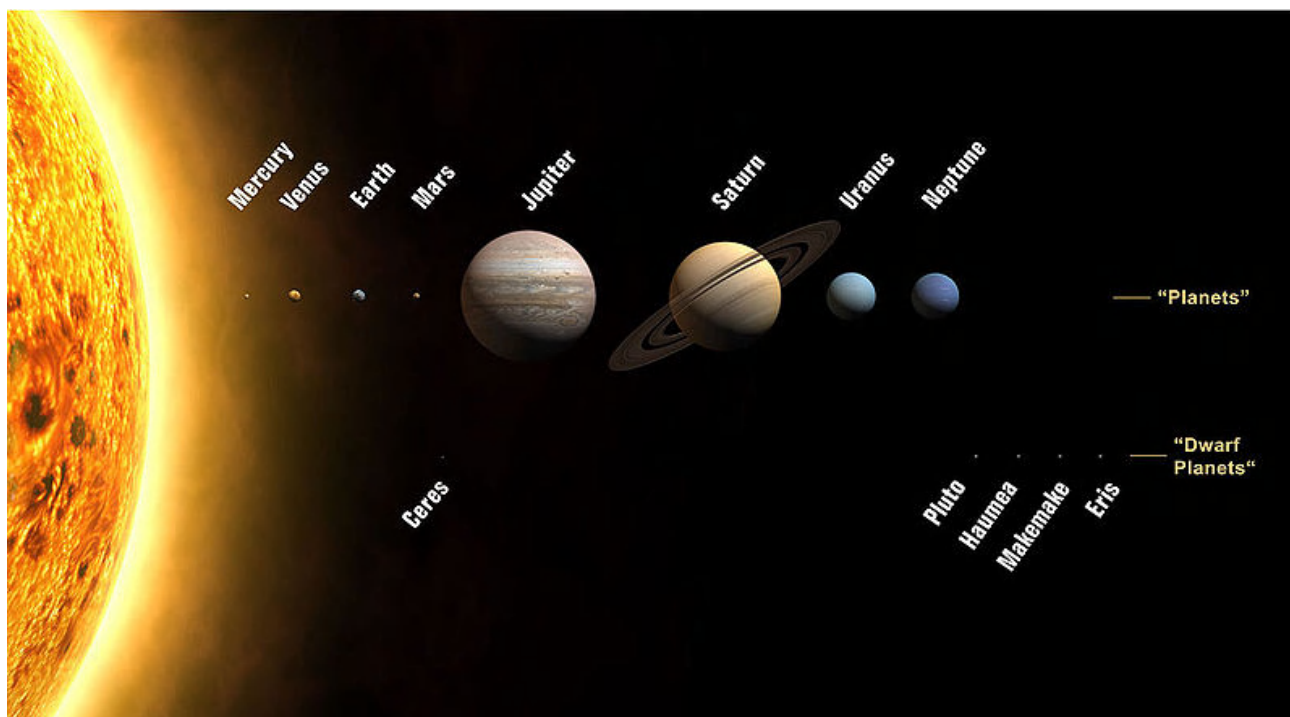


ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

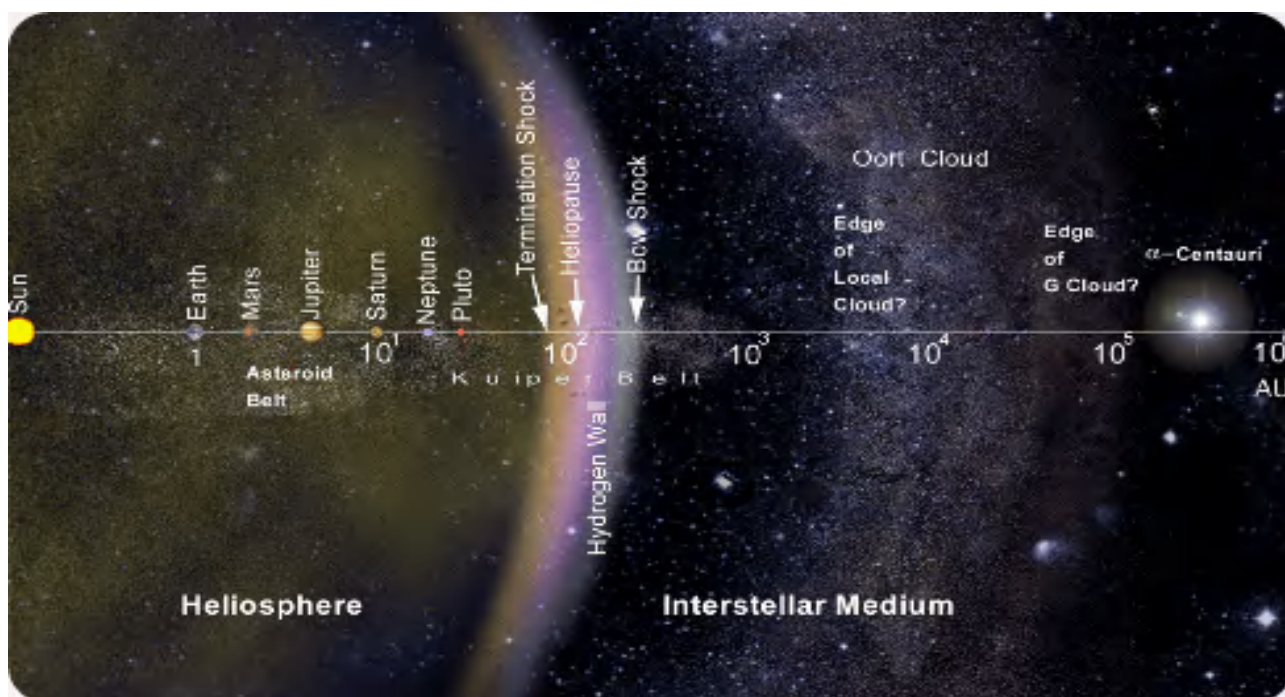
Το ηλιακό μας σύστημα απαρτίζεται από τον ήλιο (κεντρικός αστέρας) τους 8 πλανήτες, (4 εσωτερικούς ή πετρώδεις: Ερμής, Αφροδίτη, Γη και Άρης, και 4 εξωτερικούς: Δίας, Κρόνος, Ουρανός και Ποσειδώνας), τους περίπου 168 δορυφόρους τους, την ζώνη των αστεροειδών, πλήθος μετεωριτών, κομητών και 5 νάνους πλανήτες, τον Πλούτωνα, την Έριδα, την Δήμητρα (Ceres), τους Makemake και Haumea και είναι ένα από τα εκατοντάδες δισεκατομμύρια συστήματα του γαλαξία μας. Ο ήλιος μας, ένας τυπικός αστέρας μικρού μεγέθους, αποτελεί το 99.86% της συνολικής μάζας του ηλιακού συστήματος, ενώ το 0.14% καταλαμβάνεται από όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα (πλανήτες, δορυφόροι, αστεροειδείς, μετεωρίτες και διαπλανητική ύλη), τα οποία ταξιδεύουν σε σχεδόν κυκλικές (ελλειπτικές) τροχιές γύρω από τον ήλιο (εικόνα 1).



Εικόνα 1: Το ηλιακό μας σύστημα σε σωστή κλίμακα μεγεθών αλλά όχι αποστάσεων (Image credit: NASA).

Εκτός από τον ήλιο και τους 4 πετρώδεις πλανήτες και μεταξύ Άρη και Δία συναντάμε την κύρια ζώνη των αστεροειδών που περιέχει αντικείμενα μεγέθους από

1 μέχρι 1000 χλμ. Πέρα από την τροχιά του Ποσειδώνα και μεταξύ 30 και 55 περίπου αστρονομικών μονάδων (μία αστρονομική μονάδα ισούται με 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα) υπάρχει μία περιοχή που φιλοξενεί ένα μεγάλο πλήθος αντικειμένων με μεγέθη μεγαλύτερα των 100 χλμ καθώς και έναν μεγάλο αριθμό κομητών και ονομάζεται ζώνη Kuiper. Τέλος, πέρα από την ζώνη αυτή υπάρχει ένας πραγματικά τεράστιος αριθμός (~ 10 δισεκατομμύρια) κομητών (νέφος Oort) που κινούνται σε πολύ ελλειπτικές τροχιές γύρω από τον ήλιο και βρίσκονται σε μία σφαίρα διαμέτρου περίπου 100,000 αστρονομικών μονάδων (AU), δηλαδή 2 ετών φωτός (~ 20 τρισεκατομμύρια χλμ). Αυτό είναι και το ανώτατο όριο του ηλιακού μας συστήματος, δηλαδή το σημείο εκείνο όπου σταματά η ηλεκτρομαγνητική και η βαρυτική επιρροή του ήλιου μας (εικόνα 2).



Εικόνα 2: Κλίμακα αποστάσεων ηλιακού συστήματος σε AU, με την ηλιόπαυση να εκτείνεται μέχρι τις 10⁵ AU (Image credit: NASA).

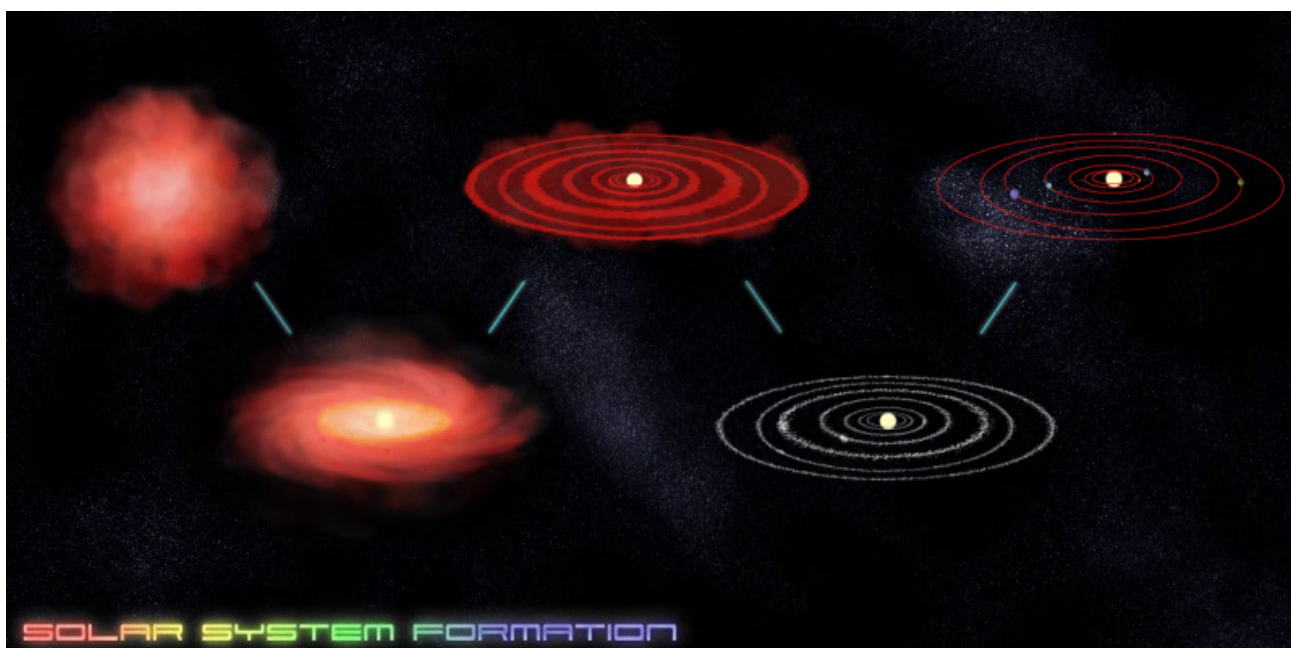
Για την καλύτερη κατανόηση των μεγεθών και των αποστάσεων στο ηλιακό σύστημα αν υποθέσουμε ότι ταξιδεύουμε με τη ταχύτητα του φωτός (300,000 χλμ/δευτερόλεπτο), η απόσταση Γης - Ήλιου (1 AU) θα καλυπτόταν σε περίπου 8 λεπτά. Ακόμη, θα φτάναμε στον Ερμή σε 3 λεπτά, στην Αφροδίτη σε 6, στον Άρη σε περίπου 13, στον Δία σε 42, στον Κρόνο σε 80, στον Ουρανό σε 2.5 ώρες και στον Ποσειδώνα σε 4 ώρες φωτός. Το τέλος της ζώνης Kuiper θα καλυπτόταν σε περίπου 8 ώρες, ενώ το ταξίδι μας για το ανώτατο όριο του ηλιακού συστήματος θα διαρκούσε κάτι λιγότερο από 2 έτη φωτός (απόσταση που διανύει το φως σε 2



χρόνια). Αν τώρα προσπαθήσουμε να αναπαραστήσουμε το ηλιακό σύστημα τουλάχιστον μέχρι τον Πλούτωνα μέσα σε 100 μέτρα (κλίμακα 1: 60,000,000,000), τότε θα παρατηρήσουμε τα εξής. Ο Ερμής βρίσκεται 1 μέτρο μακριά και έχει διάμετρο 0.08 χιλιοστά (mm), η Γη βρίσκεται 2.5 μέτρα μακριά με διάμετρο 0.22 mm, ο Κρόνος απαντάται στα 24 μέτρα με διάμετρο 2 mm και ο Ποσειδώνας συναντάται 76 μέτρα μακριά και έχει διάμετρο 0.8 mm. Σε όλη την παραπάνω κλίμακα η αρχή της μέτρησης ξεκινά από τον ήλιο που έχει διάμετρο 23.5 mm.

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Αρκετές είναι οι θεωρίες προέλευσης του ηλιακού μας συστήματος. Ωστόσο, η επικρατέστερη, χωρίς να είναι ολοκληρωμένη, είναι εκείνη του μεγάλου ηλιακού νεφελώματος (solar nebula) που προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Γερμανό φιλόσοφο I. Kant και τον Γάλλο μαθηματικό και αστρονόμο P. S. Laplace στα τέλη του 18^{ου} αιώνα. Σύμφωνα με αυτή, το ηλιακό μας σύστημα σχηματίστηκε από ένα πρωταρχικό νέφος αερίων (υδρογόνου) και σκόνης, διαμέτρου 10 - 20 τρισεκατομμυρίων χλμ πριν από περίπου 4.6 δισεκατομμύρια χρόνια, το οποίο άρχισε να συστέλλεται με την πιθανή βοήθεια κάποιας έκρηξης κοντινού υπερκαινοφανούς αστέρα (supernova). Η έκρηξη αυτή δημιούργησε κύματα αστρικού ανέμου στον περιβάλλοντα χώρο του αρχικού νέφους υδρογόνου το οποίο ξεκίνησε να περιστρέφεται και να θερμαίνεται. Τα γειτονικά στο κέντρο του σημεία περιστρέφονταν με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι τα μακρινά και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ενός πεπλατυσμένου σφαιροειδούς σώματος. Σταδιακά, ο δίσκος αυτός ανέπτυξε υψηλή θερμοκρασία (και πυκνότητα) στο κέντρο και χαμηλή στα άκρα του καθώς κατέρρευε βαρυτικά και γινόταν ολοένα και λεπτότερος λόγω της ταχύτατης περιστροφής του (εικόνα 3). Τυχαίες, αρχικές συγκεντρώσεις μαζών με την βοήθεια της βαρύτητας αναπτύχθηκαν σε μεγαλύτερα συσσωματώματα και μέσω της διαδικασίας επαύξησης στους σημερινούς πλανήτες, ενώ το κεντρικό τμήμα του δίσκου αποτέλεσε τον ήλιο μας, ο οποίος αποτελείται περίπου από 74% υδρογόνο, 24% ήλιο και 2% βαρύτερα στοιχεία (οξυγόνο, άνθρακας, άζωτο, πυρίτιο κλπ).



Εικόνα 3: Βήματα δημιουργίας ηλιακού συστήματος (Image credit: University of Nebraska).

Καθ' όλη την παραπάνω διαδικασία ο πρωτοήλιος (protosun) συνεχίζει να συστέλλεται βαρυντικά μέχρι να φτάσει την θερμοκρασία περίπου του ενός εκατομμυρίου βαθμών πάνω από την οποία ξεκινά η θερμοπυρηνική σύντηξη του υδρογόνου σε ήλιο (δημιουργία ατόμων ηλίου από συνένωση πυρήνων υδρογόνου). Ο ήλιος μας αναφλέγεται παράγοντας συγχρόνως ηλιακό άνεμο που σπρώχνει αρκετά μακριά τα ελαφρά αέρια (υδρογόνο και ήλιο) και την σκόνη σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 5 AU, διευκολύνοντας έτσι την δημιουργία των αεριωδών (Δία και Κρόνου) καθώς και των παγωμένων (Ουρανός και Ποσειδώνας) πλανητών περίπου 10 εκατομμύρια χρόνια μετά την συστολή της αρχικής συμπύκνωσης (σημείο μηδέν) . Για αποστάσεις μικρότερες των 5 AU, ο θερμός αστρικός άνεμος ευνόησε την δημιουργία των 4 πετρωδών πλανητών που ήταν πλούσιοι σε βαριά στοιχεία (μέταλλα) και με χημική σύσταση τελείως διαφορετική από αυτή του σύμπαντος. Θεωρητικά μοντέλα οριοθετούν την διαδικασία αυτή περίπου 100 εκατομμύρια έτη από το σημείο μηδέν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΗΛΙΟΥ ΚΑΙ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Παρατίθεται πίνακας φυσικών και τροχιακών παραμέτρων του Ήλιου καθώς και των οκτώ πλανητών (δορυφόρων) του ηλιακού συστήματος.

	Απόσταση * (AU)	Διάμετρος σε γήινες διαμέτρους **	Ιδιοπ/φή σε γήινες μέρες	Τροχιακή περίοδος (γήινα έτη) ***	Θερμοκρασία μέση (° C)	Τροχιακή ταχύτητα ^δ (χλμ/δευτ) ****	Αριθμός δορυφόρων
Ήλιος	0.00	109	~ 26	-	5500	-	8
Ερμής	0.39	0.38	58.7	0.24	167	47.9	0
Αφροδίτη	0.72	0.95	243	0.62	465	35	0
Γη	1.00	1.00	~ 1	1.00	15	29.8	1
Άρης	1.52	0.53	1.03	1.88	-64	24.1	2
Δίας	5.20	11.2	0.41	11.86	-109	13.1	63
Κρόνος	9.54	9.44	0.43	29.5	-140	9.6	62
Ουρανός	19.2	4.01	0.75	84	-197	6.8	27
Ποσειδών	30.0	3.88	0.72	165	-202	5.4	13

* Η μέση απόσταση δίδεται σε αστρονομικές μονάδες (AU). Μία αστρονομική μονάδα ισούται με 150 εκατομμύρια χλμ. Η μέση απόσταση του Ποσειδώνα, για παράδειγμα, είναι περίπου 4.5 δισεκατομμύρια χλμ.

** Μία γήινη διάμετρος είναι περίπου 12750 χλμ.

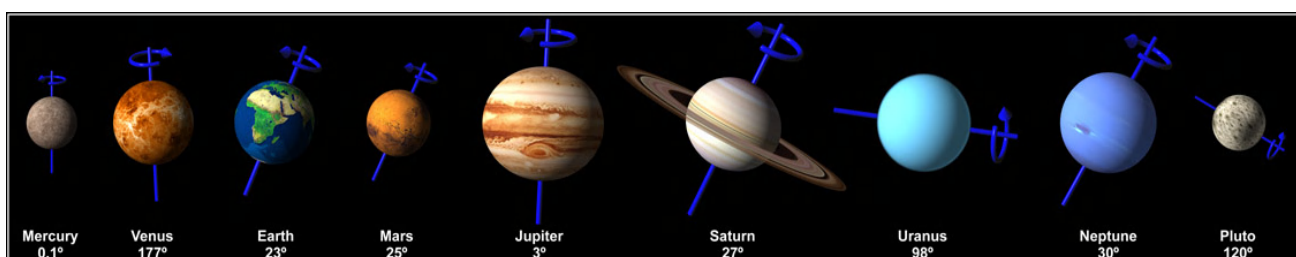
*** Ένα γήινο έτος ισούται με 365.256 γήινες ημέρες.

**** Αναφέρεται στην ταχύτητα περιστροφής του κάθε πλανήτη γύρω από τον Ήλιο.

ΕΙΚΟΣΙ ΕΝΤΥΠΩΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Οι τροχιές όλων των πλανητών του ηλιακού συστήματος οριοθετούνται περίπου στο ίδιο επίπεδο, το οποίο καλείται εκλειπτική.
2. Όλες οι τροχιές αυτές έχουν την ίδια φορά (αντίθετη με τους δείκτες του ρολογιού) και είναι πολύ περισσότερο κυκλικές παρά ελλειπτικές.
3. Η περισσότερο έκκεντρη τροχιά (ελλειπτική) ανήκει στον Ερμή και η λιγότερο έκκεντρη (κυκλική) στην Αφροδίτη.
4. Όλοι οι πλανήτες αυτοπεριστρέφονται με φορά αντίθετη με αυτή των δεικτών του ρολογιού (αριστερόστροφα), εκτός της Αφροδίτης και του Ουρανού που περιστρέφονται δεξιόστροφα.
5. Οι 4 εσωτερικοί πλανήτες (πλούσιοι σε μέταλλα) παρουσιάζουν εντελώς διαφορετική χημική σύσταση από τους 4 εξωτερικούς (πλούσιοι σε ελαφρά στοιχεία). Οι πυκνότητες των μεν κυμαίνονται μεταξύ 4 - 5 gr/cm³, ενώ των δε είναι περίπου 1 gr/cm³. Ο Κρόνος έχει τόσο χαμηλή πυκνότητα (0.7 gr/cm³) ώστε θα επέπλεε στο νερό.
6. Η συνολική μάζα της κύριας ζώνης των αστεροειδών είναι κάτι λιγότερο από

- το ένα χιλιοστό της μάζας της Γης. Ο μεγαλύτερος αστεροειδής (νάνος πλανήτης) είναι η Δήμητρα (μεγέθους 1 χλμ), η μάζα της οποίας καλύπτει περίπου το ένα τρίτο της συνολικής μάζας της ζώνης.
7. Ο Δίας είναι ο μεγαλύτερος πλανήτης και ο γρηγορότερος. Αυτοπεριστρέφεται σε περίπου 10 ώρες και η βαρύτητα του είναι 2.5 φορές ισχυρότερη από αυτήν της Γης.
 8. Η περίφημη κόκκινη κηλίδα του Δία είναι μία τεράστια ατμοσφαιρική καταιγίδα με μέγεθος περίπου τριπλάσιο από αυτό της Γης.
 9. Η Αφροδίτη είναι ο θερμότερος και λαμπρότερος πλανήτης. Η μέση επιφανειακή θερμοκρασία της είναι περίπου 465 βαθμοί.
 10. Η μέρα της Αφροδίτης (243 γήινες μέρες) είναι μεγαλύτερη από τον χρόνο που χρειάζεται για να συμπληρώσει μία περιστροφή γύρω από τον ήλιο (225 μέρες).
 11. Το ηφαίστειο Όλυμπος είναι το ψηλότερο όρος (27 χλμ) στο ηλιακό μας σύστημα και βρίσκεται στον Άρη. Το μέγεθός του είναι περίπου 600 χλμ.
 12. Η επιφανειακή θερμοκρασία του Ήλιου είναι ~ 5500 βαθμοί, ενώ στις κεντρικές του περιοχές φτάνει τα δέκα εκατομμύρια.
 13. Κάθε δευτερόλεπτο, 4.6 εκατομμύρια τόνοι ηλιακής μάζας μετατρέπονται σε ηλιακή ενέργεια και ακτινοβολούνται.
 14. Ο Ήλιος είναι 110 φορές σε μέγεθος μεγαλύτερος από την Γη, ενώ η βαρύτητά του είναι 28 φορές ισχυρότερη. Αν το βάρος ενός ανθρώπου στην Γη είναι 71 κιλά, τότε στον Ήλιο θα ζυγίζει περίπου 2 τόνους.
 15. Η ιδιοπεριστροφή του Ήλιου καλύπτει περίπου 25 γήινες μέρες, ενώ η περιστροφή γύρω από τον Γαλαξία μας περίπου 240 εκατομμύρια χρόνια.
 16. Ο Ουρανός είναι ο μοναδικός πλανήτης του οποίου το επίπεδο περιστροφής είναι πολύ κοντά στο τροχιακό του επίπεδο. Δηλαδή, περιστρέφεται σχεδόν ξαπλωμένος.



Εικόνα 4: Λόξωση της εκλειπτικής των 8 πλανητών και του Πλούτωνα (Image credit: Calvin J. Hamilton, 1999).

17. Ο Ποσειδώνας είναι ο πιο μακρινός πλανήτης του ηλιακού μας συστήματος και ο ψυχρότερος (-220° C). Από τότε που ανακαλύφθηκε (1846), μόλις το τρέχον έτος (2011) ολοκληρώνει μία πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο (165 γήινα χρόνια).



-
18. Η Γη είναι ο μεγαλύτερος από τους εσωτερικούς πλανήτες και αυτός που έχει την υψηλότερη πυκνότητα σε όλο το ηλιακό σύστημα (5.5 gr/cm^3), συμπεριλαμβανομένου και του ήλιου.
 19. Οι εξωτερικοί πλανήτες, αντίθετα με τους εσωτερικούς, έχουν συστήματα δακτυλίων που αποτελούνται από πέτρα, πάγο και σκόνη.
 20. Ο κοντινότερος αστέρας στο ηλιακό μας σύστημα είναι ο εγγύτατος του Κενταύρου (Proxima Centauri) και απέχει περίπου 4.22 έτη φωτός (~ 40 τρισεκατομμύρια χλμ).

Επιμέλεια: Δρ. Βαγγέλης Κολοκοτρώνης, ΕΑΑ