

# Κομήτες και Αστεροειδείς: Τα απομεινάρια του Ηλιακού Συστήματος

Η. Γαβρίλης

# Ο κομήτης Hale-Bopp

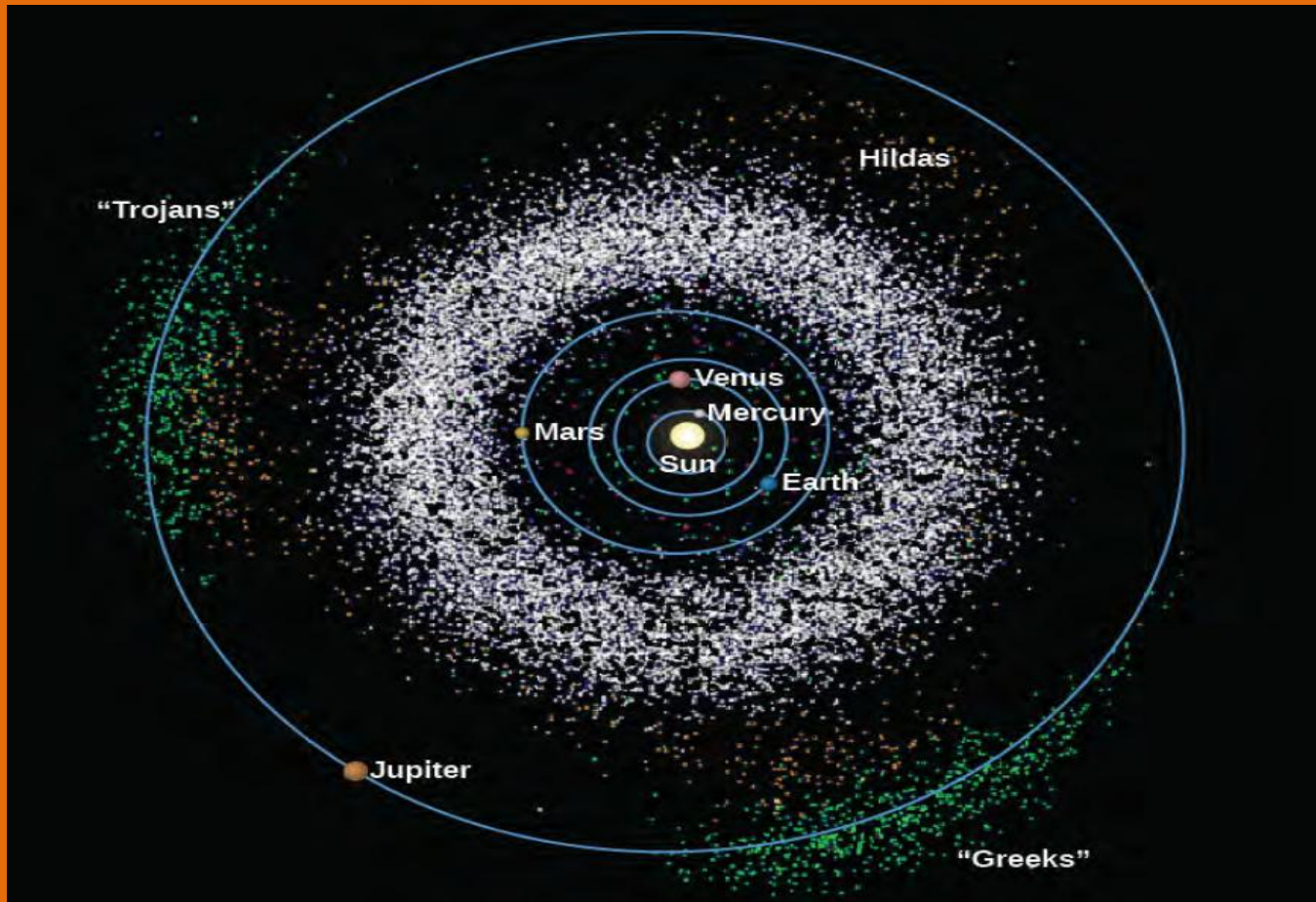


- Ο κομήτης Hale-Bopp ήταν από τους πιο εντυπωσιακούς και εύκολα ορατούς κομήτες τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Διακρίνεται εδώ στη photo, όπως εμφανίστηκε στον ουρανό, το Μάρτιο του 1997. Μπορούμε να διακρίνουμε τη μακριά μπλε ιοντική ουρά του κομήτη και τη μικρότερη λευκή ουρά σκόνης.

# Οι μεγαλύτεροι Αστεροειδείς

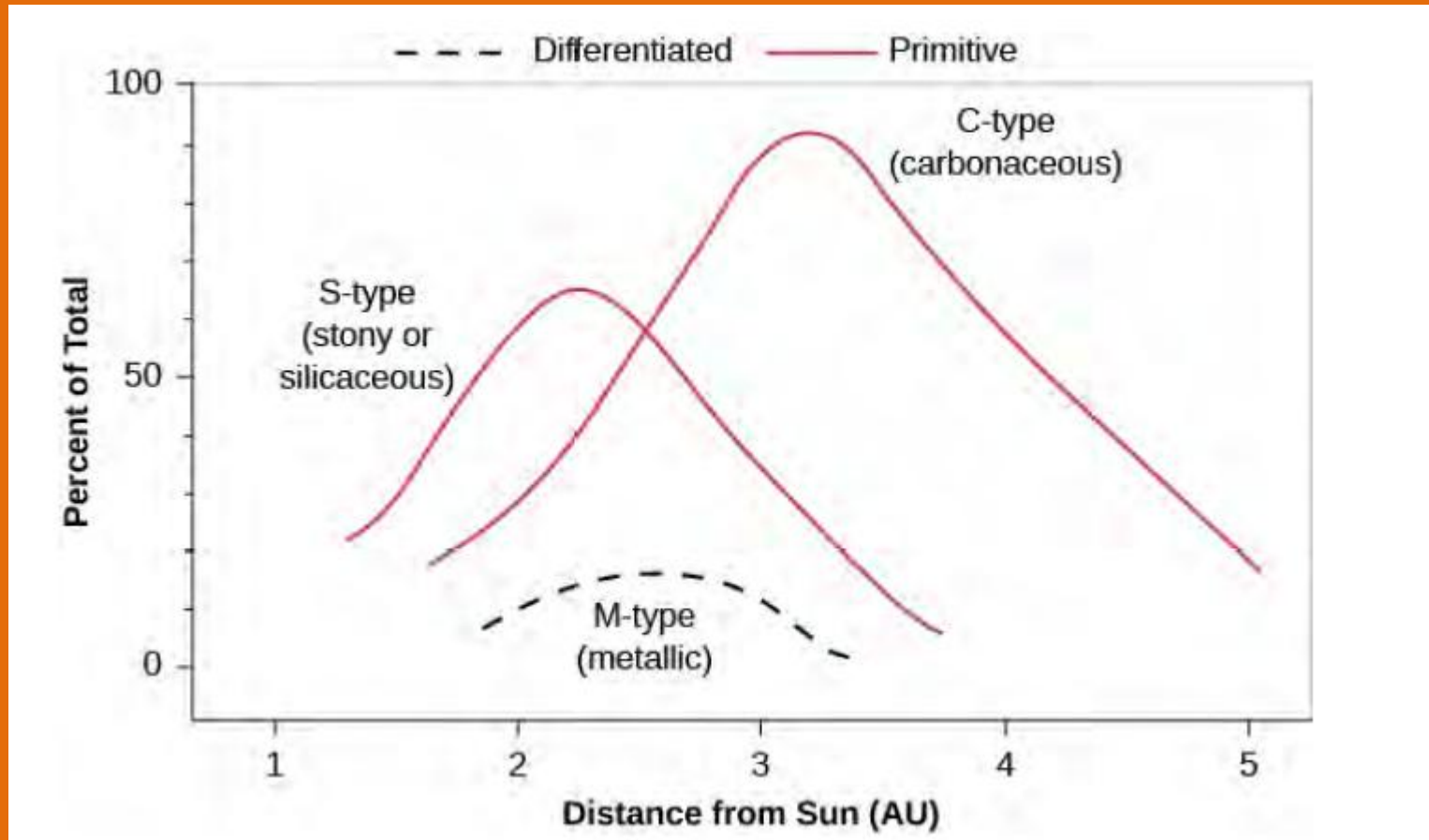
#	Name	Year of Discovery	Orbit's Semimajor Axis (AU)	Diameter (km)	Compositional Class
1	Ceres	1801	2.77	940	C (carbonaceous)
2	Pallas	1802	2.77	540	C (carbonaceous)
3	Juno	1804	2.67	265	S (stony)
4	Vesta	1807	2.36	510	basaltic
10	Hygiea	1849	3.14	410	C (carbonaceous)
16	Psyche	1852	2.92	265	M (metallic)
31	Euphrosyne	1854	3.15	250	C (carbonaceous)
52	Europa	1858	3.10	280	C (carbonaceous)
65	Cybele	1861	3.43	280	C (carbonaceous)
87	Sylvia	1866	3.48	275	C (carbonaceous)
451	Patientia	1899	3.06	260	C (carbonaceous)
511	Davida	1903	3.16	310	C (carbonaceous)
704	Interamnia	1910	3.06	310	C (carbonaceous)

# Οι Αστεροειδείς στο Ηλιακό Σύστημα



Αυτό το διάγραμμα που έχει κατασκευαστεί από computer, δείχνει τις θέσεις των αστεροειδών που ήταν γνωστοί το έτος 2006. Αν τα μεγέθη τους ήταν φτιαγμένα υπό κλίμακα, κανένας δεν θα ήταν ορατός στη photo. Εδώ οι κουκίδες είναι αρκετά μεγάλες για να δώσουν την απατηλή εντύπωση του συνωστισμού στη ζώνη των αστεροειδών. Παρατηρούμε ότι επιπλέον της ζώνης αυτής, υπάρχουν επίσης αστεροειδείς στο εσωτερικό Ηλιακό σύστημα κατά μήκος της τροχιάς του Δία (ομάδες Trojans και Greeks) που ελέγχονται από το πεδίο βαρύτητας του πλανήτη.

# Ποιος είναι που..



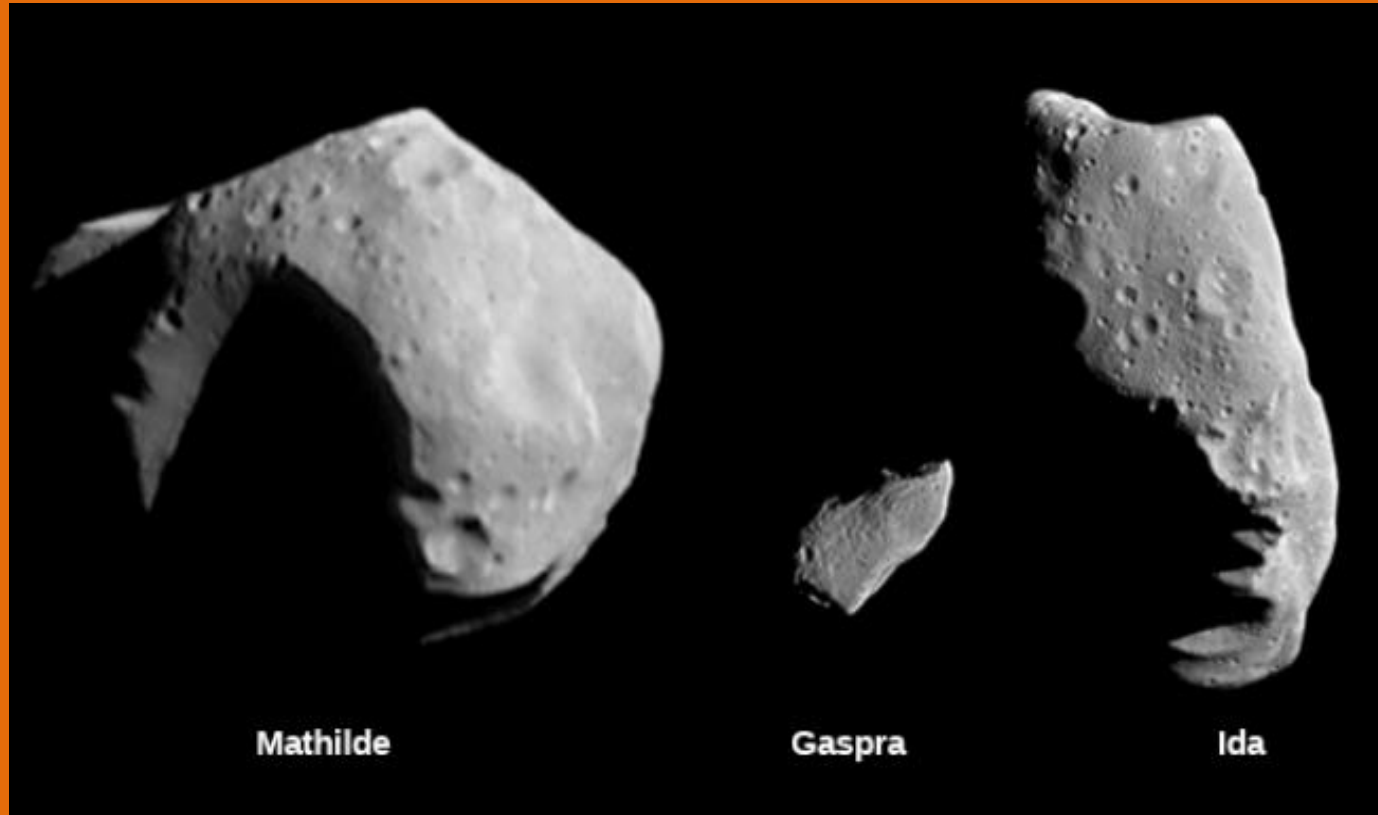
- **Που βρίσκονται οι διάφοροι τύποι αστεροειδών:** Αστεροειδείς διαφορετικής σύστασης κατανέμονται σε διαφορετικές τροχιακές αποστάσεις από τον Ήλιο. Οι S-type και C-type είναι οι πιο αρχέγονοι. Οι M-type αποτελούνται από διαφοροποιημένους πυρήνες προγονικών αντικειμένων.

# Ένα κομμάτι του Vesta



- Αυτός ο μετεωρικός βράχος που έπεσε από το διάστημα, έχει ταυτοποιηθεί ως ηφαιστειακό θραύσμα από το φλοιό του αστεροειδούς Vesta (New England Meteoritical Services).

# Mathilde - Gaspra – Ida



- Mathilde Gaspra & Ida: Οι τρεις πρώτοι αστεροειδείς που φωτογραφήθηκαν από διαστημόπλοιο, παρουσιάζονται στην ίδια κλίμακα μεγέθους. Ο Gaspra και ο Ida είναι S-type και εξερευνήθηκαν από το διαστημόπλοιο Galileo. Η Mathilde είναι C-type και αποτέλεσε κινούμενο στόχο (flyby target) για το NEAR-Shoemaker Spacecraft (NEAR – NASA)

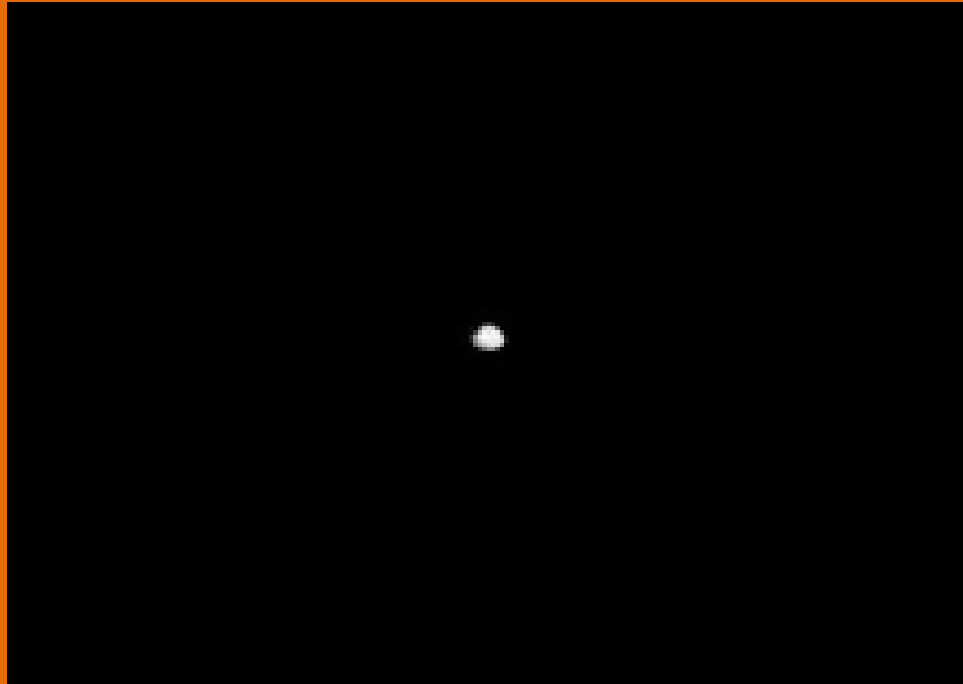
# Ίδη και Δάκτυλος



- **Ίδη και Δάκτυλος (Ida & Dactyl):** Ο αστεροειδής Ίδη και το μικροσκοπικό της φεγγάρι Δάκτυλος, φωτογραφήθηκαν από το διαστημόπλοιο Galileo το 1993. Η ακανόνιστου σχήματος Ida έχει 56 Km μήκος στην μείζονα διάσταση, ενώ ο Dactyl έχει μήκος 1,5 Km. Τα χρώματα έχουν υπερτονιστεί στη photo. Στο μάτι όλοι οι αστεροειδείς φαίνονται γκρι (NASA).



# Προσέγγιση Galileo στην Ίδη



- Φωτογραφίες από το flyby του Galileo κοντά στην Ίδη, ξεκινώντας 5,4 ώρες πριν την εγγύτατη προσέγγιση.

# Φεγγάρια του Άρη



- Τα δύο μικρά φεγγάρια του Άρη, **Φόβος** και **Δείμος** ανακαλύφθηκαν το 1877 από τον Αμερικανό αστρονόμο Asaph Hall. Τα υλικά της επιφάνειάς τους είναι παρόμοια με εκείνα των εξωτερικών αστεροειδών της ζώνης, πράγμα που κάνει τους αστρονόμους να πιστεύουν ότι μπορεί να είναι παγιδευμένοι αστεροειδείς.

# North Pole of Eros



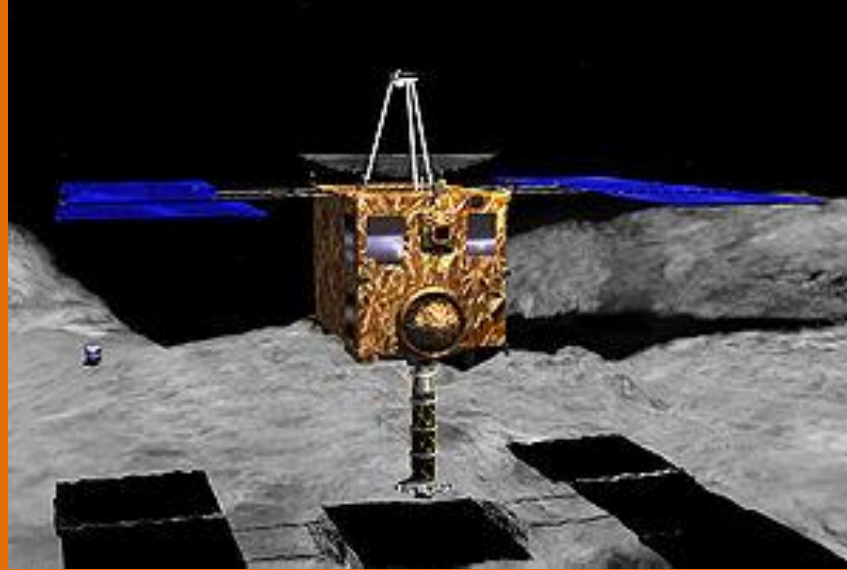
- Κάτοψη του Βόρειου Πόλου του αστεροειδούς Eros: Η εικόνα αυτή ανασκευάστηκε από 6 εικόνες του αστεροειδούς που ελήφθησαν από υψόμετρο 200 Km. Ο μεγαλύτερος κρατήρας στην κορυφή, έχει ονομαστεί Ψυχή (Psyche από την κοπέλα-ερωμένη του Έρωτα στην κλασσική μυθολογία), και έχει διάμετρο 5,3 Km. Μια περιοχή σχήματος σαμαριού, μπορεί να διακριθεί ακριβώς προς τα κάτω. Κρατήρες διαφόρων μεγεθών είναι ορατοί (NASA/JHUPL) .

# Itoakawa



- Αστεροειδής Itoakawa: Η επιφάνεια του αστεροειδούς Itoakawa εμφανίζεται να μην έχει κρατήρες. Οι αστρονόμοι έχουν υποθέσει ότι η επιφάνειά του απαρτίζεται από κομμάτια πάγου, και ότι το εσωτερικό του είναι επίσης ένας κυματοειδής σωρός (JAXA).

# Hayabusa



Το *Χαγιαμπούσα* (*Hayabusa*), λέξη που στην ιαπωνική γλώσσα σημαίνει «πετρίτης», ήταν μη επανδρωμένο αυτόματο διαστημικό σκάφος, που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από την Ιαπωνική Αεροδιαστημική Εξερευνητική Υπηρεσία (JAXA) με στόχο να επιστρέψει ένα δείγμα υλικού από έναν αστεροειδή, κάτι που θα γινόταν για πρώτη φορά στην ιστορία της ανθρωπότητας. Το υποψήφιο συγκεκριμένο ουράνιο σώμα ήταν ο μικρός γεωπλήσιος αστεροειδής 25143 Ιτοκάβα, που είχε ανακαλυφθεί μόλις το 1998 και έχει μήκος μόλις μισό χιλιόμετρο (ακριβέστερες διαστάσεις 535 × 294 × 209 μέτρα).

Το *Χαγιαμπούσα*, γνωστό πριν την εκτόξευσή του με την ονομασία **MUSES-C** (*Mu Space Engineering Spacecraft C*), εκτοξεύθηκε στις 9 Μαΐου 2003 και έφθασε στον Ιτοκάβα στα μέσα Σεπτεμβρίου του 2005. Πρώτα μελέτησε από μικρή απόσταση το σχήμα, την περιστροφή, την τοπογραφία, το χρώμα, τη σύσταση και την πυκνότητα του αστεροειδή. Στη συνέχεια, τον Νοέμβριο του 2005, προσεδαφίστηκε στον Ιτοκάβα και συνέλεξε δείγματα με τη μορφή κόκκων, τα οποία το σκάφος μετέφερε στη Γη μέσα σε ειδική κάψουλα στις 13 Ιουνίου 2010.

# Hayabusa return

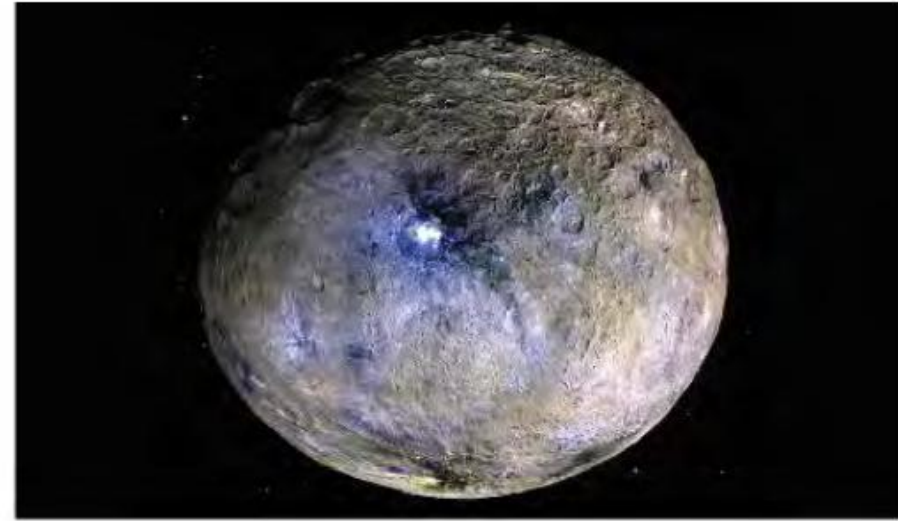


- Η κάψουλα επιστροφής με τα δείγματα υλικού του αστεροειδή και το σκάφος εισήλθαν στη γήινη ατμόσφαιρα στις 13 Ιουνίου 2010. Η κάψουλα, που έφερε θερμική ασπίδα, προσγειώθηκε ομαλά με αλεξίπτωτο, ενώ το κυρίως Χαγιαμπούσα, εισερχόμενο με ταχύτητα 12,2 χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο, διαλύθηκε και κάηκε σε μια μεγάλη σφαίρα φωτιάς.
- Μια διεθνής ομάδα επιστημόνων παρακολούθησε την είσοδο της κάψουλας από ύψος 11,9 χιλιομέτρων, μέσα από το αερομεταφερόμενο εργαστήριο DC-8 της NASA.

# Vesta and Ceres



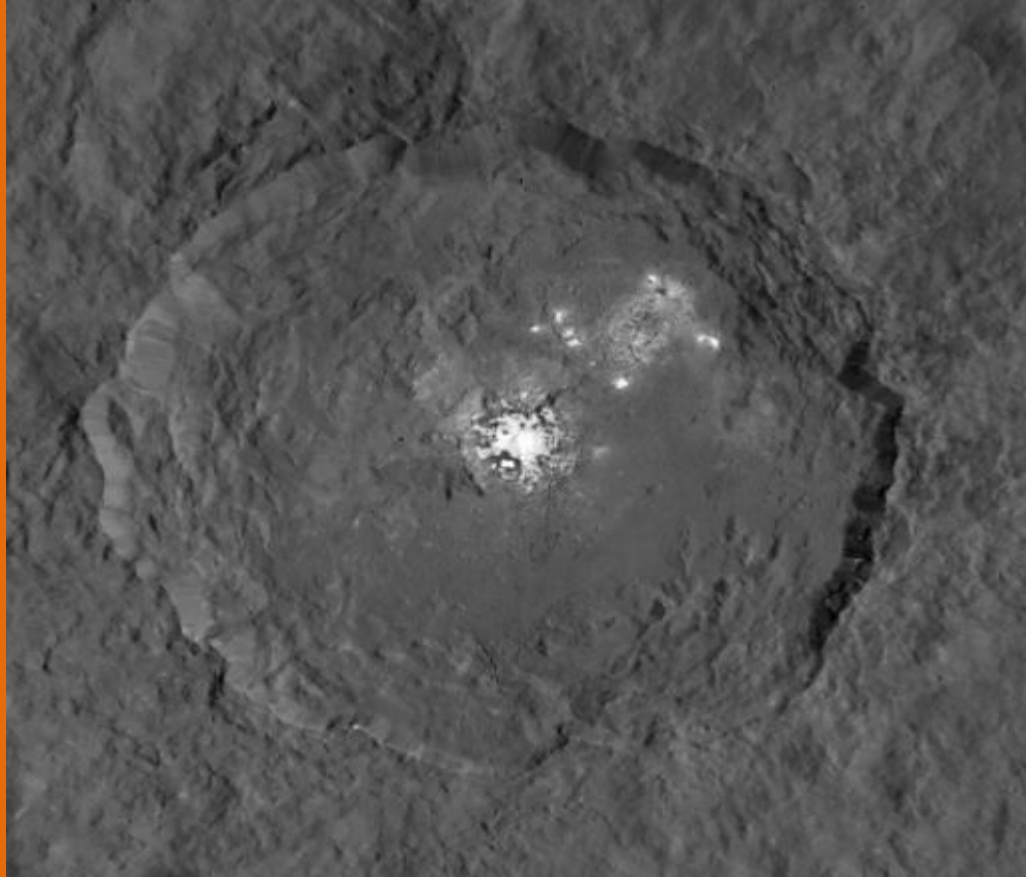
(a)



(b)

- Το διαστημόπλοιο Dawn της NASA τράβηξε αυτές τις εικόνες των μεγάλων αστεροειδών (α) Vesta και (β) Ceres. (α) Παρατηρήστε ότι η Vesta δεν είναι στρογγυλή, όπως είναι η Ceres (η οποία θεωρείται πλανήτης νάνος). Ένα βουνό διπλάσιο από το ύψος του Έβερεστ στη Γη είναι ορατό στο κάτω μέρος της εικόνας της Vesta. (β) Η εικόνα της Ceres έχει τα χρώματά της υπερτονισμένα για να αναδειχθούν διαφορές στη σύνθεση. Μπορείτε να δείτε ένα λευκό χαρακτηριστικό στον κρατήρα Occator κοντά στο κέντρο της εικόνας. (NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)

# Άλατα στον κρατήρα



- Λευκές κηλίδες σε μεγάλο κρατήρα στη Δήμητρα (Ceres). Αυτά τα φωτεινά χαρακτηριστικά φαίνεται να είναι αποθέσεις αλατιού σε έναν κρατήρα της Ceres που ονομάζεται Occator, ο οποίος έχει πλάτος 92 χιλιόμετρα. (NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA)

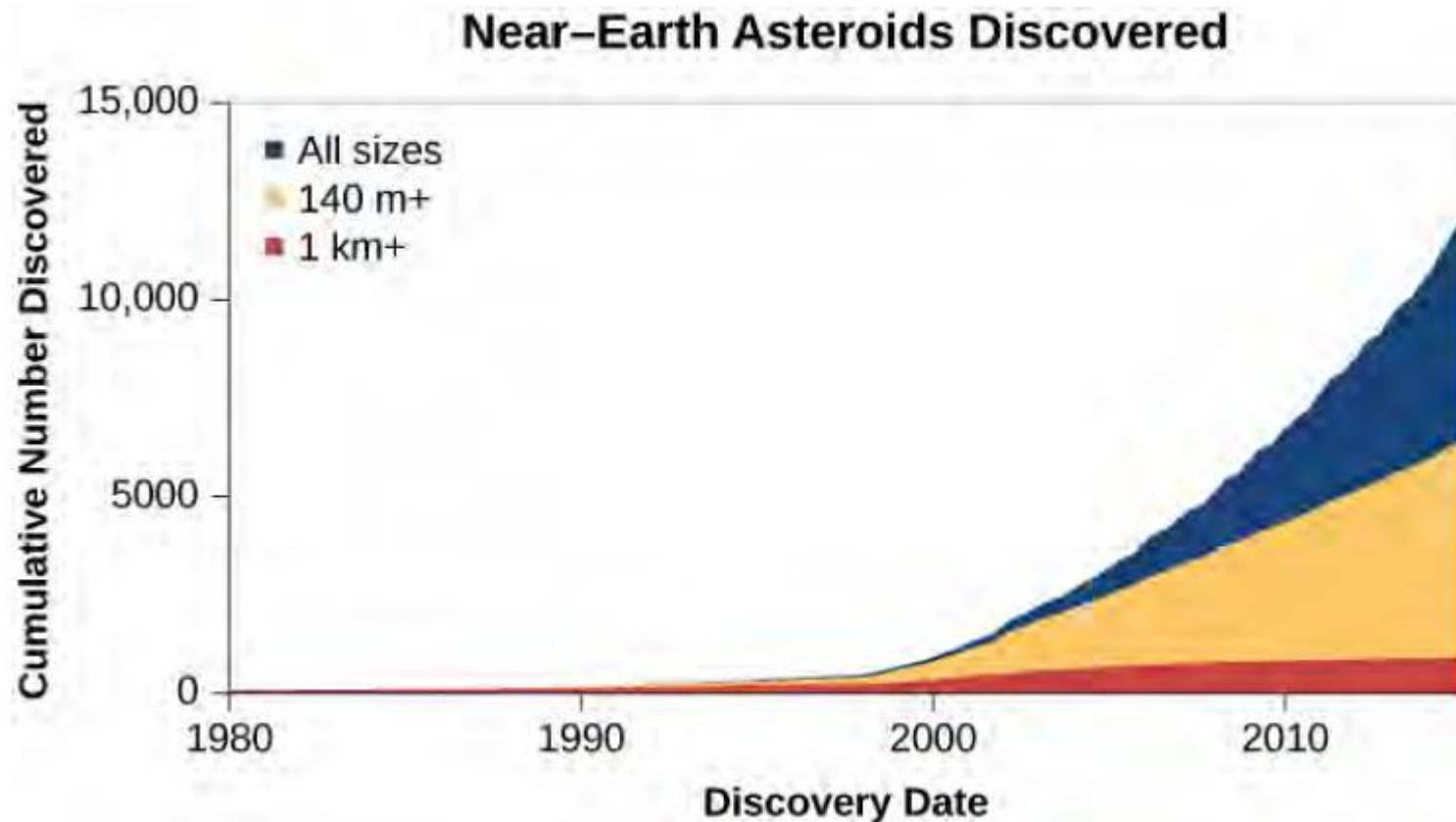


# Συγκρούσεις με τη Γη



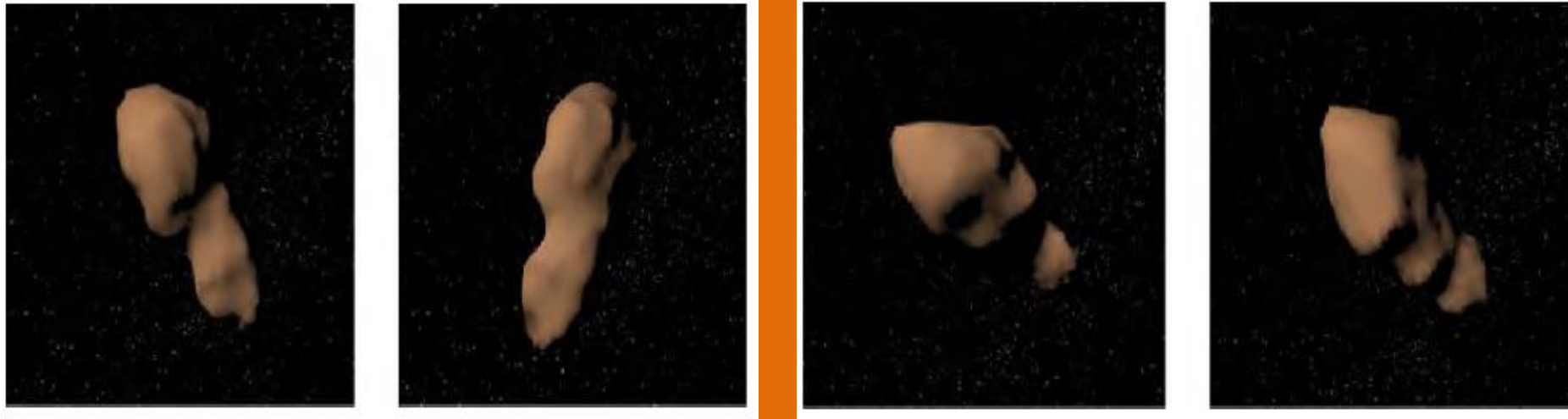
- (α) Καθώς ο μετεωρίτης του Τσελύαμπινσκ περνούσε από την ατμόσφαιρα, άφησε ένα ίχνος καπνού και για λίγο έγινε τόσο φωτεινός όσο ο Ήλιος.
- (β) Εκατοντάδες χιλιόμετρα δασικών δέντρων γκρεμίστηκαν και κάηκαν στο σημείο πρόσκρουσης Tunguska.

# Near Earth Asteroids



- **Ανακάλυψη αστεροειδών κοντά στη Γη.** Ο επιταχυνόμενος ρυθμός ανακάλυψης των NEA απεικονίζεται σε αυτό το γράφημα, το οποίο δείχνει τον συνολικό αριθμό των γνωστών NEA, αυτών με αριθμό διαμέτρου άνω των 140 χιλιομέτρων και τον αριθμό διαμέτρου άνω του 1 χιλιομέτρου, το μέγεθος που θέτει τον κυρίαρχο κίνδυνο επιπτώσεων στη Γη.

# Near Earth Asteroids



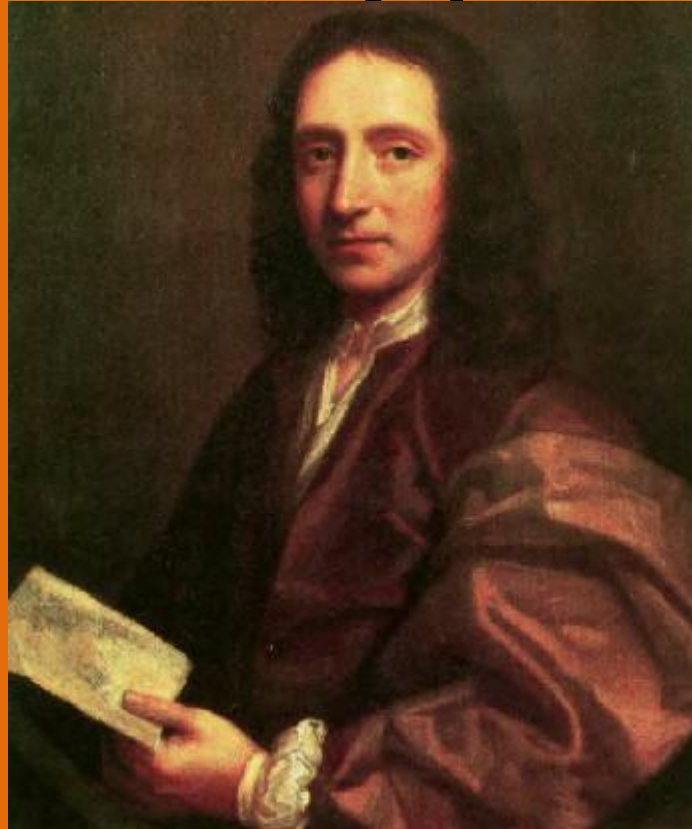
- **Near Earth Asteroids:** Ο Τουτάτης είναι ένας NEA μήκους 5 χιλιομέτρων που πλησίασε σε απόσταση 3 εκατομμυρίων χιλιομέτρων από τη Γη το 1992. Αυτή η σειρά των εικόνων είναι ανακατασκευή του μεγέθους και του σχήματός του που ελήφθησαν από κύματα ραντάρ πρόσκρουσης που στάλθηκαν προς τον αστεροειδή κατά τη διάρκεια κοντινής πτήσης (close flyby). Ο Τουτάτης φαίνεται να αποτελείται από δύο ακανόνιστα, ογκώδη σώματα που περιστρέφονται σε επαφή μεταξύ τους. Σημειωτέον ότι το χρώμα έχει προστεθεί τεχνητά. ( NASA)

# Κομήτης του Halley



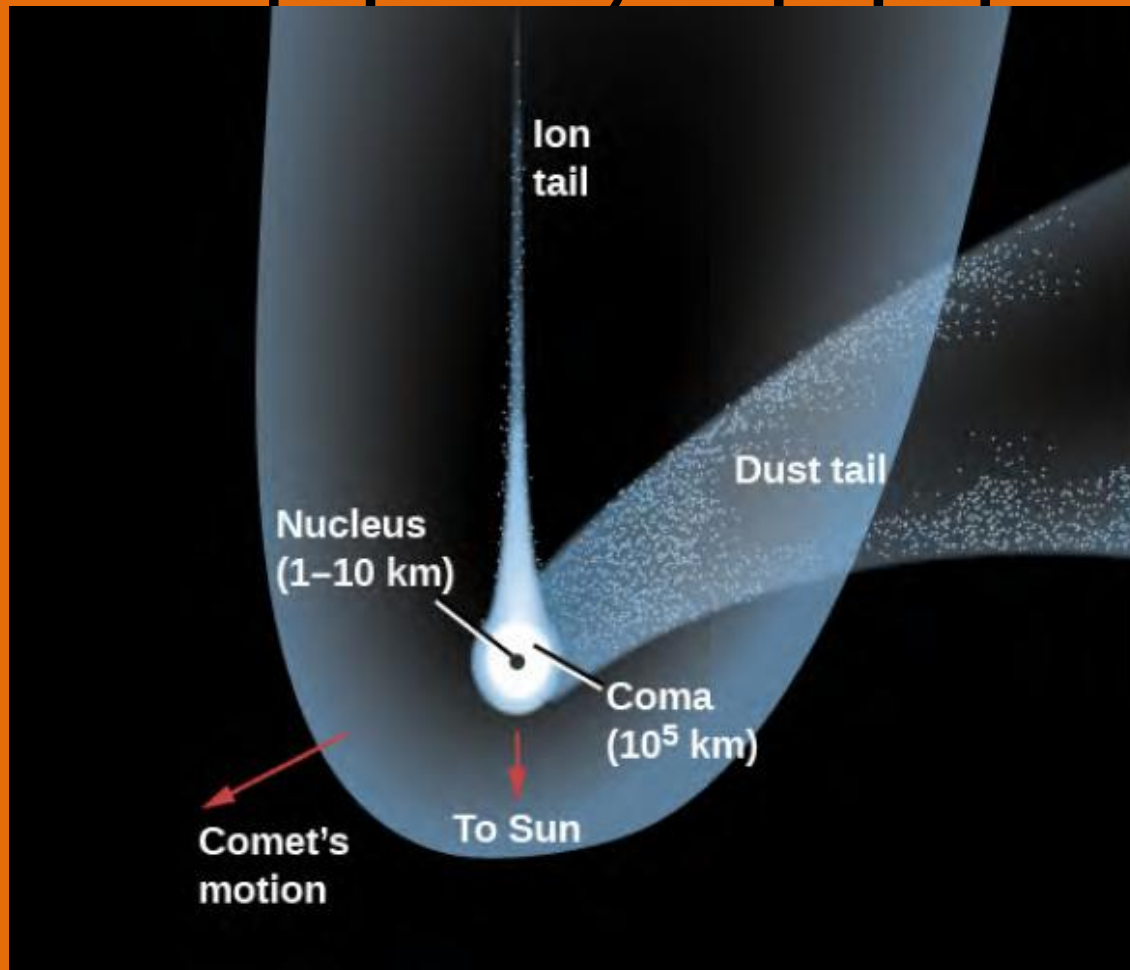
- **Κομήτης του Halley.** Αυτή η σύνθεση τριών εικόνων (μία σε κόκκινο, μία σε πράσινο, μία σε μπλε) δείχνει τον κομήτη του Halley όπως φαίνεται από ένα μεγάλο τηλεσκόπιο στη Χιλή το 1986. Κατά τη διάρκεια του χρόνου που ελήφθησαν οι τρεις εικόνες στη σειρά, ο κομήτης κινήθηκε ανάμεσα στα αστέρια. Το τηλεσκόπιο μετακινήθηκε για να κρατήσει σταθερή την εικόνα του κομήτη, με αποτέλεσμα τα αστέρια να εμφανίζονται εις τριπλούν (μία φορά σε κάθε χρώμα) στο βάθος. (ESO)

# Edmund Halley (1656–1742)



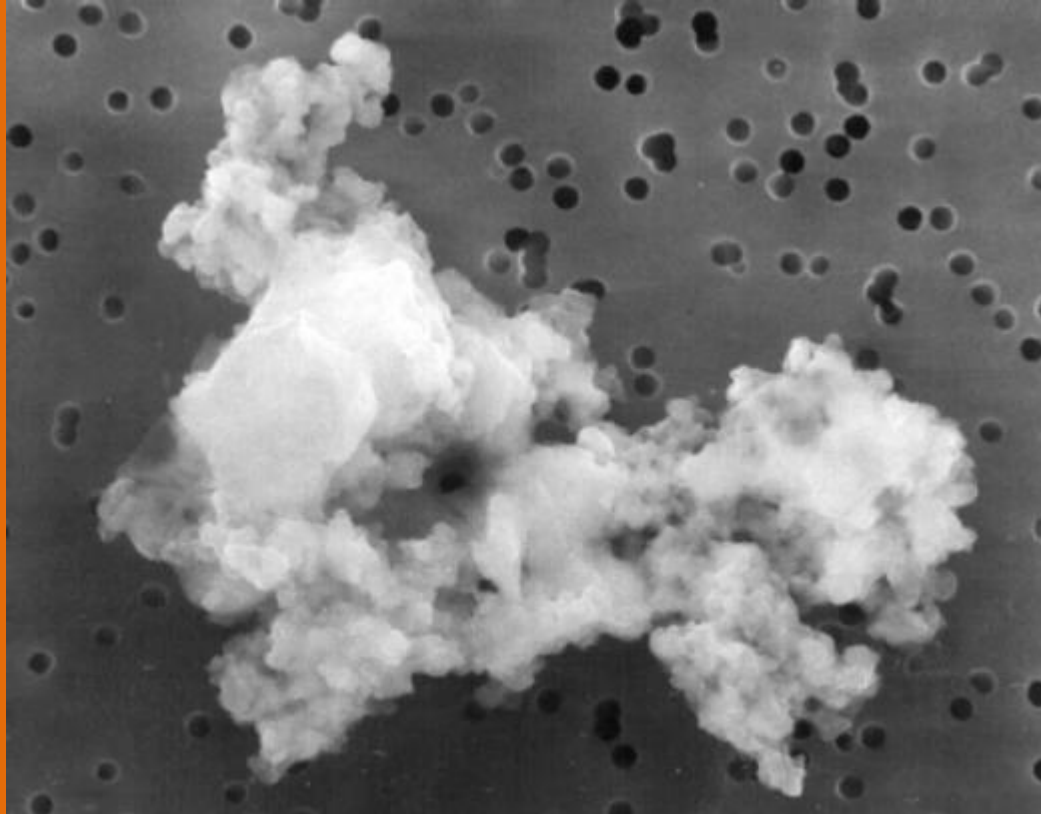
- Ο Halley ήταν παραγωγικός στη συνεισφορά του στις επιστήμες. Η μελέτη του για τους κομήτες στις αρχές του δέκατου όγδοου αιώνα βοήθησε στην πρόβλεψη της τροχιάς του κομήτη που τώρα φέρει το όνομά του.

# Μέρη ενός κομήτη



- Μέρη ενός κομήτη. Αυτή η σχηματική απεικόνιση δείχνει τα κύρια μέρη ενός κομήτη. Σημειώστε ότι οι διαφορετικές δομές δεν είναι σε κλίμακα.

# Παγιδευμένη σκόνη



- **Captured Comet Dust.** Αυτό το σωματίδιο (που φαίνεται μέσα από ένα μικροσκόπιο) πιστεύεται ότι είναι ένα μικροσκοπικό θραύσμα σκόνης από τον κομήτη, και συλλέχθηκε στην ανώτερη ατμόσφαιρα της Γης. Έχει διάμετρο περίπου 10 μικρά ( $\mu\text{m}$ ), ή 1/100 του χιλιοστού. (NASA/JPL)

# Προσέγγιση στον κομήτη του Halley



- **Κοντινό πλάνο του κομήτη Halley.** Αυτή η ιστορική φωτογραφία του μαύρου, ακανόνιστου σχήματος πυρήνα του κομήτη Halley ελήφθη από το διαστημόπλοιο Giotto της ESA από απόσταση περίπου 1000 χιλιομέτρων. Οι φωτεινές περιοχές είναι πίδακες υλικού που διαφεύγουν από την επιφάνεια. Το μήκος του πυρήνα είναι 10 χιλιόμετρα και μπορούν να διακριθούν λεπτομέρειες τόσο μικρές όσο 1 χιλιόμετρο. (ESA)

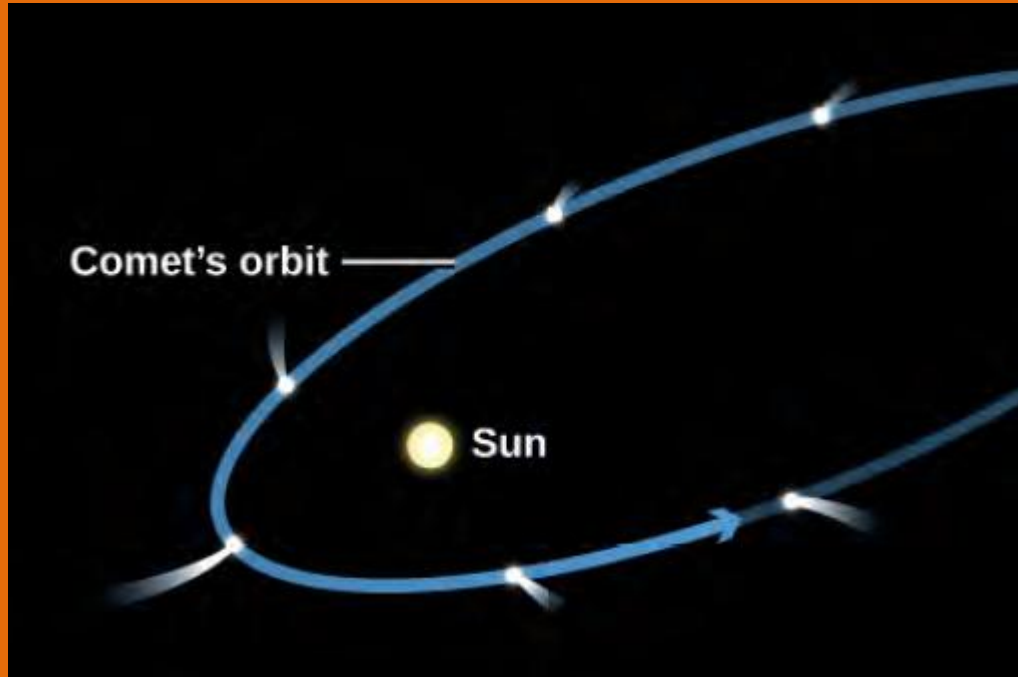


# Η κεφαλή του κομήτη του Halley



- **Head of Comet Halley.** Εδώ βλέπουμε το σύννεφο αερίου και σκόνης που αποτελούν το κεφάλι ή το κώμα του κομήτη Halley το 1986. Σε αυτή την κλίμακα, ο πυρήνας (κρυμμένος μέσα στο σύννεφο) θα ήταν μια κουκκίδα πολύ μικρός για να τον δούμε. (πίστωση: τροποποίηση εργασίας από τη NASA/W. Liller)

# Η κατεύθυνση της ουράς..



- **Η τροχιά του κομήτη και η Ουρά.** Ο προσανατολισμός μιας τυπικής ουράς κομήτη αλλάζει καθώς ο κομήτης περνά από το περιήλιο. Πλησιάζοντας τον Ήλιο, η ουρά βρίσκεται πίσω από το κεφάλι του κομήτη, αλλά στην έξοδο προς το αφήλιο, η ουρά προηγείται του κεφαλιού.

# Ουρές Κομητών



- (α) Καθώς ένας κομήτης πλησιάζει τον Ήλιο, τα χαρακτηριστικά του γίνονται πιο ορατά. Σε αυτήν την εικόνα από τη NASA που δείχνει τον κομήτη Hale-Bopp, μπορείτε να δείτε τις δύο ουρές ενός κομήτη: την πιο εύκολα ορατή ουρά σκόνης, η οποία μπορεί να έχει μήκος έως και 10 εκατομμύρια χιλιόμετρα και την πιο αμυδρή ουρά αερίου (ή ουρά ιόντων), η οποία είναι επάνω σε μήκος εκατοντάδων εκατομμυρίων χιλιομέτρων. Οι κόκκοι που αποτελούν την ουρά της σκόνης έχουν το μέγεθος των σωματιδίων καπνού.
- (β) Ο κομήτης Mikko φωτογραφήθηκε το 1957 με ένα τηλεσκόπιο ευρέος πεδίου στο Αστεροσκοπείο Palomar και δείχνει επίσης μια σαφή διάκριση μεταξύ της ευθείας ουράς αερίου και της καμπυλωτής ουράς σκόνης. (ESO/E.)

# Rosetta Mission



## Παράξενο σχήμα και χαρακτηριστικά επιφάνειας του Comet 67P.

- (α) Αυτή η εικόνα από την κάμερα Rosetta τραβήχτηκε από απόσταση 285 χιλιομέτρων. Η ανάλυση είναι 5 μέτρα. Μπορείτε να δείτε ότι ο κομήτης αποτελείται από δύο τμήματα με έναν συνδετικό "λαιμό" μεταξύ τους.
- (β) Αυτή η κοντινή όψη του κομήτη Churyumov-Gerasimenko είναι από το προσεδάφιση του Philae. Ένα από τα τρία πόδια του σκάφους είναι ορατό στη photo. Το ίδιο το lander είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος στη σκιά. (ESA/Rosetta)

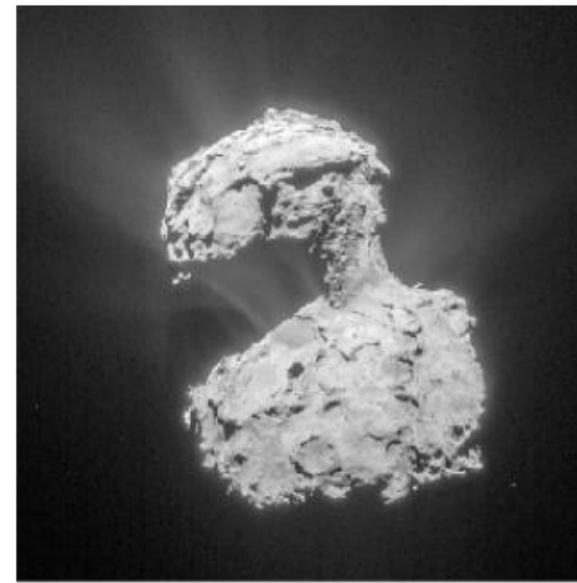
# Jet αερίων στον κομήτη 67P



(a)



(b)

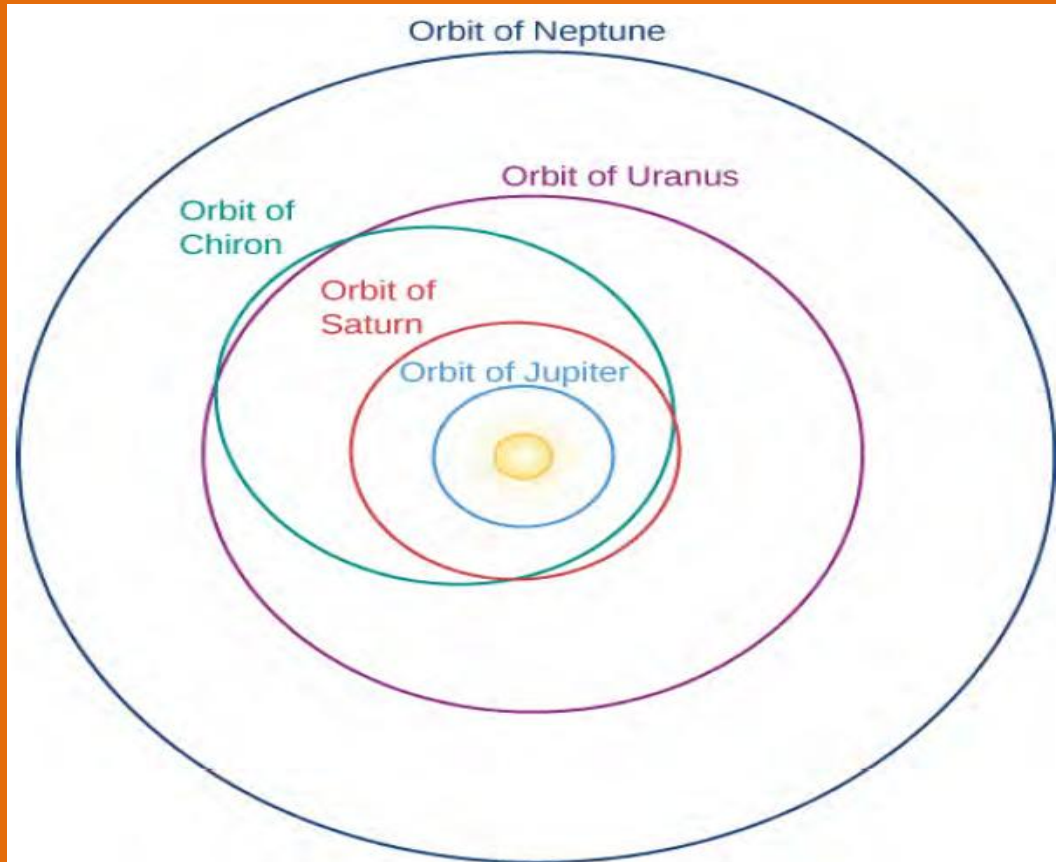


(c)

## Πίδακες αερίου στον Comet 67P

- (a,b) Η φωτογράφιση έγινε από το διαστημόπλοιο Rosetta κοντά στο περιήλιο. Μπορεί να διακριθεί ένας πίδακας που ξαφνικά εμφανίστηκε: ήταν ενεργός μόνο για λίγα λεπτά.
- (c) Αυτή η εντυπωσιακή φωτογραφία, που τραβήχτηκε κοντά στο περιήλιο, δείχνει τον ενεργό κομήτη που περιβάλλεται από πολλαπλούς πίδακες αερίου και σκόνης. (ESA/Rosetta/NAVCAM)

# Chiron's Orbit



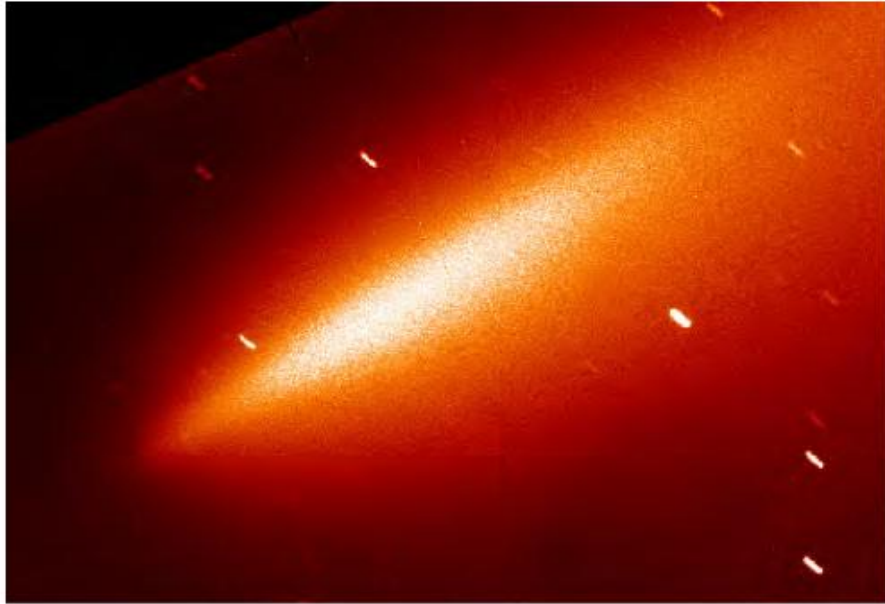
- **Η τροχιά του Χείρωνα.** Ο Χείρωνας περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο κάθε 50 χρόνια, με την πλησιέστερη προσέγγισή του να βρίσκεται εντός της τροχιάς του Κρόνου και στην πιο μακρινή, να πλησιάζει στην τροχιά του Ουρανού.

# Jan Oort (1900-1992)

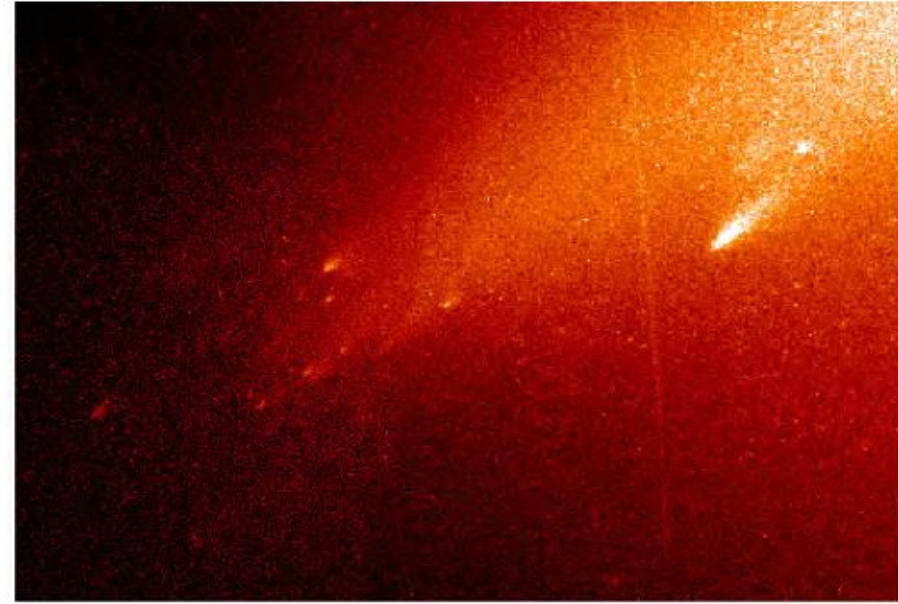


**Jan Oort (1900–1992).** Ο Jan Oort πρότεινε αρχικά ότι μπορεί να υπάρχει μια δεξαμενή παγωμένων κομματιών, πιθανοί πυρήνες κομήτη, στην άκρη της περιοχής της βαρυτικής επιρροής του Ήλιου. (The Leiden Observatory)

# Διάσπαση του κομήτη Linear



(a)



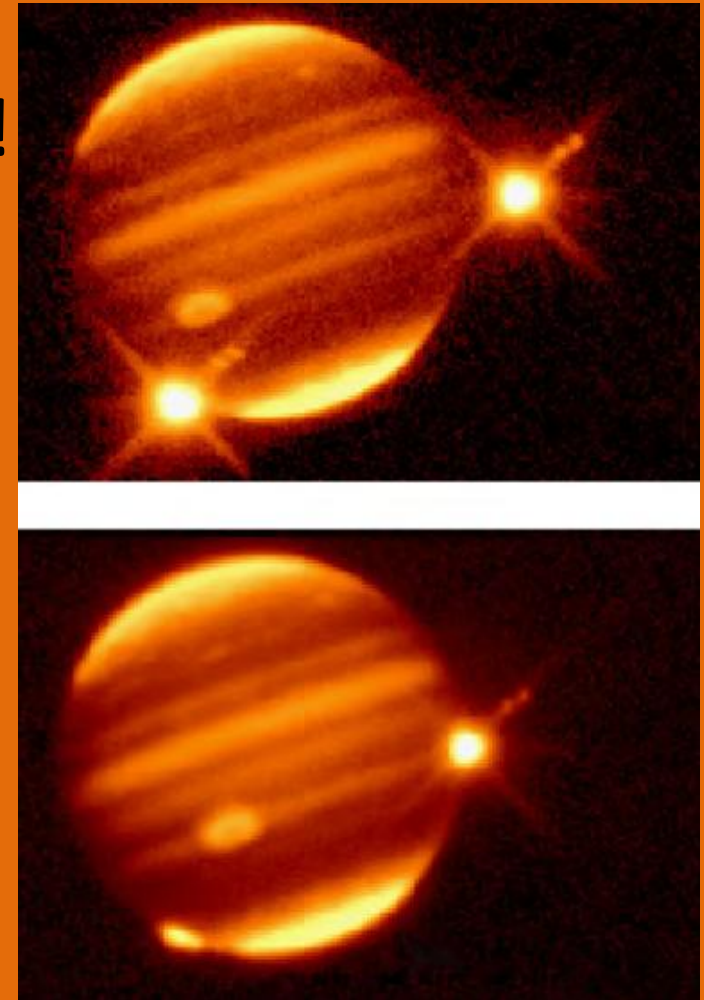
(b)

## Διάσπαση του Comet LINEAR.

- (α) Μια επίγεια όψη με πολύ λιγότερες λεπτομέρειες
- (β) μια πολύ πιο λεπτομερής φωτογραφία με το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble, που δείχνει τα πολλαπλά θραύσματα του πυρήνα του Comet LINEAR. Ο κομήτης διαλύθηκε τον Ιούλιο του 2000 χωρίς προφανή λόγο.
- Σημειώστε στην αριστερή όψη, όλα τα θραύσματα συνδυάζουν το φως τους και δεν μπορούν να διακριθούν. Οι μικρές διαγώνιες λευκές γραμμές είναι αστέρια που κινούνται στην εικόνα, η οποία παρακολουθεί τον κινούμενο κομήτη.) (πίστωση α: τροποποίηση εργασίας από το Πανεπιστήμιο της Χαβάης· πίστωση β: τροποποίηση της εργασίας από τη NASA, τον Harold Weaver (το Πανεπιστήμιο Johns Hopkins) και την Ομάδα Έρευνας HST Comet LINEAR)



# Σύγκρουση κομήτη με τον Δία!



- Σύγκρουση κομήτη στον Δία. (α) Τα «κρόσια» των λευκών αντικειμένων είναι θραύσματα του κομήτη Shoemaker-Levy 9 που πλησιάζει τον Δία. (β) Το πρώτο θραύσμα του κομήτη προσκρούει στον Δία, με το σημείο επαφής στην κάτω αριστερή πλευρά σε αυτήν την εικόνα. Στα δεξιά είναι το φεγγάρι του Δία, η Ιώ. Το εξίσου φωτεινό σημείο στην επάνω εικόνα είναι το θραύσμα του κομήτη που φουντώνει στη μέγιστη φωτεινότητα. Η κάτω εικόνα, που τραβήχτηκε περίπου 20 λεπτά αργότερα, δείχνει την παρατεταμένη λάμψη από την πρόσκρουση. Η Μεγάλη Ερυθρά Κηλίδα είναι ορατή κοντά στο κέντρο του Δία. Αυτές οι υπέρυθρες εικόνες τραβήχτηκαν με ένα γερμανο-ισπανικό τηλεσκόπιο στο Calar Alto στη νότια Ισπανία. (α: ESA· πίστωση β: Instituto de Astrofísica de Andalucía, Γρανάδα)

# Νέφος σκόνης από τη σύγκρουση με το Δία



- Αυτά είναι τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την πρόσκρουση του Comet Shoemaker-Levy 9 με τον Δία. Παρατηρήθηκαν με το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble 105 λεπτά μετά την πρόσκρουση που δημιούργησε τους σκοτεινούς δακτυλίους (η συμπαγής πίσω κουκκίδα προήλθε από ένα άλλο θραύσμα).
- Το εσωτερικό άκρο του διάχυτου, εξωτερικού δακτυλίου έχει περίπου το ίδιο μέγεθος με τη Γη. Αργότερα, οι άνεμοι στον Δία συνδύασαν αυτά τα χαρακτηριστικά σε ένα ευρύ σημείο που παρέμεινε ορατό για περισσότερο από ένα μήνα. (MIT και NASA/ESA)