

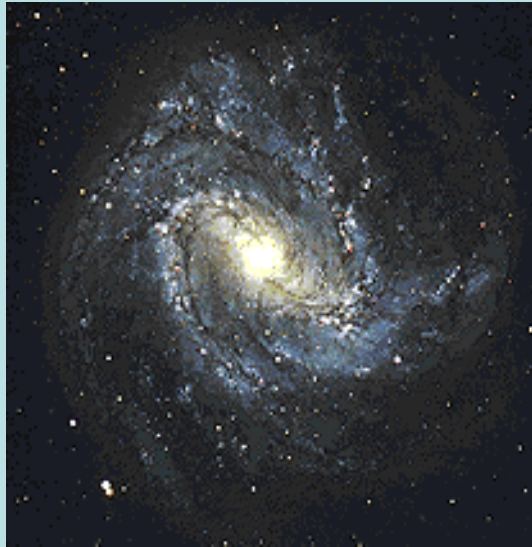
A space-themed background featuring a bright red star in the upper left, a reddish planet in the lower right, and a dark moon in the center. The background is filled with numerous small white stars.

ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΕΞΩΓΗΙΝΗΣ ΖΩΗΣ: ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΑΝΤΗΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

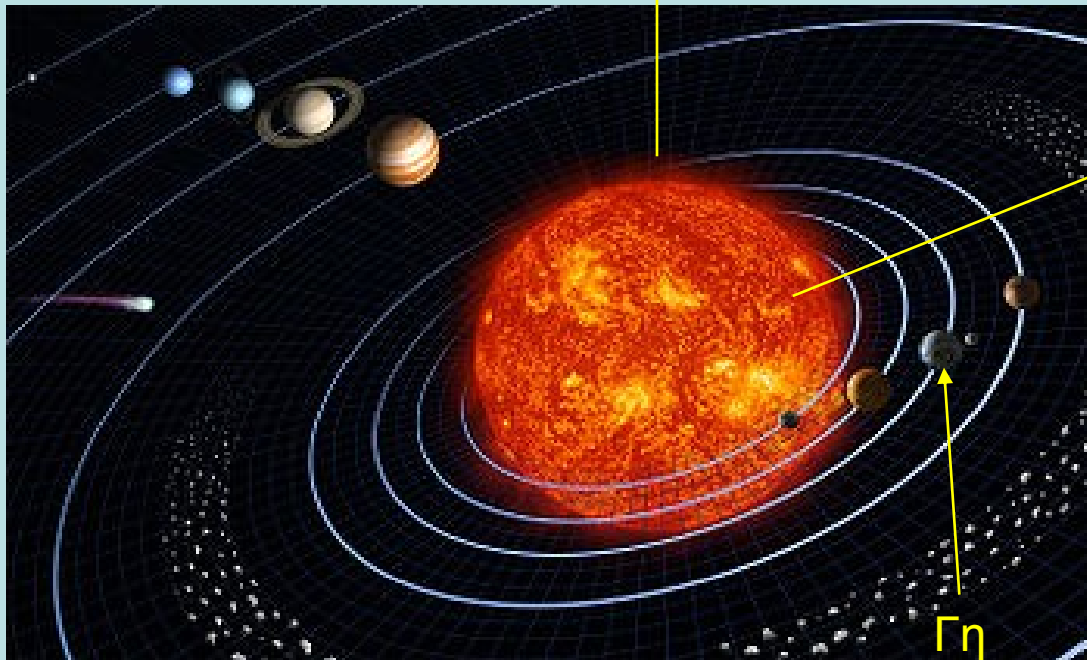
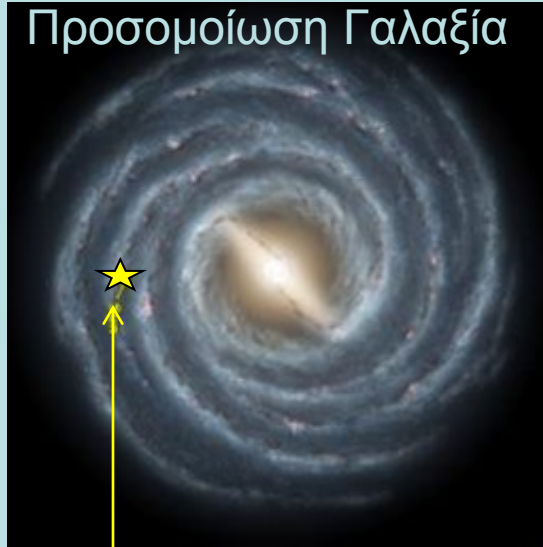
**Καθηγητής Παναγιώτης Γ. Νιάρχος
Τομέας Αστροφυσικής, Αστρονομίας
και Μηχανικής, ΕΚΠΑ**

ΕΤΦΤΛ Οκτώβριος 2020

Η θέση μας στο Σύμπαν



Προσομοίωση Γαλαξία



Το ηλιακό μας σύστημα

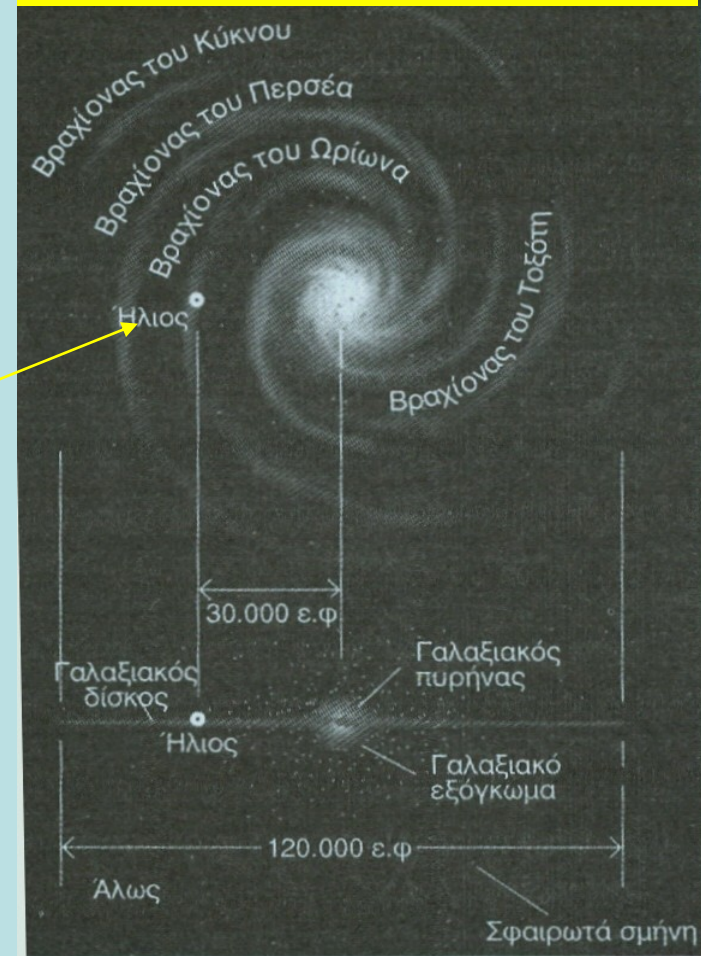
Γαλαξίας

Διάμετρος = 100.000 ε.φ.

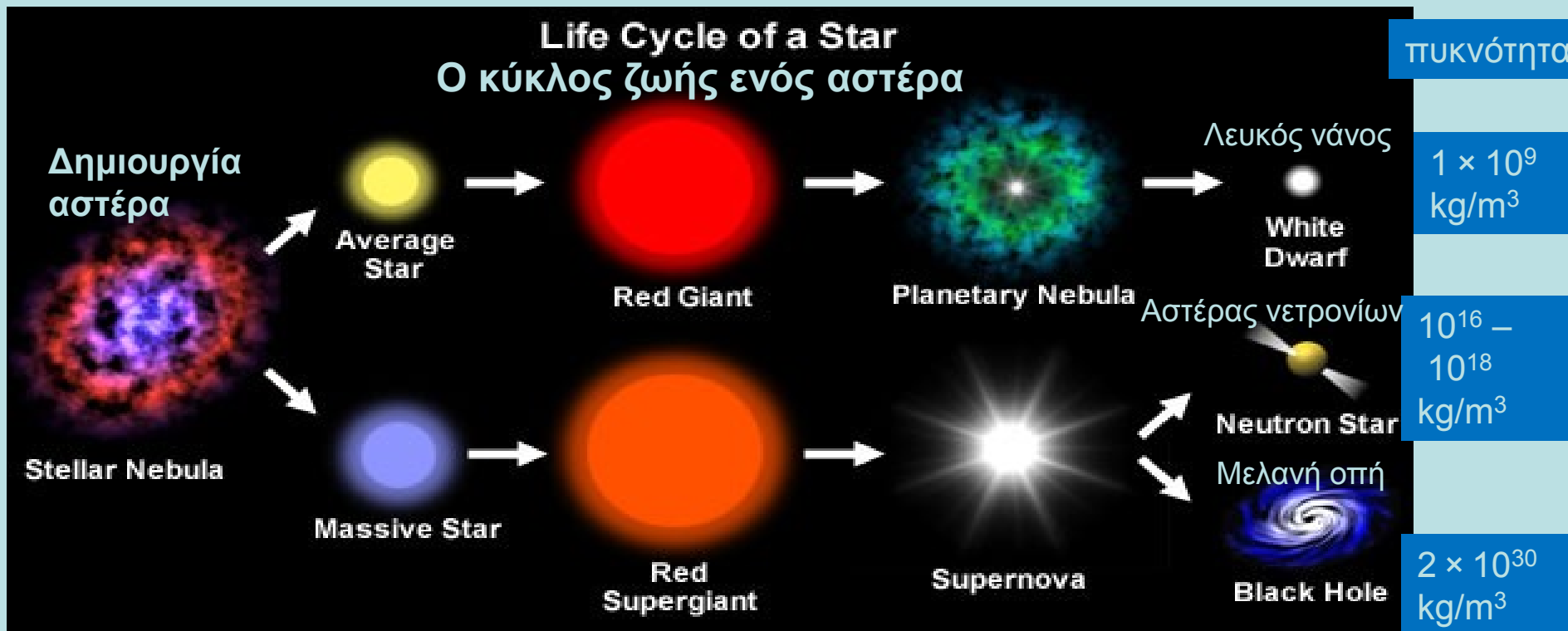
Πάχος 1000 ε.φ.

~ 200 δισεκατομ. αστέρες

1 ε.φ. = 9,5 τρις εκατομ. χλμ



Χημικά στοιχεία στο Σύμπαν



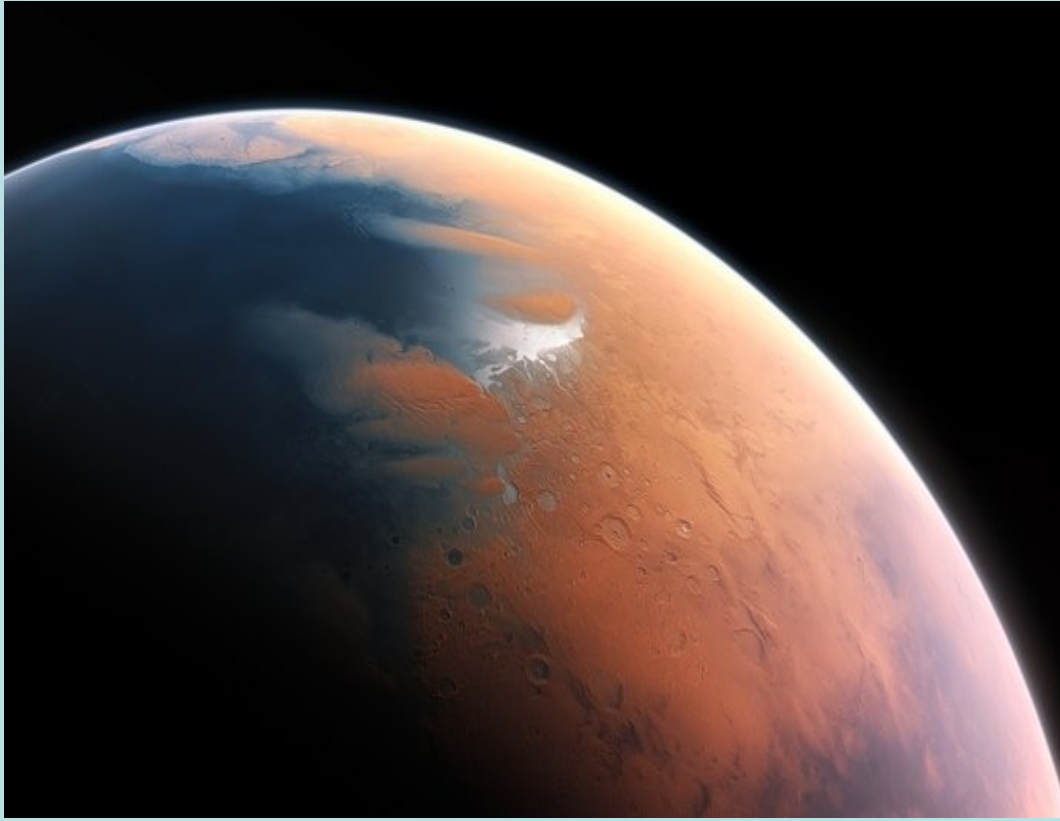
- Χημικά στοιχεία διάσπαρτα σε όλο το Σύμπαν
- Είμαστε αστροσκοπή!
- Άρα, δυνατότητα για ζωή υπάρχει

**Η τελική ερώτηση δεν είναι πλέον:
«Υπάρχει ζωή πέρα από τη Γη;»
αλλά μάλλον: «Θα τη βρούμε ποτέ;»**



www.spacetelescope.org

Έρευνα στο ηλιακό μας σύστημα: Άρης(1)



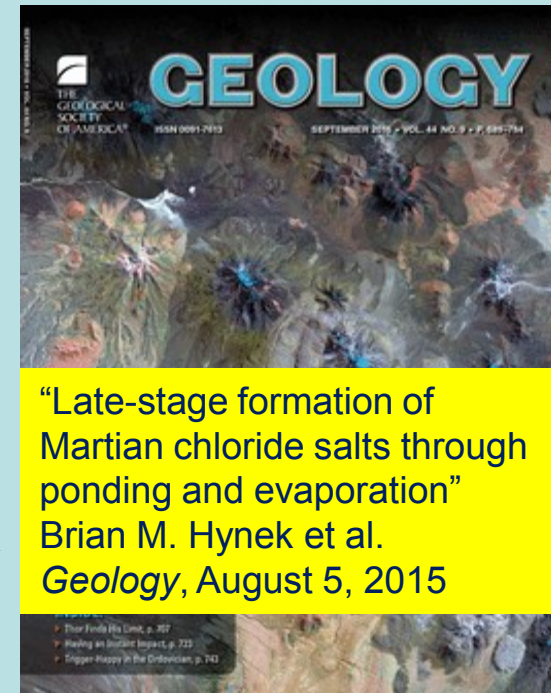
Τυχόν σημάδια της ζωής που κολύμπησαν στα ύδατα αυτά, θα μπορούσαν, επομένως, να κρύβονται στο αρειανό έδαφος.

Στις αρχές του 2015, μια ομάδα επιστημόνων εκτίμησε ότι περίπου 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια πριν, τουλάχιστον το 1/5 του Άρη καλύφθηκε από έναν ωκεανό νερού βάθους πάνω από 140 μ., και στη συνέχεια κατέλαβε σχεδόν το ήμισυ του βόρειου ημισφαιρίου του Άρη, και σε ορισμένες περιοχές με βάθη 1,6 χλμ.

“Strong water isotopic anomalies in the martian atmosphere: Probing current and ancient reservoirs”, Villanueva et al., 2015, Science Vol. 348, Issue 6231, pp. 218-221.

Άρης (2)

Αλλά το νερό δεν είναι αρκετό. Χρειάζεται επίσης χρόνος. Μια μελέτη τον Αύγουστο 2015 ανακάλυψε ότι το νερό υπήρχε στον Άρη για 200 εκατομμύρια χρόνια περισσότερο από ό, τι εθεωρείτο μέχρι σήμερα. Ακόμη περισσότερο, υπήρχε ζωή στη Γη την ίδια στιγμή που υπήρχαν κάποιες από τις τελευταίες λίμνες στον Άρη.



Μικρές αποθέσεις χλωριούχων αλάτων έχουν επίσης βρεθεί σε εκατοντάδες τοποθεσίες στον Άρη μέσω της χρήσης πολυφασματικών τροχιακών δεδομένων. Δεδομένης της μικρής χωρικής έκτασης αυτών των αποθέσεων, οι μηχανισμοί σχηματισμού τους, το χρονοδιάγραμμα, και η σχέση με άλλες υδατικές διεργασίες στην ιστορία του Άρη είναι προς το παρόν ελάχιστα τεκμηριωμένοι.

Απόθεση χλωριούχου άλατος βρέθηκε κοντά στο Meridiani Planum, την τοποθεσία του Opportunity rover (25/1/2004). Πιθανόν να σχηματίστηκε από ποτάμιες-λιμναίες διαδικασίες, γεγονός που υποδηλώνει έναν ενεργό υδρολογικό κύκλο.

Στάδια σχηματισμού:

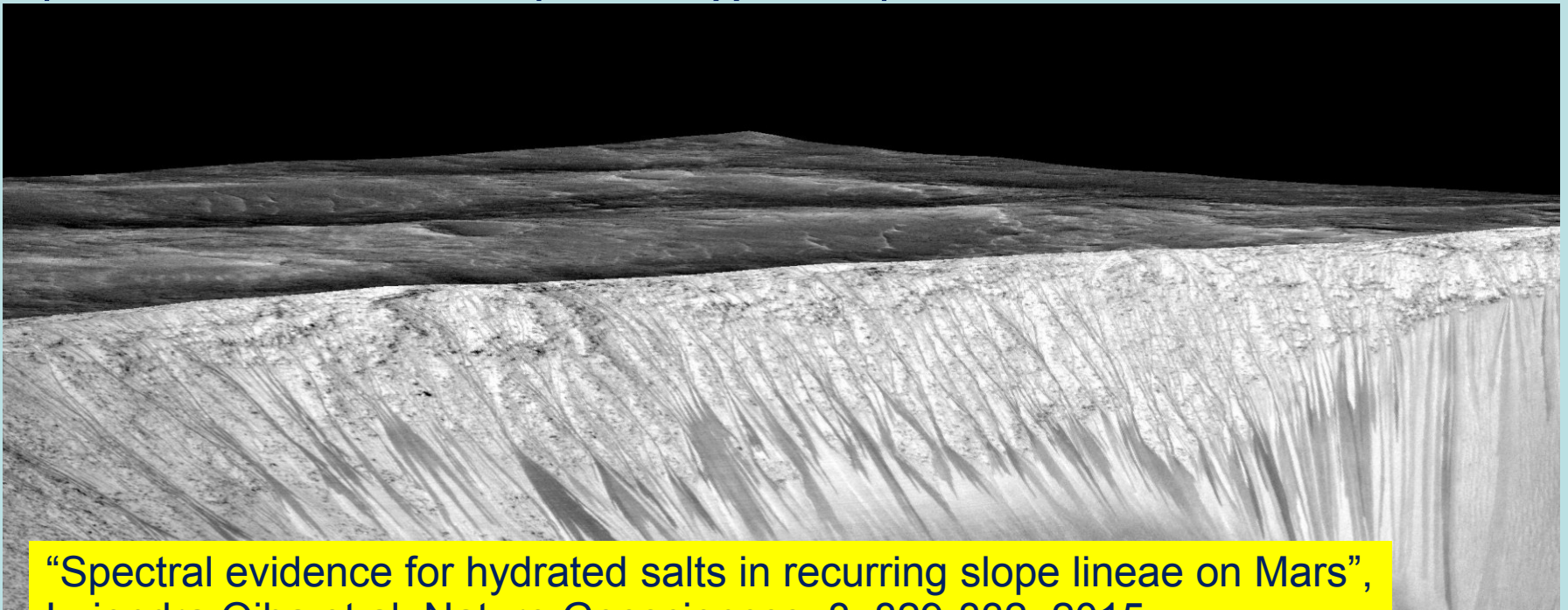
- Δημιουργία κοιλάδας στις γύρω ορεινές περιοχές - τρεχούμενο νερό - λίμνη σε μια τοπική λεκάνη.
- Η στάθμη της λίμνης τελικά αυξήθηκε και παραβίασε το όριο αποχέτευσης, οδηγώντας σε σημαντική εκροή.
- Το υπόλοιπο νερό εξατμίστηκε και τελικά τα χλωριούχα κατακάθισαν στα χαμηλότερα επίπεδα. Υπολογίστηκε η αλατότητα της λίμνης στο περίπου 8% της αλατότητας των ωκεανών της Γης.

Συμπέρασμα: αυτή και άλλες παρόμοιες αποθέσεις χλωριούχων αλάτων αποτελούν μερικά από τα τελευταία απομεινάρια της «κατοικήσιμης» επιφάνειας του νερού στον Άρη.



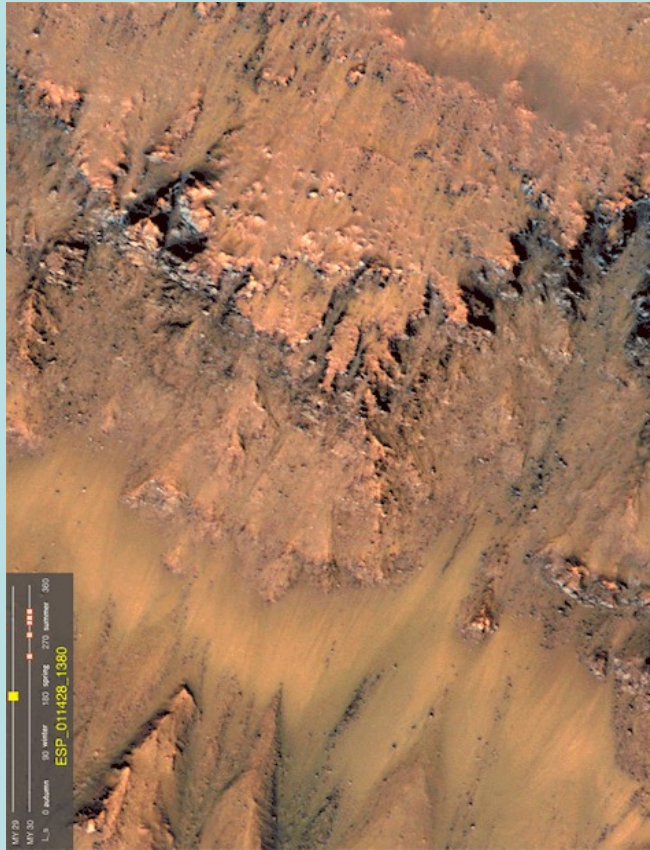
Ίχνη αλμυρού νερού στον Άρη (NASA 28/9/2015)

Μια ομάδα επιστημόνων χρησιμοποίησαν όργανα της διαστημοσυσκευής (για τον Άρη) Reconnaissance Orbiter (2005) της NASA για να αναλύσουν τη σύνθεση των μετάλλων που ενσωματώνονται στα σκοτεινά, βαθιά αυλάκια στην επιφάνεια του Άρη γύρω από τρεις διαφορετικές περιοχές στον Άρη. Ανακάλυψαν ότι τα ορυκτά ήταν ένα είδος άλατος, υπερχλωρικά, και είχαν μοριακό νερό σε κρυσταλλική δομή τους. Αυτό υποδηλώνει ότι το νερό είναι θαλασσινό νερό και όχι καθαρό.

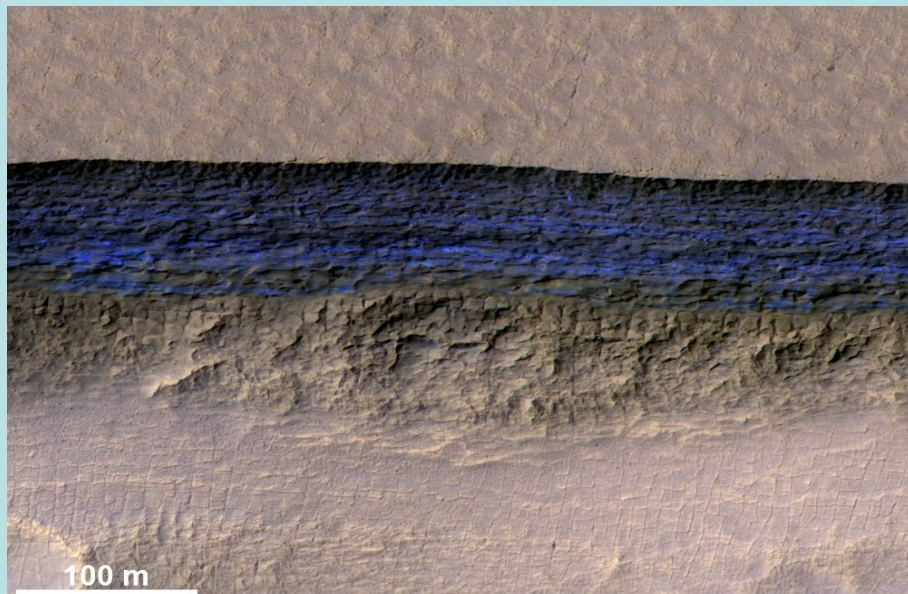


“Spectral evidence for hydrated salts in recurring slope lineae on Mars”,
Lujendra Ojha et al, Nature Geosciences, 8, 829-832, 2015

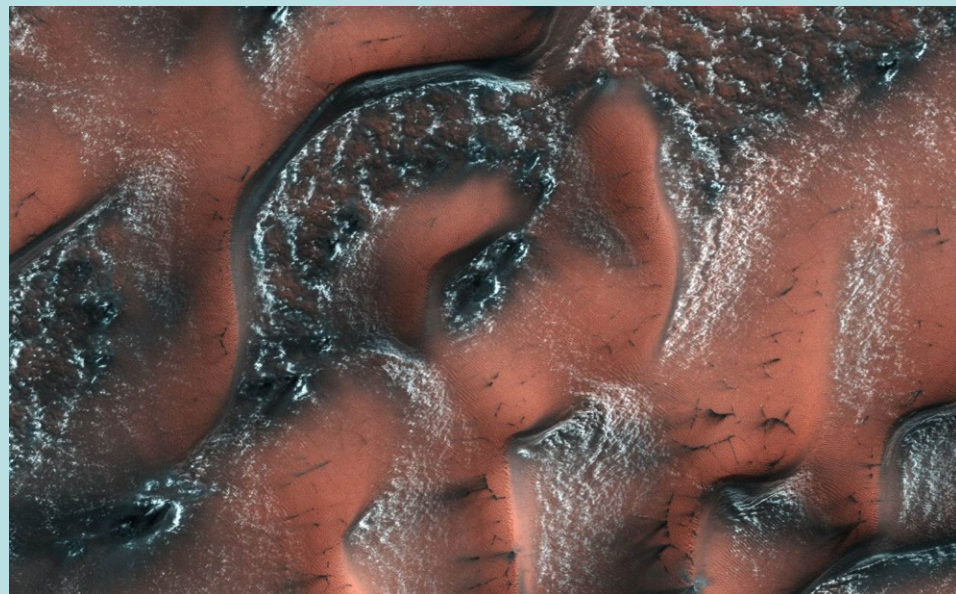
Εδώ είναι μια εικόνα που δείχνει πώς αλλάζουν αυτές οι σκοτεινές ραβδώσεις με την πάροδο του χρόνου, με ενδείξεις της ροής του νερού σε υγρή μορφή.



Οι επιστήμονες είναι θετικοί στο ότι υπάρχει νερό σε υγρή μορφή. Το νερό αυτό διαδραματίζει καίριο ρόλο στο μηχανισμό σχηματισμού αυτών των χαρακτηριστικών. Το επόμενο βήμα να εξετάσουν αν υπάρχει ένα δίκτυο υδροφόρου ορίζοντα που το προμηθεύει.



Η διάβρωση στον Άρη έχει αποκαλύψει μεγάλες, απότομες διατομές καθαρού, υπόγειου πάγου. Σε αυτή την εικόνα με ψευδοχρώματα που καταγράφηκε από την κάμερα HiRISE του Mars Reconnaissance Orbiter της NASA, μία από ανακαλυφθείσες λωρίδες εμφανίζεται σε σκούρο μπλε έναντι του αρειανού εδάφους. NASA / JPL / UNIVERSITY OF ARIZONA / USGS



Χιόνι και πάγος που καλύπτουν αμμόλοφους στο βόρειο ημισφαίριο του Άρη σε μια φωτογραφία που πάρθηκε από το Mars Reconnaissance Orbiter της NASA τον Μάιο του 2017. Αρχείο NASA / AFP - Getty Images.

Τεράστια φύλλα πάγου πάνω από 100 μέτρα βάθος έχουν ανακαλυφθεί στον Άρη, καθιστώντας εφικτή την πρόσβαση των αστροναυτών σε σχεδόν απεριόριστες ποσότητες νερού δήλωσαν οι επιστήμονες την Πέμπτη 11/1/2018.

Exposed subsurface ice sheets in the Martian mid-latitudes

Colin M. Dundas et al., 12 Jan 2018, *Science*, Vol. 359, Issue 6372, pp. 199-201

Αστεροειδείς και κομήτες

Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι οι αστεροειδείς και κομήτες είναι το κλειδί για τον σχηματισμό της ζωής στη Γη. Ειδικότερα, οι πτώσεις (συγκρούσεις) κομητών, σύμφωνα με με ένα άρθρο τον Σεπτέμβριο 2015, πιθανότατα προκαλούν τη δημιουργία αμινοξέων για να συνδυαστούν και να αποτελέσουν τα δομικά στοιχεία της ζωής.

“Peptide synthesis triggered by comet impacts: A possible method for peptide delivery to the early Earth and icy satellites”,
[H. Sugahara](#), [K. Mimura](#), [Icarus Vol. 257](#), 1 September 2015, p.p. 103–112

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πτώσεις του κομήτη έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη χημική εξέλιξη ως προμηθευτής των γραμμικών πεπτιδίων, τα οποία είναι σημαντικά για την περαιτέρω χημική εξέλιξη στην πρώιμη Γη.

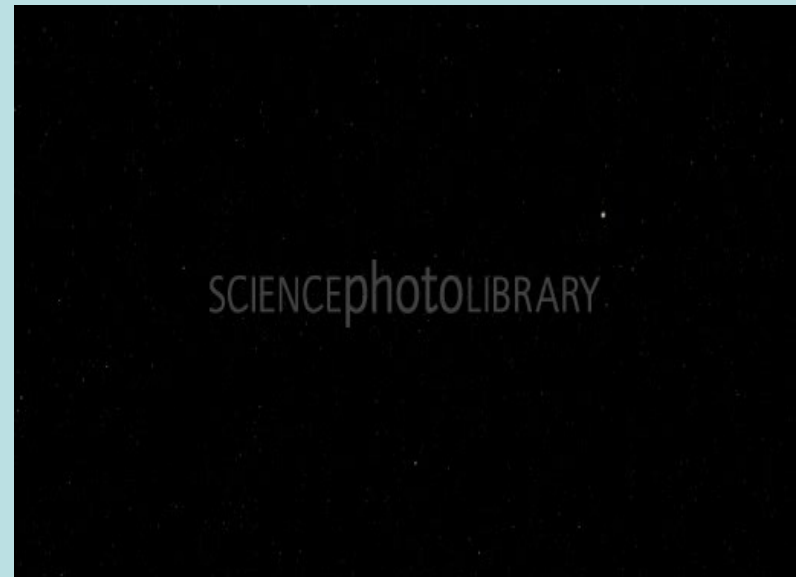
Όπως συμβαίνει στο δικό μας ηλιακό σύστημα, υπάρχουν και άλλοι κομήτες σε άλλα πλανητικά συστήματα που θα μπορούσαν να κάνουν το ίδιο πράγμα τώρα.

Πεπτίδια είναι αζωτούχες οργανικές ενώσεις που αποτελούν δομικό συστατικό των πρωτεϊνών

Πολλοί επιστήμονες σήμερα εκτιμούν ότι η ζωή εμφανίστηκε για πρώτη φορά μεταξύ 3,8 και 4 δισ. χρόνια πριν, συμπτωματικά, κατά το χρονικό διάστημα που ονομάζεται **Τελευταίος Βαρύς Βομβαρδισμός (Late Heavy Bombardment)**, όταν ένα μεγάλος αριθμός αστεροειδών συγκρούστηκε με όλους τους πλανήτες του εσωτερικού ηλιακού συστήματος και με ορισμένους δορυφόρους.

Πιστεύεται πως μια σειρά από συγκρούσεις δημιούργησαν πρώτα τα αμινοξέα και νουκλεο-βάσεις, μετά μετασχηματίστηκαν τα αμινοξέα σε πολυ-πρωτεΐνες που θα οικοδομήσουν τις νουκλεοβάσεις στο DNA.

Η ανακάλυψη αυτή ενισχύει το δυϊσμό που φαίνεται να κρύβεται πίσω από πολλά φαινόμενα στο Σύμπαν: οι συγκρούσεις-πτώσεις κομητών και αστεροειδών, ενώ είναι υπεύθυνες για την πρόκληση κατακλυσμικών καταστροφών και μαζικών εξαφανίσεων, έχουν όμως και τη δυνατότητα να σπείρουν τους σπόρους της ζωής.



Ευρώπη, δορυφόρος του Δία

Έχει μια κρούστα που αποτελείται από μπλοκς, τα οποία πιστεύεται ότι έχουν σπάσει ξεχωριστά και μετακινήθηκαν σε νέες θέσεις («καφέ φλέβες») και είναι πολύ πιθανόν ότι δείχνουν πού το θερμότερο και πιο βρώμικο υγρό νερό στο μανδύα του φεγγαριού έχει διαρρεύσει μέσω φλοιού του.

Τα γεωλογικά αυτά δεδομένα και η παρουσία μαγνητικού πεδίου οδηγεί τους επιστήμονες να πιστεύουν ότι ένας ωκεανός είναι πολύ πιθανό να υπάρχει στην Ευρώπη.

Οι εικόνες ελήφθησαν από το διαστημικό σκάφος Galileo της NASA στις 7/9/1996, το Δεκέμβριο 1996 και τον Φεβρουάριο 1997 σε απόσταση 417.489 μίλια.

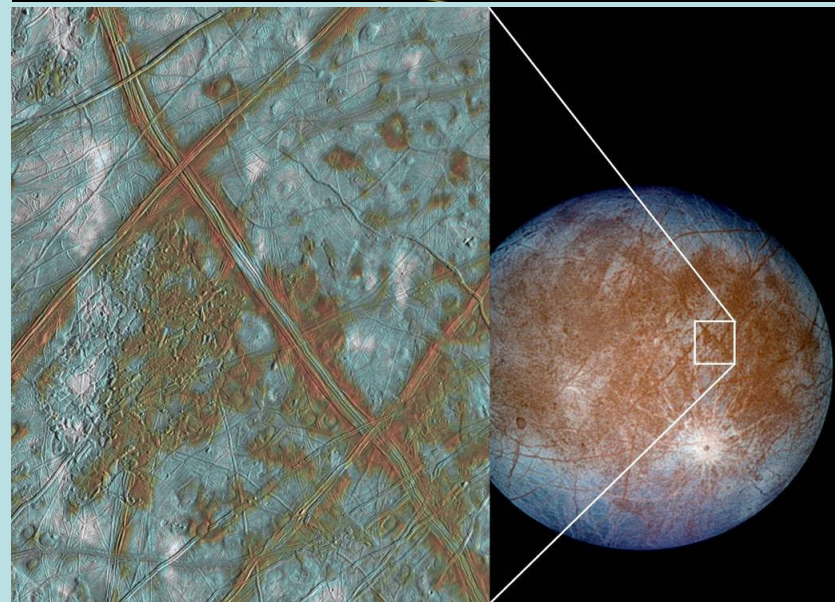
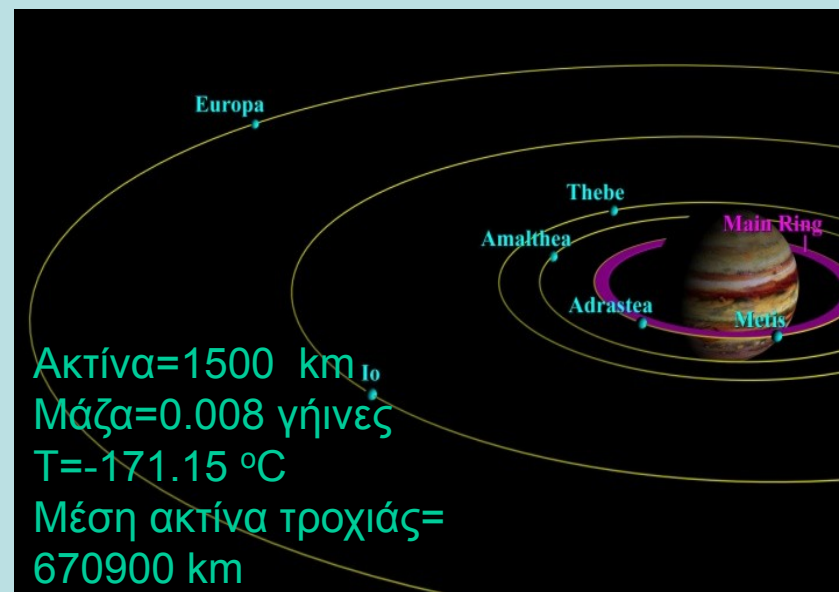


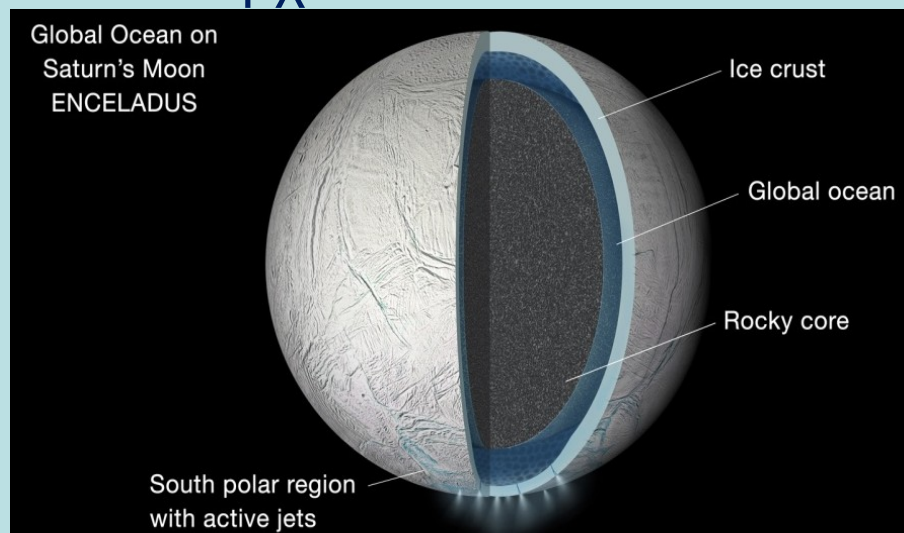
Image Credit: NASA/JPL/University of Arizona, Last Updated: July 31, 2015

Εγκέλαδος, δορυφόρος του Κρόνου

Σύμφωνα με νέα έρευνα, χρησιμοποιώντας δεδομένα από την αποστολή Cassini (1997-2017) της NASA, ένας παγκόσμιος ωκεανός βρίσκεται κάτω από την παγωμένη κρούστα του γεωλογικά ενεργού δορυφόρου του Κρόνου Εγκέλαδου.

Οι ερευνητές βρήκαν ότι το μέγεθος της πολύ μικρής ταλάντευσης του Εγκέλαδου, καθώς περιφέρεται γύρω από τον Κρόνο, μπορεί να εξηγηθεί μόνο αν το εξωτερικό παγωμένο κέλυφος δεν είναι κατεψυγμένα στερεό μέχρι το εσωτερικό του, πράγμα που σημαίνει ότι ένας παγκόσμιος ωκεανός πρέπει να υπάρχει.

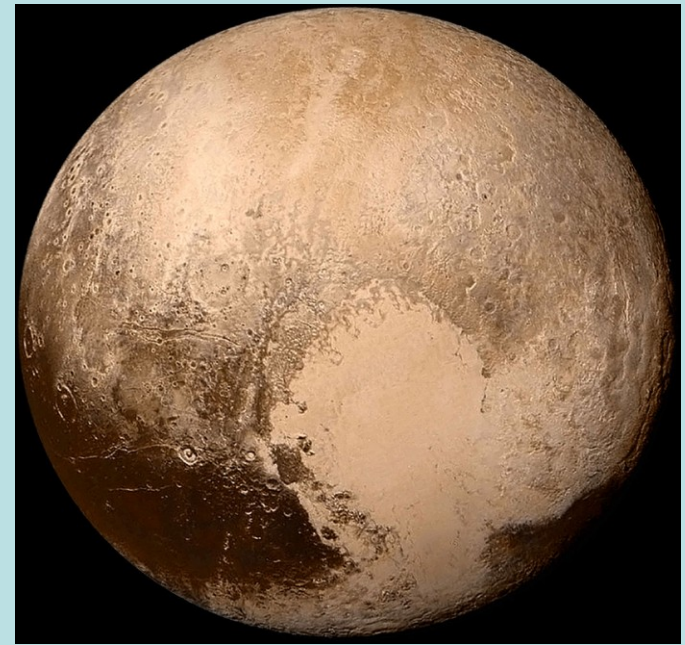
Τα ευρήματα δείχνουν ένα λεπτό ψεκασμό υδρατμών, παγωμένων σωματιδίων και απλών οργανικών μορίων που προέρχονται από ρήγματα κοντά στο νότιο πόλο του δορυφόρου και τροφοδοτούνται από μια τεράστια δεξαμενή νερού σε υγρή μορφή.



“Enceladus’s measured physical libration requires a global subsurface ocean,” P.C. Thomas et al. *Icarus*, Vol. [264](#), 15 Jan. 2016, pp 37–47.

Πλούτων (νάνος πλανήτης, 1930)

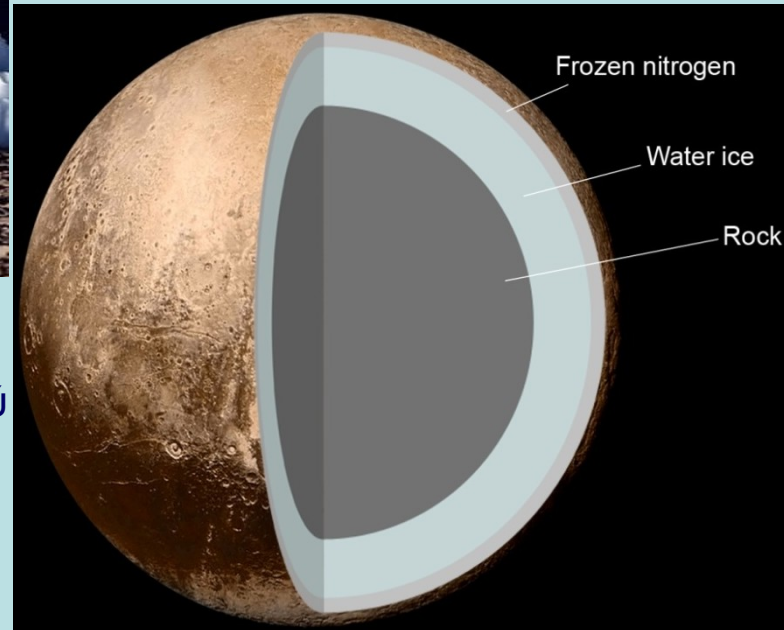
Παγωμένος με στερεό πυρήνα. Η κατεψυγμένη επιφάνεια κατά κύριο λόγο σχηματίζεται από μεθάνιο και άζωτο. Ο μανδύας του, όμως, σχηματίζεται από πάγο από νερό. Μέρος από τον επιφανειακό πάγο λιώνει όταν ο Πλούτωνας πλησιάζει στον Ήλιο, απελευθερώνοντας το μεθάνιο και άζωτο στον αέρα για να δημιουργήσει μια προσωρινή ατμόσφαιρα.



Εικόνα του Πλούτωνα που πάρθηκε από το New Horizons (2006) τον Ιούλιο 2015.



Η επιφάνεια του Πλούτωνα φιλοξενεί πτερύγια πάγου που φθάνουν το ύψος ουρανοξύστη. Αποτελούνται κυρίως από πάγο μεθανίου και μοιάζουν (αλλά είναι πολύ μικρότερα) με τα «σπαθιά» χιονιού και πάγου στη Γη.



**“Bladed Terrain on Pluto: Possible origins and evolution”, by Moore, J.M. et al.,
Icarus, Vol. 300, 15 January 2018, pp. 129-144**

Εξωηλιακοί πλανήτες

Πιθανοί κατοικήσιμοι κόσμοι στο Σύμπαν

- **Εξωηλιακοί πλανήτες.** Πώς ορίζονται?
- Από τα πλέον ενδιαφέροντα και συναρπαστικά πεδία της σύγχρονης αστροφυσικής. 119 διεθνή προγράμματα σε εξέλιξη (92 από τη Γη και 27 από το διάστημα)
- 4349 εξωηλιακοί πλανήτες έχουν ανακαλυφθεί από το 1995 γύρω από 3214 αστέρες, αλλά κανένας σαν τη Γη
- Βασικά ερωτήματα σχετικά τους εξωηλιακούς πλανήτες
 - Πώς σχηματίζονται, πόσο συχνοί είναι και πώς ανακαλύπτονται;
 - Τι μαθαίνουμε από τους νέους πλανήτες;
 - Υπάρχουν πλανήτες σαν τη Γη;
 - Υπάρχει ζωή σε άλλους πλανήτες σε άλλους αστέρες;

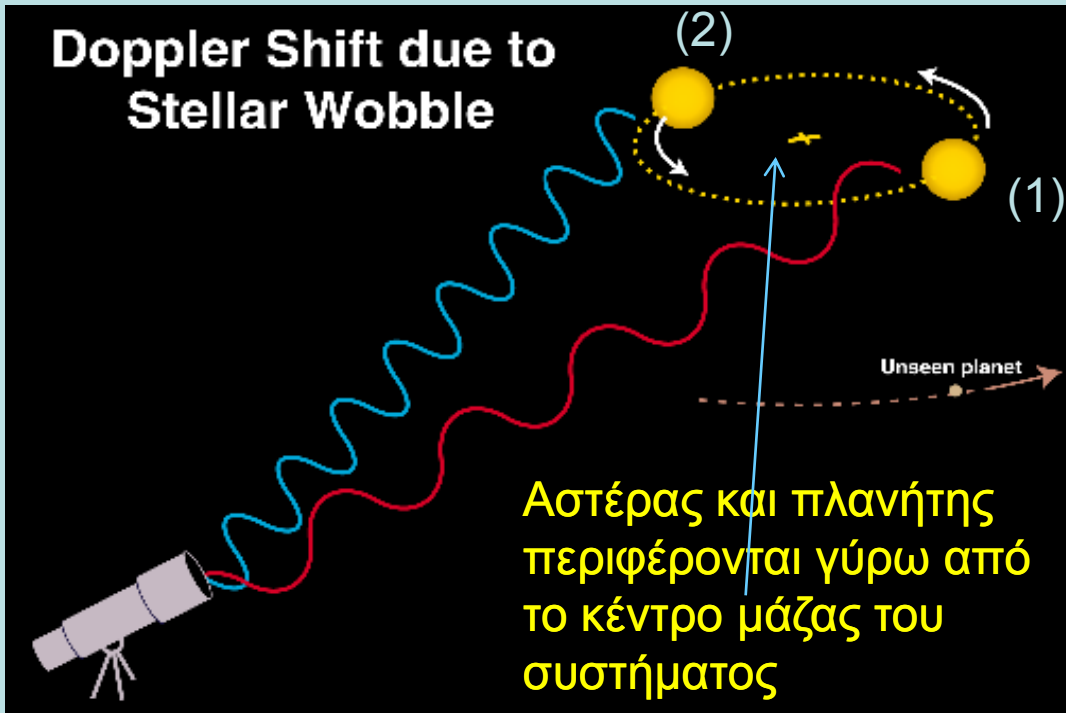
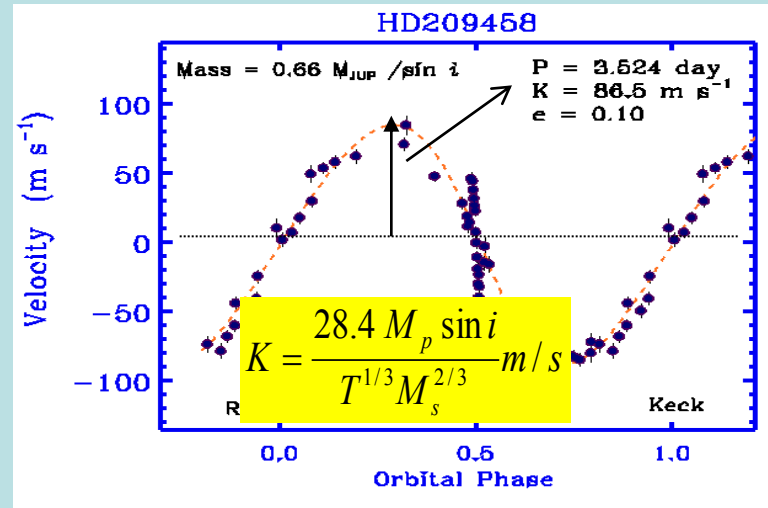
Πώς ανακαλύπτονται οι εξωπλανήτες?

Οι κυριότερες μέθοδοι είναι

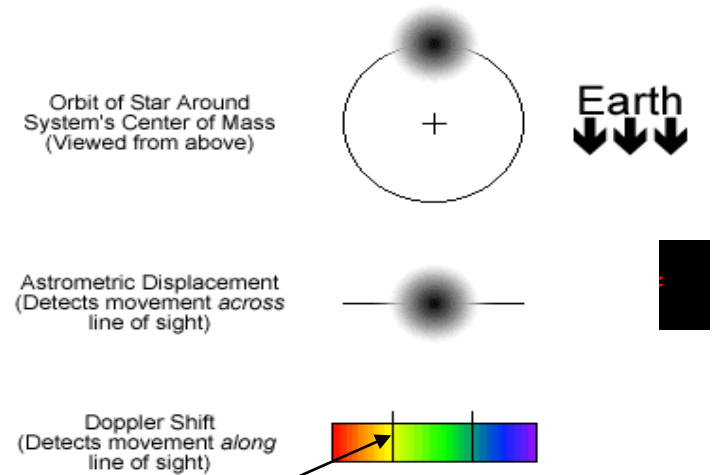
1. Αστρομετρική
2. Μέθοδος ακτινικών ταχυτήτων
3. Παρατήρηση των διαβάσεων των πλανητών μπροστά από τους αστέρες (καμπύλη φωτός)
4. Μέθοδος βαρυτικών μικροφακών
5. Η μέτρηση του χρόνου μεταξύ δύο παλμών των pulsars
6. Με απ'ευθείας παρατήρηση (πολύ δύσκολη γιατί οι πλανήτες είναι πολύ αμυδροί)

Μέθοδος ακτινικών ταχυτήτων

Οι περισσότερες ανακαλύψεις εξω-ηλιακών πλανητών έχουν γίνει με τη μέθοδο αυτή από επίγεια τηλεσκόπια, όπου η ταλάντωση του αστέρα (star's wobble) μετράται ως μια μετατόπιση του μήκους κύματος του φωτός που εκπέμπεται από τον αστέρα.



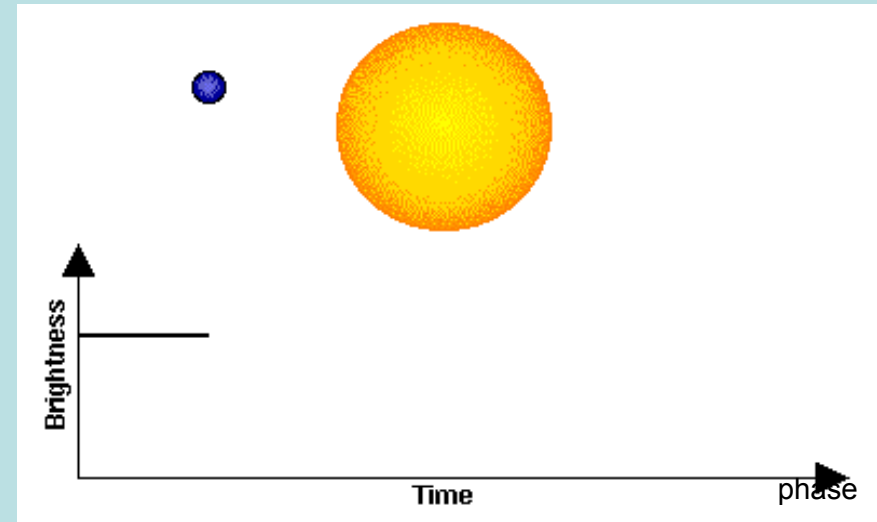
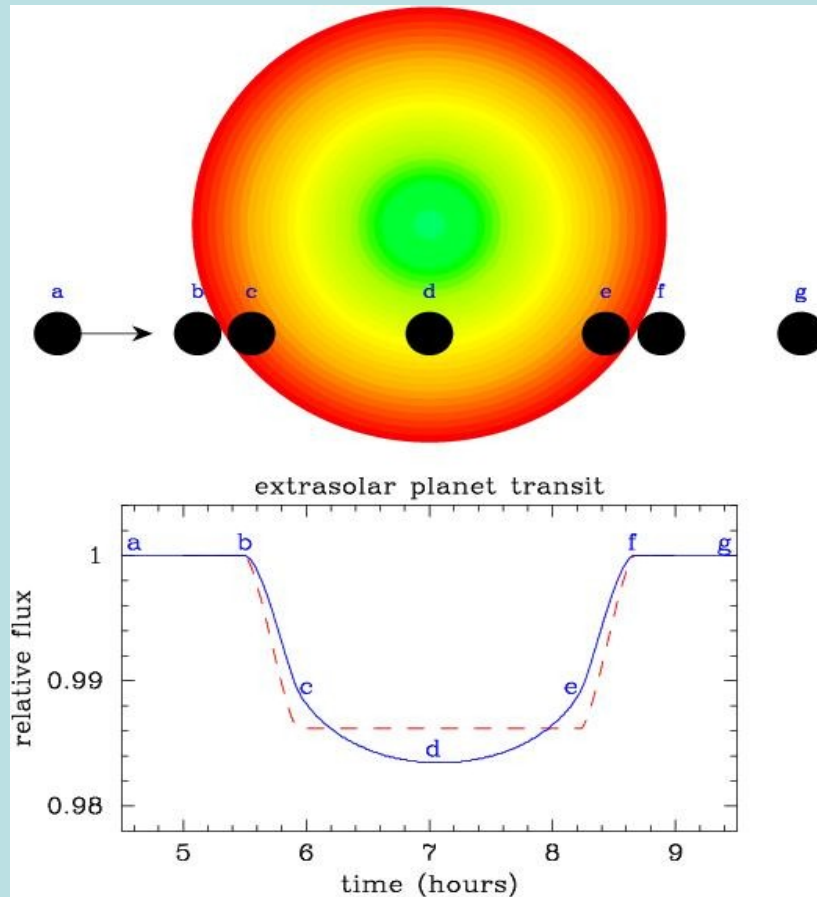
Observation of Stellar Motions Due to Presence of Extra-Solar Planet



$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$$

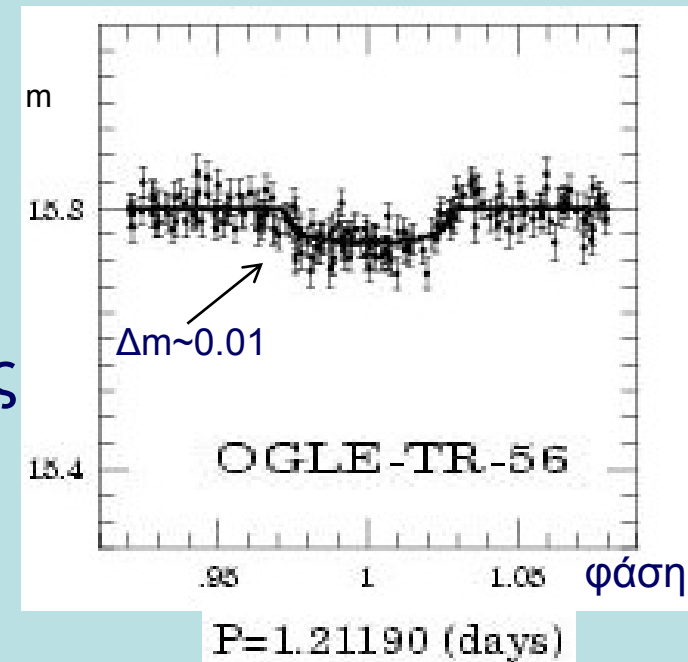
Νόμος Doppler

Μέθοδος Διαβάσεων (Transits)



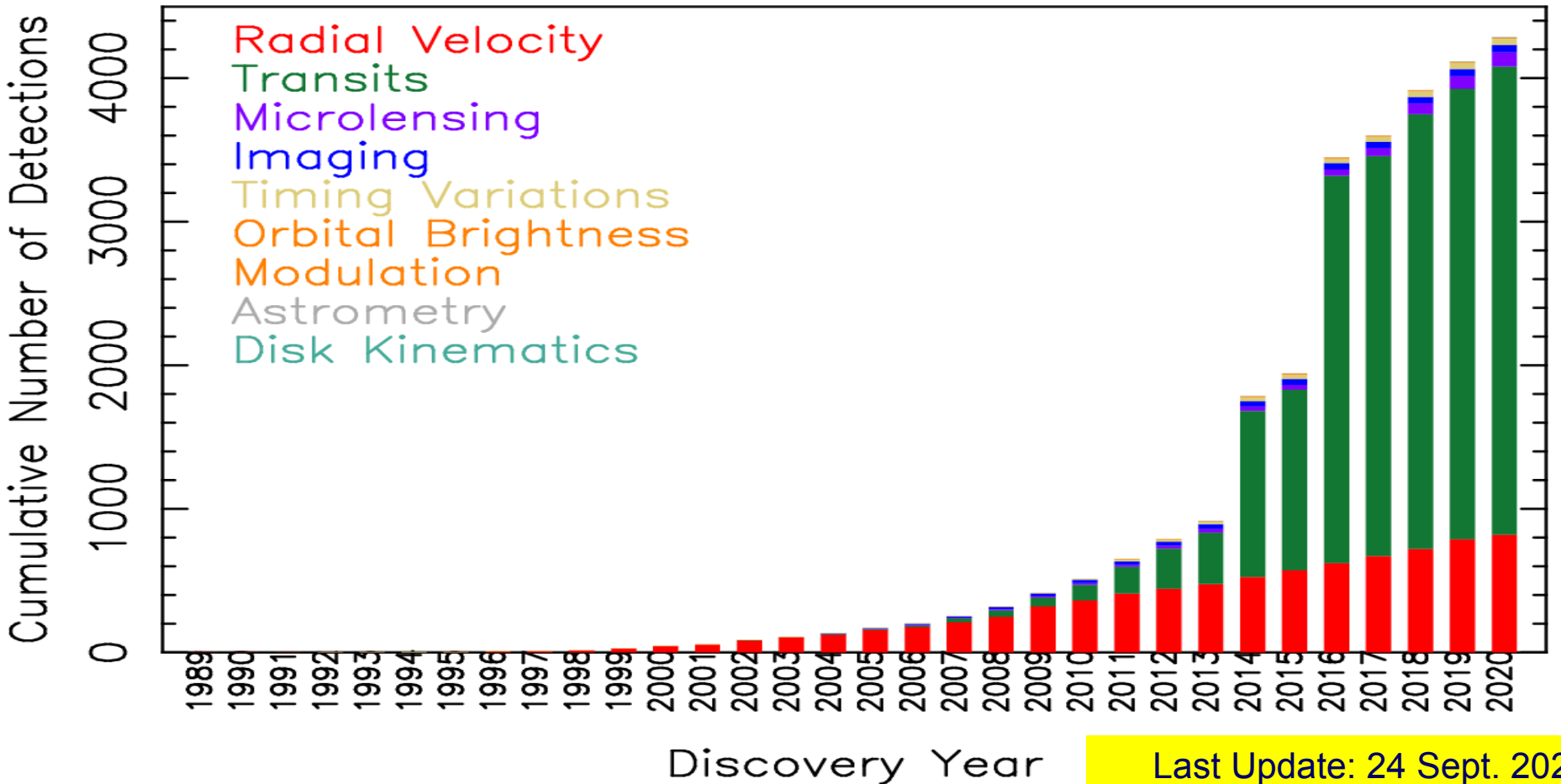
Πλανήτες που παρατηρούνται σε κλίσεις κοντά στις 90° περνούν μπροστά από τους «μητρικούς» αστέρες (διάβαση)

- Πλεονεκτήματα
- Μειονεκτήματα



Cumulative Detections Per Year

24 Sep 2020
exoplanetarchive.ipac.caltech.edu



Last Update: 24 Sept. 2020

General Summary from Extrasolar Planets Encyclopedia

Total Number of Exoplanets	Stellar Systems	Habitable Exoplanets
----------------------------	-----------------	----------------------

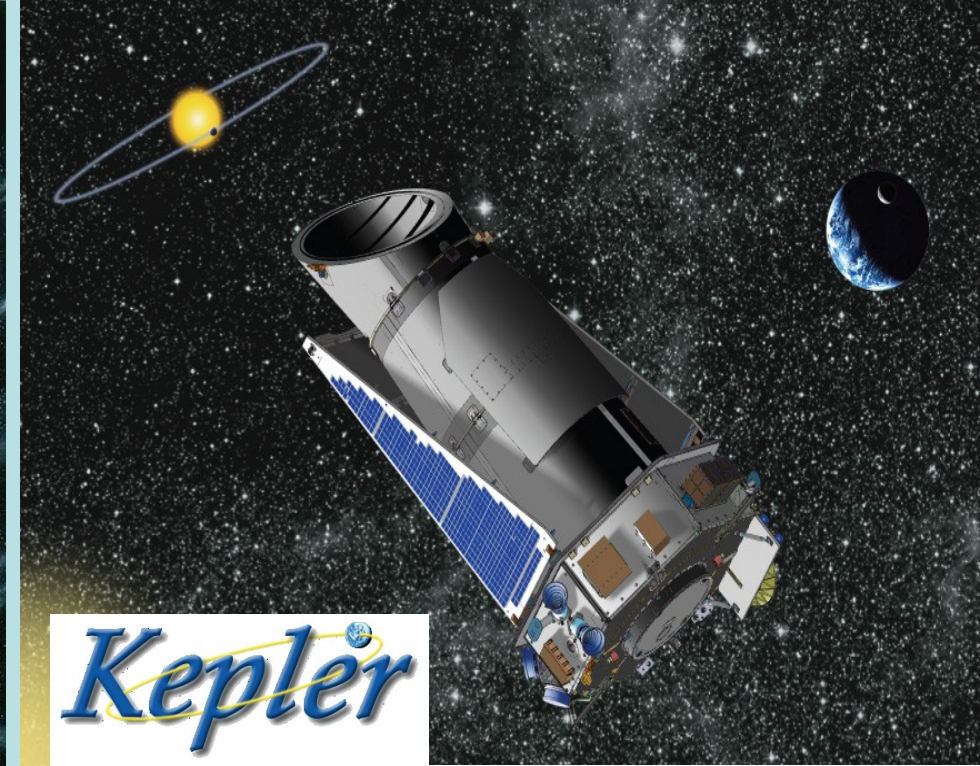
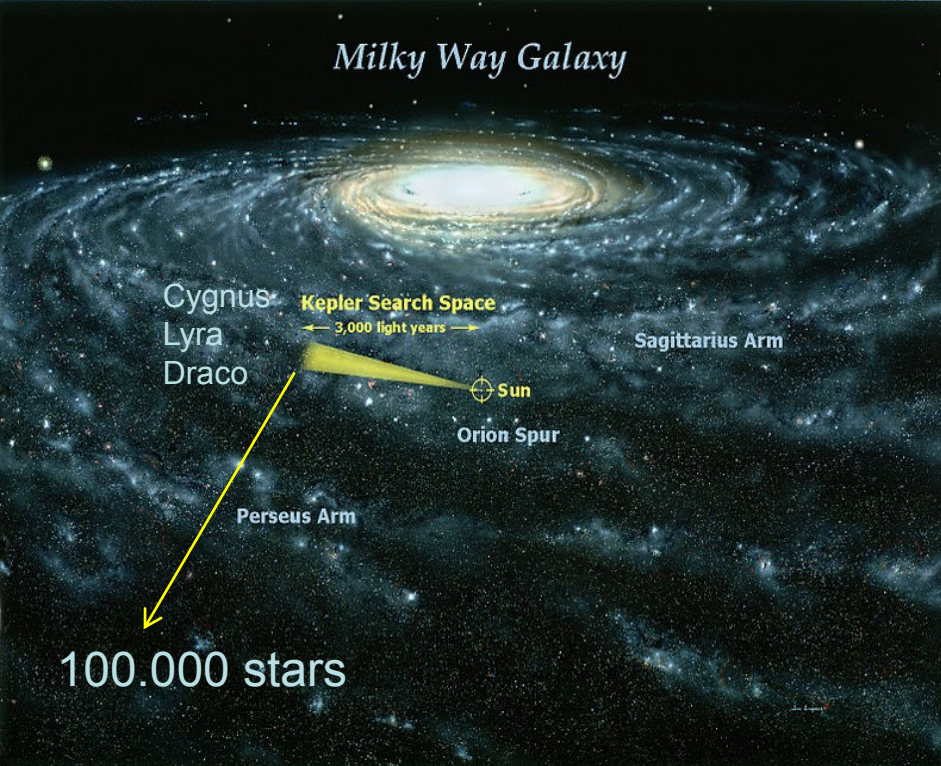
Confirmed	4349	3214
-----------	------	------

Candidates	2554	2367
------------	------	------

Other	209	172
-------	-----	-----

60

March 12, 2019: is a celebration day as over 4000 planets validated in our database and this number will grow very quickly thanks to intensive on-going work!



Διαστημικό τηλεσκόπιο Kepler (NASA)

Ημερομηνία εκτόξευσης: 7/3/2009

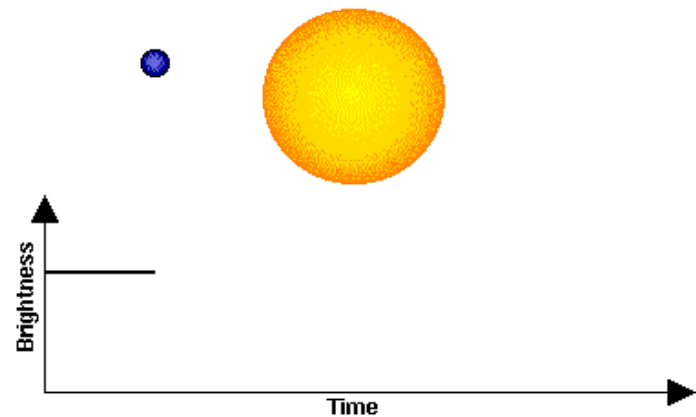
Τερματισμός λειτουργίας: 30/10/2018

Τηλεσκόπιο: κατοπτρικό Schmidt 95 εκ

Μέχρι σήμερα έχει ανακαλύψει **2662**

εξωπλανήτες σε σύνολο **4363** που έχουν

μέχρι σήμερα επιβεβαιωθεί.

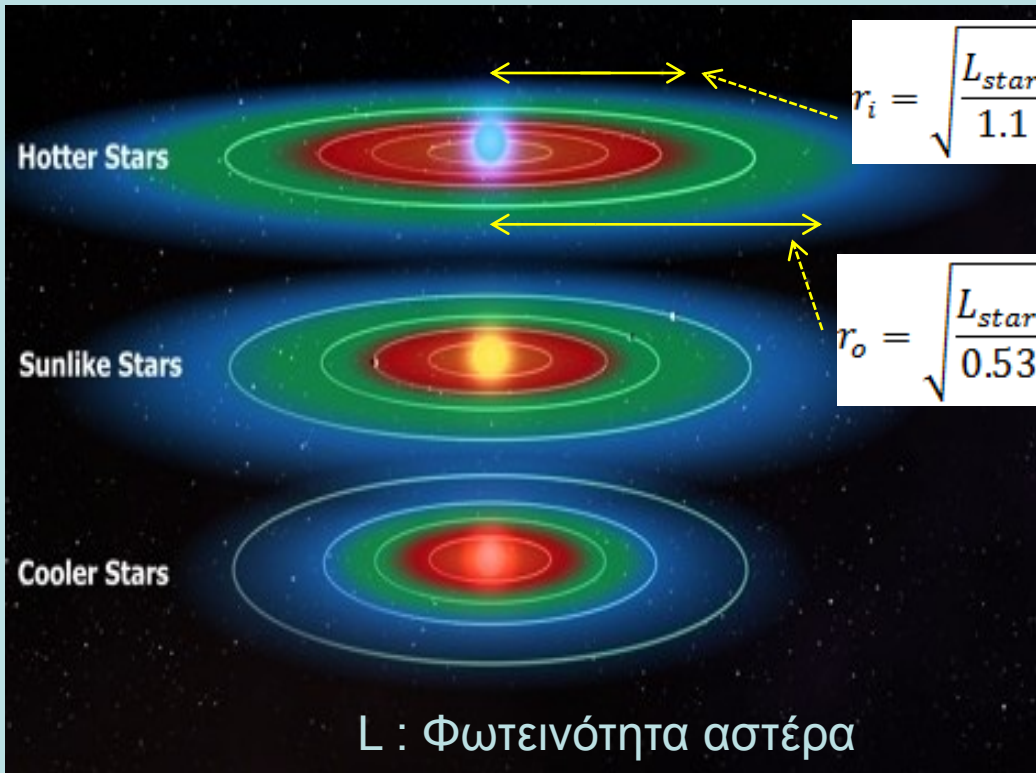


Μέθοδος διαβάσεων
(transit method)

Είναι κατοικήσιμοι οι εξωηλιακοί πλανήτες;

Τα 3 βήματα για την κατάταξη εξωηλιακών πλανητών σε κατοικήσιμους κόσμους είναι

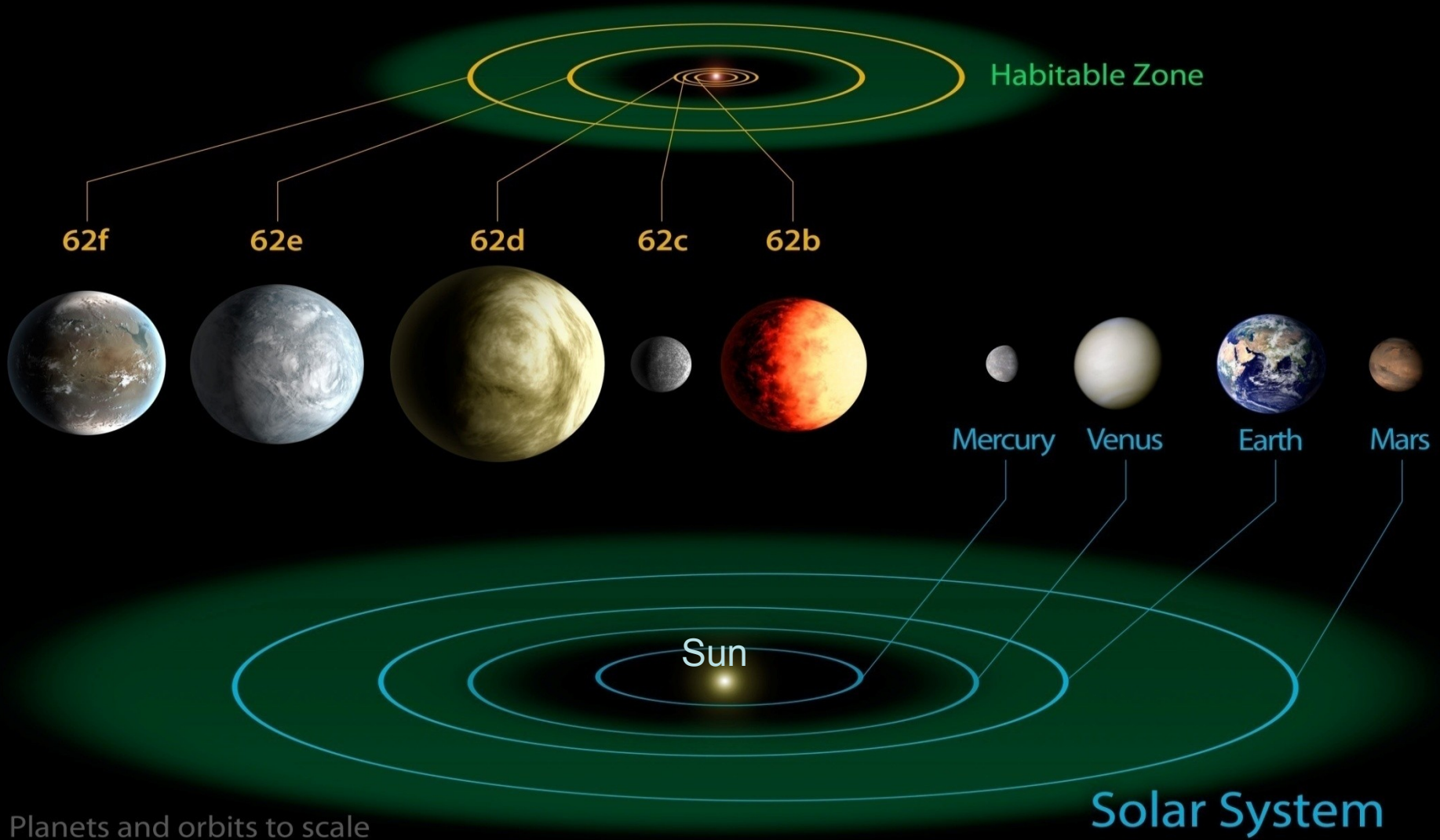
1. Φυσικοί δείκτες: Βασικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες του μητρικού άστρου και του πλανήτη, όπως *μάζα*, *ακτίνα* του πλανήτη και *απόστασή* του από το μητρικό άστρο. Να βρίσκεται δηλαδή μέσα στην **κατοικήσιμη ζώνη**.



Άλλοι παράγοντες:

- Η Βαρύτητα του πλανήτη
- Ο ρυθμός περιστροφής
- Η κλίση του άξονα περιστροφής (εποχές)
- Η εκκεντρότητα τροχιάς
- Η ηλιοκεντρική απόσταση
- Ηλικία πλανήτη

Kepler-62 System



Η κατοικήσιμη ζώνη για το ηλιακό μας σύστημα και για το σύστημα Kepler-62

2. Χημικοί δείκτες: Ατμοσφαιρική Χημεία

Η κατοικησιμότητα ενός πλανήτη εξαρτάται από τη χημική σύσταση της ατμόσφαιράς του. Το φως που προέρχεται από την ατμόσφαιρα του πλανήτη αναλύεται για να βρεθεί ή ύπαρξη νερού και άλλων αερίων, όπως O, CO₂, CH₄ και N. Η ύπαρξη των στοιχείων αυτών δεν εγγυάται την ύπαρξη ζωής, αλλά είναι ισχυροί δείκτες κατοικησιμότητας.

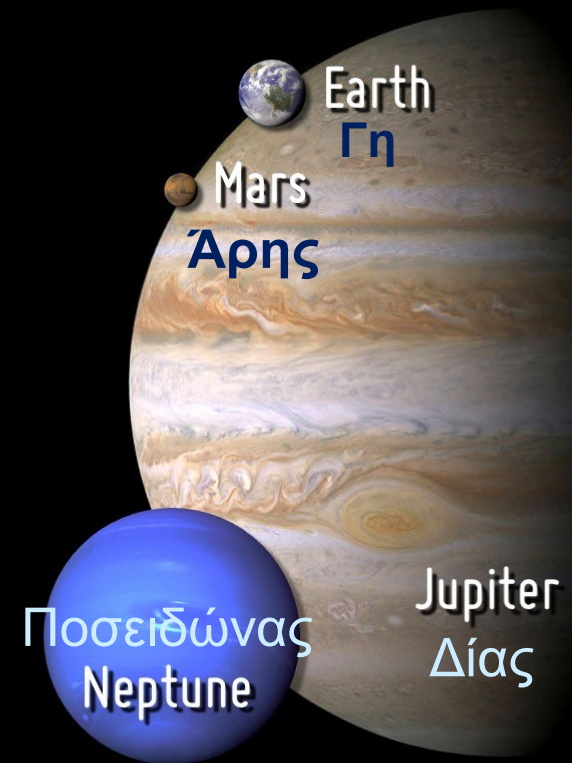
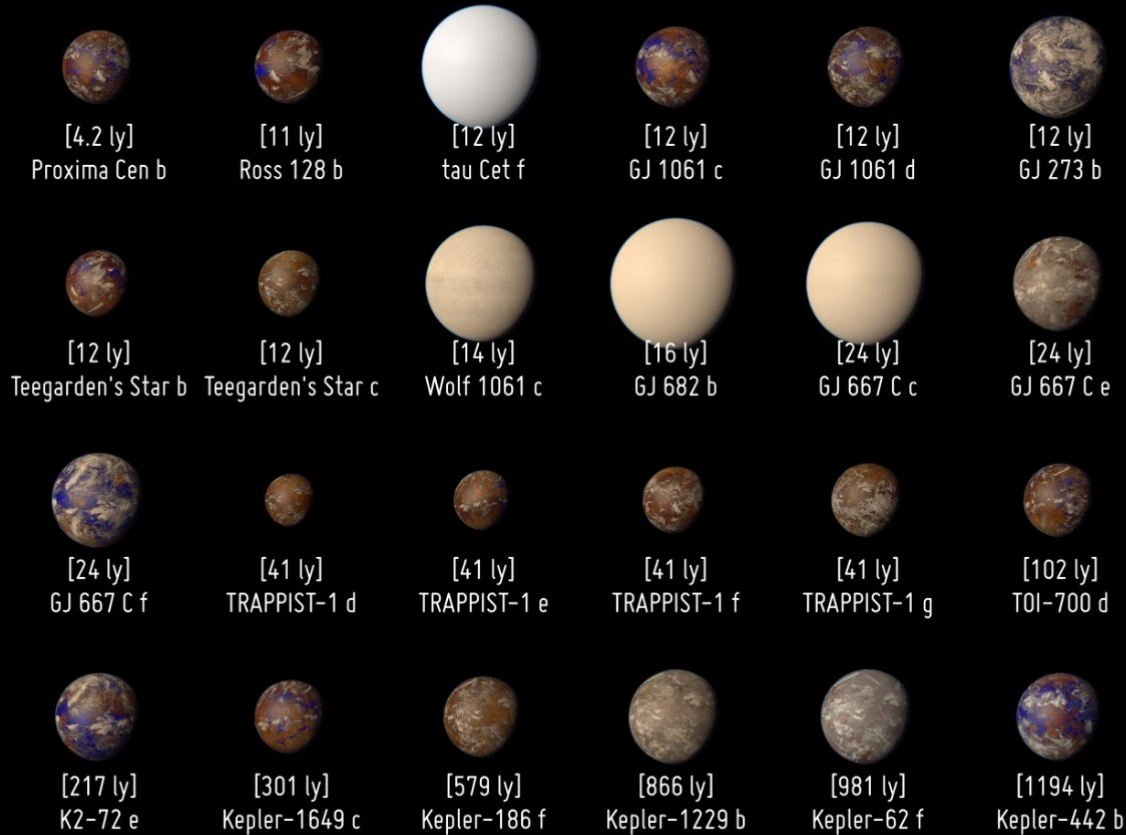
3. Βιολογικοί δείκτες: Δείγματα βιολογικής δραστηριότητας

Η κατοικησιμότητα ενός πλανήτη επιβεβαιώνεται από ισχυρούς δείκτες ύπαρξης ζωής. Μια τέτοια ζωή άφθονη και ευρέως διαδεδομένη θα έχει τα σημάδια της στη χημεία της ατμόσφαιρας και πώς το φως απορροφάται από την επιφάνεια. Π.χ. η ύπαρξη οξυγόνου και μεθανίου (με σχετικά μικρή διάρκεια ζωής στις πλανητικές ατμόσφαιρες), είναι καλοί δείκτες βιολογικών διεργασιών που τα αναπληρώνουν.

Μέχρι σήμερα μόνο το 1 και εν μέρει το 2 είναι εφικτά.

Potentially Habitable Exoplanets

Ranked by Distance from Earth (light years)

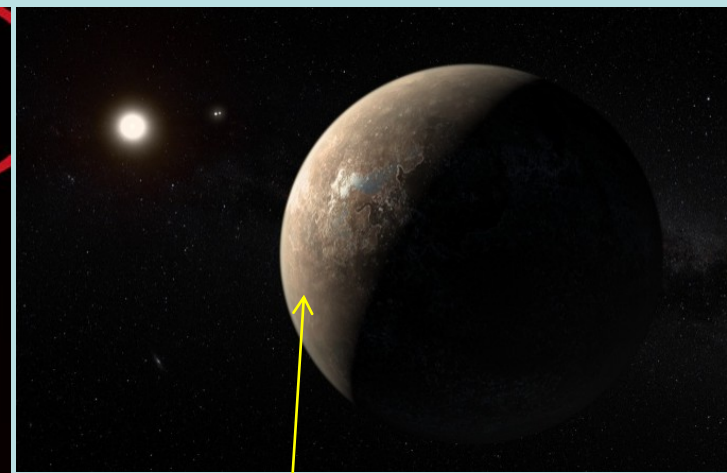
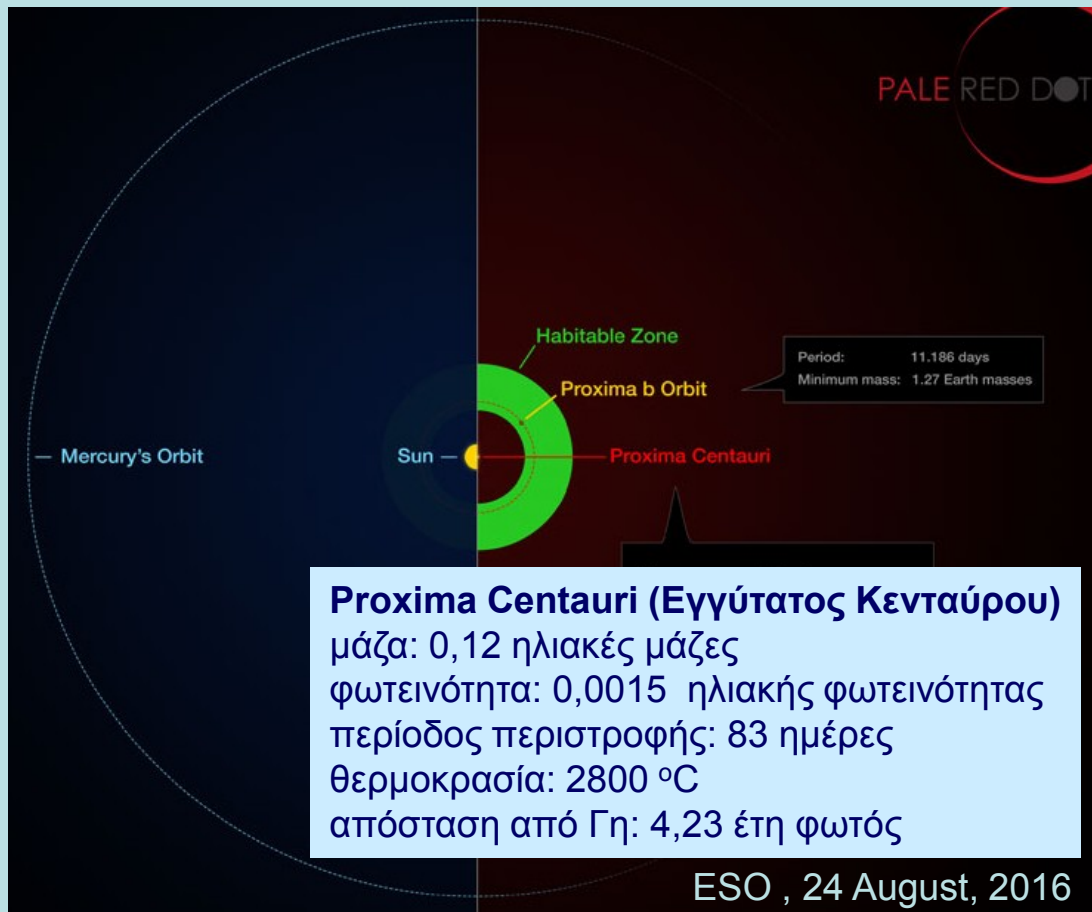


Artistic representations. Earth, Mars, Jupiter, and Neptune for scale. Distance from Earth is between brackets.

CREDIT: PHL @ UPR Arcibo (phl.upr.edu) Oct 5, 2020

Current Number of Potentially Habitable Exoplanets

Subterranean (Mars-size)	Terran (Earth-size)	Superterranean (Super-Earth)	Total
1	23	36	60



Καλλιτεχνική αναπαράσταση του Proxima Centauri b, με τον Proxima Centauri και το διπλό σύστημα Alpha Centauri στο υπόβαθρο.



Ο Proxima b με μάζα ίση με 1,27 γήινες μάζες βρίσκεται μέσα στην κατοικήσιμη ζώνη του Proxima Centauri και έχει θερμοκρασία ~ -40 °C που επιτρέπει την ύπαρξη νερού σε υγρή μορφή, απαραίτητη για την ύπαρξη ζωής. Είναι μάλλον «λουσμένος» από έντονο υπεριώδες φως και ακτινοβολία, καθώς βρίσκεται σε πολύ κοντινή απόσταση από το «μητρικό» άστρο. Οι μέρες στον Proxima b είναι περίπου 11,2 δικές μας ημέρες.

TRAPPIST-1 System



Inner Solar System



Η κατοικήσιμη ζώνη (με πράσινο χρώμα) για το ηλιακό μας σύστημα και για το σύστημα TRAPPIST-1 (2017).

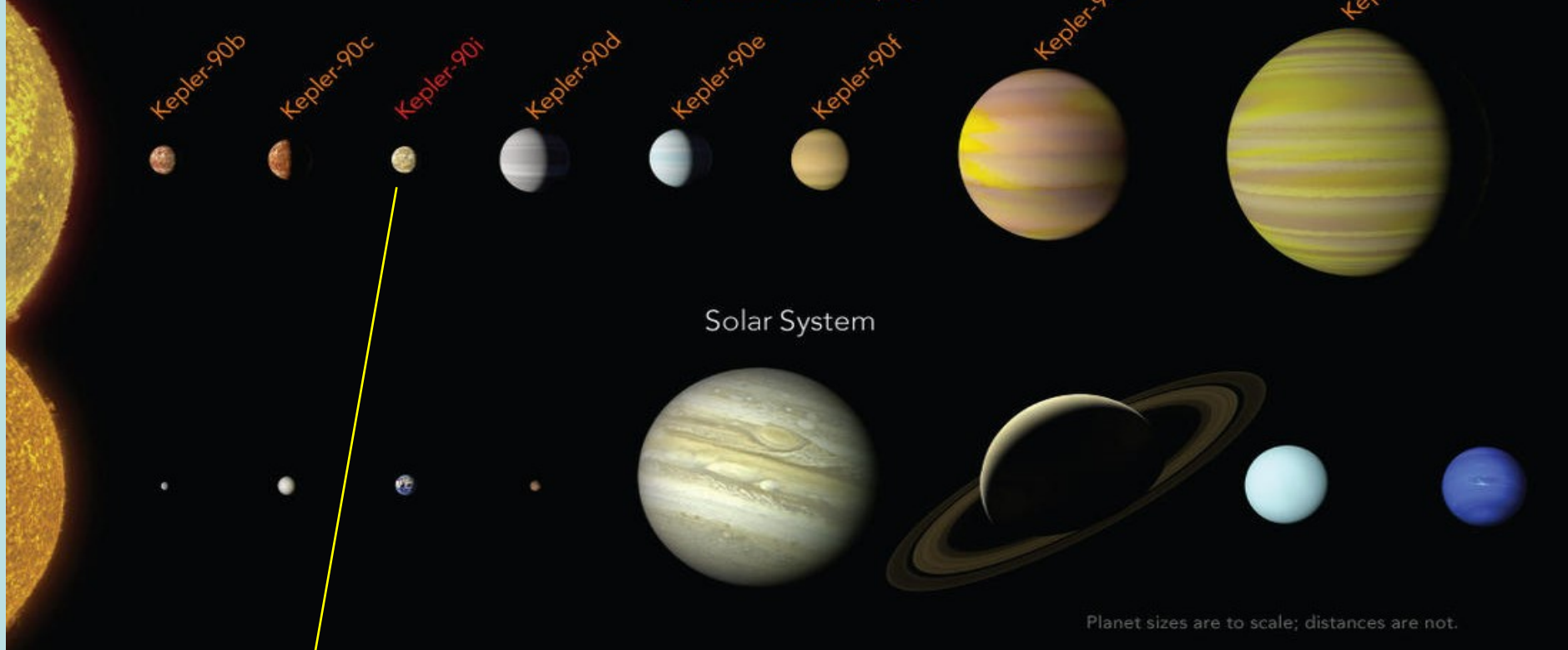
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2017

TRAPPIST-1 (στον αστερισμό **Υδροχόος**) Φασμ. Τύπος: M8V, Μάζα : $0.08 M_{\odot}$
Ακτίνα: $0.114 R_{\odot}$, Θερμοκρασία: 2550 K, Φωτεινότητα: $\sim 1/1000 L_{\odot}$, Απόσταση:
39 έτη φωτός από τη Γη. b, c, e, f, g : ίδιες διαστάσεις με τη Γη. e, f, g : είναι
μέσα στην κατοικήσιμη ζώνη και έχουν θερμοκρασίες 0 – 100 °C.

NASA's Spitzer Space Telescope and the ground-based TRAPPIST telescope.

Kepler-90 System Planet Sizes

(Artist's Concepts)



Ανακοίνωση της ΝΑΣΑ στις 14/12/2017.

Το κεντρικό άστρο Kepler-90 έχει απόσταση από Γη 2.545 ε.φ. και είναι ηλιακού τύπου.

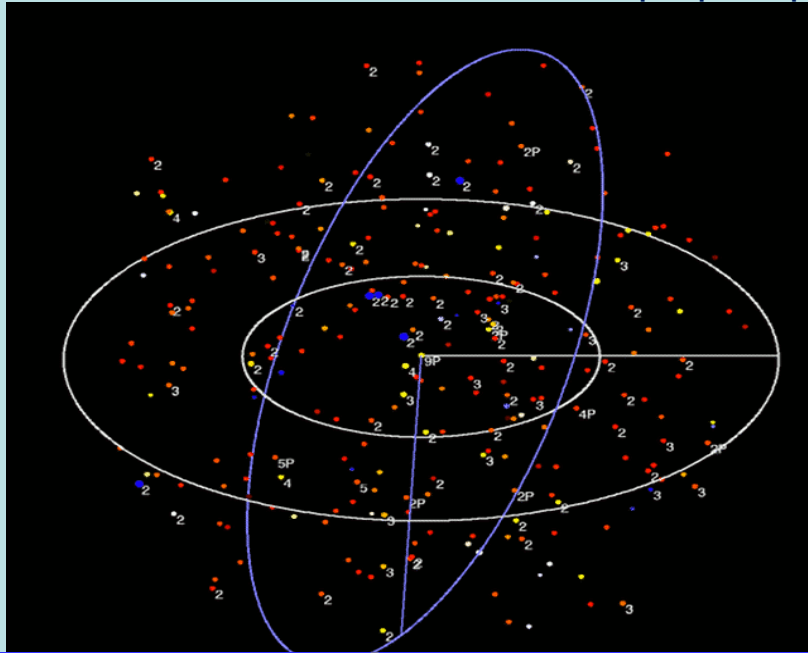
Οι πλανήτες είναι πολύ κοντά στο κεντρικό άστρο
Θερμοκρασία πλανητών ~ 450 °C

Kepler 90i: θερμοκρασία ~420 °C, χρόνος περιφοράς γύρω από το κεντρικό άστρο :14,4 γήινες μέρες



Οι κατοικήσιμοι κόσμοι στο Σύμπαν

<http://phl.upr.edu/projects/habuniverse>



1 parsec = 3,262 ε.φ. | 1 ε.φ. = $9,5 \times 10^{12}$ χλμ

Αστρικά συστήματα σε απόσταση 10 parsecs από τον Ήλιο (κέντρο). Τα συστήματα έχουν χρώμα αντίστοιχο του φασματικού τύπου του κύριου αστέρα και φέρουν αριθμό που δείχνει τον αριθμό των μελών (με 'P' δηλώνονται όσα έχουν πλανήτες).. CREDIT: RECONS Project.

Estimated Number of Habitable Worlds

132 - 160

Around M-Dwarf Stars

Around Solar-like Stars

126 - 151

6 - 9



Estimated Number of Habitable Worlds*

40B - 49B (δισεκατομμύρια)

Around M-Dwarf Stars Around Solar-like Stars

38B - 46B

2B - 3B

* B = billions, 10^9

Observable Universe (~100 δισ. γαλαξίες)

Estimated Number of Habitable Worlds

4.2T - 5.3T (τρισεκατομμύρια)

Around M-Dwarf stars

Around Solar-like Stars

4T - 5T

0.2T - 0.3T (T = 10^{12})

Πόσο «παγκόσμια» είναι η γήϊνη ζωή;

(Μερικά ερωτήματα χωρίς απάντηση)

1. Μήπως το φαινόμενο της ζωής διέπεται και από άλλους νόμους πέραν εκείνων που ισχύουν για την άβια ύλη;
2. Είναι η εμφάνιση της ζωής ένα σπάνιο φαινόμενο ή ένα σύνηθες φαινόμενο στο Σύμπαν; Και ποιοι είναι οι καθοριστικοί παράγοντες για τη μία ή την άλλη εκδοχή;
3. Είναι η νοήμων ζωή ένα «αναπόφευκτο» εξελικτικό στάδιο κάθε είδους ζωής στο Σύμπαν; Και, αν ναι, γιατί δεν έχουμε δει ακόμη εξωγήινους; (Παράδοξο Fermi)
4. Πόσο «παγκόσμια» είναι ο άνθρακας και το νερό ως βασικά συστατικά της ζωής; Αυτό έγινε από τύχη ή οφείλεται σε θεμελιώδεις φυσικούς νόμους;

Πόσο «παγκόσμια» είναι η γήϊνη ζωή;

5. Πόσο «παγκόσμιο» είναι το παράθυρο του ορατού φωτός; Θα βλέπουν «όλοι» σε όλο το Σύμπαν στα ίδιο παράθυρο ή σε διαφορετικά;
6. Πόσο «παγκόσμια» είναι η γήϊνη επιστήμη; Αν τελικά υπάρχουν νοήμονα όντα εκεί έξω, θα έχουν τους ίδιους φυσικούς νόμους μ' εμάς ή άλλους νόμους;
7. Πόσο «παγκόσμια» είναι η βιολογική καταλληλότητα του Ήλιου; Θα είναι οι άλλοι ήλιοι στο Σύμπαν «βιολογικά κατάλληλοι» ή μήπως ο δικός μας είναι ένας ξεχωριστός ήλιος;
8. Πόσο βιολογικά κατάλληλοι είναι φυσικοί νόμοι; Θα μπορούσε να εμφανιστεί ζωή στο Σύμπαν αν οι φυσικοί νόμοι – ή μόνο οι τιμές των φυσικών σταθερών – ήταν λίγο διαφορετικοί από ό,τι είναι; Έχει νόημα η περίφημη «ανθρωπική αρχή» ή είναι καταφύγιο της μεταφυσικής;

Συμπεράσματα

- Η γνώση μας για το Σύμπαν έχει κάνει άλματα τις τελευταίες δεκαετίες, αλλά πολλά ερωτήματα παραμένουν αναπάντητα.
- Μέχρι τώρα δεν έχει επιβεβαιωθεί η ύπαρξη ζωής στο Σύμπαν (σε οποιαδήποτε μορφή), αλλά υπάρχει πιθανότητα κάπου μέσα στο ηλιακό μας σύστημα ή και σε άλλα πλανητικά συστήματα σε άλλους αστέρες να φιλοξενείται ζωή.
- Ίσως σε μερικά (5-10) χρόνια να μάθουμε αν υπάρχει μια άλλη Γη στο Σύμπαν. Το αν υπάρχει ζωή (ανεπτυγμένη;) σε ένα τέτοιο πλανήτη θα το μάθουμε πολύ αργότερα (~10-20 χρόνια;).



Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας