που είναι τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο, επιτρέποντας τη στερεοφωνική προβολή ουράνιων αντικειμένων. Αυτό το καινοτόμο σχέδιο έχει πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα παραδοσιακά τηλεσκόπια, και έχει κάνει το ΒΤΑ μία πολύτιμη πηγή για αστρονομική έρευνα.

Το ΒΤΑ σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 1990 από μια ομάδα Ρώσων και Αμερικανών επιστημόνων. Το τηλεσκόπιο στεγάζεται σε μια μεγάλη, σε σχήμα τρούλου κατασκευή που βρίσκεται στη κορυφή Anderson Mesa, ένα απομονωμένο ορεινό οροπέδιο σε υψόμετρο 2.377 m. Αυτή η απομακρυσμένη τοποθεσία παρέχει εξαιρετικές συνθήκες παρατήρησης, με καθαρό, σκοτεινό ουρανό και ελάχιστη φωτορύπανση.

Το πιο εκπληκτικό χαρακτηριστικό του ΒΤΑ είναι το διοπτρικό του σχέδιο. Το τηλεσκόπιο αποτελείται από δύο βασικά κάτοπτρα, το καθένα με διάμετρο 6 m, που βρίσκονται δίπλα δίπλα σε ένα κοινό πλαίσιο. Τα κάτοπτρα έχουν μία ελάχιστη εσωτερική κλίση, επιτρέποντας στο φως ουράνιων αντικειμένων να συγκεντρώνεται σε δύο ξεχωριστές κάμερες, μία για το κάθε μάτι του παρατηρητή. Αυτή η ικανότητα στερεοφωνικής προβολής προσδίδει μία πιο φυσική εμπειρία προβολής, επιτρέποντας στους αστρονόμους να αντιληφθούν καλύτερα και ευκολότερα την τρισδιάστατη δομή των αντικειμένων στο διάστημα.

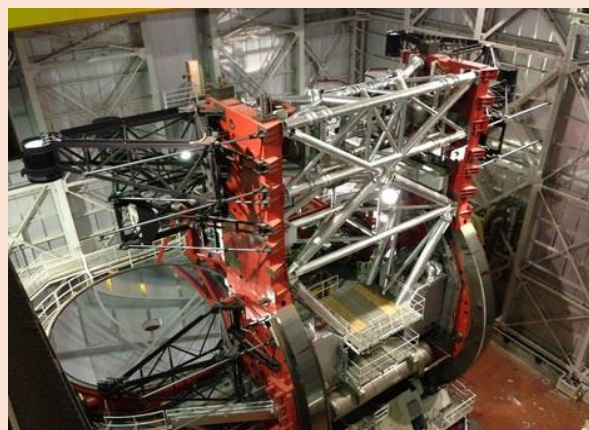


The LBT at dusk.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του διοπτρικού σχεδιασμού του ΒΤΑ είναι η ικανότητα να συγκεντρώνει περισσότερο φως από τα παραδοσιακά τηλεσκόπια. Η ενιαία επιφάνεια των δύο κατόπτρων ισοδυναμεί με ένα κάτοπτρο των 11 m, καθιστώντας το ΒΤΑ εάν από τα μεγαλύτερα οπτικά τηλεσκόπια στον κόσμο. Αυτή η αυξημένη ισχύς συλλογής φωτός επιτρέπει στους αστρονόμους να μελετούν πιο αμυδρά και πιο μακρινά αντικείμενα από ότι θα ήταν δυνατή με ένα μικρότερο τηλεσκόπιο.

Το ΒΤΑ είναι εξοπλισμένο με μία πληθώρα νέων εργαλείων και τεχνολογιών που επιτρέπουν την ποιοτική απεικόνιση και φασματοσκοπία αστρονομικών αντικειμένων. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται ένα εύρος καμερών και φασματόμετρων που μπορούν να πάρουν φωτογραφίες και να συλλέξουν δεδομένα σε πολλά μήκη κύματος του φωτός, όπως επίσης laser συστήματα καθοδήγησης σε αστερισμούς που επιτρέπουν ακριβή ανίχνευση και εντοπισμό από το τηλεσκόπιο.

Ένας από τους κύριους ερευνητικούς τομείς του ΒΤΑ είναι η μελέτη των ενεργών γαλαξιακών πυρήνων (AGN), οι οποίοι είναι περιοχές στο κέντρο ορισμένων γαλαξιών που εκπέμπουν τεράστια ποσά ενέργειας. Μελετώντας αυτά τα αντικείμενα, οι αστρονόμοι μπορούν να αποκτήσουν γνώσεις σχετικά με τις διαδικασίες που οδηγούν στην εξέλιξη των γαλαξιών και στον σχηματισμό των μεγάλων μαύρων τρυπών. Ο διοπτρικός σχεδιασμός του ΒΤΑ και οι δυνατότητες απεικόνισης υψηλής ποιότητας καθιστούν ιδανικό εργαλείο για αυτού του είδους την έρευνα, επιτρέποντας στους αστρονόμους να μελετήσουν τη δομή και τη δυναμική των AGN με πρωτοφανή λεπτομέρεια.





Το ΒΤΑ χρησιμοποιείται επίσης για ένα εύρος άλλων αστρονομικών ερευνητικών εργασιών, όπως η μελέτη του σχηματισμού των αστεριών, των πλανητικών νεφελωμάτων και των υπολειμμάτων supernova. Το μοναδικό διοπτρικό σχέδιο του τηλεσκοπίου, παρέχει νέες γνώσεις για την τρισδιάστατη δομή αυτών των αντικειμένων και επιτρέπει πιο ακριβείς μετρήσεις των ιδιοτήτων τους.

Εκτός από τις επιστημονικές του ικανότητες, το ΒΤΑ είναι επίσης μία σημαντική πηγή για την εκπαίδευση και την εξωτερική έρευνα. Στο παρατηρητήριο λαμβάνουν χώρα πολλαπλά προγράμματα για το κοινό και για μαθητές, όπως ξεναγήσεις, διαλέξεις και πάρτι κάτω από τα αστέρια. Αυτά τα προγράμματα επιτρέπουν στους επισκέπτες να μάθουν για τις τελευταίες ανακαλύψεις στην αστρονομία και να αποκτήσουν μία βαθύτερη εκτίμηση για την ομορφιά και την πολυπλοκότητα του σύμπαντος.

Παρά τον καινοτόμο σχεδιασμό και τις προηγούμενες τεχνολογίες του, το ΒΤΑ αντιμετωπίζει δυσκολίες. Ένα από τα κύρια ζητήματα που αντιμετωπίζει το τηλεσκόπιο είναι η ανάγκη ακριβούς ευθυγράμμισης και βαθμονόμησης των δύο κατόπτρων. Ακόμα και μικρές παραμορφώσεις μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική υποβάθμιση της εικόνας και σε μειωμένη επιστημονική απόδοση. Για

την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης το παρατηρητήριο έχει αναπτύξει εξελιγμένες τεχνικές για την παρακολούθηση και τη διόρθωση αυτών των φαινομένων, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης συστημάτων προσαρμοστική οπτικής.

Μία ακόμη πρόκληση που αντιμετωπίζει το BTA είναι η ανάγκη για συνεχή συντήρηση και αναβάθμιση. Όπως οι τεχνολογίες και οι τεχνικές εξελίσσονται, το τηλεσκόπιο πρέπει να αναβαθμίζεται και να βελτιώνεται, προκειμένου να παραμείνει ανταγωνιστικό και σύγχρονο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://nexsci.caltech.edu/missions/LBT/>

http://news.bbc.co.uk/2/hi/in_depth/629/629/7068860.stm

<https://www.lsw.uni-heidelberg.de/projects/LBT/>

Αστεροειδείς: Μια απειλή για τη Γη

Ζωή Λαού, Γ5

Μαρία Μακρή, Γ5

Οι αστεροειδείς έχουν προσεγγίσει το ενδιαφέρον της ανθρωπότητας, έχουν δημιουργήσει πολλά ερωτήματα και έχουν προκαλέσει καταστροφές στο παρελθόν. Πρόκειται για ουράνια σώματα, μεγέθους μικρότερου από αυτό των πλανητών, γι' αυτό και συχνά αποκαλούνται “μικροί πλανήτες”. Πιο συγκεκριμένα, η διάμετρός τους είναι λίγα μόνο χιλιόμετρα και δεν ξεπερνά το ένα τέταρτο της διαμέτρου της Σελήνης. Τα σώματα αυτά αποτελούνται από ανθρακούχα, πετρώδη και μεταλλικά υλικά. Μάλιστα, με βάση το υλικό από το οποίο αποτελούνται χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: στους αστεροειδείς που έχουν δημιουργηθεί κυρίως από άνθρακα, σε αυτούς που εμπεριέχουν κυρίως πυρίτιο και σε αυτούς που αποτελούνται από νικέλιο και σίδηρο.

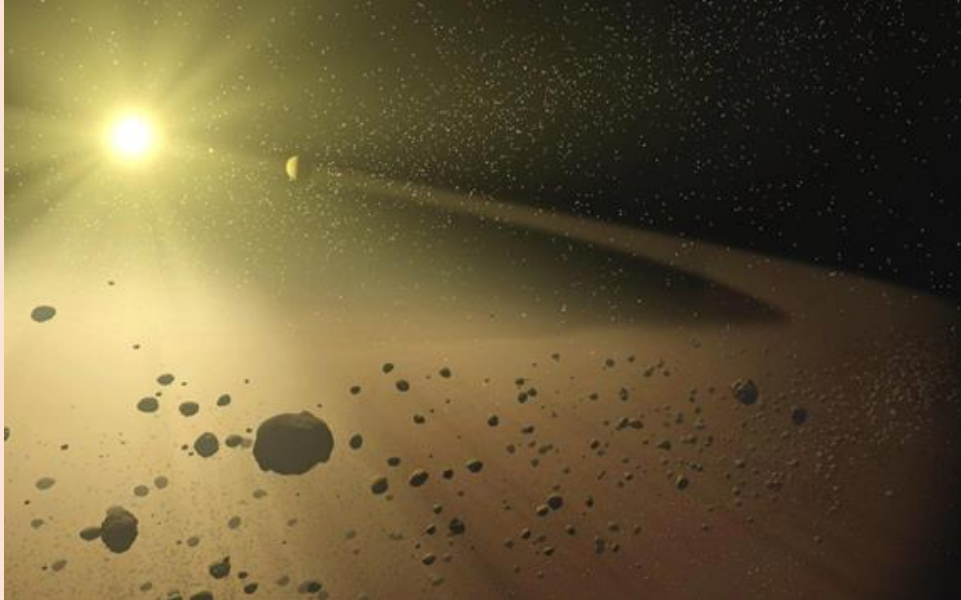
Η μελέτη των αστεροειδών ξεκίνησε το 1972 με την αποστολή του *pioneer 10* που ήταν η πρώτη διαστημοσυσκευή που κατάφερε να διασχίσει τη ζώνη των αστεροειδών. Η ζώνη αυτή αποτελείται από μυριάδες αστεροειδείς, μικρού και μεγάλου μεγέθους, οι οποίοι εκτείνονται ανάμεσα στις τροχιές του Άρη και του Δία. Δημιουργήθηκε πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια παράλληλα με τη διαμόρφωση την πλανητών του ηλιακού μας συστήματος. Συνεχίζει να διαμορφώνεται μέχρι και σήμερα, εξαιτίας συγκρούσεων ανάμεσα σε μικροπλανήτες. Αυτό γίνεται κατανοητό από τη μελέτη οικογενειών σύγκρουσης, κάποιες εκ των οποίων είναι αρχαιότερες από ένα δισεκατομμύριο χρόνια, ενώ άλλες είναι μόλις μερικά εκατομμύρια. Η τροχιά των αστεροειδών δεν είναι πάντα σταθερή, καθώς συχνά επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτές οι αλλαγές στην τροχιά έχουν ως αποτέλεσμα να απομακρύνονται από τη ζώνη αστεροειδών. Πολλοί αστεροειδείς είναι απλώς ακίνδυνοι απέναντι στον πλανήτη μας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα με ενδιαφέρουσα ιστορία αποτελεί ο

μικροπλανήτη-αστεροειδής “Δήμητρα” (‘Ceres’). Πρόκειται για τον μεγαλύτερο αστεροειδή που έχει παρατηρηθεί και μελετηθεί, ο οποίος βρίσκεται στο μεταίχμιο των χαρακτηρισμών “αστεροειδής” και “πλανήτη νάνος”, και βρίσκεται εντός της γνωστής Ζώνης Αστεροειδών. Είναι ένας ιστορικός αστεροειδής, καθώς είναι ο πρώτος που ανακαλύφθηκε ποτέ. Η ανακάλυψή της έγινε την Πρωτοχρονιά του 1801 από τον αστρονόμο ερευνητή Τζουζέπε Πιάτσι στο αστεροσκοπείο του Παλέρμο της Σικελίας. Το γεγονός αυτό σήμανε την αρχή μιας νέας εποχής στον κόσμο της αστρονομίας, η οποία ήρθε με την αρχή του 19ου αιώνα.

Κατά τη διάρκεια αυτής της νέας εποχής, δόθηκαν απαντήσεις σε αρχέγονα ερωτήματα της ανθρωπότητας. Ανακαλύφθηκε ότι στο παρελθόν είχαν υπάρξει και αρκετές συγκρούσεις αστεροειδών, μία από τις οποίες ήταν αυτή του Τσιξουλούμπ στο Μεξικό, αφήνοντας στην περιοχή έναν κρατήρα διαμέτρου 93 μιλίων και βάθους 12 μιλίων. Έχει γίνει γνωστό ότι αυτή η σύγκρουση φέρει την ευθύνη για την εξαφάνιση των δεινοσαύρων που υπήρχαν παλαιότερα πάνω στη Γη, όπως και για τον αφανισμό τριών τετάρτων του γήινου πληθυσμού, χλωρίδας και πανίδας. Ερευνητές του πανεπιστημίου Χάρβαρντ ήταν αυτοί που έδωσαν απάντηση στο ερώτημα της προέλευσης αυτού και άλλων αστεροειδών. Χρησιμοποιώντας στατιστική ανάλυση και βαρυτικές προσομοιώσεις, δύο επιστήμονες, ο Άβι Λόεμπ και ο Αμίρ Σιράζ, διατύπωσαν μετά από έρευνα ότι η τροχιά αυτή του αστεροειδούς Τσιξουλούμπ οφείλεται σε κομμάτι ενός κομήτη που προέρχεται από το σύννεφο Όορτ, μια λεγόμενη σφαίρα μεγάλων θραυσμάτων στην άκρη του ηλιακού μας συστήματος.

Αυτή η μάζα άλλαξε τροχιά εξαιτίας της βαρυτικής δύναμης του Δία, πλησιάζοντας τον Ήλιο, οι παλιρροιακές δυνάμεις του οποίου απέσπασαν κομμάτια από τον κομήτη. Ένα από αυτά τα κομμάτια κατέληξε εντός της ατμόσφαιρας του πλανήτη μας. Οι επιστήμονες υπολόγισαν επίσης ότι η επανασύγκρουση ενός από αυτούς τους αστεροειδείς με τη Γη είναι πιθανό να γίνει μία φορά κάθε 250 με 730 εκατομμύρια χρόνια. ροειδών ή να συγκρούονται με κάποιον άλλο πλανήτη. Το ερώτημα που προβλημάτιζε τους επιστήμονες και έχει πλέον επικρατήσει είναι: Αποτελούν οι αστεροειδείς απειλή για τη ζωή στη Γη;

Αν ναι, πώς μπορεί να αποφευχθεί μια πιθανή καταστροφή εξαιτίας ενός αστεροειδούς;



Ζώνη αστεροειδών



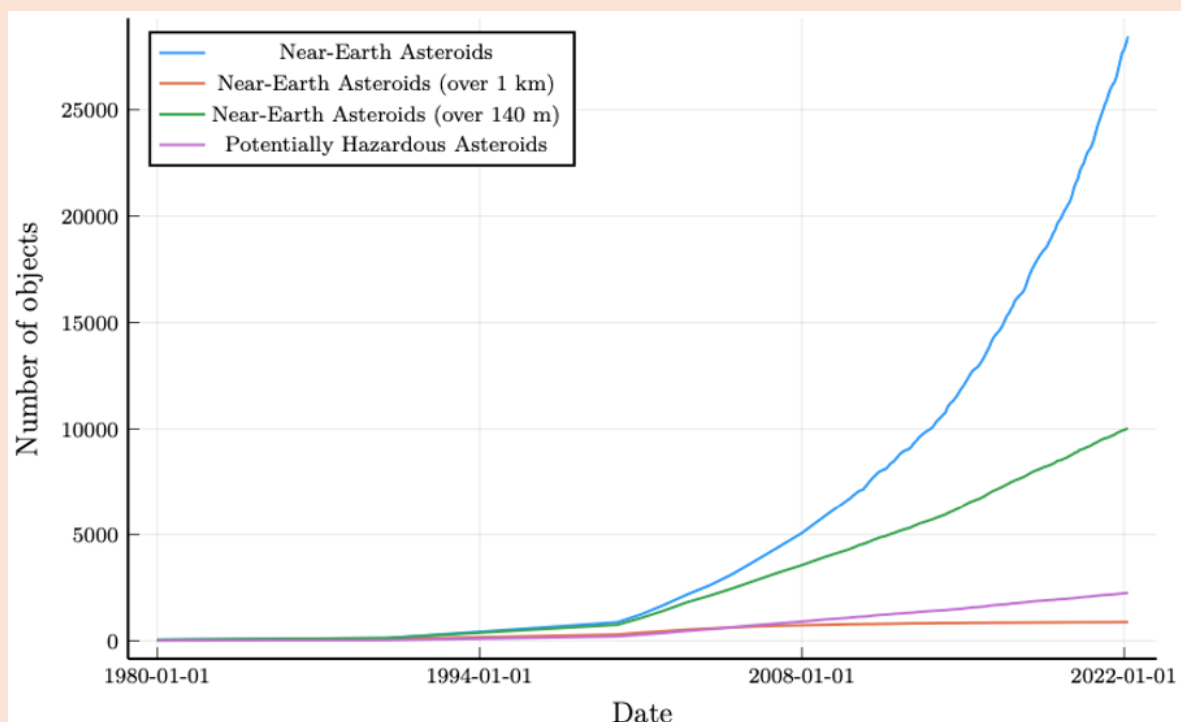
Διάσπαση αστεροειδούς

Οι παλιρροιακές δυνάμεις που αναφέραμε προκύπτουν από το γεγονός της παλιρροιακής διαταραχής. Πιο συγκεκριμένα, ο κομήτης πλησιάζει τον ήλιο τόσο ώστε η βαρυτική έλξη που ασκείται στο πιο κοντινό σημείο στον Ήλιο έχει σημαντική διαφορά σε σύγκριση με την έλξη στο πιο απομακρυσμένο σημείο. Συνεπώς, ο κομήτης διασπάται σε μικρότερα κομμάτια τα οποία καθώς

απομακρύνονται από τον ήλιο, υπάρχει πιθανότητα να συγκρουστούν με άλλα ουράνια σώματα, συμπεριλαμβανομένης και της Γης.

Πράγματι, ο αριθμός αστεροειδών διαφόρων μεγεθών που έχουν καταγραφεί να βρίσκονται σε τροχιά σχετικά κοντά στη Γη αγγίζει τους 30.000. Η απειλή της Γης από αστεροειδείς στο πλαίσιο των επόμενων 100 ετών είναι μικρή, καθώς είναι καταγεγραμμένο ένα μεγάλο ποσοστό όσων αστεροειδών του ηλιακού μας συστήματος μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές στον πλανήτη. Δεν είναι ωστόσο αδύνατο να απειλήσει κάποια στιγμή τον πλανήτη μας ένας άγνωστος, μη καταγεγραμμένος κομήτης. Για τον λόγο αυτό, αναπτύσσονται διαρκώς τεχνικές παρατήρησης, ανίχνευσης και προστασίας από αστεροειδείς που μπορούν, μελλοντικά, να αποτελέσουν σημαντικό κίνδυνο για τη Γη.

Όπως σε πολλές μάχες πρέπει κανείς να γνωρίζει διεξοδικά τις συνήθειες του αντιπάλου του, έτσι και στην περίπτωση των αστεροειδών είναι απαραίτητο οι επιστήμονες και οι ειδικοί να τους παρατηρήσουν με προσοχή, έτσι ώστε να κρίνουν αν μπορούμε να προστατευτούμε και πώς. Αυτό έγινε πράξη με τη βοήθεια μιας πρόσφατης αποστολής της NASA, το NEA Scout (Near Earth Asteroid Scout). Αυτή είναι μια χαμηλού κόστους αποστολή οργανωμένη από



Αστεροειδείς κοντά στη Γη που έχουν καταγραφεί στην ιστορία. Το 8% αυτών που έχουν καταγραφεί είναι πιθανή απειλή για τη Γη.

τους επιστήμονες της NASA, για να αντιμετωπιστούν αστεροειδείς που βρίσκονται κοντά στη Γη, φωτογραφίζοντάς τους και παρατηρώντας τη θέση, το σχήμα και την τροχιά τους. Απώτερος σκοπός της συγκεκριμένης αποστολής είναι να εντρυφήσουν οι επιστήμονες στη φύση πολλών αγνώστων, προς το παρόν, στοιχείων των κομητών και να τεθούν οι βάσεις για την μελλοντική εξερεύνηση αστεροειδών από επανδρωμένα διαστημόπλοια.

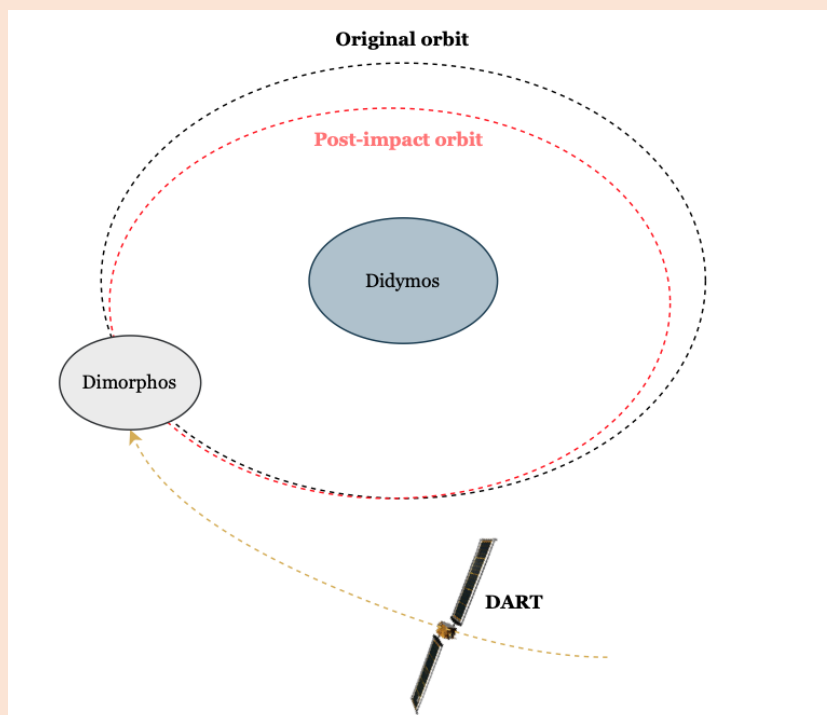
Η μέτρηση των διαστάσεων ενός αστεροειδούς γίνεται με ειδικά όργανα μέτρησης. Τα συγκεκριμένα όργανα χρησιμοποιούνται σε αστρονομικά τηλεσκόπια, έτσι ώστε να μετρούν τους διαχωρισμούς ανάμεσα σε δύο ουράνια σώματα και τη διάμετρο ενός σώματος, όπως ο αστεροειδής.

Γενικά, για την προστασία από αστεροειδείς υπάρχουν διαφορετικές τεχνικές που έχουν μελετηθεί και αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια. Μία από αυτές είναι ο εξοστρακισμός του αστεροειδούς, δηλαδή η αλλαγή της τροχιάς του έτσι ώστε να μην θέτει τη Γη σε κίνδυνο. Η δεύτερη μέθοδος είναι ο θρυμματισμός του αστεροειδούς που σημαίνει ότι διασπάται σε μικρότερα κομμάτια, τα οποία είναι αδύνατο να βλάψουν τη Γη, καθώς, λόγω του μηδαμινού μεγέθους τους, αφού εισέλθουν στην ατμόσφαιρα του πλανήτη μας θα διασπαστούν. Η διάσπαση ενός αστεροειδούς στο διάστημα μπορεί να γίνει με θερμοπυρηνικές συσκευές, τεχνικές αργής πίεσης και τεχνικές κινητικής πρόσκρουσης.

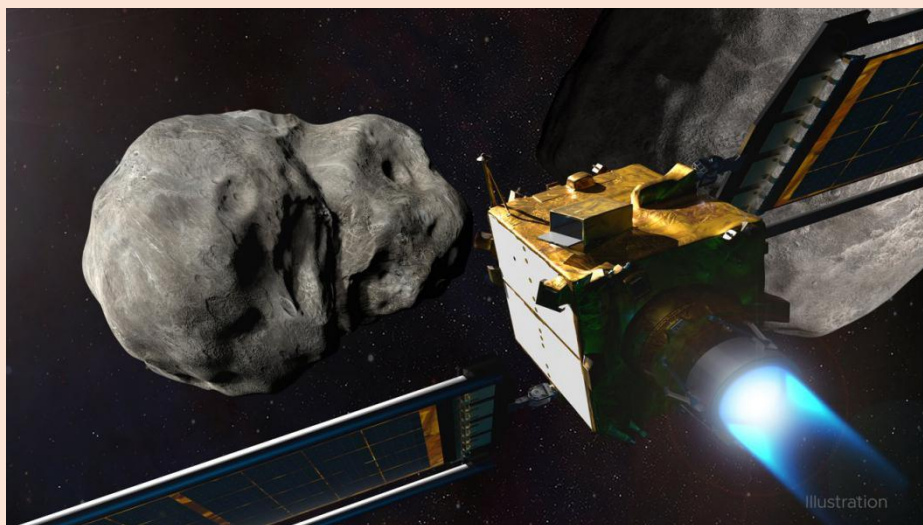
Η πρώτη τεχνική, δηλαδή ο εξοστρακισμός του αστεροειδούς, είναι προτιμότερη μιας και μπορεί να οργανωθεί πιο εύκολα και πιο γρήγορα. Από την άλλη ο θρυμματισμός ενός αστεροειδούς παρουσιάζει προβλήματα, αφού, αν δεν διασπαστεί ο αστεροειδής σε αρκετά μικρά κομμάτια, υπάρχει περίπτωση να μην καταστραφούν πλήρως κατά την είσοδο τους στην ατμόσφαιρα του πλανήτη και επομένως να προκαλέσουν ζημιές.

Στη σύγχρονη εποχή, μετά από πολλές δεκαετίες μελέτης των αστεροειδών, η NASA σε συνεργασία με την ESA (European Space Agency) ξεκίνησε την αποστολή AIDA. Αυτό το πρόγραμμα θα αποτελέσει την πρώτη επίδειξη τεχνικής εκτροπής αστεροειδούς με κινητική πρόσκρουση. Αποτελείται από δύο ξεχωριστές αποστολές. Η πρώτη, DART (Double Asteroid Redirection Test),

πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του 2021 επιτυχώς και η δεύτερη, HERA (Human Exploration Research Analog), αναμένεται να ξεκινήσει το 2024. Στόχος της αποστολής DART ήταν να συγκρουστεί με τον Δίμορφο (διάμετρος 160 μέτρα), δορυφόρο του αστεροειδούς Διδύμου, έτσι ώστε να μεταβάλει την πορεία του με τη δύναμη της κινητικής ενέργειας. Το συγκεκριμένο ουράνιο σώμα δεν αποτελούσε απειλή για τη Γη, καθώς βρισκόταν σε απόσταση εκατομμυρίων χιλιομέτρων από αυτήν. Ωστόσο, ο μηχανισμός που ενεργοποιήθηκε για τη διάσπασή του στις 26 Σεπτεμβρίου 2022 αποτέλεσε μία δοκιμή των μέσων που έχουν κατασκευαστεί για την άμυνα του πλανήτη μας απέναντι στους αστεροειδείς. Το σκάφος της αποστολής DART συγκρούστηκε με τον Δίμορφο με ταχύτητα που ξεπερνούσε τα 20.000 χιλιόμετρα την ώρα. Η διαδικασία μεταδόθηκε απευθείας με εικόνες από το σκάφος, ενημερώνοντας τα κεντρικά της NASA για τις εξελίξεις. Αποτέλεσμα της αποστολής ήταν η μείωση της τροχιάς του Δίμορφου γύρω από τον Δίδυμο από 11 ώρες και 55 λεπτά σε 11 ώρες και 45 λεπτά, μια μικρή αλλαγή, αλλά ένα μεγάλο κατόρθωμα για την ανθρωπότητα.



Η τροχιά του Δίμορφου πριν και μετά την πρόσκρουσή του με το DART



Η αποστολή DART πριν από την πρόσκρουση με τον Δίμορφο.

Οι εξελίξεις μετά την πρόσκρουση παρακολουθούνταν από τα διαστημικά τηλεσκόπια Hubble και James Webb, τα οποία εντοπίζουν το σύννεφο σκόνης, για να υπολογιστεί η ποσότητα ύλης που εκτινάχθηκε από τη σύγκρουση, καθώς και να μελετηθεί η σύνθεση του συγκεκριμένου αστεροειδούς. Μετά την πρόσκρουση, απελευθερώθηκε δορυφόρος μικρού μεγέθους περίπου στο μέγεθος ενός κουτιού παπουτσιών, το αποκαλούμενο LICIACube, ο οποίος πλησίασε σε απόσταση 55 χιλιομέτρων από τον αστεροειδή για τη συλλογή φωτογραφικού υλικού.

Η αποστολή HERA θα πραγματοποιηθεί τον Οκτώβριο 2024 , με σκοπό να παρατηρήσει το 2026 του Δίμορφου μετά την επιχείρηση DART, για να γίνει εκτίμηση των συνεπειών της σύγκρουσης. Θα ερευνηθούν αλλαγές στις γεωφυσικές και δυναμικές ιδιότητες του στόχου, καθώς και θα εκτιμηθεί για πρώτη φορά η μάζα του. Η αποστολή αποτελείται από δύο σκάφη. Το πρώτο ονομάζεται Asteroid Framing Camera (AFC) και θα χρησιμοποιηθεί για την καθοδήγηση και τον έλεγχο της αποστολής όπως και τη συλλογή των πέντε απαιτούμενων μετρήσεων. 1) Θα υπολογιστεί η μάζα του, 2) θα μετρηθούν η τροχιακή περίοδος και οι παράμετροι περιστροφής του αστεροειδούς, 3) παρατηρώντας αρκετές τροχιές του θα υπολογιστούν τυχόν ασυνήθιστες

περιστροφές, 4) θα μελετηθούν οι χημικές και ορυκτολογικές παράμετροι των υλικών της επιφάνειας του Δίμορφου και 5) θα μελετηθούν η γεωμορφολογία και η κρατηριακή πυκνότητα και των δύο αστεροειδών. Το δεύτερο όργανο-σκάφος (LIDAR) της αποστολής θα μετρήσει το σχήμα του Δίμορφου και του Δίδυμου. Πιο συγκεκριμένα 1) θα καταγράψει το ακριβές τρισδιάστατο σχήμα του Δίμορφου και 2) θα χαρτογραφήσει την επιφάνεια του Δίμορφου.

Όταν φτάσει στον Δίμορφο το 2026 η αποστολή HERA θα πραγματοποιηθεί σε έξι διαφορετικά στάδια. Στο πρώτο (Early Characterization Phase) το σκάφος θα παραμένει σε απόσταση από τη σφαίρα βαρυτικής επιρροής του αστεροειδούς με στόχο τη διεξαγωγή φυσικού και δυναμικού χαρακτηρισμού του αστεροειδούς μέσω συστήματος απεικόνισης. Στο δεύτερο στάδιο (Detailed Characterization Phase 1) το σκάφος θα πλησιάσει σε απόσταση 10 χιλιομέτρων από το κέντρο μάζας του Διμόρφου, επιτρέποντας τον ακριβή υπολογισμό της μάζας του αστεροειδούς, μετρώντας την περίοδο ταλάντωσής του. Στο τρίτο στάδιο (Payload Deployment Phase) θα απελευθερωθούν τα δύο CubeSats, τα οποία είναι οι δύο δορυφόροι με μάζα μικρότερη των δύο κιλών, μέχρι να τεθούν πλήρως σε λειτουργία. Τότε, (Detailed Characterisation Phase 2) θα αρχίσει μια διαδικασία ισοδύναμη με το δεύτερο στάδιο, δηλαδή τον υπολογισμό της μάζας του σώματος, συνδυάζοντας, όμως, τη χρήση των δύο CubeSats. Στο επόμενο στάδιο (Detailed Characterization Phase 3), το σκάφος θα πλησιάσει σταδιακά τον Δίμορφο σε απόσταση που αναμένεται να φτάσει τα μόλις 2 km από την επιφάνεια του αστεροειδούς, συντελώντας στον ακριβή χαρακτηρισμό των κρατήρων, αυτή τη φορά, του σώματος. Τέλος, με το End of Life Phase, το διαστημόπλοιο θα προσγειωθεί στην επιφάνεια του Δίμορφου και οι λειτουργίες του θα συνεχίσουν, με σκοπό να αποκτηθεί εμπειρία σε

επιχειρήσεις εγγύτητας σε αστεροειδής, έτσι ώστε να προετοιμαστεί η μελλοντική χρήση πόρων σε αποστολές.

Αστεροειδείς

Οι επιστήμονες έχουν μελετήσει τη φύση τους, έχουν κάνει υποθέσεις για τη δημιουργία τους, έχουν επαληθεύσει τις υποθέσεις τους, μελετώντας το διάστημα, έχουν καταγράψει το μέγεθός τους, την τροχιά τους και έχουν επεξεργαστεί πολλές φορές το ερώτημα της απειλής του πλανήτη μας από ένα τέτοιο ουράνιο σώμα. Και αυτό, γιατί όπως έχει συμβεί, αποδεδειγμένα, στο παρελθόν, ένας κομήτης, όχι αναγκαστικά τεραστίων διαστάσεων, μπορεί να προκαλέσει σημαντικές καταστροφές. Για τους αστεροειδείς, λοιπόν, έχει γραφτεί ιστορία, άλλοτε εξαιτίας των καταστροφών που έχουν προκαλέσει, όπως ο Τσιξουλούμπ και άλλοτε λόγω επιστημονικών κατορθωμάτων, όπως η καταγραφή κάποιου τέτοιου σώματος ή οι τεχνολογικές εξελίξεις, οι οποίες ίσως να μας επιτρέψουν να αποτρέψουμε παρόμοιες καταστροφές με αυτήν της εξαφάνισης των δεινοσαύρων.

Είναι γεγονός, ότι η πρόοδος στον συγκεκριμένο τομέα της αστρονομίας και της επιστήμης γενικότερα είναι αισθητή και εντυπωσιακή. Μάλιστα, τα τελευταία τρία χρόνια, πολλές αποστολές έχουν βοηθήσει την εξέλιξη της επιστήμης και της ανθρωπότητας. Από την αποστολή Pioneer στις 10 το 1972 τις πιο πρόσφατες προσπάθειες όπως το NEA Scout (2022), την αποστολή DART (2021), το James Webb (2021) και την αναμενόμενη αποστολή Hera (2024), οι εξελίξεις της μελέτης του διαστήματος και της αντιμετώπισης των αστεροειδών είναι συνεχής.

Παρόλο που δεν μπορούμε πάντα να γνωρίζουμε τι μας επιφυλάσσει το μέλλον, οι σύγχρονες επιστημονικές ανακαλύψεις αποδεικνύουν ότι η ανθρωπότητα δεν θα είναι απροετοίμαστη για οτιδήποτε είναι αυτό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[www.eef.edu.gr/media/1738/mar2010.jpg?anchor=center&mode=crop&wid
th=1920&height=1200&rnd=13184700055000000](http://www.eef.edu.gr/media/1738/mar2010.jpg?anchor=center&mode=crop&width=1920&height=1200&rnd=13184700055000000)

www.tanea.gr/wp-content/uploads/2018/07/31585102_astteroid_collision.jpg

[www.researchgate.net/profile/Anastasios-Faidon-
Retselis/publication/363135404_Image-
based_orbit_determination_of_the_Didymos-
Dimorphos_binary_asteroid_system_using_the_Hera_spacecraft/links/630f
205161e4553b95523ab6/Image-based-orbit-determination-of-the-
Didymos-Dimorphos-binary-asteroid-system-using-the-Hera-
spacecraft.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Anastasios-Faidon-Retselis/publication/363135404_Image-based_orbit_determination_of_the_Didymos-Dimorphos_binary_asteroid_system_using_the_Hera_spacecraft/links/630f205161e4553b95523ab6/Image-based-orbit-determination-of-the-Didymos-Dimorphos-binary-asteroid-system-using-the-Hera-spacecraft.pdf)

[www.jpl.nasa.gov/news/nasas-asteroid-striking-dart-mission-team-has-jpl-
members](http://www.jpl.nasa.gov/news/nasas-asteroid-striking-dart-mission-team-has-jpl-members)

Greece, CNN. "NASA: Οι Πρώτες Εικόνες Μετά Την Πρόσκρουση Του Dart Στον Αστεροειδή 'Δίμορφος.'" *CNN Greece*, CNN, 28 Sept. 2022, [www.cnn.gr/kosmos/story/330429/nasa-oi-protes-eikones-meta-tin-
proskrousi-tou-dart-ston-asteroeidi-dimorfos](http://www.cnn.gr/kosmos/story/330429/nasa-oi-protes-eikones-meta-tin-proskrousi-tou-dart-ston-asteroeidi-dimorfos).

"NASA's Asteroid-Striking DART Mission Team Has JPL Members." *NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL)*, 22 Sept. 2022, [www.jpl.nasa.gov/news/nasas-asteroid-striking-dart-mission-team-has-
jpl-members](http://www.jpl.nasa.gov/news/nasas-asteroid-striking-dart-mission-team-has-jpl-members).

"Near Earth Asteroid Scout (NEAScout)." *NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL)*, www.jpl.nasa.gov/missions/near-earth-asteroid-scout-neascout.

(PDF) *Image-Based Orbit Determination of the Didymos-Dimorphos Binary* [www.researchgate.net/publication/363135404_Image-
based_orbit_determination_of_the_Didymos-
Dimorphos_binary_asteroid_system_using_the_Hera_spacecraft](http://www.researchgate.net/publication/363135404_Image-based_orbit_determination_of_the_Didymos-Dimorphos_binary_asteroid_system_using_the_Hera_spacecraft).

Siliezar, Juan. "New Theory Behind Chicxulub Impactor That Killed the Dinosaurs." *Harvard Gazette*, 2 Mar. 2021, news.harvard.edu/gazette/story/2021/02/new-theory-behind-asteroid-that-killed-the-dinosaurs.

Tedesco, Edward. "Asteroid | Definition, Size, and Facts." *Encyclopedia Britannica*, 27 Sept. 2022, www.britannica.com/science/asteroid.

Wikipedia contributors. "Ceres (Dwarf Planet)." *Wikipedia*, 12 Jan. 2023, [en.wikipedia.org/wiki/Ceres_\(dwarf_planet\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ceres_(dwarf_planet)). (πηγή εικόνας)

Δεληβοριάς, Αλέξης. "Η Ζώνη Των Αστεροειδών." *ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ*, *ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ*, www.eef.edu.gr/el/arthra/i-zoni-ton-asteroeidon/.

Δήμητρα. (n.d.). Retrieved January 22, 2023, from www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=%CE%94%CE%AE%CE%BC%CE%B7%CF%84%CF%81%CE%B1

Λαϊνας, Θεόδωρος. "Βρέθηκαν Οι... Ρίξεις Των Αστεροειδών Του Ηλιακού Μας Συστήματος." *TA NEA*, *TA NEA*, 3 July 2018, www.tanea.gr/2018/07/03/science-technology/brethikan-oi-rizes-twn-asteroeidwn-toy-iliakoy-mas-systimatos/.

Διαστημόπλοια Voyager

Μια διείσδυση στο διάστημα

Ιωάννα Παπαδόδημα, Γ7

Μαρία Παπαντωνίου, Γ7

Μια σπουδαία τεχνολογική ανακάλυψη

Ο άνθρωπος από ένα κοινό ζώο που πάλευε για να εξασφαλίσει την επιβίωσή του ανάμεσα στα άλλα ζώα του πλανήτη, κατάφερε να εξελιχθεί στο επικρατέστερο είδος στον κόσμο και να κατακτήσει πολλά τεχνολογικά επιτεύγματα. Μάλιστα, κατά τις ανακαλύψεις του δεν περιορίστηκε μόνο στη Γη, αλλά αποφάσισε να εξερευνήσει την αλήθεια για την οντότητα διαφόρων ηλιακών συστημάτων, γαλαξιών και πλανητών. Για την επίτευξη αυτού του στόχου του, δημιούργησε όργανα και μηχανήματα μεγάλης ακρίβειας με σκοπό τη διευκόλυνσή του όσον αφορά την εξερεύνηση του ηλιακού μας συστήματος. Τα διαστημόπλοια Voyager με την πλοήγησή τους στο διάστημα έχουν καταφέρει να συγκεντρώσουν αρκετές φωτογραφίες στις οποίες απεικονίζονται πολλοί από τους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος.

Τι ήταν τα διαστημόπλοια Voyager

Τα διαστημόπλοια Voyager αποτέλεσαν ειδικά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα μηχανήματα, των οποίων κυριότερος σκοπός ήταν να ταξιδέψουν στο διάστημα και να φωτογραφήσουν απρόσιτες από τη Γη πλευρές πλανητών ή γενικότερα ουρανίων σωμάτων. Η εκτόξευσή τους έλαβε χώρα το 1977 στη Φλόριντα και συγκεκριμένα στο Cape Canaveral. Ακόμη και σήμερα, συνεχίζουν να στέλνουν φωτογραφίες στη Γη και να ενημερώνουν τους επιστήμες για τα ανεξερεύνητα μέρη του Σύμπαντος μέσω του DSN (Deep Space Network), ξεπερνώντας τα 40 έτη πλοήγησης στο διάστημα.



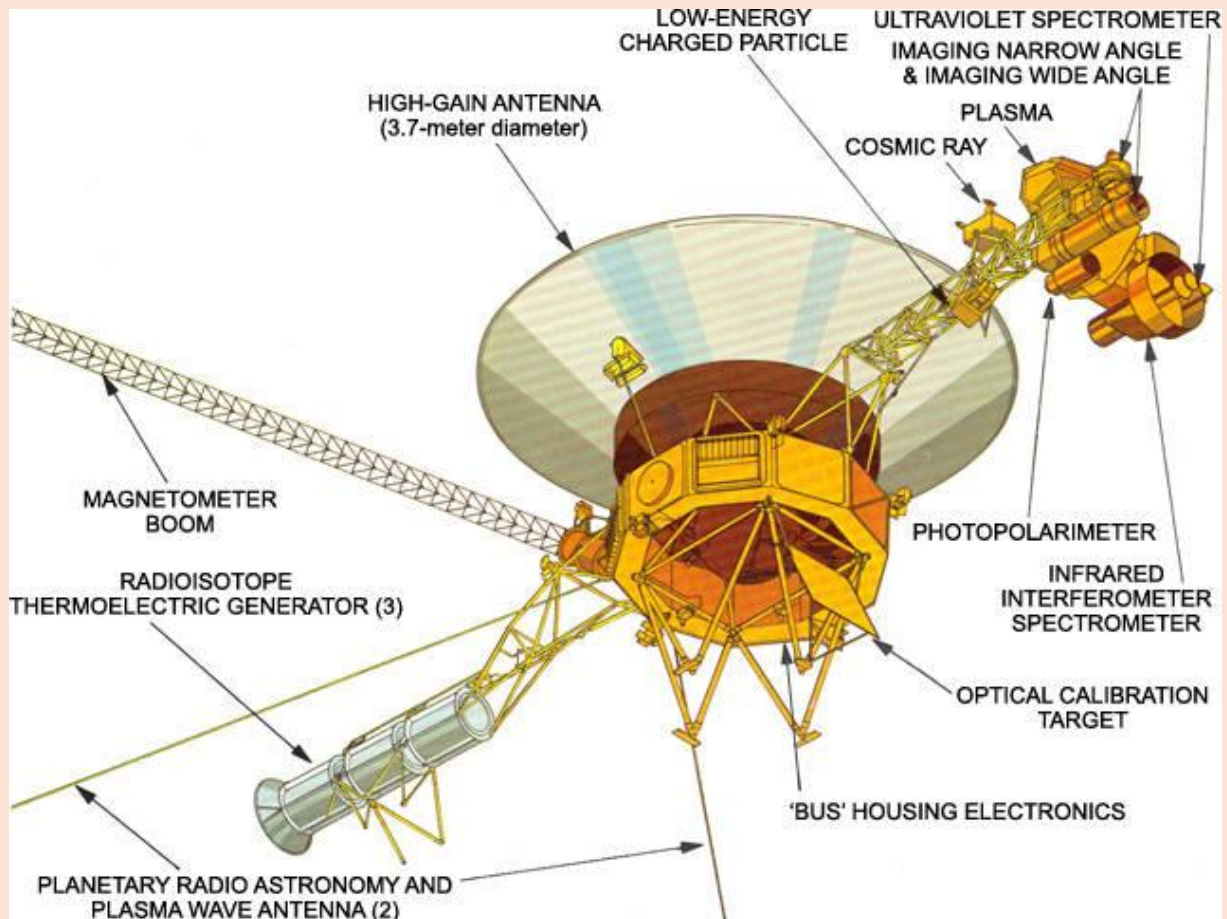
Cape Canaveral

Voyager I

Όσο παράξενο κι αν φαίνεται, το Voyager I δεν υπήρξε το πρώτο που εκτοξεύθηκε από τη Γη. Η απογείωσή του έλαβε χώρα στις 5 Σεπτεμβρίου του 1977, περίπου 25 ημέρες μετά την απογείωση του Voyager II. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα δύο αυτά διαστημόπλοια στάλθηκαν σε τελείως διαφορετικές πορείες και οι επιστήμονες έκριναν ορθότερο να ονομάσουν έτσι τα διαστημόπλοια παρά την χρονολογική απόκλιση. Σύμφωνα με υπολογισμούς, το Voyager I θα ακολουθούσε συντομότερη πορεία με αποτέλεσμα να ξεπερνούσε το δεύτερο διαστημόπλοιο.

Ο αρχικός στόχος των αστροφυσικών ήταν η εξερεύνηση των πλανητών του Ηλιακού μας Συστήματος, όπως του Κρόνου, του Ποσειδώνα, του Δία και του Ουρανού. Παρόλα αυτά, το διαστημόπλοιο ξεπέρασε τις απαιτήσεις των ειδικών και ανακάλυψε πολλά περισσότερα ουράνια σώματα απ' ό,τι ο καθένας θα πίστευε. Τον Αύγουστο του 2012, κατάφερε να εισχωρήσει στον διαστρικό χώρο,

δηλαδή το μέρος του Σύμπαντος όπου το μαγνητικό πεδίο και η ύλη του Ήλιου δεν επηρεάζουν τα περιώρα.



Τα μέρη του διαστημόπλοιου

Voyager I και Δίας

Τον Απρίλιο του 1978, στάλθηκαν οι πρώτες φωτογραφίες του Δία στη Γη. Έγινε γνωστό το λεγόμενο Κόκκινο Σημείο (Red Spot), το οποίο αποτελεί μία καταιγίδα που σε λίγα χρόνια πρόκειται να εξαφανιστεί. Επίσης, ανακαλύφθηκαν 2 φεγγάρια του Δία, η Θήβη και η Μήτις.



Η Θήβη



Η Μήτις

Voyager I και Κρόνος

Το 1979, εντοπίστηκε το δαχτυλίδι του πλανήτη με τη βοήθεια μίας εικόνας του διαστημοπλοίου. Αποδείχθηκε πως το δαχτυλίδι του αποτελείται από άλλα μικρότερα και τα επικρατέστερα αέρια είναι το ήλιο και το υδρογόνο. Εκτός από τα δύο αυτά αέρια, μεγάλο μέρος αποτελούν ο πάγος και χιλιάδες μεγάλες πέτρες. Το πλάτος των δαχτυλιδιών του γιγαντιαίου πλανήτη εκτιμάται περίπου στην απόσταση από τη Γη στη Σελήνη.



Ο γιγάντιος πλανήτης

Pale Blue Dot

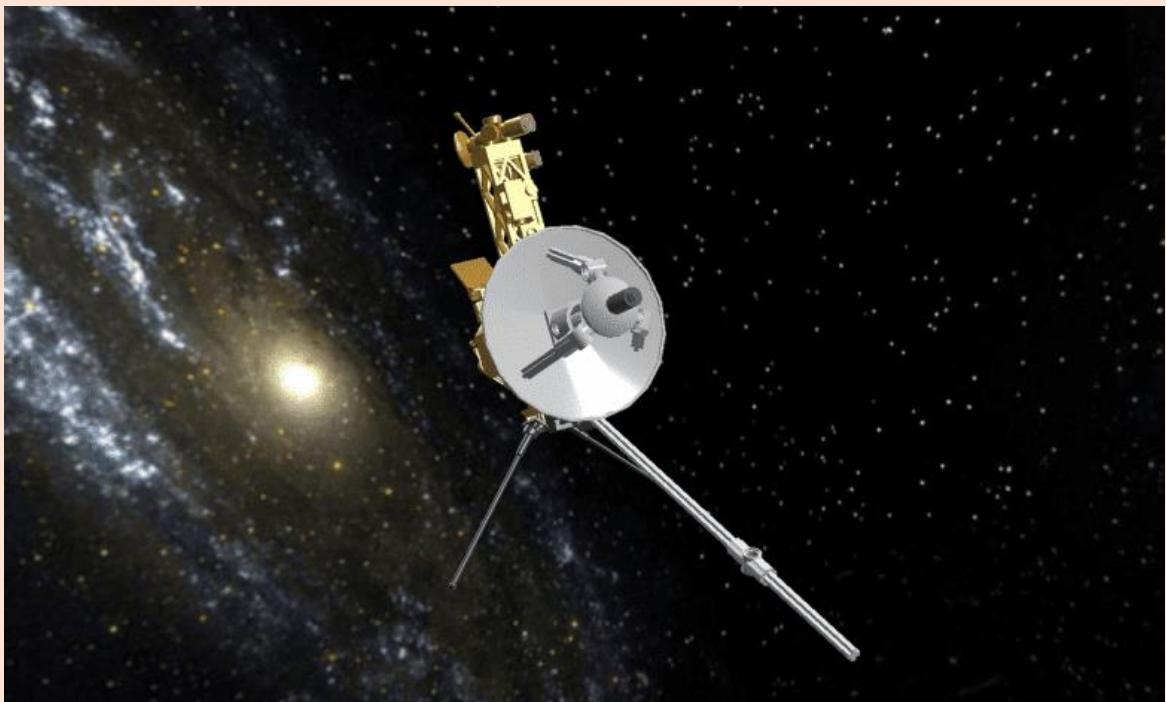
Στις 14 Φεβρουαρίου 1990, το Voyager I τράβηξε μία φωτογραφία της Γης από απόσταση 3,7 δισεκατομμύρια μίλια ή αλλιώς 6 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα μακριά από τον Ήλιο. Η συγκεκριμένη φωτογραφία της Γης ονομάστηκε Pale Blue Dot, παίρνοντας το όνομά της από το ομώνυμο βιβλίο του αστροφυσικού Carl Sagan. Το διαστημόπλοιο έπαιρνε φωτογραφίες από όλο το ηλιακό σύστημα, συλλαμβάνοντας και τη Γη στη συλλογή του. Το όνομα αυτό αποδόθηκε λόγω του υπερβολικά μικρού μεγέθους του πλανήτη μας, ο οποίος καταλάμβανε μόλις ένα pixel στη φωτογραφία. Γενικότερα, το Voyager I έστειλε υλικό και από τους εξής πλανήτες: Ποσειδώνα, Ουρανό, Κρόνο, Δία και Αφροδίτη. Παρόλα αυτά, ο Ερμής δεν φάνηκε λόγω της υπερβολικά κοντινής απόστασής του από τον Ήλιο, αλλά ούτε και ο Πλούτωνας εξαιτίας του μικροσκοπικού μεγέθους του. Ακόμη, η εμφάνιση του Άρη παρεμποδιζόταν λόγω του φωτός που αναπηδούσε μπροστά στην κάμερα.



Pale Blue Dot

Μερικές ενδιαφέρουσες πληροφορίες για το διαστημόπλοιο:

- Το διαστημόπλοιο ζυγίζει περίπου 720 κιλά και διανύει 38.000 μίλια ανά ώρα ή 17 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο.
- Θεωρείται το πιο απομακρυσμένο διαστημόπλοιο από τη Γη.
- Το διαστημόπλοιο κινδύνεψε να μην εκτοξευτεί από το έδαφος, καθώς εξαντλήθηκαν σχεδόν τα καύσιμά του.
- Συνολικά συνέλεξε 16.000 φωτογραφίες



To Voyager 1

Golden Record

Το Voyager I έχει ένα αντίγραφο του Golden Record. Το Golden Record αποτελεί μία χρονοκάψουλα 12 ιντσών στην οποία αναγράφονται χαιρετισμοί σε 55 διαφορετικές γλώσσες και σε περίπτωση ύπαρξης εξωγήινων όντων να υπάρχει η δυνατότητα αναγνώρισης του ανθρώπινου είδους από εκείνους. Εκτός αυτού, περιέχονται 115 εικόνες και ήχοι, από τον πιο απλό μέχρι το πιο σύνθετο. Για παράδειγμα, ένας ήχος μπορεί να είναι ο αέρας ή το κλάμα ενός μωρού. Στο Golden Record συμπεριλαμβάνονται και μουσικά ακούσματα, από διάφορα

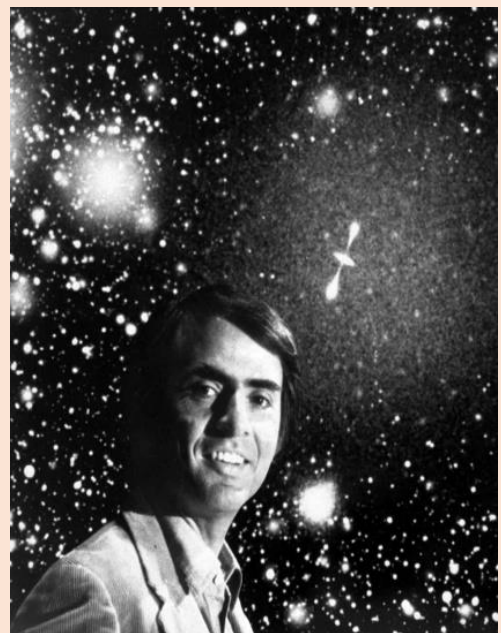
είδη μουσικών. Σημαντική ήταν η συνεισφορά του Carl Sagan και του Timothy Feris, οι οποίοι εισηγήθηκαν για την ενσωμάτωση του δίσκου αυτού στον κόσμο της αστρονομίας.



Το μέσο αναγνώρισης των ανθρώπων από τους εξωγήινους

Ένα λαμπρό μυαλό - Ο Carl Sagan

Ο Carl Sagan, γεννημένος το 1934 στο Μπρούκλιν, υπήρξε ξακουστός αστρονόμος και επιστήμονας. Φοίτησε στο πανεπιστήμιο του Σικάγο και στο πτυχίο ασχολήθηκε με τη φυσική, ενώ στο διδακτορικό του με την αστρονομία και την αστροφυσική. Εργάστηκε σε πολλά υψηλού κύρους πανεπιστήμια, όπως το Harvard και το Berkeley. Καθ'ολη τη διάρκεια της επιστημονικής ζωής του, επικεντρώθηκε στην πιθανή ύπαρξη εξωγήινων και στα πυρηνικά όπλα. Επιπροσθέτως, συνέδραμε στον σχεδιασμό των Pioneer και Voyager. Το



1996, απεβίωσε σε ηλικία 62 ετών λόγω πνευμονίας. Το έργο του αναγνωρίζεται παγκοσμίως και ο ίδιος θεωρείται μέχρι και σήμερα ένας από τους καλύτερους επιστήμονες όλων των εποχών.

"The universe is a pretty big place. If it's just us, seems like an awful waste of space"

-Carl Sagan

Voyager II

Το Voyager 2 (721.9 κιλά), μαζί με το 1 αποτελούν τα μόνα φτιαγμένα από τον άνθρωπο αντικείμενα που εισήλθαν στο διάστημα, μεταξύ των αστεριών. Τα Voyager σχεδιάστηκαν με σκοπό να εκμεταλλευθούν μια σπάνια πλανητική ευθυγράμμιση για να μελετήσουν από κοντά το εξωτερικό ηλιακό σύστημα. Συγκεκριμένα, το Voyager 2 είχε στόχο τον Δία, τον Κρόνο, τον Ουρανό και τον Ποσειδώνα. Όπως και το αδελφό του διαστημόπλοιο, το Voyager 1 το Voyager 2 έκανε έναν μεγάλο αριθμό σημαντικών ανακαλύψεων του διαστήματος και μέσω της πορείας του κρατά ποικίλα σημαντικά ρεκόρ. Καταρχάς, είναι το μόνο διαστημόπλοιο που μελετά και τους τέσσερις γιγάντιους πλανήτες του ηλιακού συστήματος σε κοντινή απόσταση. Επίσης, ανακάλυψε ένα 14^ο φεγγάρι στον Δία, την Αδράστεια. Επιπλέον, ήταν το πρώτο ανθρώπινο αντικείμενο που πέταξε δίπλα από τον Ουρανό, όπου και ανακάλυψε 10 νέα φεγγάρια και δύο νέους δακτυλίους. Τέλος, ήταν το πρώτο ανθρώπινο αντικείμενο που πέταξε από τον Ποσειδώνα, στον οποίο ανακάλυψε πέντε φεγγάρια, τέσσερις δακτυλίους και ένα «Μεγάλο Σκοτεινό Σημείο».

Σημαντικότερα ιστορικά γεγονότα

Όλα άρχισαν στις 20 Απριλίου του 1977, όταν το Voyager 2 απογειώθηκε για πρώτη φορά. Στις 9 Ιουλίου του 1979, πέταξε δίπλα από τον Δία. Στις 26 Αυγούστου του 1981, έφτασε τον τελικό του προορισμό, τον Κρόνο. Όμως, ξεπερνώντας τις προσδοκίες των επιστημόνων, στις 24 Ιανουαρίου του 1986 πέταξε και στον πλανήτη Ουρανό. Τελικός προορισμός ήταν ο Ποσειδώνας, στον οποίο έφτασε στις 25 Αυγούστου του 1989. Έπειτα, εισήλθε και στον διαστρικό χώρο στις 10 Δεκεμβρίου του 2018. Τέλος, στις 8 Ιουλίου 2019, το Voyager 2 εκτόξευσε με επιτυχία τους προωθητήρες ελιγμών διόρθωσης τροχιάς.

Voyager 2 και Δίας

Το Voyager 2 άρχισε να μεταδίδει εικόνες και ταινίες time-lapse της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας του Δία στις 24 Απριλίου 1979. Σε αντίθεση με το Voyager 1, το Voyager 2 έκανε κοντινά περάσματα στα φεγγάρια του Δία με τους επιστήμονες να ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για περισσότερες πληροφορίες από την Ευρώπη και την Ιώ. Κατά τη διάρκεια της επίσκεψής του στον Δία, μετέδωσε θεαματικές φωτογραφίες ολόκληρου του συστήματος του, συμπεριλαμβανομένων των φεγγαριών του Καλλιστώ, Γανυμήδης, Ευρώπη (σε απόσταση περίπου 127.830 μιλίων ή 205.720 χιλιομέτρων, πολύ πιο κοντά από το Voyager 1), Ιώ και Αμάλθεια, τα οποία είχαν όλα ήδη ερευνηθεί από το Voyager 1. Η πιο κοντινή συνάντηση του Voyager 2 με τον Δία ήταν στις 9 Ιουλίου 1979, σε εμβέλεια περίπου 400.785 μιλίων (645.000 χιλιομέτρων). Τότε, μετέδωσε νέα δεδομένα για τα σύννεφα του πλανήτη, τα τέσσερα φεγγάρια που είχαν ανακαλυφθεί πρόσφατα και το σύστημα δακτυλίων, καθώς και 17.000 νέες εικόνες. Συνδυάζοντας τις εικόνες από τις κάμερες των δύο Voyagers, τουλάχιστον το 80% των επιφανειών του Γανυμήδη και της Καλλιστούς χαρτογραφήθηκαν σε ανάλυση κλίμακας περίπου 3 μιλίων (5 χιλιομέτρων). Επίσης, αν και ο πλανήτης φαινόταν να έχει λίγα χαρακτηριστικά, το διαστημόπλοιο βρήκε στοιχεία για έναν ωκεανό με βραστό νερό περίπου 500 μίλια (800 χιλιόμετρα) κάτω από τις κορυφές του σύννεφου. Μια ακόμη

σημαντική ανακάλυψη που έγινε στον Δία είναι πως, περιέργως, η μέση θερμοκρασία του πόλου του που βλέπει προς τον Ήλιο βρέθηκε να είναι ίδια με αυτή στον ισημερινό. Τέλος, το Voyager 2 ανακάλυψε 10 νέα φεγγάρια, δύο νέους δακτυλίους και ένα παράξενα κεκλιμένο μαγνητικό πεδίο ισχυρότερο από αυτό του Κρόνου.

Voyager 2 και Ουρανός

Το διαστημόπλοιο μετά από την προσέγγιση του Κρόνου κατευθύνθηκε προς τον πλανήτη Ουρανό, ταξίδι που διήρκησε περίπου 4,5 χρόνια. Το Voyager διέθετε μόλις 2,5 ώρες που θα επένδυε στην εξερεύνηση του πλανήτη κατά το πέρασμά του. Από όσο γνωρίζουμε, το διαστημόπλοιο Voyager II αποτέλεσε το πρώτο γήινο αντικείμενο που πέρασε από τον Ουρανό. Το επίτευγμα αυτό ξεπέρασε τις προσδοκίες των επιστημόνων και άλλαξε τα δεδομένα της παγκόσμιας αστρονομίας. Το πλησιέστερο που έφτασε ήταν γύρω στα 81.500 χιλιόμετρα μακριά από τα σύννεφα του Ουρανού. Κατά το πέρασμά του, το Voyager ανακάλυψε 10 καινούργια φεγγάρια του πλανήτη, τα οποία ονομάστηκαν Puck, Portia, Juliet, Cressida, Rosalind, Belinda, Desdemona, Cordelia, Ophelia και Bianca, ονόματα εμπνευσμένα από τα έργα του Shakespeare. Επιπροσθέτως, ερευνήθηκαν δύο επιπλέον δακτύλιοι και ένας ωκεανός από βραστό νερό. Οι άνεμοι πνέουν σε ταχύτητα ανάλογη των 450 μιλίων ανά ώρα, ενώ το μαγνητικό πεδίο εκτιμάται ως μεγαλύτερο από αυτό του Κρόνου. Εξίσου σημαντικές ήταν οι φωτογραφίες που πάρθηκαν από τις σελήνες Miranda, Oberon, Ariel, Umbriel και Titania. Δυστυχώς, η εξερεύνηση του Ουρανού έλαβε τέλος με το τραγικό δυστύχημα του διαστημοπλοίου Challenger, το οποίο σκότωσε 7 αστροναύτες μετά από αέρια έκρηξη στα 73 πρώτα δευτερόλεπτα της απογείωσης.

Voyager 2 και Ποσειδώνας

Αφήνοντας τον πλανήτη Ουρανό πίσω, το διαστημόπλοιο συνεχίζει την πορεία του προς τον Ποσειδώνα για άλλες ανατρεπτικές ανακαλύψεις. Η κοντινότερή του προσέγγιση ήταν στα 5.000 χιλιόμετρα από τα σύννεφα του πλανήτη αυτού. Με το πέρασμά του, ανακαλύπτει 6 νέα φεγγάρια, τα οποία και ονομάστηκαν Proteus, Larissa, Despina, Galatea, Thalassa και Naiad, καθώς και 4 νέους δαχτύλιους. Ακόμη, παρατηρείται το Great Dark Spot, η παρουσία του οποίου είναι αμφισβητίσιμη λόγω των διαφορετικών δεδομένων που καταγράφηκαν με τη χρήση του τηλεσκοπίου Hubble. Η ταχύτητα του αέρα υπολογίζεται στα 680 χιλιόμετρα ανά ώρα, ενώ το υδρογόνο θεωρείται το επικρατέστερο χημικό στοιχείο. Στον πλανήτη υπάρχει και μεθάνιο και σε αυτό αποδίδεται το μπλε χρώμα του. Κλείνοντας, η σελήνη Triton αναδεικνύεται ως το ψυχρότερο ουράνιο σώμα του ηλιακού μας συστήματος, έχοντας στην επιφάνειά της ένα ηφαιστειο αποτελούμενο από πάγο και άζωτο.

Τα διαστημόπλοια Voyager σημάδεψαν την εξέλιξη του ανθρώπινου νου και εφευρετικότητας. Μετά την είσοδό τους στον διαστρικό χώρο το 2018 και την λήψη φωτογραφίας από όλο το ηλιακό σύστημα, η αποστολή πήρε το όνομα interstellar mission. Παράλληλα, το ταξίδι τους αποκαλέστηκε "Grand Tour" και για τη διατήρηση ενέργειας χρησιμοποιήθηκε η χαμηλή ενεργειακή λειτουργία. Το πρότζεκτ αυτό ήταν από πάντα φιλόδοξο και πολλά υποσχόμενο. Στη σύγχρονη εποχή, οι περισσότερες διαστημικές μας γνώσεις οφείλονται στα ταξίδια των διαστημοπλοίων Voyager στο διάστημα και η επιστήμη έχει τα θεμέλιά της σε αυτήν την πολύχρονη, αλλά σίγουρα επιτυχημένη αποστολή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[https://curiosmos.com/wp-](https://curiosmos.com/wp-content/uploads/2020/10/ad4753aea0dfebb773066a34d30293ae-780x470.png)

[content/uploads/2020/10/ad4753aea0dfebb773066a34d30293ae-780x470.png](https://curiosmos.com/wp-content/uploads/2020/10/ad4753aea0dfebb773066a34d30293ae-780x470.png)

<https://th.bing.com/th/id/OIP.8O8gggl6kyh3rslWdSOjhwHaGH?pid=ImgDet&rs=1>

[https://img.washingtonpost.com/rf/image_960w/2010-](https://img.washingtonpost.com/rf/image_960w/2010-2019/WashingtonPost/2012/06/26/Style/Images/carlsagan1.jpg)

[2019/WashingtonPost/2012/06/26/Style/Images/carlsagan1.jpg](https://img.washingtonpost.com/rf/image_960w/2010-2019/WashingtonPost/2012/06/26/Style/Images/carlsagan1.jpg)

<https://th.bing.com/th/id/OIP.R3zNuZfpxCxA88V3MtdcZAHaE8?pid=ImgDet&rs=1>

<https://th.bing.com/th/id/R.29543f2e8d091262e99f88c7a13a6f88?rik=MzFhsbAM3jQx%2fw&riu=http%3a%2f%2fwww.sciencefriday.com%2fwp-content%2fuploads%2f2016%2f09%2fArtboard-2-1.jpg&ehk=o%2fToNmB4Tlx9CUvHOg%2fVoig1mCxJU07%2b9KdxtJbMiU%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0>

https://cms.qz.com/wp-content/uploads/2017/12/7994970_orig1-e1512596011853.jpg?quality=75&strip=all&w=1900&h=1292

<https://th.bing.com/th/id/R.0934115260a24a890ab715f55db1be12?rik=0HuZY4uyMrJiSg&pid=ImgRaw&r=0>

<https://th.bing.com/th/id/OIP.oWEGZDt33KbZft5bixAeAHaHa?pid=ImgDet&rs>

https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width/public/thumbnails/image/voyager_instruments_2.jpg?itok=iXHkFxD1

<https://th.bing.com/th/id/R.a55bdd3c8c84ac0c0ad2e21d7c525c0b?rik=XC665Zq2bi%2bPQw&riu=http%3a%2f%2fimages2.fanpop.com%2fimages%2fphotos%2f6900000%2fSpace-space-6903845-1600-1200.jpg&ehk=EsRNXY4nPAIVzG8Y43hDGgxDmeLCXoFcL254Db6tPUk%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0>

<https://th.bing.com/th/id/R.90f8fea06facde06937c1ea1b7997b92?rik=LISQkZMNSPrUng&pid=ImgRaw&r=0>

"In Depth | Voyager 1 – NASA Solar System Exploration." *NASA Solar System Exploration*, solarsystem.nasa.gov/missions/voyager-1/in-depth/.

"Voyager 2 Launched Before Voyager 1." *NASA*, 15 Apr. 2015, www.nasa.gov/mission_pages/voyager/multimedia/pia01480.

"Where Does Interstellar Space Begin?" *NASA Space Place – NASA Science for Kids*, 17 Jan. 2023, spaceplace.nasa.gov/interstellar/en/.

"How Fast is Voyager 1 Going?" *Quora*, www.quora.com/How-fast-is-Voyager-1-going.

"Carl Sagan Quotes (Author of *Cosmos*)." *Goodreads | Meet Your Next Favorite Book*, www.goodreads.com/author/quotes/10538.Carl_Sagan.

"Voyager 1: Earth's Farthest Spacecraft." *Space.com*, 23 Aug. 2022, www.space.com/17688-voyager-1.html.

"Mission Overview." *Voyager*, voyager.jpl.nasa.gov/mission/.

"Voyager 1's Pale Blue Dot | NASA Solar System Exploration." *NASA Solar System Exploration*, [solarsystem.nasa.gov/resources/536/voyager-1s-pale-blue dot](https://solarsystem.nasa.gov/resources/536/voyager-1s-pale-blue-dot).

Brian Dunbar. *NASA – Saturn's Rings*. www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F_Saturn_Rings.html.

"In Depth | Voyager 2 – NASA Solar System Exploration." *NASA Solar System Exploration*, solarsystem.nasa.gov/missions/voyager-2/in depth.

History.com Editors. "Challenger Explosion." *HISTORY*, 15 Feb. 2010, www.history.com/topics/1980s/challenger-disaster.

Η επιστροφή στη Σελήνη

Παναγιώτης-Τιμολέων Κανέλλος, Γ3

Γεράσιμος-Μάριος Θωμάς, Γ3

Γιάννης Καζάκος, Γ3

Ο άνθρωπος από τότε που έγινε ένα έξυπνο και εξελιγμένο, πάντα σκεφτόταν το τι υπάρχει στον ουρανό. Το πρώτο στοιχείο που του κέντρισε το ενδιαφέρον ήταν το μεγαλύτερο και πιο φωτεινό ουράνιο σώμα, η Σελήνη ο πέμπτος μεγαλύτερος φυσικός δορυφόρος του



Η Σελήνη

ηλιακού μας συστήματος. Η Σελήνη ονομάστηκε κατά πάσα πιθανότητα δημιουργήθηκε από την πρόσκρουση ενός ουράνιου σώματος στο μέγεθος του Άρη με τη Γη. Είναι 385,000 km μακριά από τη Γη και έχει μία επιφάνεια γεμάτη κρατήρες λόγω της σύγκρουσής της με κομήτες και αστεροειδής, προστατεύοντας πολλές φορές και την ίδια τη Γη. Ακόμη, η Σελήνη βοηθάει στην σταθεροποίηση του κλίματός μας, αφού σταθεροποιεί και την περιστροφή και ταλάντωση της Γης γύρο από τον άξονά της. Αλλά ποια γεγονότα συντέλεσαν στην απόβαση του ανθρώπου στην Σελήνη; Έπειτα από την αποστολή του Γιούρι Γκαγκάριν στο διάστημα από τη Σοβιετική Ένωση τον Απρίλιο του 1961, οι ΗΠΑ αποφάσισαν να μεταφέρουν τη διαμάχη των δύο αυτών υπερδυνάμεων, όσον αφορά το διάστημα, σε νέα επίπεδα. Ειδικότερα, ο τότε Πρόεδρος των ΗΠΑ Τζον Φ. Κένεντι, τον Μάιο του 1961 προανήγγειλε πως η Αμερική θα είχε φτάσει στο φεγγάρι πριν το τέλος της δεκαετίας αυτής. Έτσι, η πρώτη αποστολή ήταν

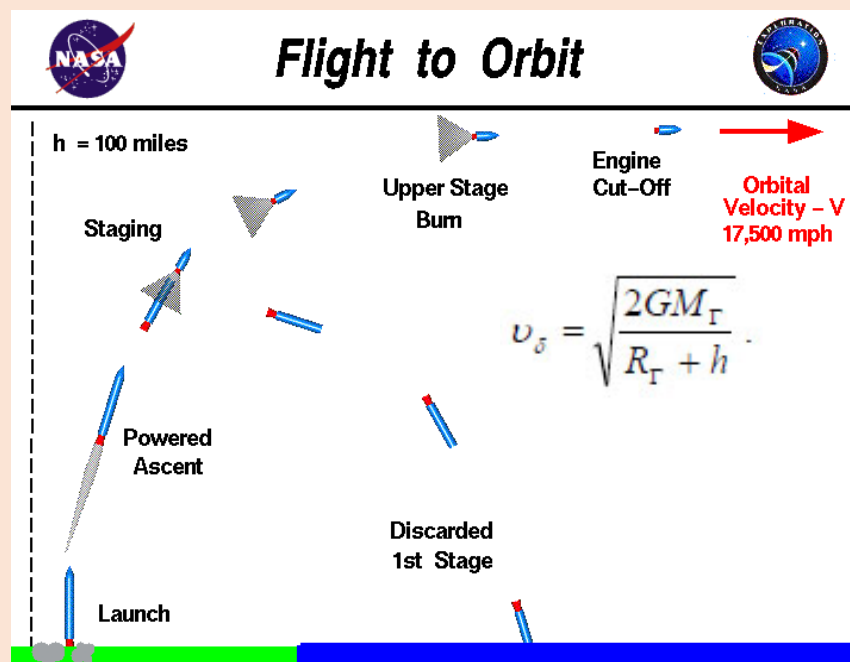
το Apollo 11 που απογειώθηκε από το Cape Canaveral της Φλόριντα στις 20 Ιουλίου του 1969 και προσεδαφίστηκε στη Σελήνη με πλήρωμα 2 ανθρώπους: τον Νιλ Άρμστρονγκ και Έντουιν Άλντριν. Έπειτα από αυτό το γεγονός, το 1972 πάτησε στη Σελήνη το πόδι της η ανθρωπότητα για τελευταία φορά με αποστολή του Apollo 17. Αυτή την στιγμή, στην επιφάνεια της Σελήνης βρίσκονται τρία ρομποτικά διαστημόπλοια που εξερευνούν το φεγγάρι, το Lunar Reconnaissance Orbiter και τα δίδυμα διαστημόπλοια Artemis (όχι το πρόγραμμα Άρτεμις) με στόχο τη συλλογή πληροφοριών όσον αφορά το έδαφος του φεγγαριού.

Παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν το ταξίδι στη Σελήνη

Υπάρχουν μερικές παράμετροι που επηρεάζουν την απογείωση, την προσσελήνωση, την αποσελήνωση και την επιστροφή και πάλι πίσω στη Γη. Αυτές οι παράμετροι είναι αρκετά σημαντικές, ώστε να γίνει όλο το ταξίδι με ασφάλεια και τελικά να πετύχει τον στόχο του.

Όσον αφορά την απογείωση, το σκάφος θα πρέπει να απογειωθεί από ένα μέρος που να βρίσκεται κοντά σε θάλασσα, έτσι ώστε να γίνει η αποβολή του δοχείου καυσίμου του πυραύλου με ασφάλεια, χωρίς να υπάρξουν καταστροφές και

ανθρώπινα θύματα. Επιπλέον, το σημείο απογείωσης θα πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν το πιο κοντά στον Ισημερινό, έτσι ώστε να χρειαστεί να διανύσει το διαστημόπλοιο τη μικρότερη δυνατή απόσταση για να βγει από το βαρυτικό πεδίο



Έξοδος από το βαρυτικό πεδίο της Γης

της Γης. Επιπρόσθετα, είναι εξίσου σημαντικό να βρίσκεται η συγκεκριμένη βάση ανατολικά, ώστε να μπορέσει να εκμεταλλευτεί τους ανέμους που προκαλεί η περιστροφή της Γης γύρω από άξονά της που είναι από δυτικά προς τα ανατολικά. Τέλος, με βάση τον Tsiolkonsky (Ρώσος επιστήμονας) θα πρέπει να πετύχει ταχύτητα ίση με 28.800 χιλιόμετρα την ώρα ώστε να βγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

Στην παραπάνω εικόνα το u_6 , δηλαδή η απαραίτητη ταχύτητα για την έξοδο του διαστημοπλοίου από το βαρυτικό πεδίο της Γης, ισούται με την τετραγωνική ρίζα του κλάσματος, με αριθμητή το διπλάσιο γινόμενο της παγκόσμιας σταθεράς της βαρύτητας με τη μάζα της Γης, προς το άθροισμα του μέσου όρου της ακτίνας της Γης και του ύψους, δηλαδή την απόσταση του διαστημόπλοιου από την επιφάνεια της Γης. Η εικόνα γενικά παρουσιάζει τα απαραίτητα στάδια της απογείωσης που πρέπει να γίνουν ώστε να απογειωθεί το διαστημόπλοιο από τη Γη.

Για την προσελήνωση, οι τοποθεσίες προσεδάφισης που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για εξερεύνηση είναι ταυτόχρονα δύσκολες στην πρόσβαση και επικίνδυνες, αφού είναι κρατήρες, βράχοι και πλαγιές. Αυτό συμβαίνει επειδή δεν υπάρχει ατμόσφαιρα γύρω από το φεγγάρι, έτσι ώστε να προστατευθεί από τα προσκρουόμενα σώματα, καθώς με την παρουσία ατμόσφαιρας, τα κινούμενα σώματα θα είχαν υποστεί αλλοιώσεις λόγω της τριβής τους με τον αέρα. Πιο συγκεκριμένα, η τριβή αυτή αυξάνει τη θερμοκρασία των σωμάτων, με αποτέλεσμα να εξαφανιστούν παίρνοντας τη μορφή των γνωστών σε όλους μας πεφταστεριών. Ακόμη, μέσω της ατμόσφαιρας, οι κρατήρες που θα δημιουργούνταν θα επουλώνονταν λόγω της μεταφοράς υλικών σε αυτούς μέσω των τοπικών ανέμων.



Έτσι δημιουργήθηκαν αυτοί οι

Η προσελήνωση

κρατήρες που δημιουργούν και το ανάγλυφο της Σελήνης, ως εκ τούτου το σκάφος πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικό όσο προσεγγίζει τη Σελήνη. Επιπλέον, το διαστημικό σκάφος πρέπει να μειώσει την ταχύτητά του από περίπου 15 χιλιάδες χιλιόμετρα ανά ώρα σε 6000 χιλιόμετρα ανά ώρα ώστε να μπει σε σεληνιακή τροχιά και ύστερα σε μερικά χιλιόμετρα ανά ώρα για να έχει μια ομαλή προσσελήνωση. Επίσης, λόγω της έλλειψης ατμόσφαιρας στη Σελήνη, δημιουργούνται διακυμάνσεις στην θερμοκρασία οι οποίες αν είναι πολύ ακραίες, μπορούν να δημιουργήσουν βλάβες στο σκάφος και να το αποτρέψουν από την επίτευξη του στόχου του.

Για την αποσελήνωση από τη Σελήνη, θα πρέπει το σκάφος να κινείται υπό σωστή γωνία έτσι ώστε να ξαναμπεί στην τροχιά της Σελήνης που θα το βοηθήσει να επανέλθει σε τροχιά με τη Γη και να προσεδαφιστεί.

Για την επιστροφή στη Γη τα σκάφη πρέπει να προσγειωθούν σε ένα σημείο του Ειρηνικού Ωκεανού όπου δεν υπάρχουν κάτοικοι. Επιπλέον, οι θερμικές ασπίδες είναι αναγκαίες λόγω της τριβής με την ατμόσφαιρα που αυξάνει δραματικά τη θερμοκρασία της επιφάνειας του σκάφους, μιας και αυτό κινείται με 28.163 χιλιόμετρα ανά ώρα. Επίσης, για την ομαλή προσγείωση είναι πολύ σημαντική η ύπαρξη και χρήση ενός αλεξίπτωτου για να μειωθεί η ταχύτητα του σκάφους πριν την πρόσκρουση με το νερό. Επιπρόσθετα, θα πρέπει οι καιρικές συνθήκες να είναι τέτοιες έτσι ώστε να μην δημιουργηθεί πρόβλημα στην προσγείωση του σκάφους στη Γη, δηλαδή κατά βάση να μην υπάρχουν θυελλώδεις άνεμοι στην περιοχή.

Το πρόγραμμα Artemis

Το βασικό πρόγραμμα όλου του πλανήτη για την επιστροφή της ανθρωπότητας στο φεγγάρι και γενικότερα στο διάστημα είναι το πρόγραμμα της NASA, Artemis. Το πρόγραμμα Artemis οργανώνεται γύρω από μια σειρά αποστολών οι οποίες θα πραγματοποιούνται ανά διαστήματα ενός έτους ή περισσότερο. Η NASA και οι συνεργάτες της έχουν προγραμματίσει αποστολές Artemis 1 έως Artemis 5. Έτσι στις 16 Νοεμβρίου 2022 στις 8:47 π.μ. το Orion εκτοξεύτηκε με τη

βοήθεια του πυραύλου SLS από το Cape Canaveral με στόχο την προσσελήνωση. Έπειτα από μία αποστολή μήκους 1,4 εκατομμυρίων μιλίων μέχρι τη Σελήνη και πίσω, το διαστημόπλοιο επέστρεψε στο Διαστημικό Κέντρο Κένεντι της NASA στις 30 Δεκεμβρίου και η κάψουλά του εκτοξεύτηκε στον Ειρηνικό Ωκεανό τον Δεκέμβριο. Ειδικότερα, το διαστημόπλοιο Orion για το Artemis 1 κατασκευάστηκε στις 20 Οκτωβρίου 2021, σηματοδοτώντας την πρώτη φορά που ένα μεγάλων διαστάσεων διαστημόπλοιο κατασκευάστηκε μέσα στο Vehicle Assembly Building (VAB) της NASA μετά από το Saturn V το 1973 και επίσης η αποστολή του Τα πιο σημαντικά στοιχεία του όλου προγράμματος είναι:

1. Η απογείωση του Artemis 1 από το Kennedy Space Center
2. Η αποβολή του συστήματος απογείωσης και η ενεργοποίηση των Jettison Boosters που βρίσκονται πάνω στον πύραυλο
3. Κύριο στάδιο αποκοπής του κινητήρα
4. Ο ελιγμός ανύψωσης περιγείου (μετακίνηση ηλιακών συστοιχιών)
5. Η τροχιά γύρω από τη Γη
6. Η δια-σεληνιακή έγχυση (παίρνει πορεία για τη Σελήνη)
7. Ο διαχωρισμός και η διάθεση προσωρινής κρυογονικής βαθμίδας προώθησης (icps)
8. Η διόρθωση εγκαυμάτων εξερχόμενης τροχιάς
9. Σταδιακή πτήση προς την τροχιά της Σελήνης
10. Η εισαγωγή σε σεληνιακή τροχιά
11. Η εκτέλεση περιστροφής στην τροχιά της Σελήνης για 6 ημέρες
12. Η σταδιακή αποχώρηση από την τροχιά, επόμενος προορισμός Γη
13. Η πτήση επιστροφής
14. Η επιστροφή διαμετακόμισης
15. Ο διαχωρισμός της μονάδας πληρώματος από τη μονάδα εξυπηρέτησης
16. Η είσοδος στην ατμόσφαιρα της Γης

17. Η τελική προσγείωση στον Ειρηνικό Ωκεανό.

Η αποστολή διήρκησε συνολικά 25 ημέρες και 10 ώρες, με την έξοδο από τη Γη μέχρι την τροχιά της Σελήνης να κρατάει 9 ημέρες και 13 ώρες, με την παραμονή του πυραύλου στην τροχιά της Σελήνης να κρατάει 6 ημέρες και με το τελικό ταξίδι επιστροφής να κρατάει 9 ημέρες και 19 ώρες.

Ta CubeSats

Ο πύραυλος θα αφήσει τα 10 συνολικά CubeSats στη διάρκεια του ταξιδιού του. Τα CubeSats είναι μια κατηγορία νανοδορυφόρων που έχουν ένα τυποποιημένο μέγεθος. Το τυποποιημένο μέγεθος που χρησιμοποιεί το CubeSat είναι "μία μονάδα" ή "1U" με διαστάσεις 10x10x10 cm και μπορεί να επεκταθεί και σε μεγαλύτερα μεγέθη δηλαδή ως 12U. Αναπτύχθηκε αρχικά το 1999 από το Πολυτεχνείο της Καλιφόρνιας στο San Luis Obispo (Cal Poly) και το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ με σκοπό την παροχή μιας πλατφόρμας για την εκπαίδευση και την εξερεύνηση του διαστήματος. Η ανάπτυξη των CubeSats έχει εξελιχθεί σε δική της βιομηχανία με την κυβέρνηση, τη βιομηχανία και την ακαδημαϊκή κοινότητα να συνεργάζονται για ολοένα και μεγαλύτερες δυνατότητες. Παρέχουν μια οικονομική και αποδοτική πλατφόρμα για επιστημονικές έρευνες και επιδείξεις νέων τεχνολογιών. Τα CubeSats χρησιμοποιούνται συνήθως σε χαμηλή τροχιά της Γης για εφαρμογές όπως η τηλεπισκόπηση και για επικοινωνίες. Αλλά καθώς οι μηχανικοί εξοικειώνονται περισσότερο με την τεχνολογία, τα CubeSats αρχίζουν να επιχειρούν πιο μακριά, όπως είναι αντιληπτό στη παραπάνω αποστολή. Το CubeSat στη Σελήνη έχει ως στόχο την παρατήρηση του ενδιάμεσου κρυογονικού σταδίου προώθησης του SLS με προηγμένα οπτικά συστήματα και συστήματα απεικόνισης λογισμικού CuSP: Με τη συμβολή του Νοτιοδυτικού Ερευνητικού Ινστιτούτου (SwRI), αυτός ο δορυφόρος είναι μια αποστολή



Ta CubeSats

"διαστημικού καιρού" που θα μετρά ηλιακά σωματίδια και μαγνητικά πεδία. Το CubeSat στη Σελήνη έχει ως στόχο την παρατήρηση του ενδιάμεσου κρυογονικού σταδίου προώθησης του SLS με προηγμένα οπτικά συστήματα και συστήματα απεικόνισης λογισμικού CuSP. Με τη συμβολή του Νοτιοδυτικού Ερευνητικού Ινστιτούτου (SwRI), αυτός ο δορυφόρος θα βοηθήσει στη μελέτη του "διαστημικού καιρού" καθώς θα μετρά ηλιακά σωματίδια και μαγνητικά πεδία.

Μετά την επιτυχημένη αποστολή του μη επανδρωμένου Artemis 1, το Artemis 2 αναμένεται να εκτοξεύσει ένα πλήρωμα τεσσάρων αστροναυτών από το Διαστημικό Κέντρο Κένεντι πίσω στο φεγγάρι για πρώτη φορά μετά το 1972 και το Apollo 17. Έτσι, το Artemis 2 θα εκτοξευθεί από το τεράστιο διαστημικό σύστημα εκτόξευσης (SLS) και θα κουβαλάει το διαστημικό σκάφος Orion για να εκτοξεύσει το πλήρωμα του σε μια αποστολή διάρκειας 8 ημερών. Η αποστολή αυτή υπολογίζεται να είναι πραγματοποιηθεί τον Μάιο του 2024.

Η τελευταία κατά σειρά προγραμματισμένη αποστολή είναι το Artemis 3 με σχέδιο να προσσεληνώσει ένα πλήρωμα δύο αστροναυτών. Η αποστολή αυτή θα να είναι η πρώτη που θα τοποθετήσει μια γυναίκα και ένα έγχρωμο άτομο στη νότια πολική περιοχή της Σελήνης για περίπου μία εβδομάδα. Η αποστολή αυτή προορίζεται να λάβει χώρα εντός του 2025.



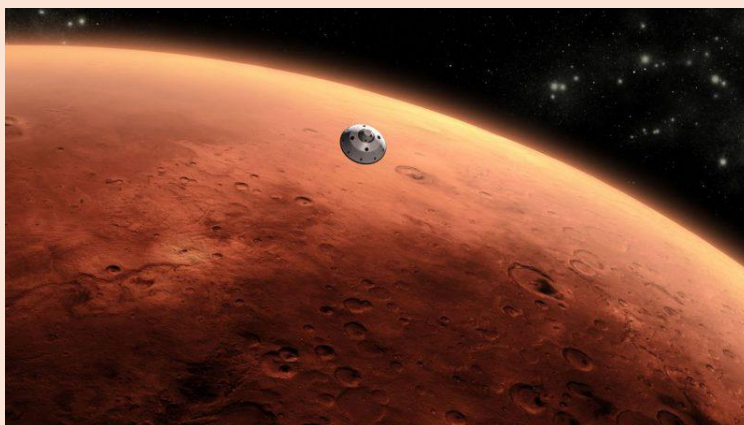
To Artemis 3

Τέλος, ο μακροπρόθεσμος στόχος του προγράμματος είναι να δημιουργήσει ένα μόνιμο στρατόπεδο βάσης στη Σελήνη και να διευκολύνει τις ανθρώπινες αποστολές στον Άρη. Το πρόγραμμα Artemis είναι μια συνεργασία κυβερνητικών διαστημικών υπηρεσιών και ιδιωτικών εταιρειών διαστημικών πτήσεων όπως η SpaceX, που συνδέονται μεταξύ τους με συμφωνίες και υποστηρικτικές συμβάσεις. Αξίζει να σημειωθεί πως ο άνθρωπος ο οποίος έστησε όλο αυτό το πρόγραμμα είναι ένα Έλληνας, ο Σταμάτης Κριμιζής.

Όμως για ποιους λόγους χρειάστηκε να περάσουν 50 χρόνια για να ξαναπάει ο άνθρωπος στο Φεγγάρι;

Σύμφωνα με τον αρχηγό της NASA, Jim Bridenstine, “άμα δεν υπήρχε το πολιτικό ρίσκο (της απόβασης στη Σελήνη) τότε θα ήμασταν ήδη στο φεγγάρι ή βασικά θα ήμασταν στον Άρη”. Συμπεραίνουμε λοιπόν πως το πολιτικό ρίσκο που επιφέρει η επιστροφή στην Σελήνη, λόγω της αναγκαίας δαπάνης δισεκατομμυρίων δολαρίων, είναι από τους πρωταρχικούς λόγους της αποχής μας από την Σελήνη. Πιο συγκεκριμένα, θα χρειαστεί να δαπανηθούν 4,1 δισεκατομμύρια δολάρια για κάθε εκτόξευση του προγράμματος Άρτεμις. Αυτός είναι ο λόγος που πολλοί πολιτικοί τα προηγούμενα χρόνια εύλογα αποφάσισαν να τα δαπανήσουν αυτά τα χρήματα στον τομέα της υγείας, της εκπαίδευσης και γενικά για τη βελτίωση της οικονομίας των ΗΠΑ. Επιπρόσθετα, την εποχή του Ψυχρού Πολέμου, ο κόσμος είχε πολλή μεγάλη ενδιαφέρον (και από την πλευρά των ΗΠΑ και της Σοβιετικής Ενώσεως) για την εκπλήρωση αυτού του αγώνα στο διάστημα, γεγονός το οποίο κατά την διάρκεια των επόμενων δεκαετιών μειώθηκε και έχει αναζωπυρωθεί τα τελευταία χρόνια λόγο της προοπτικής της απόβασης του ανθρώπου στον Άρη.

Από την άλλη πλευρά, η επιστροφή της ανθρωπότητας στο φεγγάρι είναι άκρως σημαντική για την απόβαση αστροναυτών στον Άρη. Ειδικότερα, σε συγκεκριμένα χρονικά



Εικόνα 1: Μελλοντική απόβαση στον Άρη

διαστήματα, η Γη και ο Άρης θα βρίσκονται κοντά ώστε να γίνεται η εκτόξευση. Είναι γνωστό ότι αν η Σελήνη είναι στην κατάλληλη θέση (αν δηλαδή βρίσκεται ανάμεσα στην Γη και στον Άρη) είναι πιο κοντά στον Άρη από ότι η Γη. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα η διαδρομή να έχει τελικά μικρότερη διάρκεια και μικρότερο κόστος.

Συμπερασματικά, υπάρχουν μελλοντικά πλάνα για την επιστροφή του ανθρώπου στην Σελήνη τα οποία κινητοποιούνται από την έντονη επιθυμία της ανθρωπότητας και από τα πλάνα ακόμα μακρινότερης εξερεύνησης, όπως η προσεδάφιση στον πλανήτη Άρη. Η θέληση των μεγάλων δυνάμεων όπως οι ΗΠΑ, η Κίνα, η Ινδία και η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει ως αποτέλεσμα τα επόμενα χρόνια να πιστέψει ο άνθρωπος στη Σελήνη και να φτάσει ακόμα πιο μακριά. Αυτό είναι ένα δείγμα του πόσο ενωμένοι μπορούν να γίνουν οι άνθρωποι όταν έχουν έναν κοινό σκοπό. Η επιστροφή στη Σελήνη είναι ένα βήμα της ανθρωπότητας προς την επιστροφή στην εξερεύνηση του διαστήματος.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

"Flight to Orbit." *NASA Glenn Research Center*, 13 May 2021,
www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/rktrflight.html.

Furniss, Tim. *Spacecraft*. Heinemann-Raintree Library, 2005.

"Earth's Moon." *NASA Solar System Exploration*,
solarsystem.nasa.gov/moons/earths-moon/overview/.

"Artemis Programme: What You Need to Know About NASA's Moon Missions."
www.rmg.co.uk/stories/topics/nasa-moon-mission-artemis-program-launch-date.

"'World's Clearest Moon Picture' Has Been Revealed by Astrophotographer Who Spent Two Weeks Capturing It." *The Sun*, 4 May 2020,
www.thesun.co.uk/tech/11546839/worlds-clearest-moon-picture/.

Smith, Rich. "You Won't Believe How Much It Will Cost for America to Return to the Moon." *The Motley Fool*, 19 Mar. 2022,
www.fool.com/investing/2022/03/19/how-much-will-americas-to-return-to-the-moon-cost/.

Mosher, Dave, and Hilary Brueck. "Astronauts Explain Why Nobody Has Visited the Moon in 50 Years — and the Reasons Are Depressing." *Business Insider*, 14 Dec. 2022, www.businessinsider.com/moon-missions-why-astronauts-have-not-returned-2018-7.

"Προσελήνωση – Προγραμματισμός και σχεδιασμός μιας σεληνακάτου – Science in School." *Science in School*, 27 June 2022, www.scienceinschool.org/el/article/2022/landing-moon-planning-and-designing-lunar-lander/.

Σαν Σ. "Απόλλων 11: Η πρώτη προσεδάφιση ανθρώπου στη Σελήνη." *Σαν Σήμερα .gr*, www.sansimera.gr/articles/296.

"Artemis I Map." NASA, 9 Feb. 2018, www.nasa.gov/image-feature/artemis-i-map.

"NASA: Artemis." NASA, www.nasa.gov/specials/artemis/.

Dinner, Josh. "After Artemis 1, It Will Take NASA 2 Years to Send Astronauts to the Moon. Why So Long?" *Space.com*, 12 Dec. 2022, www.space.com/nasa-artemis-2-mission-2024-why-so-long.

International Space Station - ISS

Κεσισικλής Ιωάννης, Γ4

Κουντούρης Ορέστης, Γ4

Λαζαρίδης Απόστολος, Γ5

Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ISS) είναι ένας μεγάλος και κατοικήσιμος δορυφόρος της Γης. Στον ISS συνεργάζονται πάνω από 15 έθνη καθημερινά με σκοπό να ανακαλύψουν τα μυστικά του διαστήματος. Εκτοξεύθηκε σταδιακά αρχίζοντας το 1998 και αφού τέθηκε σε τροχιά, το 2000 η πρώτη ομάδα αστροναυτών (ένας Αμερικανός και δύο Ρώσσοι) εγκαταστάθηκε στον σταθμό. Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός περιφέρεται γύρω από τη Γη σε υψόμετρο 400 χιλιομέτρων. Ο σταθμός αποτελείται από κυλινδρικά τμήματα. Τα τμήματα αυτά κατασκευάστηκαν κυρίως από τις ΗΠΑ και τη Ρωσία, ωστόσο και άλλα έθνη προσέφεραν εξοπλισμό για την κατασκευή και την αναβάθμιση του σταθμού. Ο Καναδάς δημιούργησε ένα ρομποτικό χέρι, το οποίο εγκαταστάθηκε στον σταθμό το 2001, ενώ η Βραζιλία, η Ιαπωνία και χώρες της Ευρωπαϊκής Διαστημικής Ομοσπονδίας (ESA), υπέγραψαν συμβόλαιο για την προσφορά εξοπλισμού για την αναβάθμιση του σταθμού. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο σταθμός αποτελείται από τμήματα (modules) τα οποία εκτοξεύθηκαν διαδοχικά και όχι συγχρόνως για να διευκολυνθεί η διαδικασία και για να μην προκύψουν μεγάλες ζημιές και πιθανά ατυχήματα κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Ο σταθμός, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του, χρησιμοποιεί 8 ηλιακά panel τα οποία του παρέχουν πάνω από 100 KW ηλεκτρικής ενέργειας. Τα panel βρίσκονται σε ένα μεταλλικό πλαίσιο το οποίο έχει μήκος 110 μέτρα.

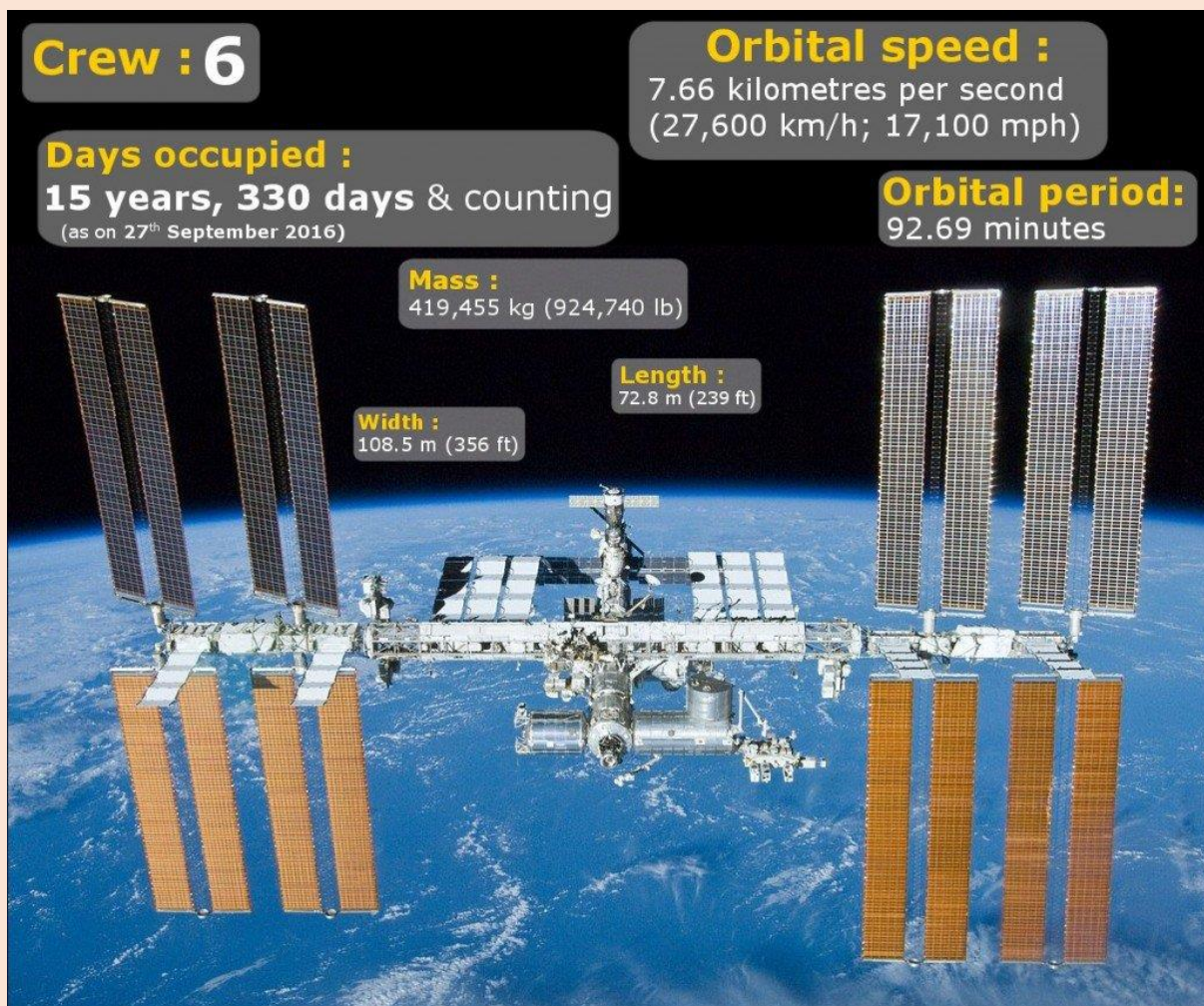
Προκειμένου να ολοκληρωθεί η κατασκευή του διεθνούς διαστημικού σταθμού, πραγματοποιήθηκαν δεκάδες πτήσεις διαστημικών λεωφορείων από τη Ρωσία και τις ΗΠΑ. Οι χώρες της ESA και η Ιαπωνία επικεντρώθηκαν στη δημιουργία οχημάτων/διαστημοπλοίων τα οποία θα ήταν υπεύθυνα για τον ανεφοδιασμό του σταθμού. Το 2012 η κάψουλα SpaceX Dragon έγινε το πρώτο ιδιωτικό διαστημόπλοιο που χρησιμοποιήθηκε για την κάλυψη αναγκών στον ISS. Έπειτα, το 2020, η κάψουλα Crew Dragon SpaceX μετέφερε αμερικανούς αστροναύτες στον σταθμό.

Αποστολές

Οι αστροναύτες αλλά και οι υπεύθυνοι επιστήμονες στη Γη, χρησιμοποιώντας ραδιοσήματα διαχειρίζονται εργαστηριακό εξοπλισμό του σταθμού για τη διεξαγωγή μετρήσεων ή για την παραγωγή υλικών και μηχανημάτων. Παραδείγματα αποτελούν η μέτρηση και η παρατήρηση των επιπτώσεων της φαινομενικής έλλειψης βαρύτητας, σε βιολογικά δείγματα, καθώς και του πληρώματος ή η παραγωγή κρυστάλλων πρωτεΐνης για τη διεξαγωγή ιατρικών ερευνών και πειραμάτων. Οι κρύσταλλοι, αυτοί, που καλλιεργούνται και αναπτύσσονται στο διάστημα, παρατηρήθηκε ότι έχουν λιγότερες ατέλειες και είναι πιο αποδοτικοί και λειτουργικοί από εκείνους που παράγονται στη Γη. Ως εκ τούτου, οι κρύσταλλοι που αναπτύσσονται στο διάστημα είναι πιο εύκολο να αναλυθούν και να χρησιμοποιηθούν σε πειράματα από ιατρικούς ερευνητές.

Η κύρια αξία της ύπαρξης ενός διαστημικού σταθμού είναι ότι όλος ο εξοπλισμός πρέπει να μεταφερθεί στο διάστημα μόνο μία φορά. Παράλληλα, ο σταθμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά και ξανά από κοσμοναύτες και αστροναύτες ερευνητές οι οποίοι μεταφέρουν πληροφορίες στη Γη αλλά και διεξάγουν σημαντικά πειράματα στις αποστολές τους στον σταθμό. Οι επιστήμονες στη Γη μπορούν να αναλύσουν τα πειραματικά αποτελέσματα και να τροποποιήσουν τις επόμενες έρευνες, ώστε να είναι πιο λειτουργικές και έγκυρες.

Ο σταθμός σχεδιάστηκε για να λειτουργήσει για τουλάχιστον 15 χρόνια. Εντούτοις, ο ISS θα μπορούσε να διαρκέσει δεκαετίες, εάν επισκευαστούν ή αντικατασταθούν τα σημεία και οι εξοπλισμοί οι οποίοι έχουν φθαρεί από πιθανά ατυχήματα ή συγκρούσεις κατά τη διάρκεια της περιφοράς του σταθμού.



Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ISS)

Η Ιστορία του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού(ISS)

Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός είναι ο ένατος κατοικημένος διαστημικός σταθμός της Γης. Οι πρώτοι τέτοιοι σταθμοί τέθηκαν σε τροχιά τη δεκαετία του 1970, αποτελούμενοι από έξι μοντέλα του σοβιετικού σταθμού Salyut και του αμερικανικού Skylab. Η Σοβιετική Ένωση εκτόξευσε τον Mir, τον πρώτο αρθρωτό διαστημικό σταθμό στον κόσμο, το 1986. Για τον σταθμό, οι Σοβιετικοί ανέπτυξαν ένα αξιόπιστο, οικονομικά αποδοτικό σύστημα μεταφοράς βασισμένο στο διαστημόπλοιο Soyuz. Κατάφεραν να παραδώσουν προμήθειες, εξοπλισμό και μέλη του πληρώματος στο Mir χάρη στο σύστημα. Μετά τη διάλυση της Σοβιετικής Ένωσης το 1991, η Ρωσία ανέλαβε τη λειτουργία του Mir. Τις μεγάλες βλάβες του σταθμού χειρίστηκαν Ρώσοι κοσμοναύτες. Η Ρωσία παρόπλισε τον Mir και το έστειλε να συντριβεί στη Γη τον Μάρτιο του 2001.

Στη δεκαετία του 1990, η Ρωσία σχεδίαζε να κατασκευάσει τον διαστημικό σταθμό Mir 2. Οι ΗΠΑ είχαν σχεδιάσει να κατασκευάσουν έναν σταθμό με το όνομα Freedom σε συνεργασία με διαστημικές υπηρεσίες από την Ευρώπη, τον Καναδά και την Ιαπωνία. Ωστόσο, λόγω ζητημάτων χρηματοδότησης, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ρωσία συμφώνησαν το 1993 να κατασκευάσουν έναν κοινό σταθμό που θα ονομάζεται Διεθνής Διαστημικός Σταθμός. Οι κάψουλες πέταξαν στον Mir από το 1995 έως το 1998 ως προετοιμασία για το έργο. Για έως και έξι μήνες, Αμερικανοί αστροναύτες εργάστηκαν ως ερευνητές στον ρωσικό διαστημικό σταθμό.

Λόγω των περικοπών της ρωσικής κρατικής χρηματοδότησης, υπήρξαν σημαντικές καθυστερήσεις στην κατασκευή του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού. Τον Νοέμβριο του 1998, η πρώτη μονάδα εκτοξεύτηκε από έναν ρωσικό πύραυλο Proton. Η ενότητα ήταν μια ρωσικής κατασκευής και χρηματοδοτούμενη από τις ΗΠΑ μονάδα γνωστή ως Zarya ή FGB. Στα ρωσικά, Zarya σημαίνει ανατολή του ηλίου και FGB σημαίνει λειτουργικό μπλοκ φορτίου.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες κατασκεύασαν τη δεύτερη ενότητα, το Unity. Το Unity εκτοξεύτηκε σε τροχιά από το διαστημικό λεωφορείο Endeavor τον Δεκέμβριο του 1998 και αργότερα ενώθηκε με το Zarya. Το Unity ήταν εξοπλισμένο με έξι

καταπακτές. Το ένα συνδέεται με το Zarya, ενώ τα άλλα λειτουργούν ως σύνδεσμοι για άλλες μονάδες.

Ένας πύραυλος Proton εκτόξευσε το ρωσικής κατασκευής Zvezda (Αστέρι), ή Service Module, τον Ιούλιο του 2000. Οι αστροναύτες και οι κοσμοναύτες είχαν χώρους διαμονής και εργασίας στο Zvezda. Αμέσως μετά, τα λεωφορεία Atlantis και Discovery μετέφεραν πολλά ακόμη κομμάτια. Αυτά περιελάμβαναν μία δοκό στήριξης ηλιακών πάνελ και μια μονάδα σύνδεσης γνωστή ως αντάπτορα ζευγαρώματος υπό πίεση (PMA). Το PMA παρείχε έναν σταθμό σύνδεσης μεταφοράς. Ο αρθρωτός σχεδιασμός των εξαρτημάτων της NASA τους επέτρεψε να επανατοποθετηθούν καθώς επεκτάθηκε ο σταθμός. Το Expedition One, το πρώτο πλήρωμα πλήρους απασχόλησης, έφτασε με ένα Soyuz τον Νοέμβριο του 2000. Ο αστροναύτης William Shepherd ηγήθηκε του πληρώματος, το οποίο περιλάμβανε επίσης τους κοσμοναύτες Yuri Gidzenko και Sergei Krikalev.

Τον Φεβρουάριο του 2001, το λεωφορείο Atlantis παρέδωσε το Destiny Laboratory Module, το οποίο κατασκευάστηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το Destiny ενεργοποιήθηκε τους επόμενους μήνες και ξεκίνησε η επιστημονική έρευνα. Επιπρόσθετα, δύο νέες μονάδες προστέθηκαν το 2001: ένα αεροκλείδωμα των ΗΠΑ και ένα ρωσικό αεροκλείδωμα και λιμάνι ελλιμενισμού. Ο πρώτος διαστημικός τουρίστας έφτασε στον σταθμό ως επιβάτης σε μια κάψουλα Soyuz τον Απρίλιο του 2001. Ο Ντένις Τίτο, σύμβουλος επενδύσεων στην Καλιφόρνια, πλήρωσε ένα άγνωστο ποσό για το ταξίδι. Πέρασε έξι μήνες εκπαίδευσης στη Μόσχα και έξι ημέρες στον σταθμό.

Ο Νοτιοαφρικανός επιχειρηματίας Mark Shuttleworth έγινε ο δεύτερος διαστημικός ταξιδιώτης, αγοράζοντας ένα όχημα για την αποστολή Soyuz, η οποία ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2002. Άλλες αποστολές Soyuz μετέφεραν διαστημικούς ταξιδιώτες ή αστροναύτες που επιλέχθηκαν και χρηματοδοτήθηκαν από την ESA.

Η επόμενη φάση της κατασκευής ήταν η επέκταση των συστημάτων ισχύος και υποστήριξης ζωής του σταθμού για την υποστήριξη ενός πληρώματος

πλήρους απασχόλησης έξι ή επτά ατόμων. Για να παρέχει μια επιλογή έκτακτης επιστροφής για ένα τόσο μεγάλο πλήρωμα, η NASA σχεδίαζε να κατασκευάσει ένα όχημα απόδρασης με επτά επιβάτες. Ωστόσο, καθώς προχωρούσε το 2001, έγινε σαφές ότι η NASA είχε υποτιμήσει το κόστος ανάπτυξης και λειτουργίας του σταθμού. Το κόστος του σταθμού της NASA ξεπέρασε τον προϋπολογισμό κατά περίπου 5 δισεκατομμύρια δολάρια. Ως αποτέλεσμα, η NASA ακύρωσε τα σχέδια για την κατασκευή ενός αεροπλάνου απόδρασης με μεγαλύτερο πλήρωμα.

Το 2002, ο σταθμός συνέχισε τη λειτουργία του με το τριμελές πλήρωμά του. Τα πληρώματα του διαστημικού λεωφορείου άλλαζαν κάθε τέσσερις έως πέντε μήνες. Ρώσοι κοσμοναύτες πετούσαν επίσης νέο διαστημόπλοιο Soyuz στον σταθμό κάθε έξι μήνες. Το Soyuz θα χρησίμευε ως "κάψουλα διάσωσης" σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης που απειλεί τη ζωή. Συνεχίστηκε επίσης η επέκταση του συστήματος ισχύος.

Την 1η Φεβρουαρίου 2003, το διαστημικό λεωφορείο Columbia διαλύθηκε κατά την επανείσοδό του στη γήινη ατμόσφαιρα, το οποίο είχε ως συνέπεια τον θάνατο επτά μελών του πληρώματός του. Από τότε, η NASA προσωρινά σταμάτησε τις πτήσεις των διαστημικών λεωφορείων, έως ότου να διασφαλίσει την ασφάλεια του πληρώματος των προσεχών πτήσεων. Τότε, οι αποστολές Soyuz άρχισαν να μεταφέρουν πληρώματα από και προς τον σταθμό. Επιπλέον, το πλήρωμα του σταθμού ελαττώθηκε στα δύο άτομα, ώστε να εξοικονομηθούν οι προμήθειες που συνήθως μεταφέρονταν στον σταθμό από τη Γη.

Το επόμενο λεωφορείο που εκτοξεύτηκε, το οποίο ονομαζόταν "Discovery", επισκέφθηκε τον σταθμό τον Ιούλιο και τον Αύγουστο του 2005. Το πλήρωμα παρέδωσε προμήθειες, επισκεύασε βλάβες και εγκατέστησε καινούριο εξοπλισμό. Το Discovery απομάκρυνε επίσης τα σκουπίδια που είχαν συσσωρευτεί στον σταθμό κατά τη διάρκεια της διακοπής των πτήσεων. Ωστόσο, οι συνεχείς ανησυχίες για την ασφάλεια ανάγκασαν τη NASA να αναβάλει μελλοντικές εκτοξεύσεις και ο σταθμός αφέθηκε υπό τη διοίκηση ξανά δύο μόνο μελών του πληρώματος. Παρ' όλα αυτά, τον Ιούλιο του 2006, το Discovery άφησε περισσότερες προμήθειες, καθώς και έναν επιπλέον

αστροναύτη, το οποίο είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληρώματος σε τρία άτομα.

Τον Οκτώβριο του 2007, η Αμερικανίδα αστροναύτης Peggy Whitson έγινε η πρώτη γυναίκα που διοίκησε τον σταθμό. Επίσης, τον ίδιο μήνα, το Discovery έφτασε με την αμερικανική μονάδα Harmony, ιταλικής κατασκευής, η οποία ήταν ένα διαμέρισμα με σκοπό τη σύνδεση αμερικανικών, ευρωπαϊκών και ιαπωνικών μονάδων.

Το 2008, τα διαστημόπλοια παρέδωσαν την ευρωπαϊκή εργαστηριακή μονάδα Columbus και τις συνιστώσες μονάδες για το ιαπωνικό εργαστήριο Kibo. Οι αστροναύτες συναρμολόγησαν επίσης ένα καναδικό ρομπότ με την ονομασία Dextre, σχεδιασμένο να βοηθά σε εργασίες εκτός του σταθμού. Τον ίδιο χρόνο, προσδέθηκε στον σταθμό και το πρώτο αυτοματοποιημένο όχημα μεταφοράς (ATV: Automatic Transfer Vehicle).

Το 2009, οι αποστολές λεωφορείων εκτέλεσαν διάφορες εργασίες για την προετοιμασία της αύξησης του μεγέθους του πληρώματος του σταθμού. Αυτές οι αναβαθμίσεις περιλάμβαναν την προσθήκη νέων ηλιακών συλλεκτών για την αύξηση της ηλεκτρικής ενέργειας και μιας μονάδας ανακύκλωσης νερού που παρέχει στο πλήρωμα σταθερή παροχή καθαρού νερού. Η διεύρυνση του πληρώματος πραγματοποιήθηκε στις 29 Μαΐου 2009, με την άφιξη τριών νέων μελών, αυξάνοντας το πλήρωμα του σταθμού από τρία σε έξι άτομα.

Στις 23 Οκτωβρίου, ο σταθμός ξεπέρασε τον ρωσικό διαστημικό σταθμό Mir ως το μακροβιότερο διαστημόπλοιο που βρίσκεται συνεχώς σε λειτουργία. Λίγες μέρες αργότερα, στις 2 Νοεμβρίου, ο σταθμός συμπλήρωσε 10 χρόνια συνεχούς κατοίκησης από ανθρώπους. Η αρχική κατασκευή του διαστημικού σταθμού ολοκληρώθηκε το 2011, αλλά προγραμματίζονται μελλοντικές προσθήκες. Η τελευταία αποστολή του διαστημικού λεωφορείου ήταν μια πτήση στον σταθμό με το διαστημικό λεωφορείο Atlantis τον Ιούλιο του 2011.

Το 2012, η κάψουλα Dragon της SpaceX έγινε το πρώτο ιδιωτικό διαστημόπλοιο που πέταξε ποτέ στον ISS. Η κάψουλα μετέφερε στον σταθμό πάνω από 450 κιλά

(1.000 λίβρες) προμηθειών. Έκτοτε, η SpaceX έχει πραγματοποιήσει περισσότερες από 20 πτήσεις μεταφοράς φορτίου στον ISS.

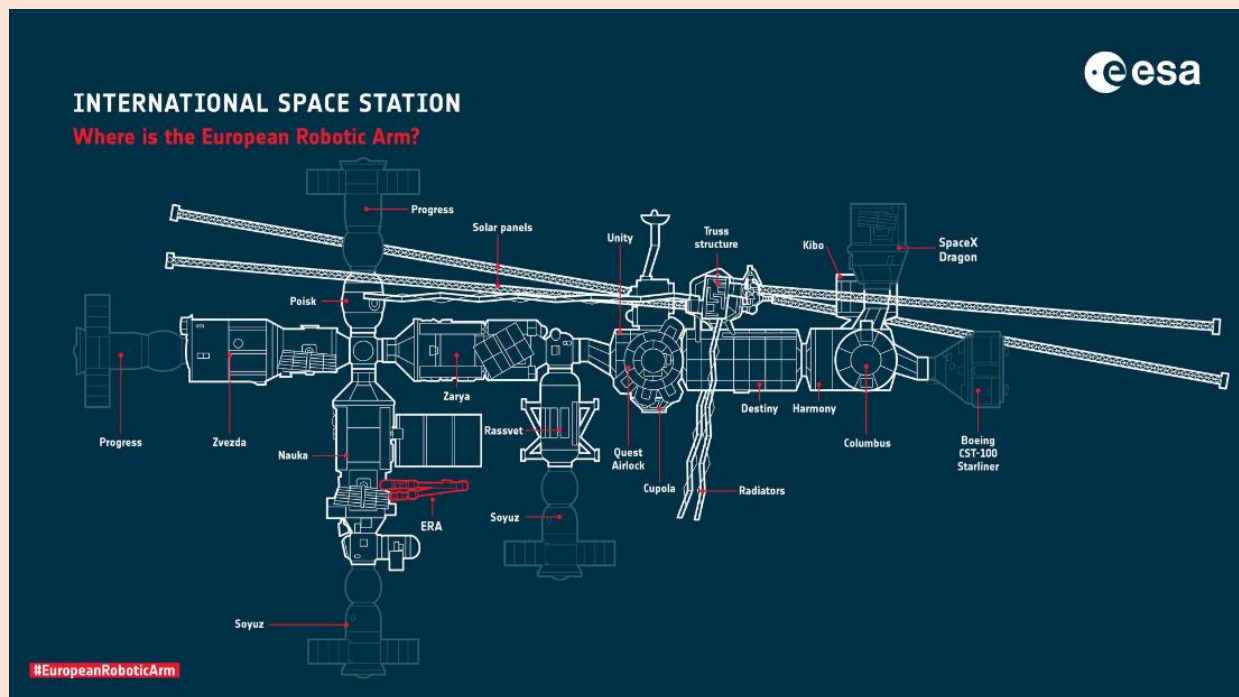
Η επεκτάσιμη μονάδα δραστηριότητας Bigelow (BEAM) εγκαταστάθηκε στον σταθμό το 2016. Οι πλευρές της μονάδας ήταν κατασκευασμένες κυρίως από ύφασμα και όχι από άκαμπτα υλικά. Ένα σκάφος εφοδιασμού μετέφερε το BEAM στον σταθμό, συσκευασμένο σε έναν στενό κύλινδρο. Οι αστροναύτες του ISS προσάρμοσαν τη μονάδα στο σταθμό και την επέκτειναν γεμίζοντάς την με αέρα, κάπως σαν να φουσκώνουν ένα μπαλόνι. Το BEAM αναπτύχθηκε από την αμερικανική εταιρεία Bigelow Aerospace για να δοκιμάσει τη χρήση επεκτάσιμων μονάδων στο διάστημα.

Το 2020, η κάψουλα SpaceX Crew Dragon έγινε το πρώτο ιδιωτικό διαστημόπλοιο που μετέφερε ποτέ αστροναύτες σε τροχιά. Μετέφερε δύο Αμερικανούς αστροναύτες στον ISS.

Η ρωσικής κατασκευής μονάδα Nauka προστέθηκε στον σταθμό το 2021. Η μονάδα πολλαπλών χρήσεων περιλαμβάνει εργαστηριακό χώρο και χώρους διαβίωσης για τους αστροναύτες.

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός βρίσκεται στην τροχιά της Γης σε υψόμετρο 400 χιλιομέτρων, από το 2001 και έχει πραγματοποιήσει από τότε δεκάδες αποστολές οι οποίες έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμες για την εξέλιξη επιστημών. Ο ISS χρησιμοποιείται για 15 χρόνια και θα συνεχίσει να λειτουργεί για αρκετά χρόνια, εκτός εάν βρεθούμε αντιμέτωποι με σοβαρά αναπόφευκτα διαστημικά γεγονότα τα οποία μπορούν να φθείρουν ή και να καταστρέψουν το σταθμό. Παράλληλα, όμως, με την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και των επιστημών που συνδέονται άμεσα με το διάστημα και την εξερεύνησή του, μπορεί να αναπτυχθούν εξοπλισμοί οι οποίοι θα αντικαταστήσουν τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό, εφόσον θα είναι πιο αποδοτικοί και λειτουργικοί για τη διεξαγωγή πειραμάτων και τη διεύρυνση των διαστημικών μας γνώσεων.



Προσχέδια του σταθμού

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<https://www.scienceabc.com/nature/universe/everything-need-know-about-international-space-station-iss-where-location-can-i-see.html>

<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-the-iss-58.html>

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Building_the_International_Space_Station3

Oberg, James. "International Space Station." *World Book Student*, World Book, 2023, www.worldbookonline.com/student/article?id=ar279523. Accessed 21 Jan. 2023.

Οι Μεγάλοι Αιρετικοί της Αστρονομίας

Απόστολος Βασιλικός

Άγγελος Γκορίτσας

Ορφέας Διαμαντόπουλος

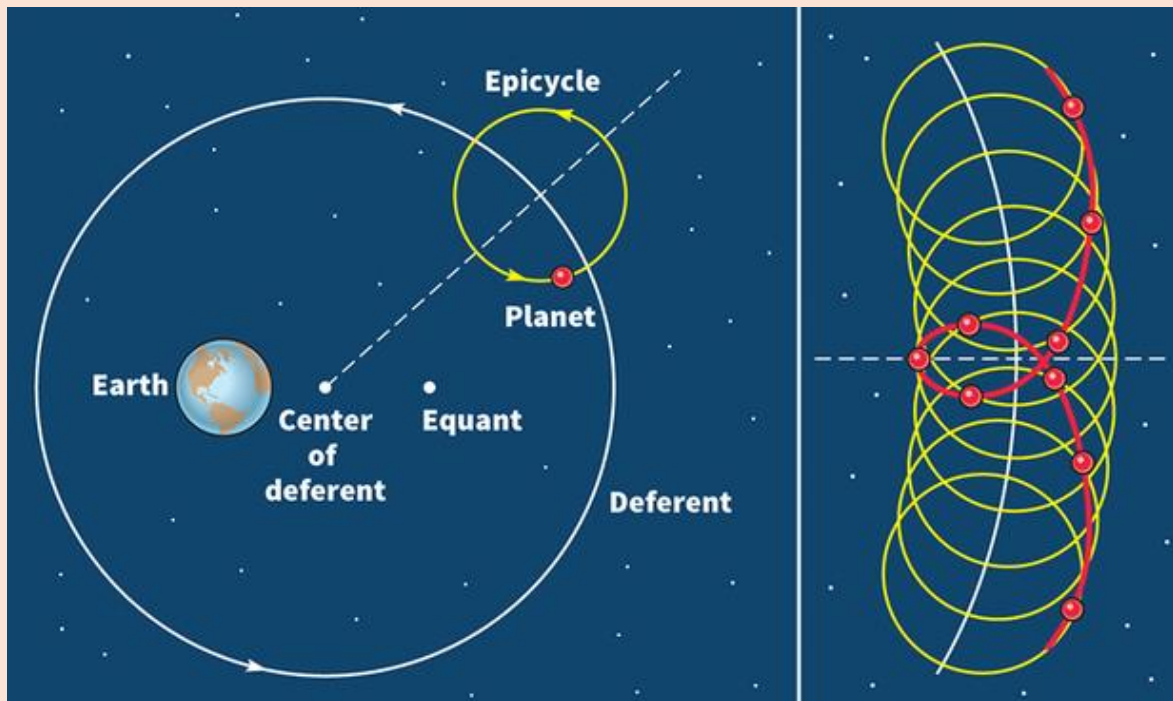
Μιλένα Ευθυμίου

Από τα πρώτα βήματά του στον πλανήτη μέχρι και σήμερα ο άνθρωπος διακατέχεται από μια ακατάβλητη περιέργεια και μια διακαή θέληση να μάθει όλο και περισσότερα για το ουράνιο στερέωμα και τη θέση του σε αυτό. Η ιστορία της Αστρονομίας είναι τόσο μακρά όσο η ιστορία του ίδιου του πολιτισμού, γεγονός που συνεπάγεται ότι, για να φτάσουμε εδώ που βρισκόμαστε τώρα, πολλοί σοφοί και σπουδαίοι επιστήμονες αφιέρωσαν τη ζωή τους στη μελέτη του ουρανού και του σύμπαντος. Επιστήμονες που αμφισβήτησαν τις υφιστάμενες γνώσεις των παλαιών και που διαμόρφωσαν, με τις ρηξικέλευθες ανακαλύψεις τους, την Αστρονομία όπως τη γνωρίζουμε σήμερα. Αυτοί οι «Μεγάλοι Αιρετικοί» είναι πολυάριθμοι. Ανάμεσα σε αυτούς και άλλους, αναγνωρίζονται ως πιο σημαντικοί οι Κλαύδιος Πτολεμαίος, Υπατία, Νικόλαος Κοπέρνικος και Γαλιλαίο Γαλιλέι.

Κλαύδιος Πτολεμαίος

Λίγα είναι γνωστά για τη ζωή του Κλαυδίου Πτολεμαίου, ελληνικής καταγωγής Αιγύπτιου αστρονόμου, μαθηματικού και γεωγράφου, πέραν από το ότι έζησε κατά τον 2ο αιώνα μ.Χ. στην Αλεξάνδρεια. Το έργο του όμως και η καταλυτική συνεισφορά του στις επιστήμες είναι καλά καταγεγραμμένες και τον καθιστούν

άξιο να στέκεται στο βάθος με τους πιο σημαντικούς αστρονόμους που έζησαν ποτέ.



Το πρώτο αξιοσημείωτο αστρονομικό έργο του ήταν η *Μαθηματική Σύνταξις*, γνωστή και ως *Αλμαγέστη* (λέξη-υβρίδιο από τα Ελληνικά και τα Αραβικά, σημαίνει *Μέγιστη*), που ολοκληρώθηκε γύρω στο 150 π.Χ. Από τον τίτλο συνάγεται η πεποίθηση του Πτολεμαίου ότι οι κινήσεις των ουράνιων σωμάτων μπορούσαν να ερμηνευτούν με μαθηματικούς όρους. Στηριγμένος στο έργο προγενέστερων και σύγχρονών του Ελλήνων και Ρωμαίων αστρονόμων (όπως ο Αριστοτέλης και ο Ίππαρχος) και σε εμπειρικά δεδομένα, ο Πτολεμαίος υποστήριξε ότι η Γη είναι μία στάσιμη σφαίρα γύρω από την οποία διαμορφώνονται άλλες ομόκεντρες σφαίρες που στηρίζουν τους πλανήτες (<πλάνης άστήρ, δηλαδή το άστρο που περιπλανάται) και τους απλανείς αστέρες (οι σχετικές θέσεις των άστρων στο στερέωμα δεν φαίνονται να μεταβάλλονται μέσα στο έτος). Σύμφωνα με τη *Σύνταξιν* πάνω στις σφαίρες αυτές βρίσκονται οι τροχιές των ουράνιων σωμάτων με την εξής σειρά: Σελήνη, Ερμής, Αφροδίτη, Ήλιος, Άρης, Δίας, Κρόνος (οι Ουρανός και Ποσειδώνας δεν είχαν παρατηρηθεί) και μετά τα παραπάνω από 1000 άστρα οργανωμένα σε 48

αστερισμούς και κατανεμημένα βάσει των συντεταγμένων τους και της φωτεινότητάς τους.

Καταφέρνοντας με άπταιστα μαθηματικά να εξηγήσει τις ακανόνιστες κινήσεις των πλανητών, ο Πτολεμαίος, στο άλλο του έργο, *Οι Υποθέσεις των Φαινομένων*, αναθεώρησε και οργάνωσε το γεωκεντρικό μοντέλο, το οποίο αργότερα θα μετονομαζόταν σε Πτολεμαϊκό μοντέλο. Το σύστημα του Πτολεμαίου βασιζόταν στην αρχή της εκκεντρικής κίνησης, ότι δηλαδή τα ουράνια σώματα περιφέρονται γύρω από ένα σημείο εκτός της Γης, και στο επικυκλικό μοντέλο, ότι δηλαδή οι τροχιές των πλανητών προσδιορίζονται από ένα σύνολο κυκλικών κινήσεων. Σύμφωνα με τον Πτολεμαίο, κάθε πλανήτης κινείται πάνω σε έναν επίκυκλο του οποίου το κέντρο περιστρέφεται γύρω από έναν μεγαλύτερο φέροντα κύκλο του οποίου το κέντρο είναι μεν σταθερό, αλλά δεν ταυτίζεται με τη Γη (στην πραγματικότητα για να «σώσει τα φαινόμενα», μπορούσε κανείς να φέρει απεριόριστους επίκυκλους γύρω από υπάρχοντες επίκυκλους). Με αυτόν τον τρόπο, ο Πτολεμαίος εξηγεί και την παλίνδρομη κίνηση των πλανητών, που εμφανίζεται περιοδικά, και την απομάκρυνση των πλανητών όταν βρίσκονται στο απόγειό τους σε σχέση με το περίγειό τους, χωρίς να καταφύγει σε ελλειπτικές τροχιές. Ωστόσο, αυτό το μοντέλο παραβίαζε την αρχή ότι το κέντρο του επίκυκλου κινείται με ομαλή ταχύτητα γύρω από τον φέροντα και, για να διαφυλάξει την ορθοδοξία, ο Πτολεμαίος όρισε ένα νέο σημείο διαφορετικό από τη Γη και το κέντρο του φέροντα, τον εξισωτή, γύρω από τον οποίο η γωνιακή ταχύτητα του επίκυκλου είναι ομαλή.

Αργότερα, ο Πτολεμαίος δημοσίευσε τους *Πρόχειρους Κανόνες*, μία λίστα πινάκων με καταγραφές των θέσεων των πλανητών, που λειτούργησαν ως μέσο υπολογισμού και πρόβλεψης μέχρι τον Μεσαίωνα. Ταυτόχρονα, ανέπτυξε και προσπάθησε να υποστηρίξει επιστημονικά και την ορθότητα της αστρολογίας στο βιβλίο με τίτλο *Αποτελεσματικά* ή *Τετράβιβλος*. Εκεί προσάρμοσε τα παραδοσιακά αστρολογικά δόγματα στην αριστοτελική αντίληψη του κόσμου. Το περιεχόμενο της *Τετραβίβλου* ξενίζει τους σημερινούς αναλυτές όχι μόνο λόγω της συσχέτισης των αστρονομικών φαινομένων με την ανθρώπινη συμπεριφορά και μοίρα αλλά και λόγω της κοσμολογίας

βασισμένης στις τέσσερεις θεμελιώδεις ιδιότητες όπως είχαν οριστεί στην αρχαιότητα (θερμός, ψυχρός, υγρός και στεγνός).

Συγκεφαλαιώνοντας, ο Πτολεμαίος κατάφερε στο πέρας της ζωής του να συγκεντρώσει όλη τη διαθέσιμη επιστημονική γνώση που σχετιζόταν με την αστρονομία, τα μαθηματικά και τη γεωγραφία και κατάφερε να συνδυάσει παλιές θεωρίες με παρατηρήσεις και μετρήσεις, αποδεικνύοντας μαθηματικά τις εισηγήσεις του. Εντούτοις, η αξιοπιστία των αστρονομικών παρατηρήσεών του αμφισβητείται από αναγεννησιακούς και σύγχρονους μελετητές μαζί με το κατά πόσο το έργο του μπορεί να αποδοθεί σε αυτόν με βεβαιότητα. Το γεωκεντρικό μοντέλο έχει καταρριφθεί και η προφητική αστρολογία κατηγοριοποιείται δικαίως ως ψευδοεπιστήμη, γεγονός όμως που δεν αναιρεί τη σημασία του έργου του Πτολεμαίου, που αποτέλεσε τη βάση για τις μελέτες των αστρονόμων των επόμενων δύο χιλιετιών.

Υπατία

Η Υπατία υπήρξε μια από τις σημαντικότερες φιλόσοφους, μαθηματικούς και αστρονόμους του 4ου και του 5ου αιώνα μ.Χ. Γεννημένη το 355 μ.Χ. στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου η Υπατία ήταν από τις πρώτες γυναίκες που ασχολήθηκε με τις επιστήμες. Καθοριστικό ρόλο στην κλίση της προς τις επιστήμες διαδραματίζει ο πατέρας της, Θέωνας, σπουδαίος άνδρας της εποχής και ο τελευταίος διευθυντής της βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας. Η Υπατία έλαβε πλήρη εκπαίδευση στην Αθήνα και



επέστρεψε στην γενέτειρά της όπου χάρη στα πνευματικά της χαρίσματα και τον ζήλο της για μάθηση κατάφερε να υπερπηδήσει το εμπόδιο που έθετε το φύλο της και να καθιερωθεί ως μια ισχυρή δύναμη στον χώρο της διανόησης.

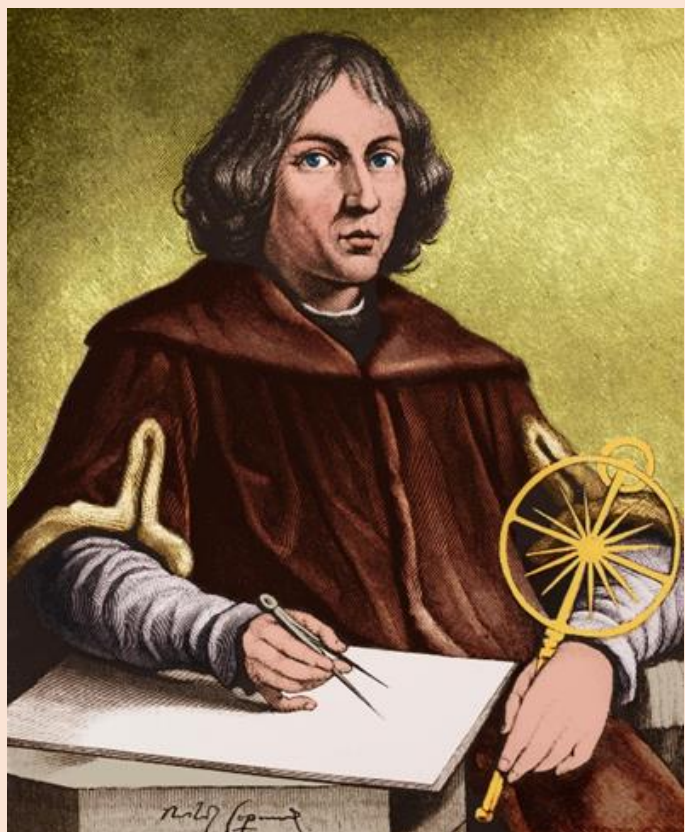
Η συμβολή της Υπατίας στην ανάπτυξη όλων των τομέων της επιστήμης ήταν εξαιρετικά σημαντική. Αρχικά, η Υπατία έγραψε σχόλια στα Αριθμητικά του Διόφαντου του Αλεξανδρέως, στα Κωνικά του Απολλώνιου από την Πέργη, και στον αστρονομικό κανόνα του Πτολεμαίου. Δυστυχώς, τα έργα της αυτά δεν έχουν σωθεί, ωστόσο καταβάλλονται προσπάθειες για την ανασύστασή τους. Επιπλέον, στην Υπατία αποδίδεται η ανακάλυψη ενός οργάνου γνωστού ως αραιόμετρο ή πυκνόμετρο το οποίο βασίζεται στην Αρχή του Αρχιμήδη και προσδιορίζει την πυκνότητα ορισμένων υγρών. Στα μόλις τριάντα της έτη η Υπατία αναλαμβάνει τη διοίκηση της σχολής του πατέρα της. Σύντομα, συγκέντρωσε πλήθος μαθητών που σπούδαζαν δίπλα της με κεντρική εστίαση των σπουδών που προσέφερε στην βαθύτερη σύνδεση μεταξύ των μαθηματικών και της ανώτερης φιλοσοφίας. Το φιλοσοφικό πλαίσιο της διδασκαλίας της Υπατίας ήταν βασισμένο στα έργα των νεοπλατωνικών φιλοσόφων Πορφύριου και Πλωτίνου. Ανάμεσα στους μαθητές της Υπατίας συγκαταλέγονται σπουδαίοι άνδρες όπως ο Συνέσιος, Μητροπολίτης Πενταπόλεως και ο Ορέστης, Έπαρχος της Αλεξανδρείας. Μάλιστα η ίδια και ο Συνέσιος διατηρούσαν σταθερή αλληλογραφία, μέρη της οποίας έχουν διασωθεί. Σε αυτά τα τμήματα ο μεγάλος θαυμασμός του Συνέσιου για την Υπατία είναι εμφανής. Σε ένα από αυτά τα γράμματα ο Συνέσιος χαρακτηριστικά αναφέρει «Ακόμα και αν υπάρχει απόλυτη λήθη στον Άδη, ακόμα και εκεί θα σε θυμάμαι αγαπητή Υπατία». Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι συχνά η συνεισφορά της Υπατίας στην επιστήμη αμφισβητείται καθώς τα περισσότερα έργα της έχουν χαθεί, ωστόσο εξακολουθούν να υπάρχουν στοιχεία που αποδεικνύουν την αξία του έργου της, όπως τα προαναφερθέντα γράμματα.

Εκτός από τη συμβολή της στην επιστήμη, η Υπατία ξεχωρίζει καθώς αψήφησε όλα τα στερεότυπα της εποχής της και τις προκαταλήψεις των ανθρώπων λόγω του φύλου της. Στα χρόνια που έζησε η Υπατία οι περισσότεροι άνθρωποι θεωρούσαν τις γυναίκες υποδεέστερα όντα με μοναδικό σκοπό την τεκνοποίηση

και την ανατροφή των απογόνων. Μάλιστα, οι γυναίκες δεν λάμβαναν την ίδια εκπαίδευση με τους άνδρες, παροτρύνονταν να παραμένουν εντός της οικίας και να ασχολούνται αποκλειστικά με «γυναικείες» δραστηριότητες όπως η υφαντουργία κ.ά. Ωστόσο, η Υπατία κατάφερε παρά τις αντίξοες συνθήκες να αναπτυχθεί ως επιστήμονας και να κερδίσει τον σεβασμό των σπουδαίων ανδρών της εποχής. Έτσι, μέχρι σήμερα η Υπατία αποτελεί σύμβολο της μάθησης και παράδειγμα προς όλους ότι ο καθένας μπορεί να πραγματοποιήσει το όνειρό του. Δυστυχώς η Υπατία υπήρξε θύμα ενός ειδεχθούς εγκλήματος, όταν στα 60 της έτη μια ομάδα φανατικών Χριστιανών, οπαδών του Κυρίλλου, την δολοφόνησαν τραυματίζοντας την μέχρι θανάτου με θραύσματα αγγείων.

Νικόλαος Κοπέρνικος

Καθοριστική για τη διαμόρφωση της σύγχρονης αστρονομίας υπήρξε και η συνεισφορά του Πολωνού αστρονόμου Νικόλαου Κοπέρνικου. Ο Κοπέρνικος έζησε στο μεταίχμιο μεταξύ 15ου και 16ου αιώνα, ενώ οι θεωρίες του επηρέασαν σημαντικά μεταγενέστερους επιστήμονες, όπως ο Γαλιλαίος, ο Κέπλερ και ο Νεύτωνας. Γεννημένος στις 19 Φεβρουαρίου του 1473, ασχολήθηκε νωρίς με την επιστήμη και σπούδασε μεταξύ άλλων αστρονομία και αστρολογία στα πανεπιστήμια της Κρακοβίας και της Μπολόνιας.



Στο περιβάλλον αυτό εισήχθη για πρώτη φορά στο πνεύμα της αμφισβήτησης του κατεστημένου με τα έργα των Γιόχαν Μίλερ και Τζιοβάνι Πίκο, οι οποίοι εξαπέλυσαν σφοδρή πνευματική «επίθεση» κατά της προφητικής αστρολογίας. Συγκεκριμένα, ο Πίκο υποστήριζε πως ενώ οι αστρονόμοι διαφωνούσαν για την ίδια τη θέση των πλανητών, οι αστρολόγοι σίγουρα δεν μπορούσαν να καθορίσουν τις δυνάμεις που προέρχονται από αυτούς. Αυτά υπήρξαν τα θεμέλια, πάνω στα οποία πάτησε ο Κοπέρνικος για να δημιουργήσει την καινοτόμο για την εποχή θεωρία του. Μονάχα 27 παρατηρήσεις έχουν καταγραφεί από τον ίδιο, εάν και ιστορικές πηγές επιβεβαιώνουν ότι είχε κάνει περισσότερες. Οι περισσότερες από αυτές αφορούσαν εκλείψεις και πλανητικές ευθυγραμμίσεις. Η πρώτη του παρατήρηση είχε σχέση με την έκλειψη της Σελήνης, βάσει της οποίας ισχυρίστηκε ότι υπολόγισε με ακρίβεια τη διάμετρο του φεγγαριού.

Το έργο του Κοπέρνικου δημιουργήθηκε σε μια περίοδο έντονης σύγχυσης και αναθεώρησης της πλανητικής θεωρίας. Μείζον ζήτημα αποτέλεσαν τα μοντέλα των πλανητών του ηλιακού συστήματος, πολλά εκ των οποίων αμφισβητήθηκαν λόγω της περιορισμένης προγνωστικής τους ικανότητας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτέλεσε το μοντέλο του Αριστοτέλη, το οποίο όριζε ότι με κέντρο τη Γη, οι πλανήτες και ο Ήλιος περιστρέφονταν σε τροχιά με καθορισμένη και σταθερή απόσταση ανάμεσά τους, σαν ομόκεντρες σφαίρες. Ο Πολωνός ακολούθησε τα βήματα και το μοντέλο του Πτολεμαίου και εγκαταλείποντας κάθε προσπάθεια ενοποίησης των δύο, προσπάθησε να καθορίσει τη σειρά των πλανητών. Έτσι, στο έργο του *Commentariolus* υπέθεσε πως δεδομένου ότι ο Ήλιος ισορροπεί και η Γη κινείται, οι υπόλοιποι πλανήτες ακολουθούν μια αλυσιδωτή σχέση και οι αστρικές τροχιακές περίοδοί τους αυξάνονται σε συγκεκριμένη σειρά. Παρόλο που η θεωρία αυτή έλυνε τις διαφωνίες περί της σειράς των πλανητών, νέα προβλήματα προέκυψαν. Προκειμένου να αποδεχτεί κανείς την υπόθεση του Κοπέρνικου, έπρεπε να εγκαταλείψει μεγάλο μέρος της αριστοτέλειας φιλοσοφίας. Ακόμη, οι θρησκευτικοί θεσμοί προέβλεπαν μια εξήγηση για το πώς ένα εφήμερο σώμα

όπως η Γη, με τα μετεωρολογικά της φαινόμενα, τους λοιμούς και τους πολέμους μπορούσε να είναι μέρος ενός τέλειου και αναλλοίωτου Παραδείσου.

Ο Κοπέρνικος εργάστηκε για δεκαετίες πάνω στη θεωρία του για το ηλιοκεντρικό σύστημα. Συνεργάστηκε με τον Αυστριακό Γκέοργκ Ρέτικους και μαζί δημοσίευσαν το έργο *Narratio prima* (Πρώτη αφήγηση), ένα προσχέδιο του μεγάλου έργου *De revolutionibus*, το οποίο τόνιζε την αναγκαιότητα υπολογισμού και δημιουργίας νέων πινάκων για τους πλανήτες. Το 1542 ολοκλήρωσαν το σπουδαίο βιβλίο *De revolutionibus orbium coelestium* (Περί της περιστροφής των ουράνιων σφαιρών), όπου παρουσίαζε το σύνολο του αστρονομικού του έργου. Ωστόσο, ο Κοπέρνικος ήταν πλέον άρρωστος και ηλικιωμένος. Γι' αυτό, ο Ρέτικους εμπιστεύτηκε τη δημοσίευση στον ιερέα Αντρέας Οσιάντερ. Ο Οσιάντερ θεωρούσε πως οι ιδέες του Κοπέρνικου ήταν επικίνδυνες, έτσι προσέθεσε έναν δικό του πρόλογο στο έργο, υπογραμμίζοντας πως στην πραγματικότητα δεν ήταν αληθείς, αλλά απλώς ένας πειραματισμός του Κοπέρνικου στην προσπάθειά του να εξηγήσει το σύμπαν. Χάρη σε αυτή την εισαγωγή, ο Κοπέρνικος δεν διώχθηκε από την Ιερά Εξέταση.

Σύμφωνα με τον θρύλο, ένα αντίγραφο του βιβλίου δόθηκε στον Κοπέρνικο, ο οποίος βρισκόταν σε κώμα λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου και επανήλθε για αρκετή ώρα, ώστε να θαυμάσει το έργο του λίγο πριν αφήσει την τελευταία του πνοή.

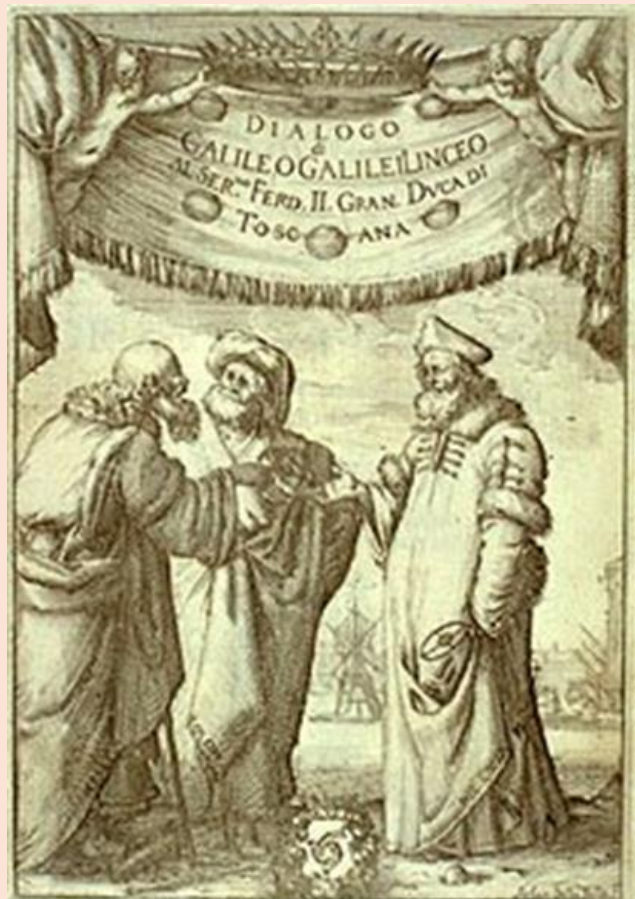
Γαλιλαίος Γαλιλέι

Ο Γαλιλαίος Γαλιλέι ήταν Ιταλός αστρονόμος και φυσικός που έζησε από το 1564 έως το 1642. Θεωρείται μια από τις πιο σημαντικές προσωπικότητες της επιστημονικής επανάστασης του 17^{ου} αιώνα. Το έργο του στην αστρονομία και τη φυσική είχε βαθύ αντίκτυπο στην κατανόηση του σύμπαντος και των νόμων της φύσης. Το αστρονομικό έργο του Γαλιλαίου επικεντρώθηκε στην παρατήρηση του ουρανού και στην ανακάλυψη νέων ουράνιων σωμάτων. Ήταν ο πρώτος που παρατήρησε τα τέσσερα μεγαλύτερα φεγγάρια του Δία και μελέτησε τις κινήσεις τους. Παρατήρησε επίσης τις ηλιακές κηλίδες και τις φάσεις

της Αφροδίτης, οι οποίες υποστήριζαν το ηλιοκεντρικό μοντέλο του ηλιακού συστήματος. Ο Γαλιλαίος ήταν ένθερμος υποστηρικτής αυτού του μοντέλου, το οποίο τοποθετούσε τον Ήλιο στο κέντρο του σύμπαντος και τοποθετούσε τη Γη και τους άλλους πλανήτες σε τροχιά γύρω από αυτόν. Αυτό ερχόταν σε αντίθεση με το επικρατέστερο γεωκεντρικό μοντέλο, το οποίο τοποθετούσε τη Γη στο κέντρο του σύμπαντος. Οι παρατηρήσεις και τα επιχειρήματα του Γαλιλαίου συνέβαλαν καθοριστικά στο να πεισθεί μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας για την εγκυρότητα του ηλιοκεντρικού μοντέλου.

Εκτός από το αστρονομικό του έργο, ο Γαλιλαίος συνέβαλε σημαντικά και στη φυσική. Είναι περισσότερο γνωστός για τον νόμο του για την πτώση σωμάτων, ο οποίος δηλώνει ότι τα αντικείμενα που πέφτουν από την ηρεμία κοντά στην επιφάνεια της Γης πέφτουν με σταθερή επιτάχυνση. Αυτό ήταν ένα από τα πρώτα βήματα στην ανάπτυξη της κλασικής μηχανικής. Διεξήγαγε επίσης πειράματα με κεκλιμένα επίπεδα, εκκρεμή και μπάλες που κυλούν σε μια ράμπα για να διερευνήσει περαιτέρω τους νόμους της κίνησης. Τα πειράματα αυτά βοήθησαν στην καθιέρωση των μαθηματικών αρχών της κίνησης και άνοιξαν τον δρόμο για το έργο του Ισαάκ Νεύτωνα.

Η επιρροή του Γαλιλαίου στην επιστημονική κοινότητα ήταν σημαντική και τα έργα του διαβάστηκαν και συζητήθηκαν ευρέως. Συχνά αναφέρεται ως ο "πατέρας της σύγχρονης παρατηρησιακής αστρονομίας" και ο "πατέρας της σύγχρονης φυσικής". Ήταν παραγωγικός συγγραφέας και συνέγραψε πολλά βιβλία, μεταξύ των οποίων το "Ο αστρικός αγγελιοφόρος" και το "Διάλογος σχετικά με τα δύο κύρια παγκόσμια



συστήματα" Τα έργα αυτά συνέβαλαν στην εκλαΐκευση της επιστημονικής μεθόδου και άνοιξαν τον δρόμο για την περαιτέρω ανάπτυξη της επιστήμης. Τα επιστημονικά επιτεύγματα του Γαλιλαίου, ωστόσο, δεν ήταν χωρίς αντιπαραθέσεις. Η σθεναρή υποστήριξή του στο ηλιοκεντρικό μοντέλο τον έφερε σε σύγκρουση με την Καθολική Εκκλησία, η οποία είδε τη θεωρία ως πρόκληση για την πίστη της. Το 1633, ο Γαλιλαίος δικάστηκε από την Ιερά Εξέταση και αναγκάστηκε να ανακαλέσει τις πεποιθήσεις του. Τέθηκε σε κατ' οίκον περιορισμό για το υπόλοιπο της ζωής του και τα έργα του μπήκαν στο ευρετήριο των απαγορευμένων βιβλίων. Παρά τις αναποδιές αυτές, ο Γαλιλαίος συνέχισε να γράφει και να κάνει επιστημονικές παρατηρήσεις και τα έργα του συνέχισαν να διαβάζονται και να μελετώνται ευρέως.

Συνοπτικά, ο Γαλιλαίος Γαλιλέι ήταν ένας πρωτοπόρος αστρονόμος και φυσικός που συνέβαλε σημαντικά στην κατανόηση του σύμπαντος και των νόμων της φύσης. Το έργο του στον τομέα της αστρονομίας και της φυσικής συνέβαλε στη θεμελίωση της επιστημονικής επανάστασης και άνοιξε το δρόμο για την περαιτέρω ανάπτυξη της επιστήμης. Τα επιτεύγματά του είχαν διαρκή αντίκτυπο στην επιστημονική κοινότητα και η κληρονομιά του συνεχίζει να εμπνέει νέες γενιές επιστημόνων και εξερευνητών.

Επίλογος

Αυτοί είναι λοιπόν οι «Μεγάλοι Αιρετικοί», τέσσερις τουλάχιστον από αυτούς. Τόσο ο Πτολεμαίος και η Υπατία, όσο και ο Γαλιλαίος και ο Κοπέρνικος, αναγνωρίζονται από την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα ως ανάμεσα στους πλέον σπουδαιότερους Αστρονόμους όλων των εποχών. Σε αυτούς οφείλουμε όχι μόνο βαρυσήμαντες επιστημονικές ανακαλύψεις, παρατηρήσεις και διαπιστώσεις, αλλά και τη θεμελίωση ολόκληρων επιστημονικών μεθόδων. Πρεσβευτές του γνήσιου επιστημονικού πνεύματος, οι Αστρονόμοι αυτοί υπήρξαν σημεία των καιρών τους με τη συμβολή τους στον χώρο να είναι κομβική στην εξέλιξη της επιστήμης. Όλοι τους αναζήτησαν με γενναιότητα και πρωτοφανή για την εποχή τους ερευνητικό ζήλο την αλήθεια και δεν πτοήθηκαν

από τις διαρκείς αμφισβητήσεις και τις διώξεις, αγνοώντας τα οπισθοδρομικά δόγματα των συγχρόνων τους. Υψώνοντας το ανάστημά τους και παραμένοντας πιστοί στο επιστημονικό ιδεώδες, κατέστησαν άξιοι να ονομάζονται «οι Μεγάλοι Αιρετικοί της Αστρονομίας».

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Γαλιλαίος:

Findlen, Paula. "Galileo." World Book Advanced, World Book, 2022,

www.worldbookonline.com/advanced/article?id=ar215300. Accessed 4 Oct. 2022.

Helden, Albert Van. "Galileo". Encyclopedia Britannica, 24 Aug. 2022,

www.britannica.com/biography/Galileo-Galilei. Accessed 4 October 2022.

Κοπέρνικος:

Findlen, Paula. "Copernicus, Nicolaus." World Book Advanced, World Book, 2022,

www.worldbookonline.com/advanced/article?id=ar132860. Accessed 4 Oct. 2022.

Κοπέρνικος:

Findlen, Paula. "Copernicus, Nicolaus." World Book Advanced, World Book, 2022,

www.worldbookonline.com/advanced/article?id=ar132860. Accessed 4 Oct. 2022.

Westman, Robert S. "Nicolaus Copernicus". *Encyclopedia Britannica*, 20 May. 2022,

www.britannica.com/biography/Nicolaus-Copernicus. Accessed 4 October 2022.

“Ο Κοπέρνικος Υποστήριξε Ότι η Γη Γυρίζει Γύρω Από Τον Ήλιο, Χωρίς Να Τιμωρηθεί Από Την Καθολική Εκκλησία. Πώς Τα Κατάφερε, Σε Αντίθεση Με Τον Γαλιλαίο Που Φυλακίστηκε Έως Τον Θάνατό Του.” ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ, 26 Feb. 2019, www.mixanitouxronou.gr/o-kopernikos-ipostirixe-oti-i-gi-girizi-giro-apo-ton-ilio-choris-na-timorithi-apo-tin-katholiki-ekklisia-pos-ta-katafere-se-antithesi-me-ton-galileo-pou-filakistike-mechri-ton-thanato-tou/.

Πτολεμαίος:

Smith, A. Mark. "Ptolemy." World Book Advanced, World Book, 2022,

www.worldbookonline.com/advanced/article?id=ar449940. Accessed 4 Oct. 2022.

Jones, Alexander Raymond. "Ptolemaic system". Encyclopedia Britannica, 19 May. 2020, www.britannica.com/science/Ptolemaic-system. Accessed 29 January 2023. Jones,

Jones, Alexander Raymond. "Ptolemy". Encyclopedia Britannica, 29 Mar. 2022,

www.britannica.com/biography/Ptolemy. Accessed 4 October 2022.

Υπατία:

Calinger, Ronald S. "Hypatia." World Book Advanced, World Book, 2022,

www.worldbookonline.com/advanced/article?id=ar269730. Accessed 4 Oct. 2022.

Deakin, Michael. "Hypatia". Encyclopedia Britannica, 15 Sep. 2022,

www.britannica.com/biography/Hypatia. Accessed 4 October 2022.

ΣΤΙΓΜΕΣ

