

ΜΙΚΡΑ ΣΩΜΑΤΑ ΣΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ Η ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΩΣ ΜΕ ΤΗ ΓΗ

*Ιωάννη Δ. Χατζηδημητρίου
Καθηγήτῃ του Φυσικῃ Τμήματος του Α.Π.Θ.*

1. Το εσωτερικό Ηλιακό Σύστημα. Η ζώνη των αστεροειδῃν

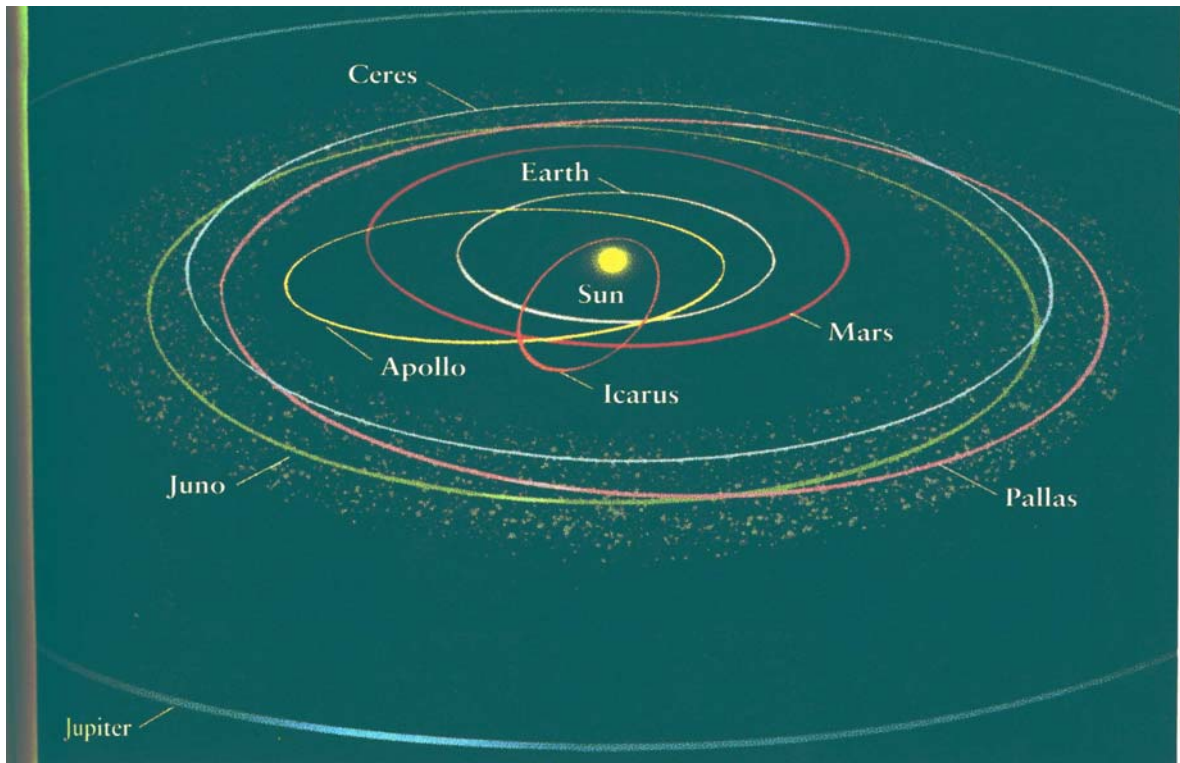
Η ζώνη των αστεροειδῃν αποτελείται από μικρά σώματα στο Ηλιακό Σύστημα, τα οποία περιφέρονται περί το Ήλιο στο διάστημα μεταξύ των τροχιῃν του Άρη και του Δία.

Μερικοί αστεροειδῃς έχουν σχεδόν κυκλικές τροχιές, ενώ υπάρχουν και αστεροειδῃς με έκκεντρες (ελλειπτικές) τροχιές οι οποίοι πλησιάζουν την τροχιά της Γῃς, (αλλά η Γῃ μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετική θέση στην τροχιά της!). Ονομάζονται *Κοντινά προς τη Γῃ Αντικείμενα (Near-Earth-Objects, NEOs)*.

Μερικοί αστεροειδῃς μπορεί να συγκρουσθούν με τη Γῃ!

Οι κομήτες (κυρίως μικρῃς περιόδου) εντάσσονται επίσης στην κατηγορία των *NEOs*, όταν οι τροχιές τους πλησιάζουν πολύ, ἢ τέμνουν την τροχιά της Γῃς.

Το εσωτερικό Ηλιακό Σύστημα



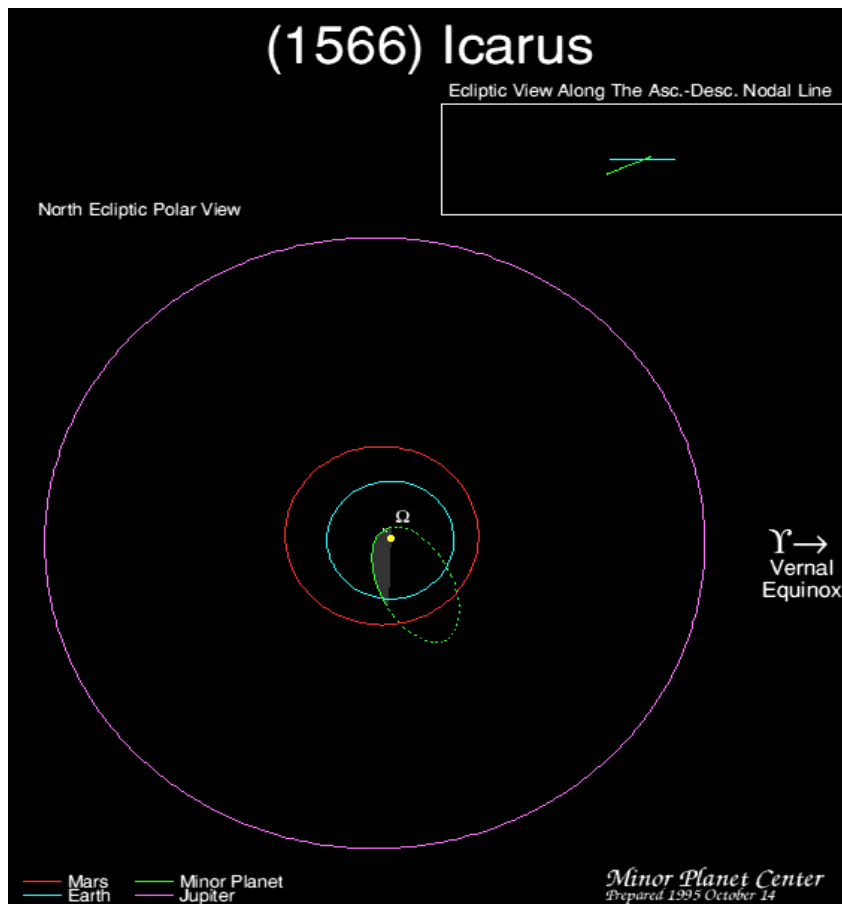
Η ζώνη των αστεροειδῃν μεταξύ των τροχιῃν του Άρη και του Δία.

Οι τροχιές των αστεροειδῃν δεν είναι όλες κανονικές. Μερικοί αστεροειδῃς παρουσιάζουν παράξενη συμπεριφορά: Οι τροχιές τους είναι *χαοτικές*!

Ένας αστεροειδῃς που κινείται μακριά από τη Γῃ, σε κυκλική τροχιά, μπορεί να αλλάξει ‘ξαφνικά’ την τροχιά του και από κυκλική να γίνει ελλειπτική (επιμήκης) και να πλησιάσει την τροχιά της Γῃς.

Αυτό συμβαίνει όταν ο αστεροειδής βρίσκεται σε χαοτική περιοχή.

Υπάρχουν πολλοί αστεροειδείς που έχουν πλησιάσει στο παρελθόν την τροχιά της Γης, όπως ο Ίκαρος και ο Έρως.



*Ο αστεροειδής Ίκαρος (διάμετρος: 0.5 km)
Πλησίασε στη Γη σε απόσταση 6 εκατομ. χλμ. στις 14-06-1968*

Η διαδικασία της αυξήσεως της εκκεντρότητας της τροχιάς, ώστε από κυκλική να γίνει ελλειπτική, απαιτεί χρονικό διάστημα της τάξεως μερικών εκατομμυρίων ετών.

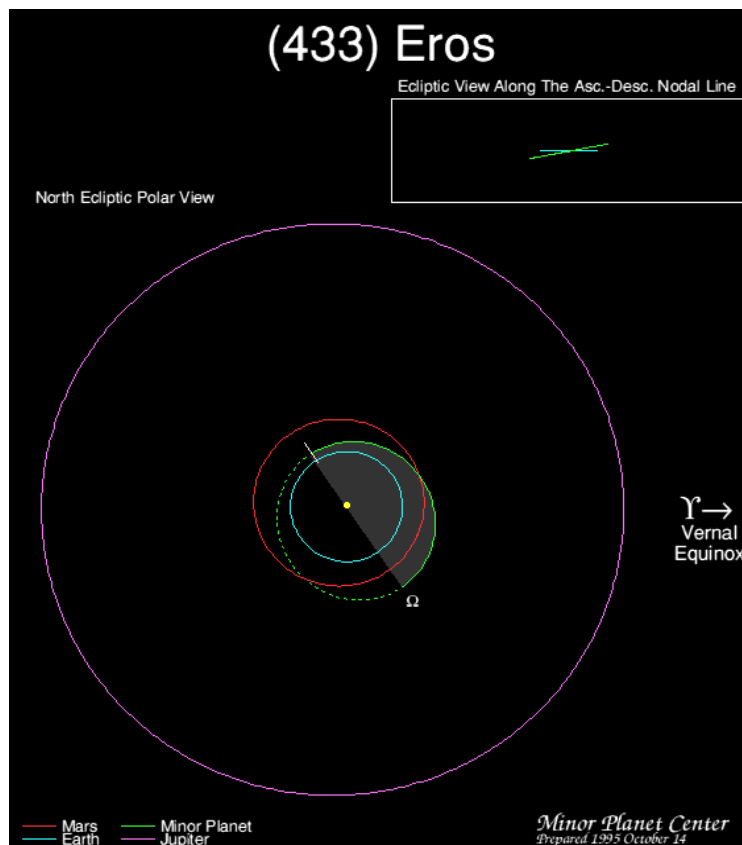
Οι 'επικίνδυνοι' αστεροειδείς είναι εκείνοι που κινούνται σε τροχιές που είναι σε συντονισμό με το Δία. Οι κυριότεροι συντονισμοί είναι οι συντονισμοί 2/1, 3/1, 7/3,... Σε αυτές τις περιοχές δεν υπάρχουν πολλοί αστεροειδείς, λόγω αστάθειας που προκαλείται από τη χαοτική συμπεριφορά.

Συντονισμός π.χ. 3/1 σημαίνει ότι στο χρονικό διάστημα που ο Δίας εκτελεί μία περιφορά περί τον Ήλιο, ο αστεροειδής εκτελεί τρεις περιφορές.

Σύγκρουση με τη Γη

Καθημερινά περίπου εκατό τόνοι διαπλανητικού υλικού προσκρούουν στην επιφάνεια της Γης. Πρόκειται για σώματα μικρών διαστάσεων.

Μερικά από τα πιο μικρά σώματα προέρχονται από τη 'σκόνη' που αφήνουν οι κομήτες, καθώς λιώνει ο πάγος τους όταν πλησιάζουν προς τον Ήλιο. Τα σωματίδια αυτά διασκορπίζονται κατά μήκος της τροχιάς του κομήτη. Όταν ο Γη διέρχεται από την περιοχή αυτή έχουμε βροχή διαπτόντων (*Persides, Leonides, ...*).



Ο αστεροειδής Έρως (διαστάσεις: 10x20x30 km)
Πλησίασε τη Γη το έτος 1931 σε απόσταση 23 εκατομ. χλμ.

Το μέγιστο ποσοστό των μικρών σωματιδίων που φτάνουν στη Γη προέρχονται από τα θραύσματα που δημιουργούνται από τις συγκρούσεις μεταξύ των αστεροειδών, που έλαβαν χώρα αιώνες πριν, στη ζώνη των αστεροειδών.

Η πτώση μεγάλων σωμάτων στην επιφάνεια της Γης είναι σπάνια, αλλά δεν μπορεί να αποκλεισθεί. Το μέγεθος της καταστροφής εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος.

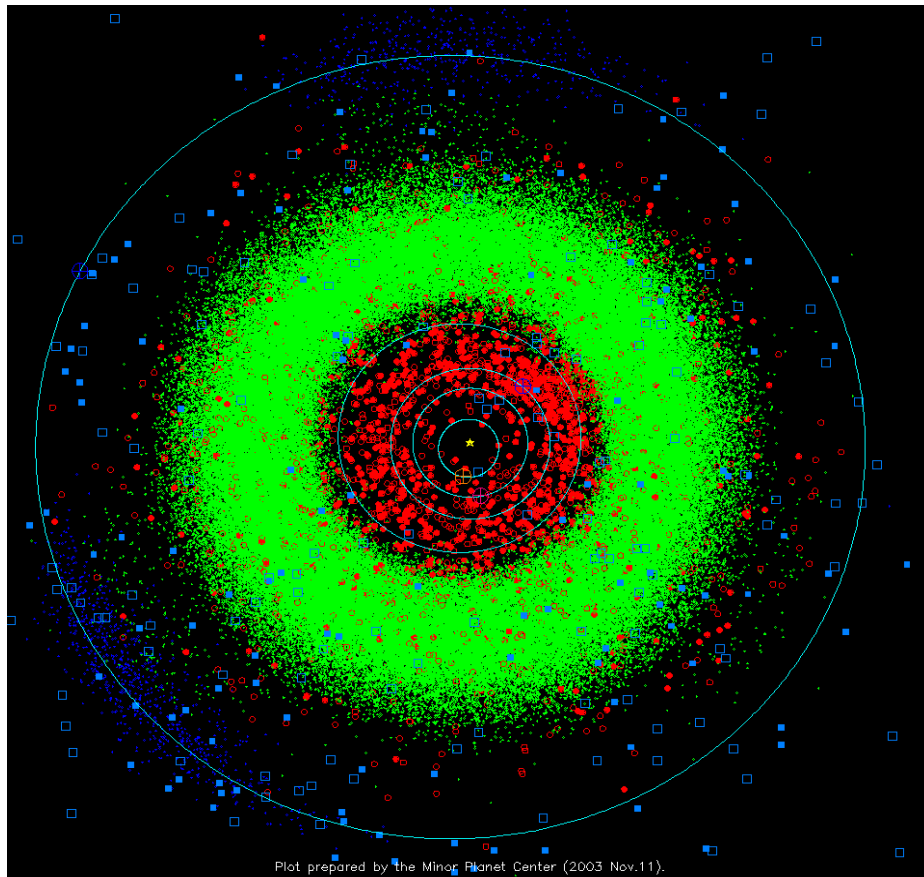
Η ατμόσφαιρα της Γης μας προστατεύει από τα σώματα διαμέτρου μικρότερης των 50 μέτρων (ενέργεια προσκρούσεως: 5 μεγατόνοι). Τα σώματα αυτά καίγονται στην ατμόσφαιρα και δεν φτάνουν στην επιφάνεια της Γης.

Σώματα διαμέτρου μεταξύ 50 μέτρων και 1 χιλιομέτρου προκαλούν τεράστιες καταστροφές σε τοπική κλίμακα.

Όταν η διάμετρος είναι μεγαλύτερη των 2 χιλιομέτρων (ενέργεια μεγαλύτερη του ενός εκατομμυρίου μεγατόνων), προκαλείται σοβαρή περιβαλλοντική καταστροφή σε παγκόσμια κλίμακα ('χειμώννας' λόγω παρεμπόδισης του ηλιακού φωτός από το νέφος που θα προκληθεί από την πτώση του αστεροειδή, με επακόλουθο την καταστροφή των φυτών και με προφανείς συνέπειες και στο ζωικό βασίλειο).

Πτώσεις ακόμα μεγαλύτερων σωμάτων προκαλούν μαζικές εξαφανίσεις, όπως πιστεύεται ότι συνέβει 65 εκατομμύρια χρόνια πριν, με την εξαφάνιση των δεινοσαύρων, από πτώση αστεροειδούς διαμέτρου 15 χιλιομέτρων (περίπου 100 εκατομμύρια μεγατόνοι).

Οι θέσεις των αστεροειδών και των κομητών στις 11 Νοεμβρίου 2003



*Τροχιές των πλανητών(κατά σειράν): Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας
Θέσεις των αστεροειδών: πράσινο – Τρωϊκοί αστεροειδείς: γαλάζιο
Αστεροειδείς με περιήλια μικρότερα των 1.3 AU: ερυθρό
Περιοδικοί κομήτες: γαλάζια τετράγωνα*

Η τελευταία πτώση αστεροειδή στη Γη συνέβη το έτος 1908 στην Tunguska της Σιβηρίας και εκτιμάται ότι η ενέργεια της πρόσκρουσης ήταν 15 μεγατόνοι. Δεν υπάρχει κρατήρας, αλλά υπάρχουν ματυρίες κατοίκων και καταστροφή του δάσους στο σημείο εκείνο.

Εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 1000 αστεροειδείς με διάμετρο μεγαλύτερη του 1 χιλιομέτρου, που οι τροχιές τους πλησιάζουν την τροχιά της Γης, και πιθανόν 1 εκατομμύριο αστεροειδείς με διάμετρο μεγαλύτερη των 50 μέτρων.

Συχνότητα συγκρούσεως με τη Γη

Δεν είναι γνωστό πότε θα συμβεί η επόμενη σύγκρουση αστεροειδή (ή κομήτη) με τη Γη.

Εκτιμάται ότι η συχνότητα συγκρούσεως ενός σώματος με διάμετρο μεγαλύτερη των 2 χιλιομέτρων (ολική καταστροφή), είναι μία σύγκρουση κάθε 1 ή 2 εκατομμύρια χρόνια.

Για σώματα διαμέτρου της τάξεως του 1 χιλιομέτρου, η συχνότητα συγκρούσεως είναι μία σύγκρουση κάθε μερικές εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια.

Υπάρχουν διάφορες ομάδες αστρονόμων που παρατηρούν τον ουρανό και καταγράφουν όλα τα σώματα με τροχιές που πλησιάζουν την τροχιά της Γης (*Spaceguard Survey*).

Μέχρι τώρα εκτιμάται ότι έχουν καταγραφεί περίπου τα μισά σώματα με διάμετρο μεγαλύτερη των 1000 μ.

Κανένα από τα σώματα αυτά δεν πρόκειται να πέσει στη Γη τα επόμενα χρόνια!



Βροχή διαπτώτων: Leonides

Τι θα συμβεί αν διαπιστωθεί ότι ένας αστεροειδής κατευθύνεται προς τη Γη;

Κατά κανόνα, η σύγκρουση θα συμβεί μερικές δεκάδες χρόνια μετά τη διαπίστωση ότι ο αστεροειδής θα συγκρουσθεί με τη Γη.



*Η πτώση του αστεροειδή που προκάλεσε την εξαφάνιση των δεινοσαύρων
(σχέδιο καλλιτέχνη)*



*Ο κρατήρας της Arizona που οφείλεται σε πτώση αστεροειδή πριν από 50 000 χρόνια περίπου.
Διάμετρος 1.2 km, βάθος 200m.*

Πώς προστατευόμαστε; Μπορεί, με βάση την υπάρχουσα τεχνολογία, να προκληθεί εκτροπή της τροχιάς του αστεροειδή, ώστε να αποφύγει τη Γη!

Μπορεί να σταλεί ένα διαστημόπλοιο, το οποίο να συναντήσει το σώμα και να μεταβάλλει την ταχύτητά του. Μεταβολή της ταχύτητας κατά μερικά χιλιοστά ανά δευτερόλεπτο, επί αρκετά χρόνια, μπορεί να εκτρέψει την τροχιά του αστεροειδή και να αποφευχθεί η σύγκρουση με τη Γη.

2. Το εξωτερικό Ηλιακό Σύστημα. Η ζώνη των μικρών σωμάτων πέραν από την τροχιά του Ποσειδώνα.

Εκτός από τη ζώνη των αστεροειδών, υπάρχει μια ζώνη μικρών σωμάτων, πέραν από την τροχιά του Ποσειδώνα (35 AU), η οποία ανακαλύφθηκε την τελευταία 10ετία και εκτείνεται μέχρι 500 AU. (1 AU είναι η απόσταση Γης – Ηλίου, ίση περίπου προς 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα). Η ύπαρξή της είχε προβλεφθεί από την 10ετία του 50 (ζώνη Edgeworth-Kuiper), για να εξηγηθεί η προέλευση των κομητών μικρής περιόδου.

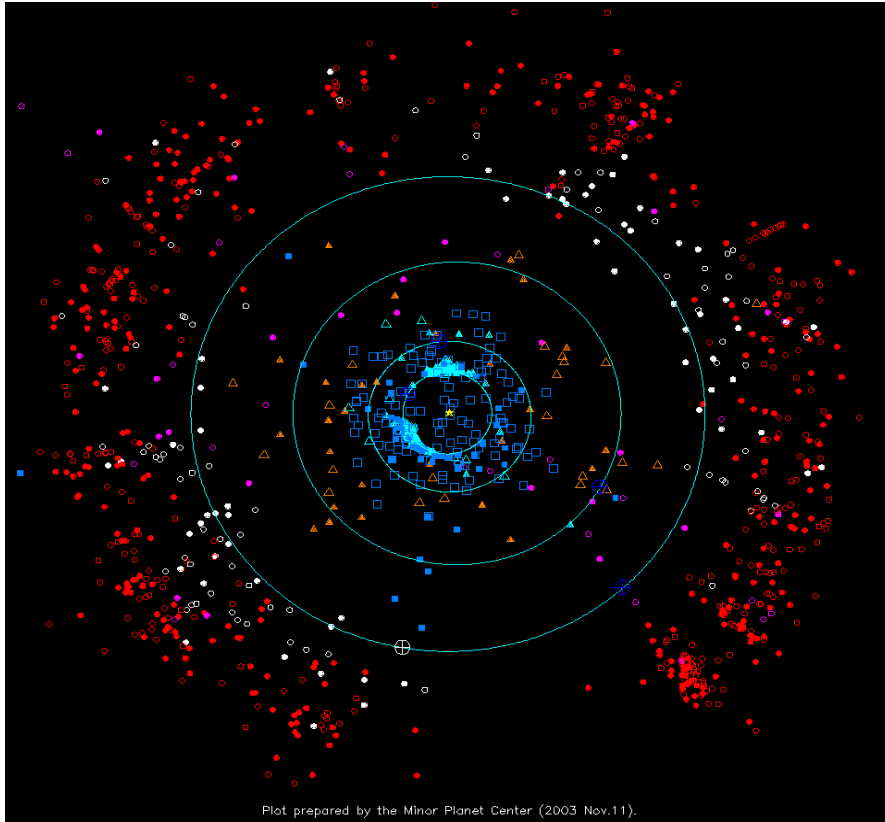
Εκτιμάται ότι στη ζώνη μεταξύ 30 AU και 50 AU υπάρχουν περίπου 70 000 σώματα διαμέτρου μεγαλύτερης των 100 km.

Τα σώματα της ζώνης αυτής διακρίνονται σε 'κλασικά' ή 'σώματα της κύριας ζώνης' (περίπου κυκλικές τροχιές, ακτίνες 42-48 AU) , σε 'διασκορπισμένα σώματα' (περιήλιο περίπου 35 AU, αφήλιο 200 AU ή μεγαλύτερο), και σε *Plutinos* (σε συντονισμό 2/3 με τον Ποσειδώνα). Οι τροχιές πολλών από αυτά τα σώματα έχουν μεγάλες εκκεντρότητες (δηλαδή είναι πολύ επικήκεις) και το επίπεδο της τροχιάς τους έχει μεγάλη κλίση ως προς το επίπεδο της τροχιάς της Γης.

Πέραν του Ηλίου, που αποτελεί την κύρια ελκτική δύναμη, η δυναμική των σωμάτων αυτών καθορίζεται από την έλξη του Ποσειδώνα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιοχές που αντιστοιχούν σε συντονισμό με την τροχιά του Ποσειδώνα. Ο κυριότερος συντονισμός είναι ο συντονισμός 2/3 με τον Ποσειδώνα. Πολλά σώματα είναι παγιδευμένα στο συντονισμό αυτό. Το μεγαλύτερο είναι ο Πλούτων. Όλα τα σώματα στο συντονισμό αυτό νομάζονται *Plutinos*.

Οι θέσεις των μικρών σωμάτων στη ζώνη πέραν από τον Ποσειδώνα στις 11 Νοεμβρίου 2003



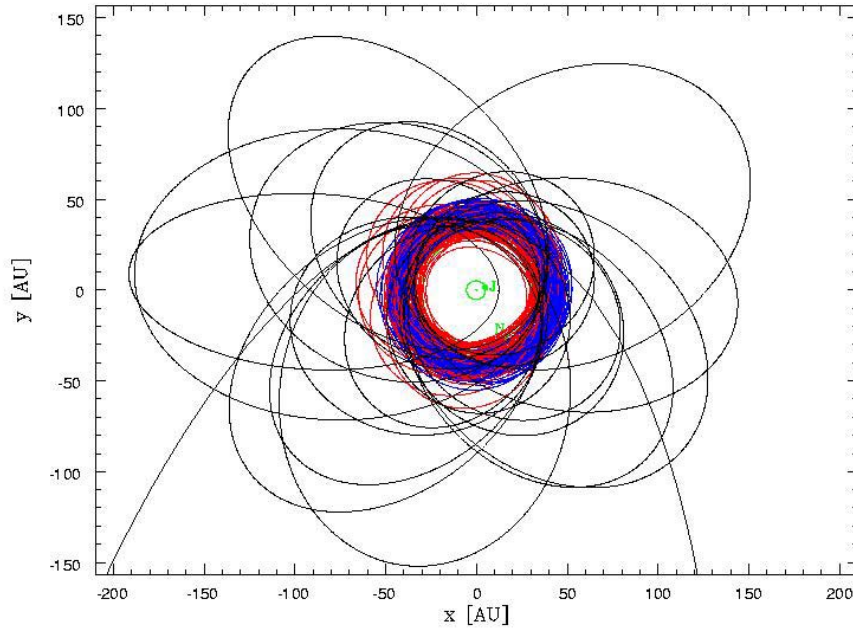
Γαλάζια τρίγωνα: σώματα μεγάλης εκκεντρότητας
Plutinos: λευκοί κύκλοι (Πλούτων: μεγάλος λευκός κύκλος)
Διασκορπισμένα σώματα: κύκλοι magenta
‘Κλασικά’ ή ‘σώματα κύριας ζώνης’: ερυθροί κύκλοι

Η ζώνη των μικρών σωμάτων πέραν της τροχιάς του Ποσειδώνα (ζώνη Edgeworth-Kuiper) είναι η δεξαμενή από την οποία προέρχονται οι κομήτες μικρής περιόδου (μέχρι 200 έτη).

Χαοτική κίνηση εμφανίζεται σε ορισμένους συντονισμούς με τον Ποσειδώνα: οι κυκλικές τροχιές μετατρέπονται σε ελλειπτικές και έτσι το μικρό σώμα μπορεί να επισκεφθεί το εσωτερικό Ηλιακό Σύστημα ως κομήτης.

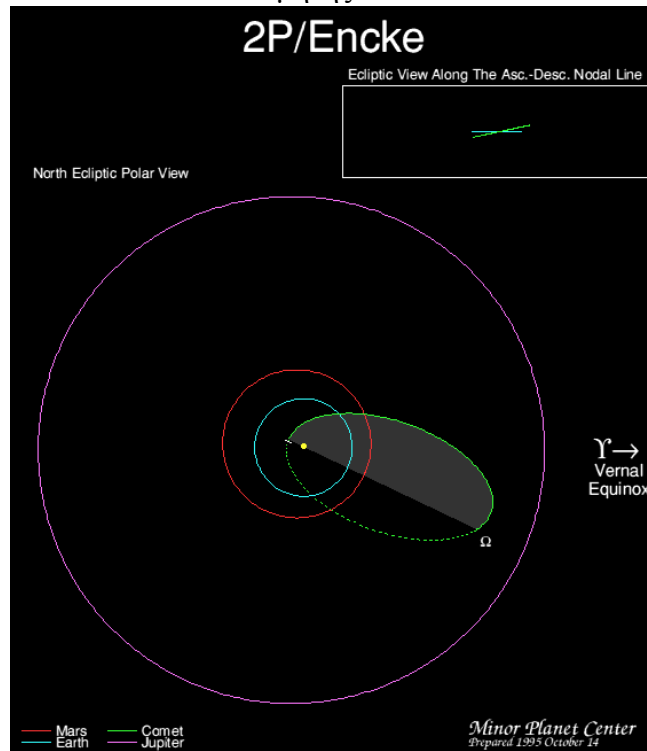
Ορισμένα από τα ‘διασκορπισμένα σώματα’ μπορεί να διαταραχθούν από τον Ποσειδώνα, αν πλησιάσουν πολύ προς αυτόν, και να μετατραπούν επίσης σε κομήτες.

Οι τροχιές των μικρών σωμάτων στη ζώνη πέραν από τον Ποσειδώνα



*Ερυθρές τροχιές: Plutinos, Γαλάζιες τροχιές: Κλασικά σώματα της ζώνης Kuiper
Μαύρες τροχιές: Διασκορπισμένα σώματα*

Ο κομήτης Encke



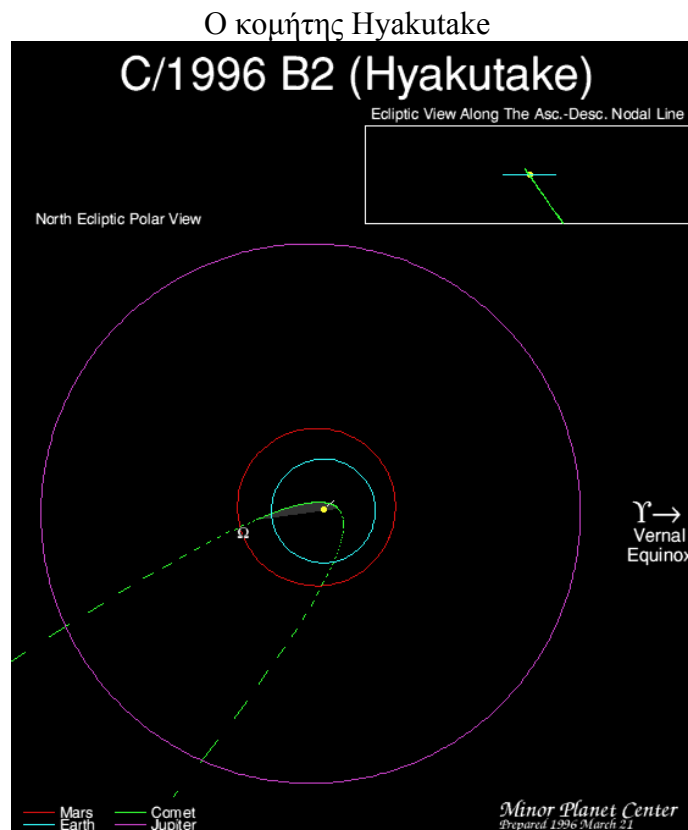
Ένας κομήτης μικρής περιόδου. Το σκοτεινό τμήμα της τροχιάς του είναι 'κάτω' από το επίπεδο της τροχιάς της Γης. Διακρίνονται οι τροχιές της Γης, του Άρη και του Δία.

Εκτός από τους κομήτες μικρής περιόδου, υπάρχουν και κομήτες με πολύ μεγάλη περίοδο. Οι κομήτες μεγάλης περιόδου εικάζεται ότι προέρχονται από ένα σφαιρικό νέφος (νέφος του Oort), που περιβάλλει το Ηλιακό Σύστημα, σε πολύ μεγάλη απόσταση (50 000 AU).

Σώματα από το νέφος αυτό εισέρχονται στο Ηλιακό Σύστημα ισότροπα, λόγω κάποιας διαταραχής που προκλήθηκε στο νέφος του Oort (π.χ. διέλευση κάποιου αστέρα από την περιοχή του νέφους) και έτσι μετατρέπονται σε κομήτες. Έχουν τυχαία κατανομή στο χώρο. Οι περίοδοι των κομητών αυτών μπορεί να είναι και μερικά εκατομύρια έτη.

Ένας κομήτης μεγάλης περιόδου μπορεί να μετατραπεί σε κομήτη μικρής περιόδου, λόγω διαταραχών που θα υποστεί η τροχιά του από την έλξη των μεγάλων πλανητών, όταν εισέλθει στο Ηλιακό Σύστημα.

Ένας κομήτης μεγάλης περιόδου είναι ο κομήτης Hyakutake, που ήταν ένας από τους λαμπρότερους τον 20^ο αιώνα. Η τροχιά του έχει μεγάλη εκκεντρότητα, σχηματίζει πολύ μεγάλη κλίση ως προς την τροχιά της Γης και έχει πλησιάσει τον Ήλιο σε απόσταση 0.1 AU. Έχει περίοδο 30 000 έτη και η μέγιστη απομάκρυνσή του από τον Ήλιο είναι 2 000 AU.



Ένας κομήτης μεγάλης περιόδου, που έρχεται από πολύ μακρινή απόσταση. Διακρίνονται οι τροχιές της Γης, του Άρη και του Δία.

Σχετικά sites στο διαδίκτυο, για περισσότερες πληροφορίες:

<http://cfa-www.harvard.edu/cfa/ps/mpc.html>
<http://cfa-www.harvard.edu/iau/NEO/TheNEOPage.html>
<http://www.ifa.hawaii.edu/faculty/jewitt/kb.html>
<http://neo.jpl.nasa.gov>