

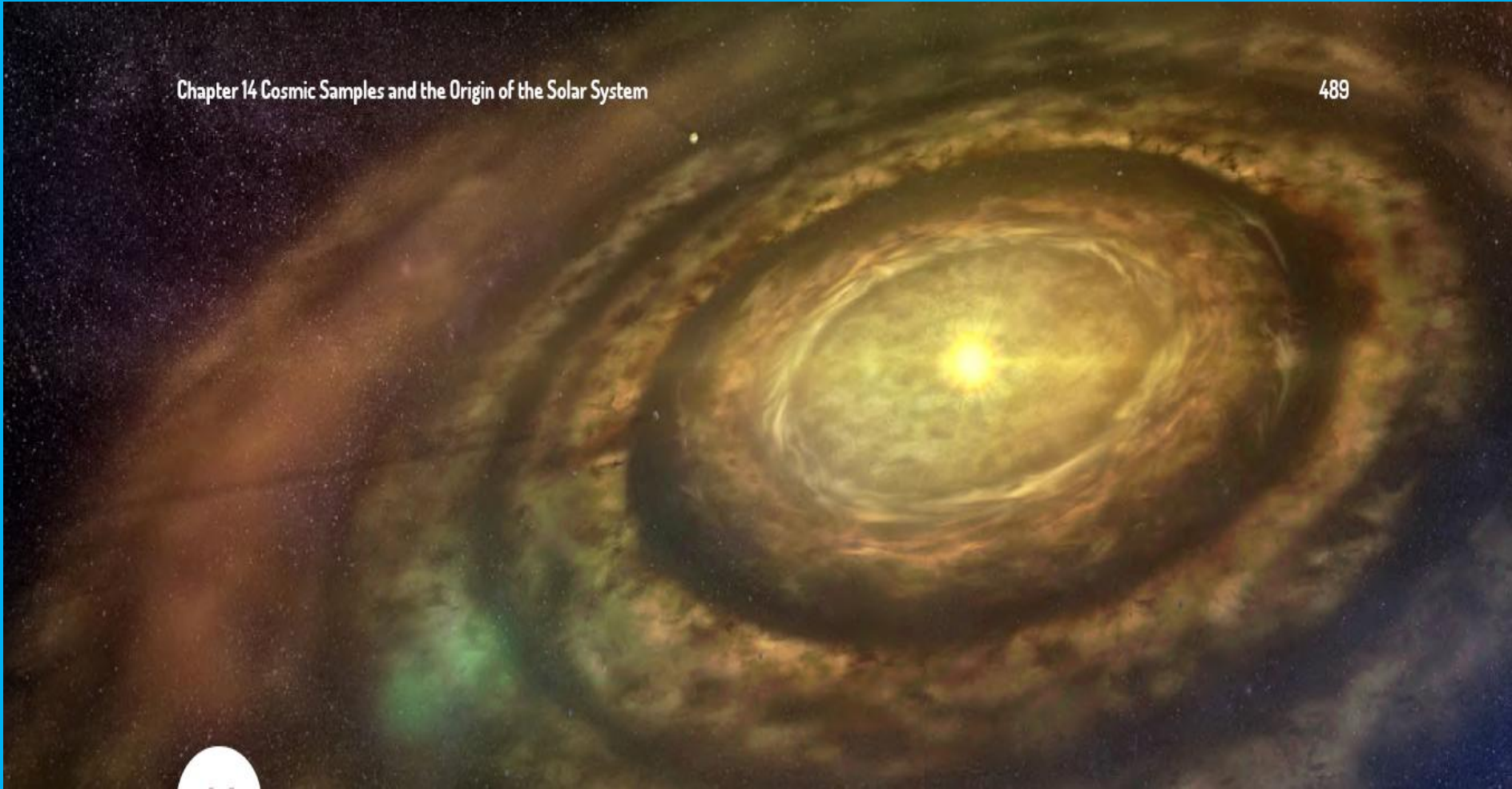
Κοσμικά μετέωρα και τα όρια του Ηλιακού Συστήματος

Η. Γαβρίλης

Clock around the Star

Chapter 14 Cosmic Samples and the Origin of the Solar System

489



- Η εικόνα δείχνει ένα δίσκο σκόνης και αερίων να περιστρέφεται γύρω από ένα νεαρό άστρο. Τα υλικά του δίσκου συσπειρώνονται για να σχηματίσουν πρώιμους πλανήτες (NASA)

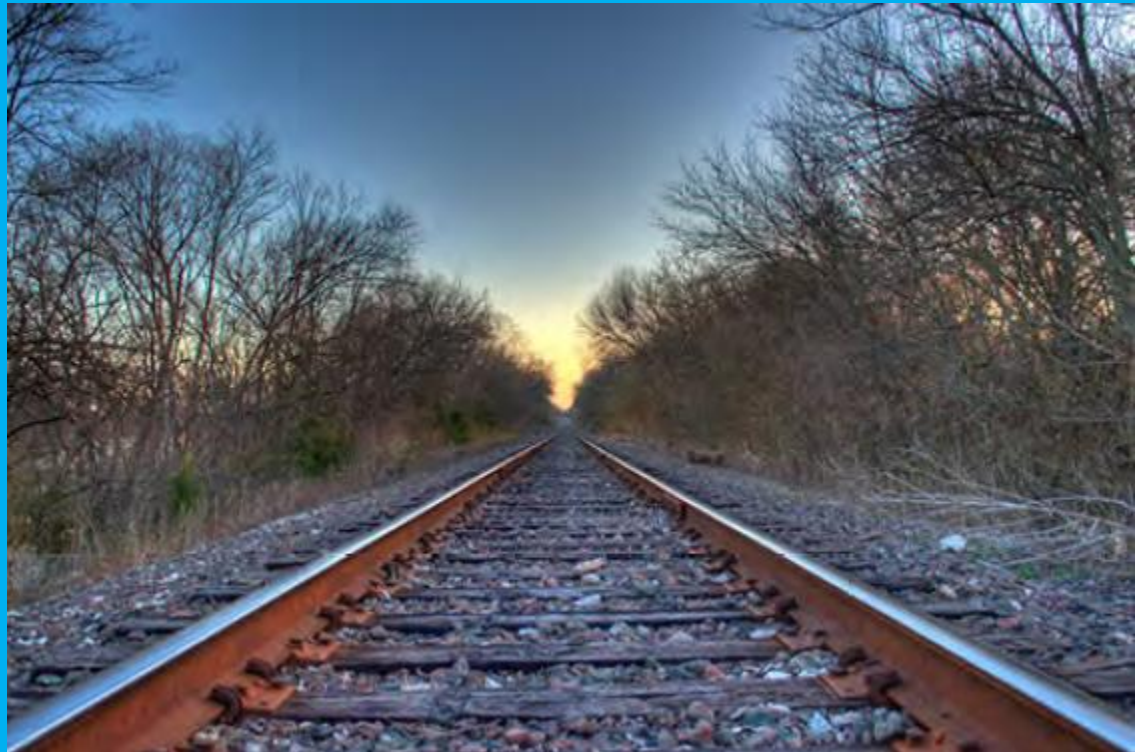
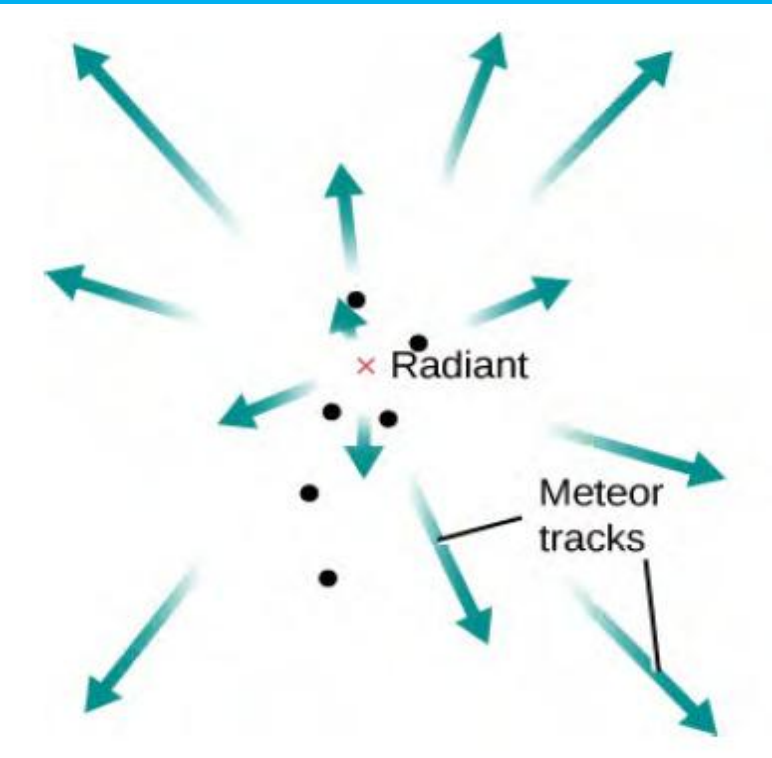
Μια μπάλα από φωτιά



- Όταν ένα μεγαλύτερο κομμάτι κοσμικού υλικού χτυπά την ατμόσφαιρα της Γης, μπορεί να δημιουργήσει μια φωτεινή βολίδα. Αυτή η εικόνα μετεωρίτη time-lapse τραβήχτηκε τον Απρίλιο του 2014 στη Συστοιχία Atacama (ALMA). Το ορατό ίχνος προκύπτει από το φλεγόμενο αέριο γύρω από το σωματίδιο. (ESO/C Malin)

Radiant of a Meteor Shower

Divergence!



- Οι ράγες των μετεωριτών αποκλίνουν από ένα απομακρυσμένο κεντρικό σημείο, όπως φαίνεται να κάνουν οι μακριές, παράλληλες σιδηροδρομικές γραμμές. (Nathan Vaughn)

Leonid Meteor Storm



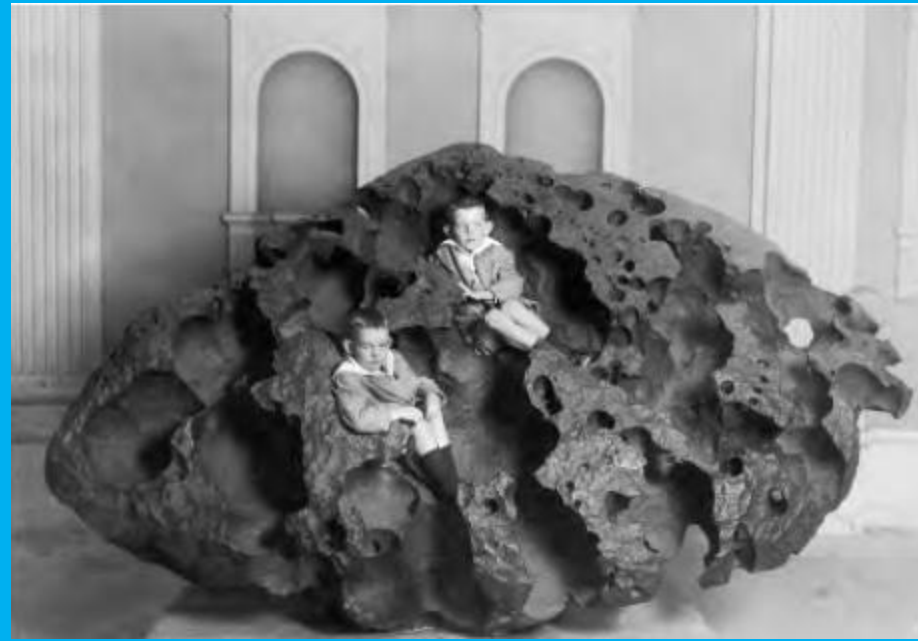
- Ένας ζωγράφος απεικονίζει (καλλιτεχνική αδειά) τη μεγάλη βροχή - καταιγίδα μετεωριτών του 1833, που εμφανίζεται στον πίνακα.

Περσείδες – Βροχή μετεωριτών (Perseid Meteor Shower)



- Αυτή η photo που ελήφθη με έκθεση είκοσι δευτερολέπτων δείχνει έναν μετεωρίτη κατά τη διάρκεια της βροχής μετεωριτών Περσείδων το 2015. (NASA/Bill Ingalls)

Ευρήματα μετεωριτών



- Εύρεση μετεωριτών. (α) Αυτή η φωτογραφία των αρχών του εικοστού αιώνα δείχνει έναν σιδερένιο μετεωρίτη 15 τόνων που βρέθηκε στην κοιλάδα Willamette στο Όρεγκον. Αν και γνωστό στους ιθαγενείς της περιοχής, «ανακαλύφθηκε» από έναν επιχειρηματία ντόπιο αγρότη το 1902, ο οποίος προχώρησε στην κλοπή και την έκθεσή του. (β) Τελικά αγοράστηκε για το Αμερικανικό Μουσείο Φυσικής Ιστορίας και τώρα εκτίθεται στο Rose Center του μουσείου στη Νέα Υόρκη ως ο μεγαλύτερος σιδερένιος μετεωρίτης στις Ηνωμένες Πολιτείες. Σε αυτή τη φωτογραφία του 1911, δύο νεαρά αγόρια είναι σκαρφαλωμένα στις σχισμές του μετεωρίτη.

Antarctic Meteorite



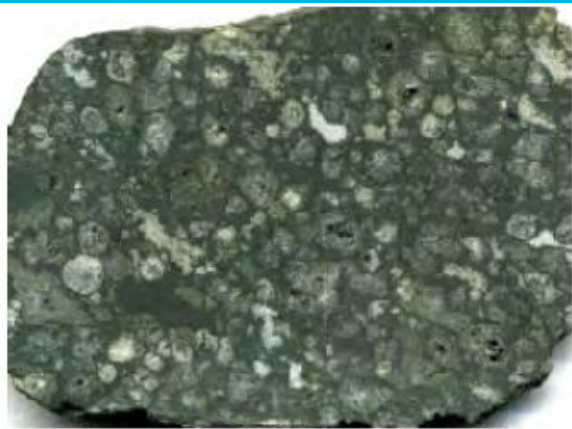
- (α) Η ομάδα αναζήτησης για μετεωρίτες της Ανταρκτικής των ΗΠΑ (ANSMET) ανακτά έναν μετεωρίτη από τον πάγο της Ανταρκτικής κατά τη διάρκεια μιας αποστολής 2001–2002.
- (β) Η ομάδα εμφανίζεται με μέρος του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται στην αναζήτηση. (NASA)

Μετεωρίτης Benld



- Ένας μετεωρίτης που πέφτοντας δημιούργησε μια τρύπα στο μαξιλάρι του καθίσματος του αυτοκινήτου του Edward McCain. (Shsilver"/Wikimedia)

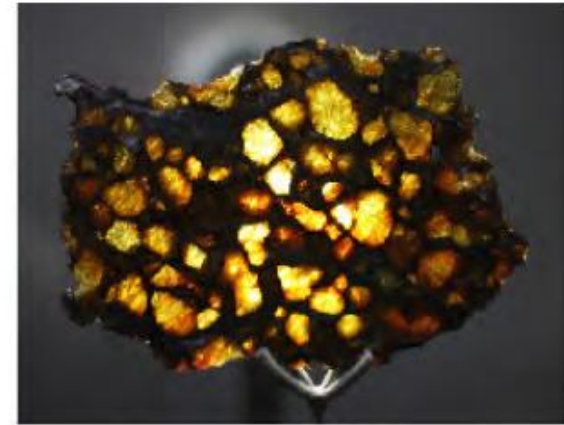
Τύποι Μετεωριτών



(a)



(b)



(c)

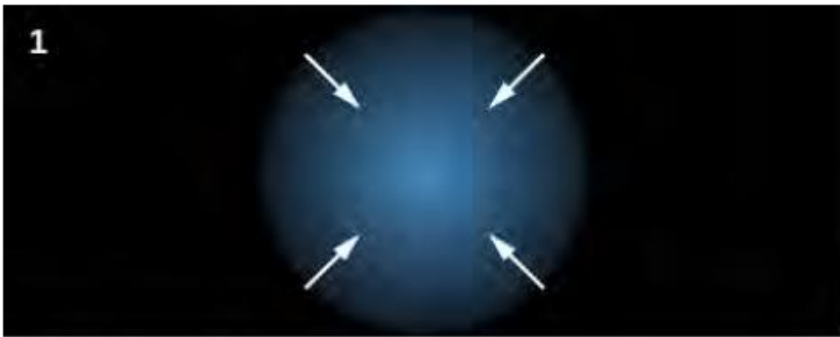
- (α) Αυτό το κομμάτι του ανθρακούχου μετεωρίτη Allende έχει λευκά εγκλείσματα που μπορεί να χρονολογούνται πριν από το σχηματισμό του ηλιακού νεφελώματος.
- (β) Αυτό το θραύσμα είναι από τον σιδερένιο μετεωρίτη που είναι υπεύθυνος για το σχηματισμό του κρατήρα μετεωρίτη στην Αριζόνα.
- (γ) Αυτό το κομμάτι του μετεωρίτη πετρώδους σιδήρου Imilac είναι ένα όμορφο μείγμα πράσινων κρυστάλλων ολιβίνη και μεταλλικού σιδήρου.

Μετεωρίτης του Murchison

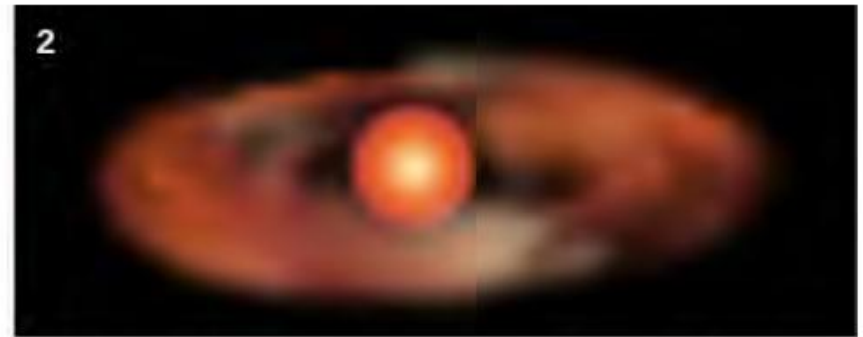


- Μετεωρίτης Murchison. Ένα θραύσμα του μετεωρίτη που έπεσε κοντά στη μικρή πόλη Murchison της Αυστραλίας, εμφανίζεται συγκριτικά, δίπλα σε ένα μικρό δείγμα του υλικού του σε δοκιμαστικό σωλήνα, που χρησιμοποιείται για την ανάλυση της χημικής του σύνθεσης.

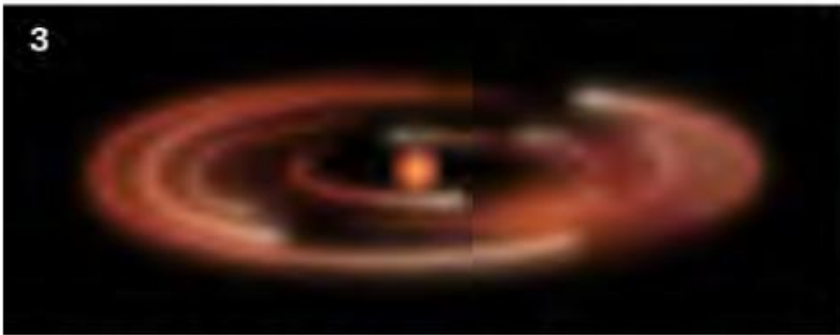
Το Ηλιακό Νεφέλωμα



1
The solar nebula contracts.



2
As the nebula shrinks, its motion causes it to flatten.



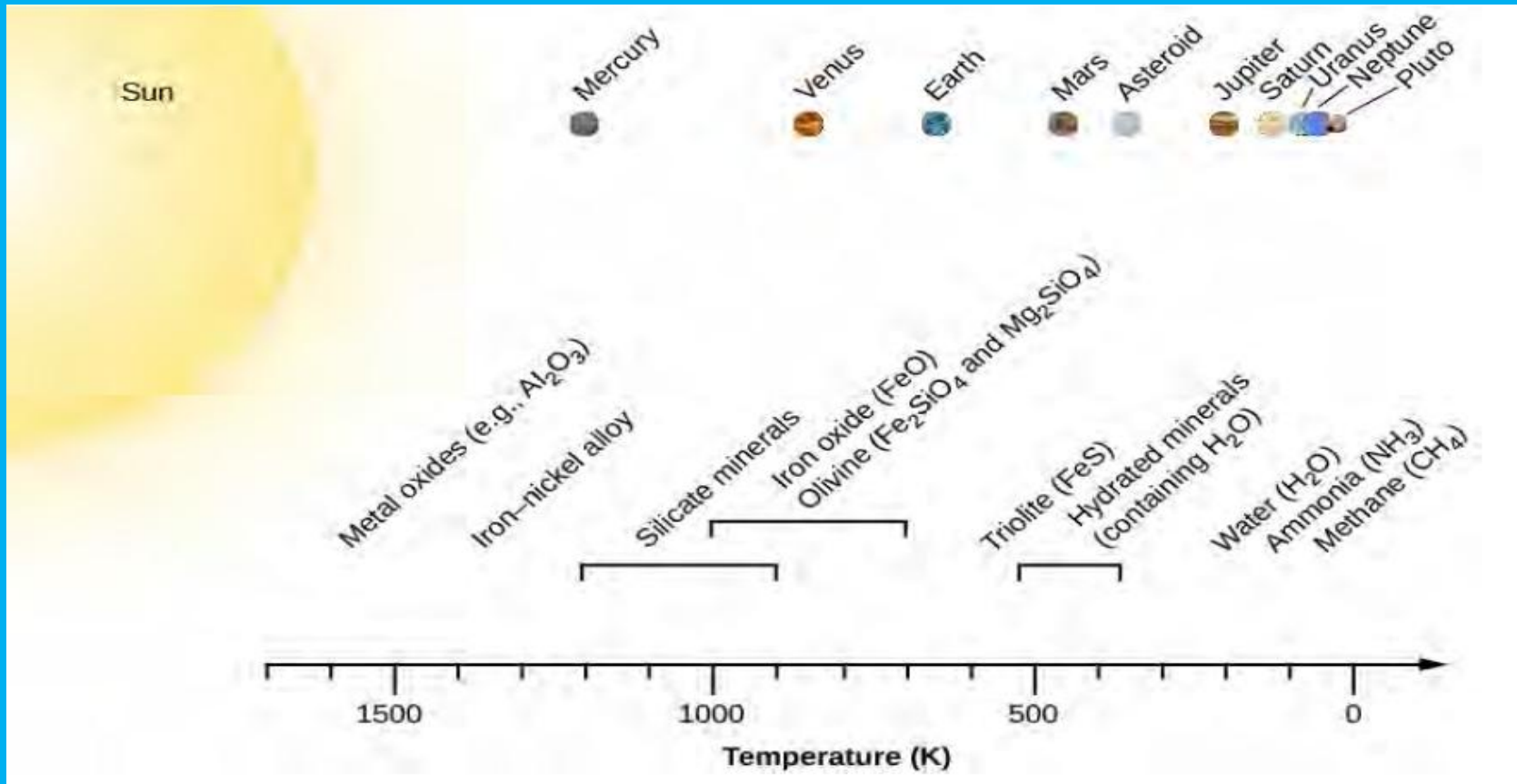
3
The nebula is a disk of matter with a concentration near the center.



4
Formation of the protosun. Solid particles condense as the nebula cools, giving rise to the planetesimals, which are the building blocks of the planets.

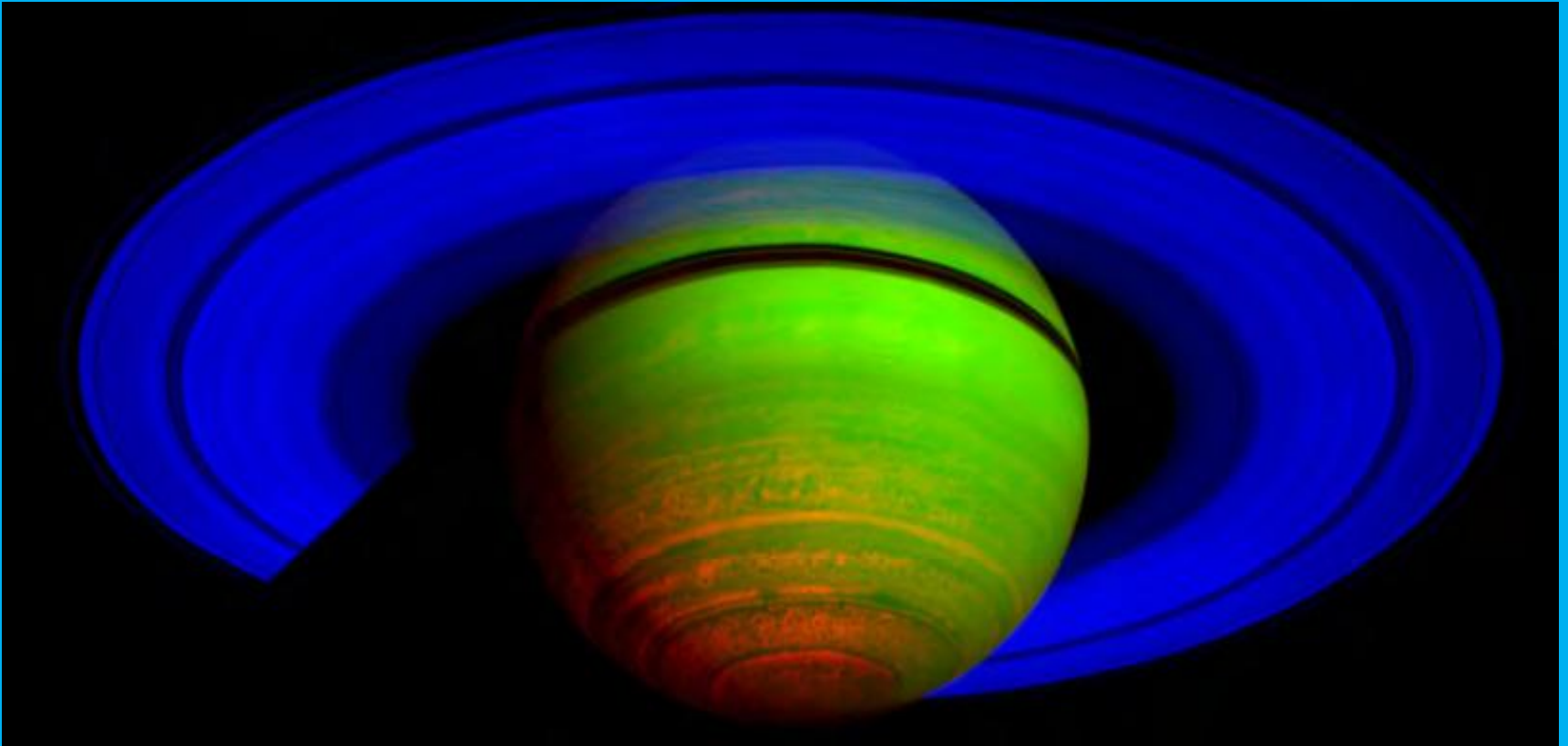
- Βήματα στη διαμόρφωση του Ηλιακού Συστήματος. Αυτή η εικόνα δείχνει τα βήματα στο σχηματισμό του ηλιακού συστήματος από το ηλιακό νεφέλωμα.
- Καθώς το νεφέλωμα συρρικνώνεται, η περιστροφή του το κάνει να τείνει προς επιπέδωση λαμβάνοντας σχήμα δίσκου.
- Μεγάλο μέρος του υλικού συγκεντρώνεται στο καυτό κέντρο, το οποίο τελικά θα προκύψει το άστρο.
- Μακριά από το κέντρο, τα στερεά σωματίδια μπορούν να συμπυκνωθούν καθώς το νεφέλωμα ψύχεται, προκαλώντας πλανητοειδείς, τα δομικά στοιχεία για τους πλανήτες και τα φεγγάρια.

Η χημική συμπύκνωση



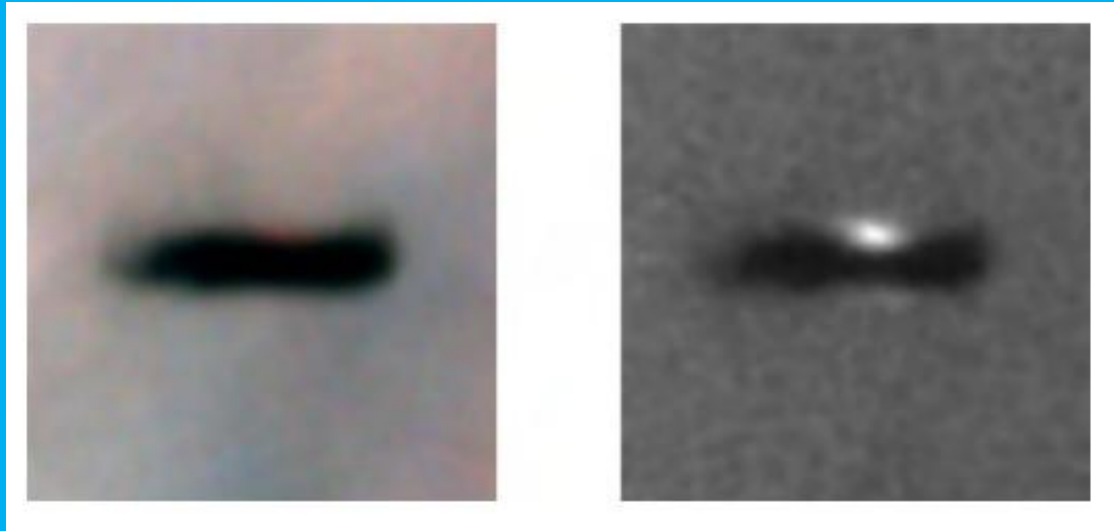
- Ακολουθία Χημικής Συμπύκνωσης στο Ηλιακό Νεφέλωμα. Η κλίμακα στη βάση της εικόνας δείχνει τη θερμοκρασία.
- Στο πάνω μέρος είναι τα υλικά που θα συμπυκνωθούν στις διάφορες θερμοκρασίες και υπό τις συνθήκες που αναμένεται να επικρατήσουν στο νεφέλωμα.

Ο Κρόνος στο υπέρυθρο



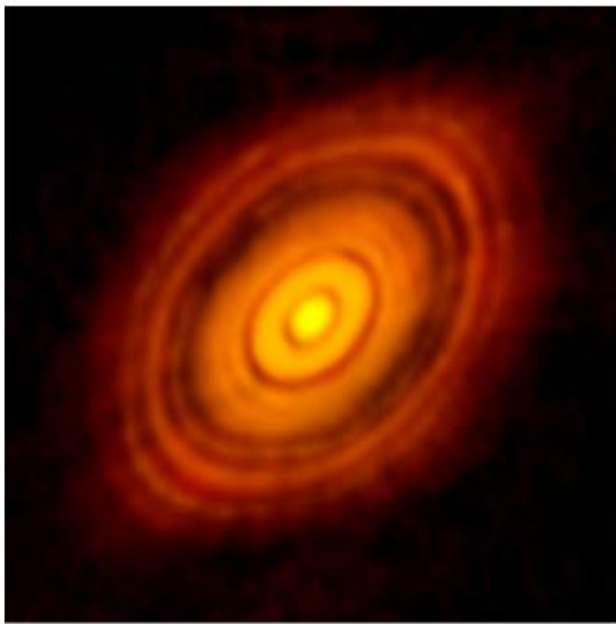
- Ο Κρόνος όπως φαίνεται στο υπέρυθρο. Αυτή η εικόνα από το διαστημόπλοιο Cassini είναι συρραμμένη από 65 μεμονωμένες photo. Το ηλιακό φως που ανακλάται σε μήκος κύματος 2 μικρομέτρων εμφανίζεται ως μπλε, το ηλιακό φως που ανακλάται στα 3 μικρόμετρα εμφανίζεται ως πράσινο και η θερμότητα που ακτινοβολείται από το εσωτερικό του Κρόνου στα 5 μικρόμετρα είναι κόκκινη.
- Για παράδειγμα, οι δακτύλιοι του Κρόνου αντανακλούν το ηλιακό φως στα 2 μικρόμετρα, αλλά όχι στα 3 και 5 μικρόμετρα, επομένως φαίνονται μπλε. Οι νότιες πολικές περιοχές του Κρόνου φαίνονται να λάμπουν λόγω θερμότητας από το εσωτερικό. (NASA/JPL)

Πρωτοπλανητικός δίσκος στο νεφέλωμα του Ωρίωνα

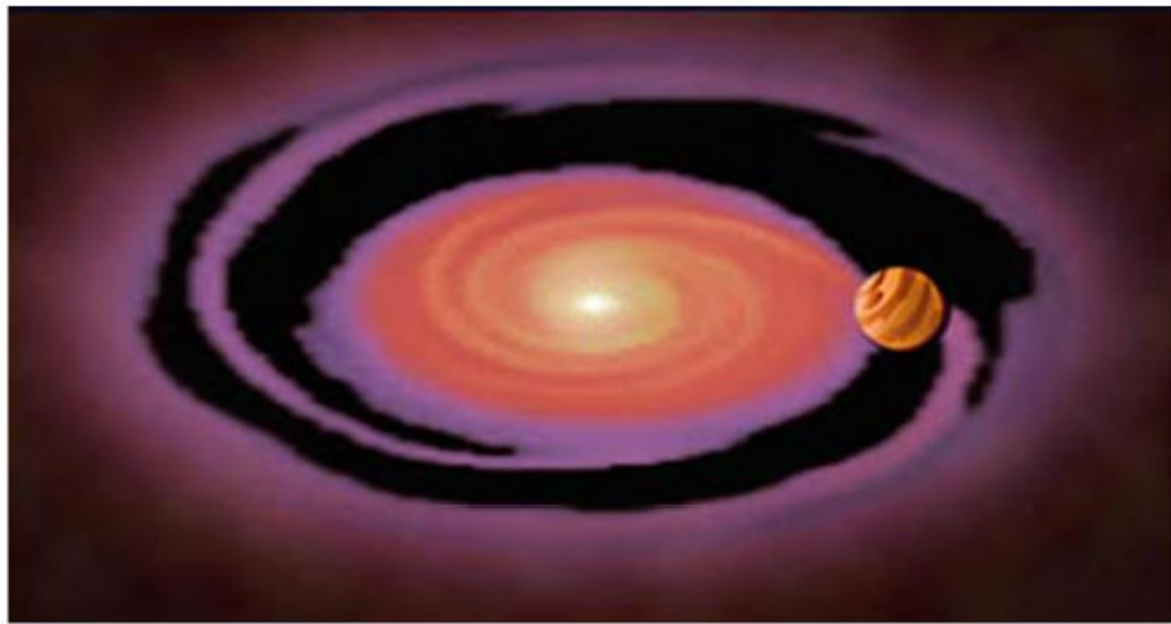


- Πρωτοπλανητικός δίσκος στο νεφέλωμα του Ωρίωνα. Το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble απεικόνισε αυτόν τον πρωτοπλανητικό δίσκο στο Νεφέλωμα του Ωρίωνα, μια περιοχή ενεργού σχηματισμού άστρων, χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά φίλτρα. Ο δίσκος, περίπου 17 φορές μεγαλύτερος από το ηλιακό μας σύστημα, είναι σε προσανατολισμό οριζόντιο προς εμάς και το νεοσχηματισμένο αστέρι λάμπει στο κέντρο του πεπλατυσμένου νέφους σκόνης.
- Οι σκοτεινές περιοχές υποδηλώνουν απορρόφηση και όχι απουσία υλικού. Στην αριστερή εικόνα βλέπουμε το φως του νεφελώματος και το σκοτεινό σύννεφο. Στη δεξιά εικόνα, χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικό φίλτρο για να μπλοκάρει το φως του νεφελώματος του φόντου. Μπορείτε να δείτε αέριο πάνω και κάτω από το δίσκο που έχει ρυθμιστεί να λάμπει από το φως του νεογέννητου αστεριού που κρύβεται από τον δίσκο. (Mark McCaughrean, C. Robert O'Dell /NASA)

Πρωτοπλανητικός δίσκος στον αστερισμό του Ταύρου



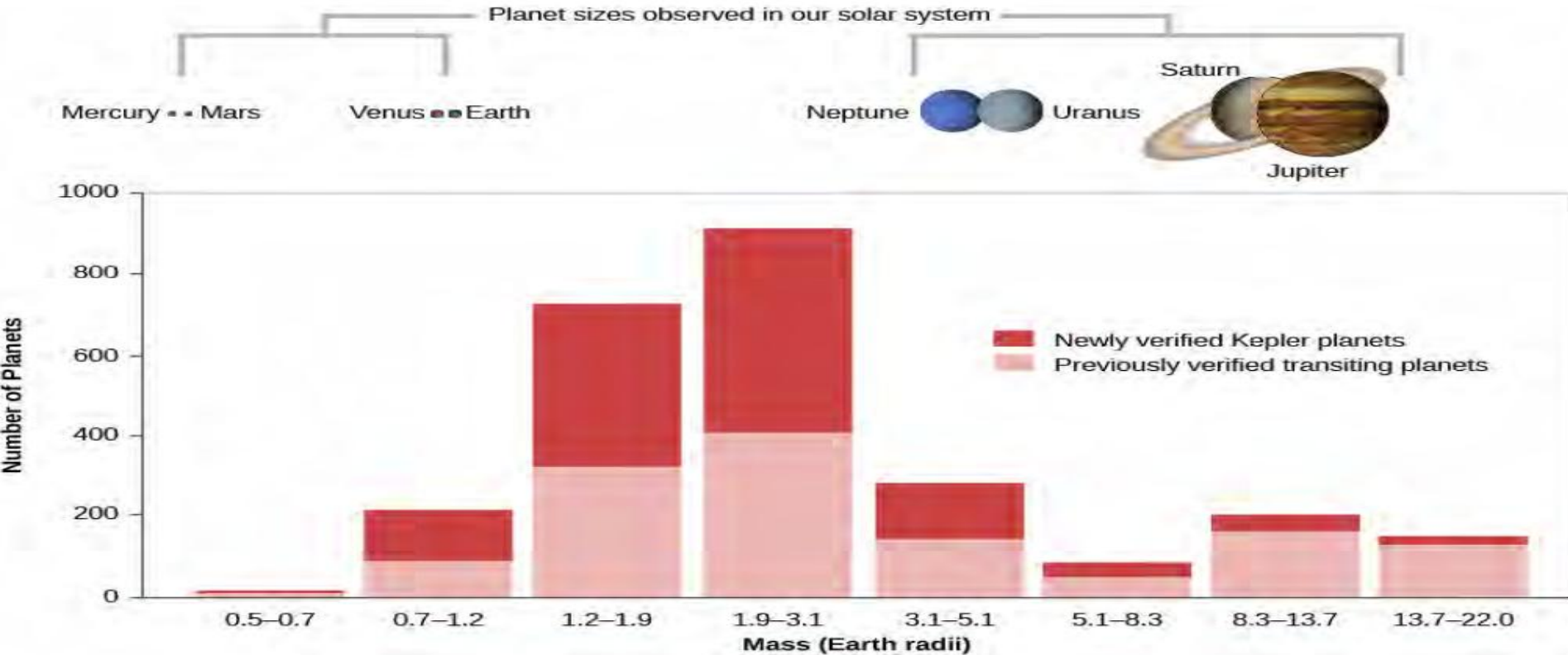
(a)



(b)

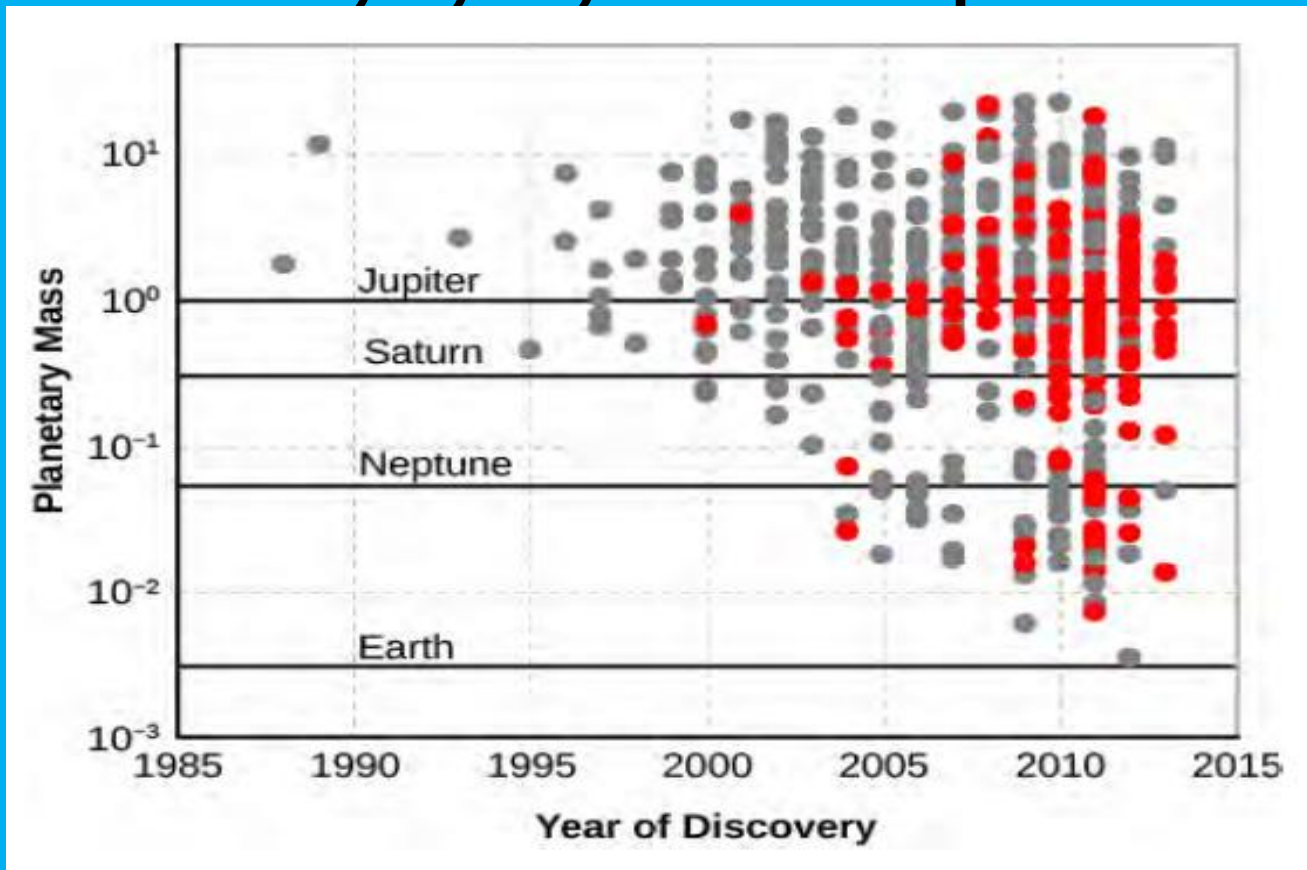
- (α) Αυτή η εικόνα ενός πρωτοπλανητικού δίσκου γύρω από το HL Tau λήφθηκε με τη συστοιχία Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), η οποία επιτρέπει στους αστρονόμους να κατασκευάζουν ραδιοεικόνες που συναγωνίζονται αυτές που λαμβάνονται με ορατό φως.
- (β) Οι νεοσχηματισμένοι πλανήτες που περιφέρονται γύρω από το κεντρικό αστέρι καθαρίζουν τις λωρίδες σκόνης στα μονοπάτια τους, ακριβώς όπως προβλέπουν τα θεωρητικά μας μοντέλα. Αυτή η προσομοίωση υπολογιστή δείχνει την κενή λωρίδα και τα σπειροειδή κύματα πυκνότητας που προκύπτουν καθώς ένας γιγάντιος πλανήτης σχηματίζεται μέσα στο δίσκο. Ο πλανήτης δεν εμφανίζεται σε κλίμακα. (α:ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)· β: NASA/ESA)

Ιστόγραμμα: Αριθμός πλανητών-μάζα



- Πλανήτες σε συνάρτηση με το μέγεθος. Αυτό το ραβδόγραμμα δείχνει τους πλανήτες που έχουν βρεθεί μέχρι στιγμής χρησιμοποιώντας τη μέθοδο διέλευσης (η συντριπτική πλειοψηφία που βρέθηκε από την αποστολή Kepler).
- Τα πορτοκαλί μέρη κάθε ράβδου υποδεικνύουν τους πλανήτες που ανακοινώθηκαν από την ομάδα Kepler τον Μάιο του 2016. Σημειώστε ότι ο μεγαλύτερος αριθμός πλανητών που έχουν βρεθεί μέχρι στιγμής είναι σε δύο κατηγορίες που δεν έχουμε στο δικό μας ηλιακό σύστημα — πλανήτες των οποίων το μέγεθος είναι μεταξύ της Γης και του Ποσειδώνα. (NASA)

Μάζες εξωπλανητών



- Μάζες εξωπλανητών που ανακαλύφθηκαν ανά έτος. Σχεδιάζονται οριζόντιες γραμμές αναφοράς που αντιστοιχούν στις μάζες του Δία, του Κρόνου, του Ποσειδώνα και της Γης. Οι γκριζες κουκκίδες υποδεικνύουν πλανήτες που ανακαλύφθηκαν με τη μέτρηση της ακτινικής ταχύτητας του άστρου και οι κόκκινες κουκκίδες είναι για πλανήτες που διέρχονται από τα αστέρια τους.
- Τα πρώτα χρόνια, οι μόνοι πλανήτες που μπορούσαν να ανιχνευθούν ήταν παρόμοιοι σε μάζα με τον Δία. Οι βελτιώσεις στην τεχνολογία και οι στρατηγικές παρατήρησης επέτρεψαν την ανίχνευση πλανητών μικρότερης μάζας όσο περνούσε ο καιρός και τώρα ανακαλύπτονται ακόμη μικρότεροι κόσμοι. (Σημειώστε ότι η απαρίθμηση στο διάγραμμα είναι μέχρι το 2014.)

Γεωλογική ιστορία πλανητών

Accretion, heating, differentiation

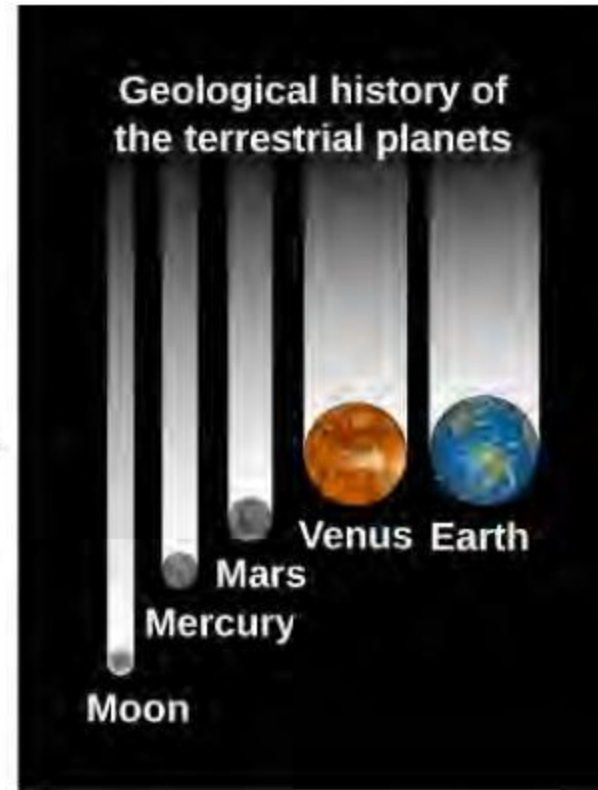
Formation of solid crust, heavy cratering

Widespread mare-like volcanism

Reduced volcanism, possible plate tectonics

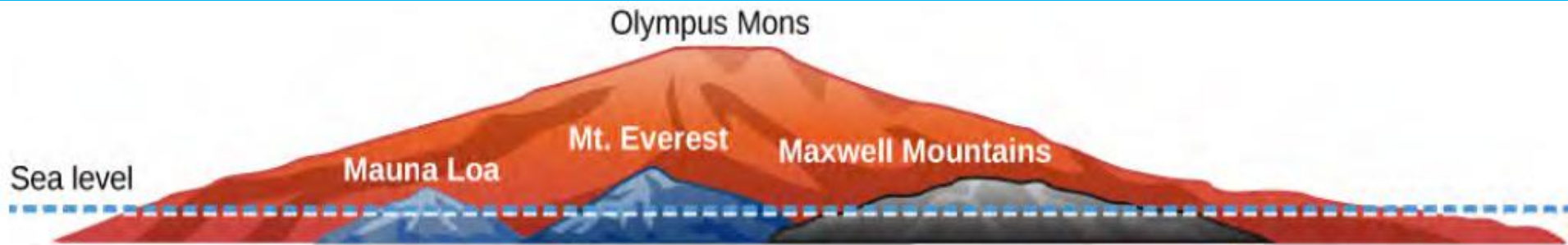
Mantle solidification, end of tectonic activity

Cool interior, no activity



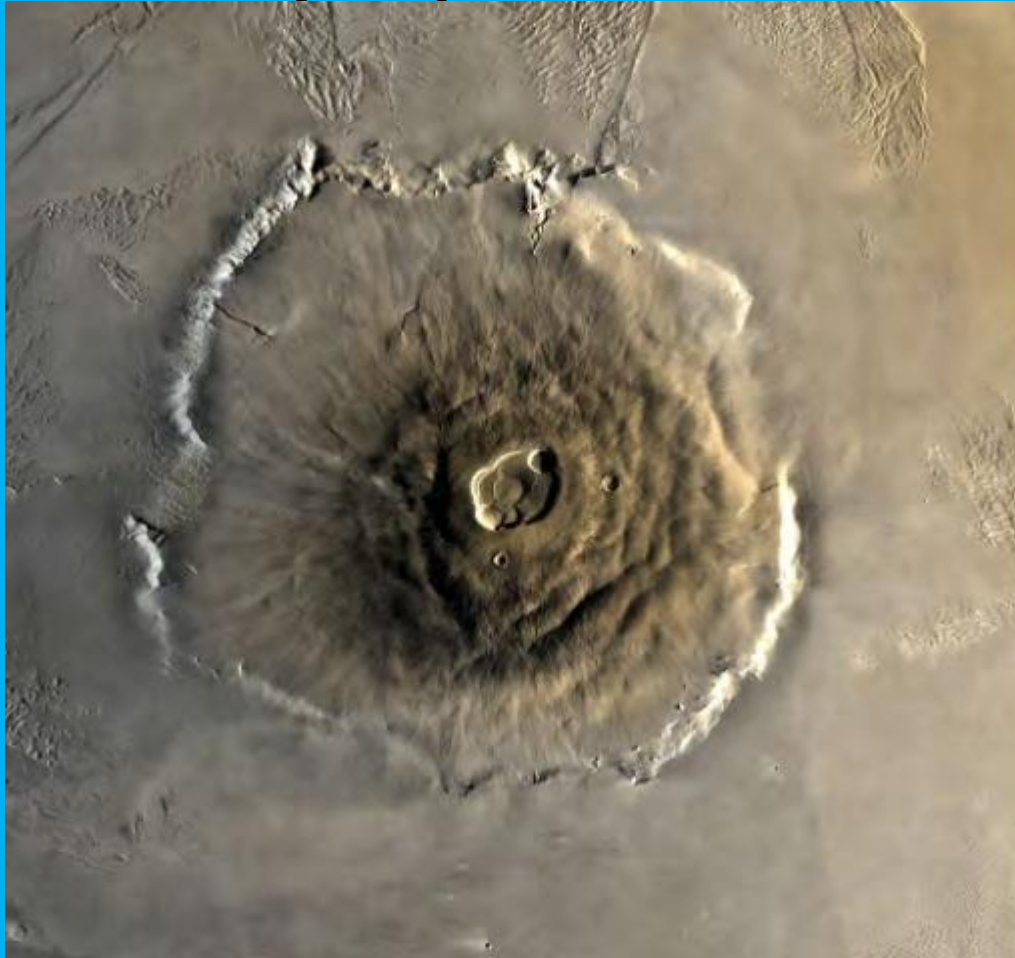
- Στάδια στη Γεωλογική Ιστορία ενός Γήινου Πλανήτη. Σε αυτήν την εικόνα, ο χρόνος αυξάνεται προς τα κάτω κατά μήκος της αριστερής πλευράς της εικόνας, όπου και περιγράφονται τα στάδια.
- Κάθε πλανήτης παρουσιάζεται κατά προσέγγιση στο παρόν στάδιο του. Όσο μικρότερος είναι ο πλανήτης, τόσο πιο γρήγορα περνά από αυτά τα στάδια.

Τα υψηλότερα βουνά σε Άρη, Αφροδίτη και Γη



- Τα ψηλότερα βουνά στον Άρη, την Αφροδίτη και τη Γη:
- Τα βουνά μπορούν να φτάσουν ψηλότερα στον Άρη επειδή ο Άρης έχει μικρότερη ένταση βαρυτικού πεδίου ($g=GM/R^2$) βαρύτητα και δεν κινούνται λιθοσφαιρικές πλάκες. Η κατακόρυφη κλίμακα υπερβάλλεται κατά ένα συντελεστή τριών για να διευκολυνθεί η σύγκριση. Η ετικέτα «στάθμη της θάλασσας» αναφέρεται μόνο στη Γη, φυσικά, αφού οι άλλοι δύο πλανήτες δεν έχουν ωκεανούς. Η Μάουνα Λόα και το Έβερεστ βρίσκονται στη Γη, ο Όλυμπος Μονς στον Άρη και τα Όρη Μάξγουελ στην Αφροδίτη.

Olympus Mons



- Olympus Mons. Το μεγαλύτερο ηφαίστειο του Άρη φαίνεται από ψηλά σε αυτή την εντυπωσιακή σύνθετη εικόνα που δημιουργήθηκε από πολλές photo της αποστολής Vikings που ελήφθησαν σε τροχιά. Το ηφαίστειο έχει πλάτος σχεδόν 500 χιλιόμετρα στη βάση του και πάνω από 20 χιλιόμετρα ύψος. (Το ύψος του είναι σχεδόν τριπλάσιο ύψος του ψηλότερου βουνού στη Γη.) (NASA/USGS)

Αστεροειδής σε σχήμα πατάτας



- Ακανόνιστου σχήματος αστεροειδής. Μικρά αντικείμενα όπως ο αστεροειδής Ίδη (Ida) (που φαίνεται εδώ σε πολλαπλές όψεις που ελήφθησαν από την κάμερα του διαστημικού σκάφους Galileo καθώς περνούσε μπροστά από την Ίδη) είναι γενικά ακανόνιστα ή επιμήκη. Δεν έχουν αρκετά ισχυρή βαρύτητα που θα τους έδινε σφαιρικό σχήμα. Η Ίδη έχει μήκος περίπου 60 χιλιόμετρα στη μεγαλύτερη διάστασή της. (NASA/JPL)