

Τροχιές και Βαρύτητα

Η. Γαβρίλης

Διεθνής Διαστημικός Σταθμός

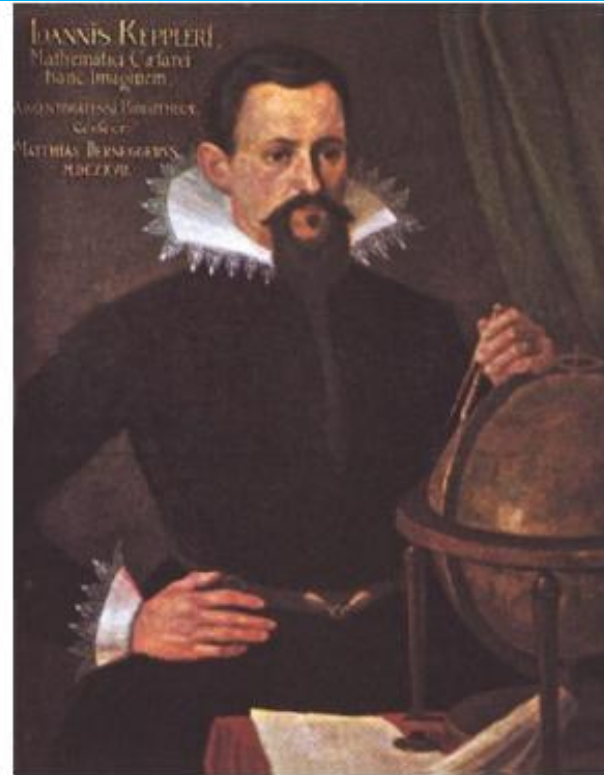


- Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός, κατοικία και εργαστήριο μαζί, εκτελεί μια πλήρη περιφορά γύρω απ' τη Γη κάθε 90 min.

Tycho Brahe – Johannes Kepler



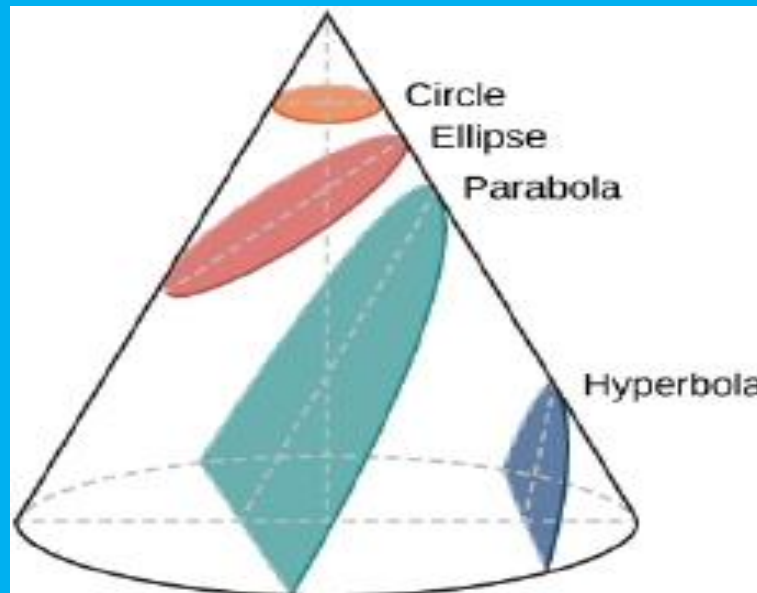
(a)



(b)

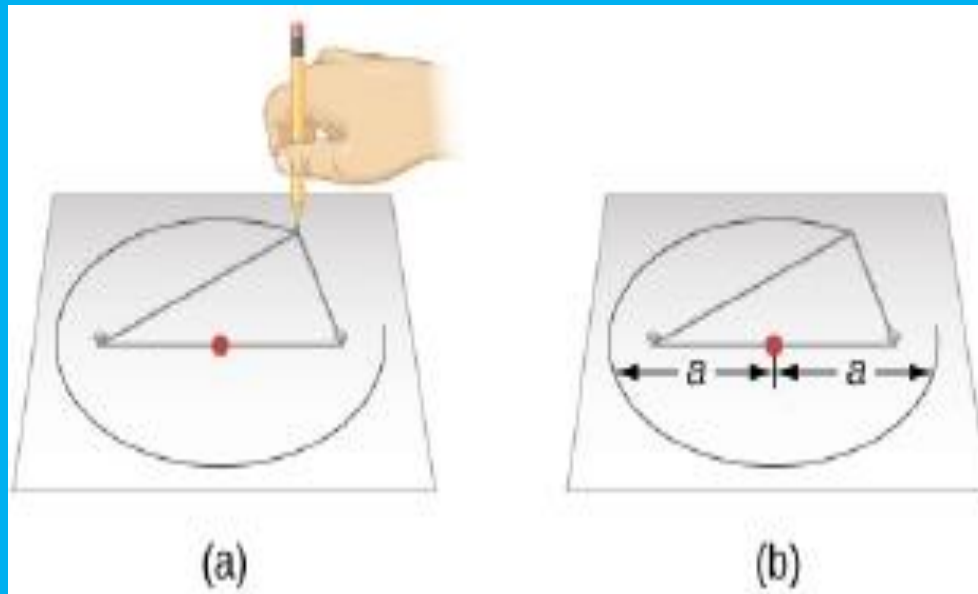
- **Tycho Brahe (1546–1601) and Johannes Kepler (1571–1630)** (a) Μια στυλιζαρισμένη χαρκτηκή δείχνει στον Tycho Brahe να χρησιμοποιεί τα όργανα του για να μετρήσει το ύψος των ουράνιων αντικειμένων πάνω από τον ορίζοντα. Το μεγάλο καμπυλωτό όργανο που διακρίνεται στην εικόνα, του επέτρεψε να μετρήσει με ακρίβεια γωνίες στον ουρανό. Σημειώστε ότι η σκηνή περιλαμβάνει επαίνους για το μεγαλείο του παρατηρητηρίου του Brahe στο Hven. (β) Ο Κέπλερ ήταν Γερμανός μαθηματικός και αστρονόμος. Η ανακάλυψη των βασικών νόμων που περιγράφουν την πλανητική κίνηση έβαλε την ηλιοκεντρική κοσμολογία του Κοπέρνικου σε μια εταιρεία μαθηματική βάση.

Κωνικές Τομές



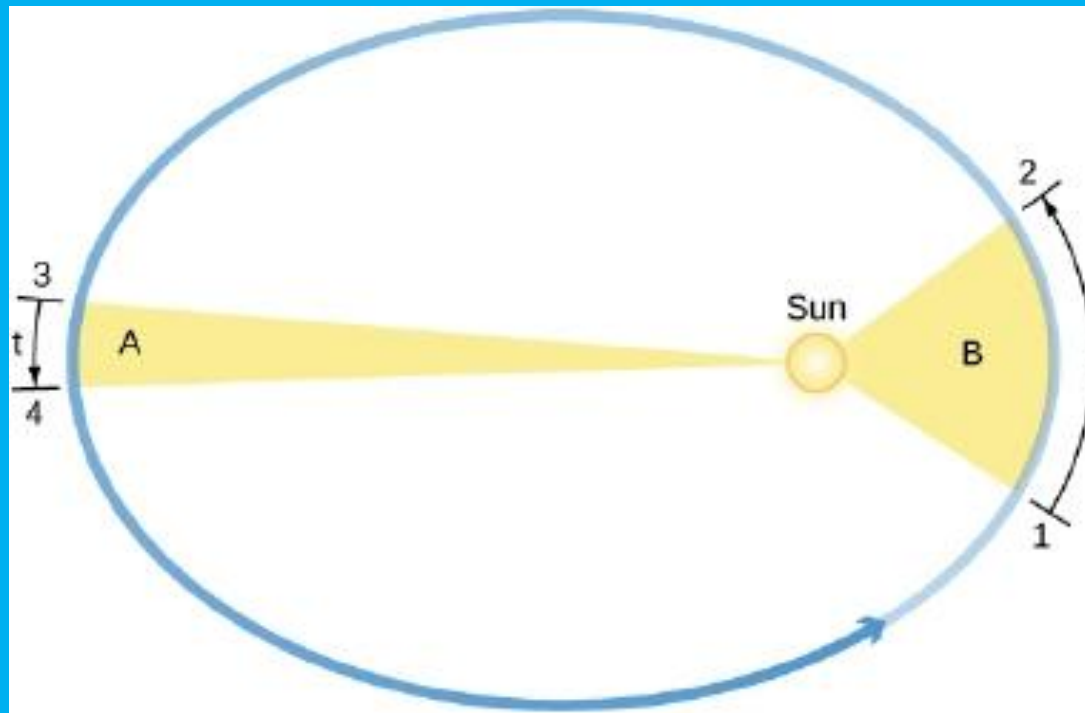
- **Κωνικές Τομές:** Ο κύκλος, η έλλειψη, η παραβολή και η υπερβολή σχηματίζονται από την τομή ενός επιπέδου με έναν κώνο. Αυτός είναι ο λόγος που τέτοιες καμπύλες ονομάζονται κωνικές τομές.

Σχεδιάζοντας μια έλλειψη



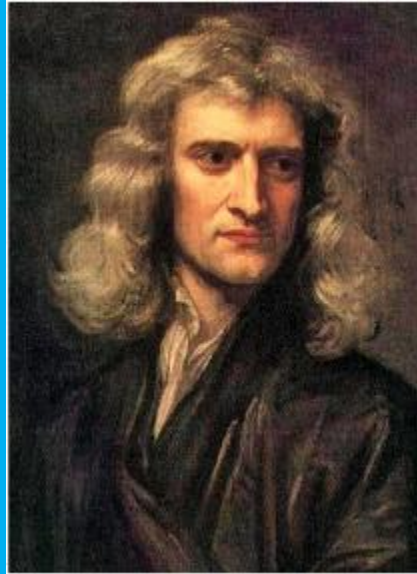
- **Σχεδιάζοντας μια έλλειψη:** (α) Μπορούμε να κατασκευάσουμε μια έλλειψη μπήγοντας δύο καρφιά-βίδες (τα λευκά αντικείμενα) σε ένα κομμάτι χαρτί που πατάει σε μια σανίδα, και στη συνέχεια δένουμε τα δύο καρφιά με τα άκρα ενός νήματος όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάθε καρφή αντιστοιχεί στις δύο εστίες της έλλειψης, με ένα από τα καρφιά να είναι ο Ήλιος. Τεντώνουμε το νήμα σφιχτά χρησιμοποιώντας ένα μολύβι και, στη συνέχεια, μετακινούμε το μολύβι γύρω από τις βίδες. Το μήκος του τεντωμένου νήματος, παραμένει το ίδιο, έτσι ώστε το άθροισμα των αποστάσεων από οποιοδήποτε σημείο της έλλειψης έως τις εστίες είναι πάντα σταθερό. (β) Σε αυτήν την απεικόνιση, ο μεγάλος άξονας διαιρείται σε δύο μέρη ίσα με a , εκατέρωθεν του κέντρου της έλλειψης. Η απόσταση $2a$ ονομάζεται και κύριος άξονας της έλλειψης.

2^{ος} Νόμος του Κέπλερ: Νόμος των ίσων εμβαδών.



- **Ο δεύτερος νόμος του Κέπλερ: Ο νόμος των ίσων εμβαδών:** Η τροχιακή ταχύτητα ενός πλανήτη που ταξιδεύει γύρω από τον Ήλιο, μεταβάλλεται με τέτοιο τρόπο ώστε σε ίσα χρονικά διαστήματα (t), η γραμμή μεταξύ του Ήλιου και πλανήτη (επιβατική ακτίνα) να σαρώνει ίσα εμβαδά (A και B). Σημειωτέον ότι οι εκκεντρότητες (αποκλίσεις από τον κύκλο) των τροχιών των πλανητών στο ηλιακό μας σύστημα είναι σημαντικά μικρότερες από αυτές που φαίνονται εδώ.

Isaac Newton



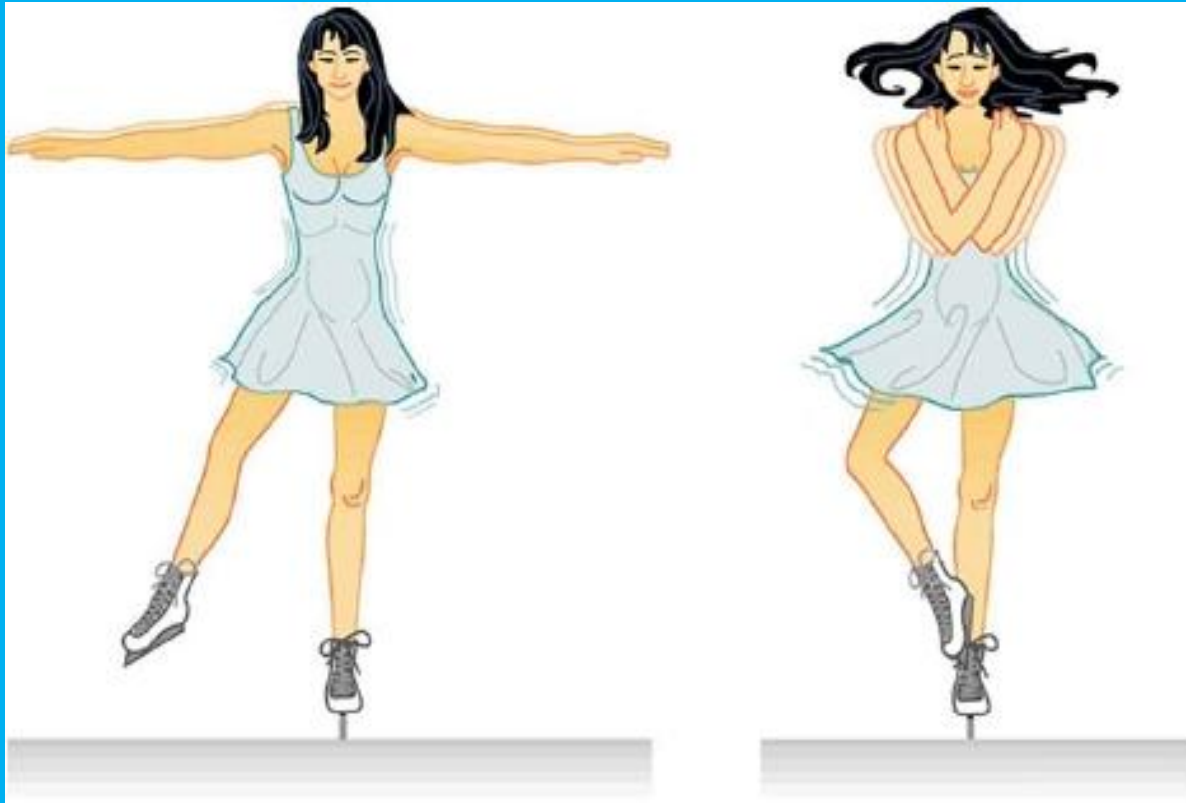
- **Isaac Newton (1643-1727):** Πορτρέτο του 1689 από τον Sir Godfrey Kneller. Το έργο του Isaac Newton σχετικά με τους νόμους της κίνησης, της βαρύτητας, της οπτικής και των μαθηματικών έθεσαν τα θεμέλια της φυσικής επιστήμης.

3^{ος} Νόμος του Newton Action-Reaction



- **Ο 3^{ος} Νόμος του Newton εν δράσει:** Το διαστημικό λεωφορείο των ΗΠΑ Discovery προωθείται από τρεις κινητήρες καυσίμου που καίνε υγρό οξυγόνο και υγρό υδρογόνο, με δύο ενισχυτές στερεών καυσίμων. (NASA)

Διατήρηση της στροφορμής

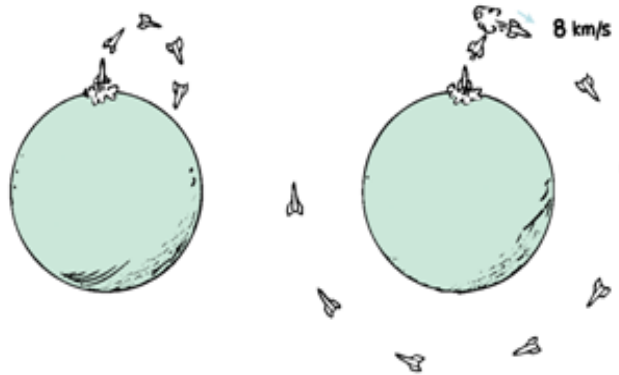


- Όταν η περιστρεφόμενη πατινέρ μαζεύει τα χέρια της (η απόστασή τους από το κέντρο περιστροφής μικραίνει), αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής της. Όταν εκτείνει τα χέρια της (η απόστασή τους από το κέντρο περιστροφής μεγαλώνει), μειώνεται η ταχύτητα περιστροφής.

Σε τροχιά..

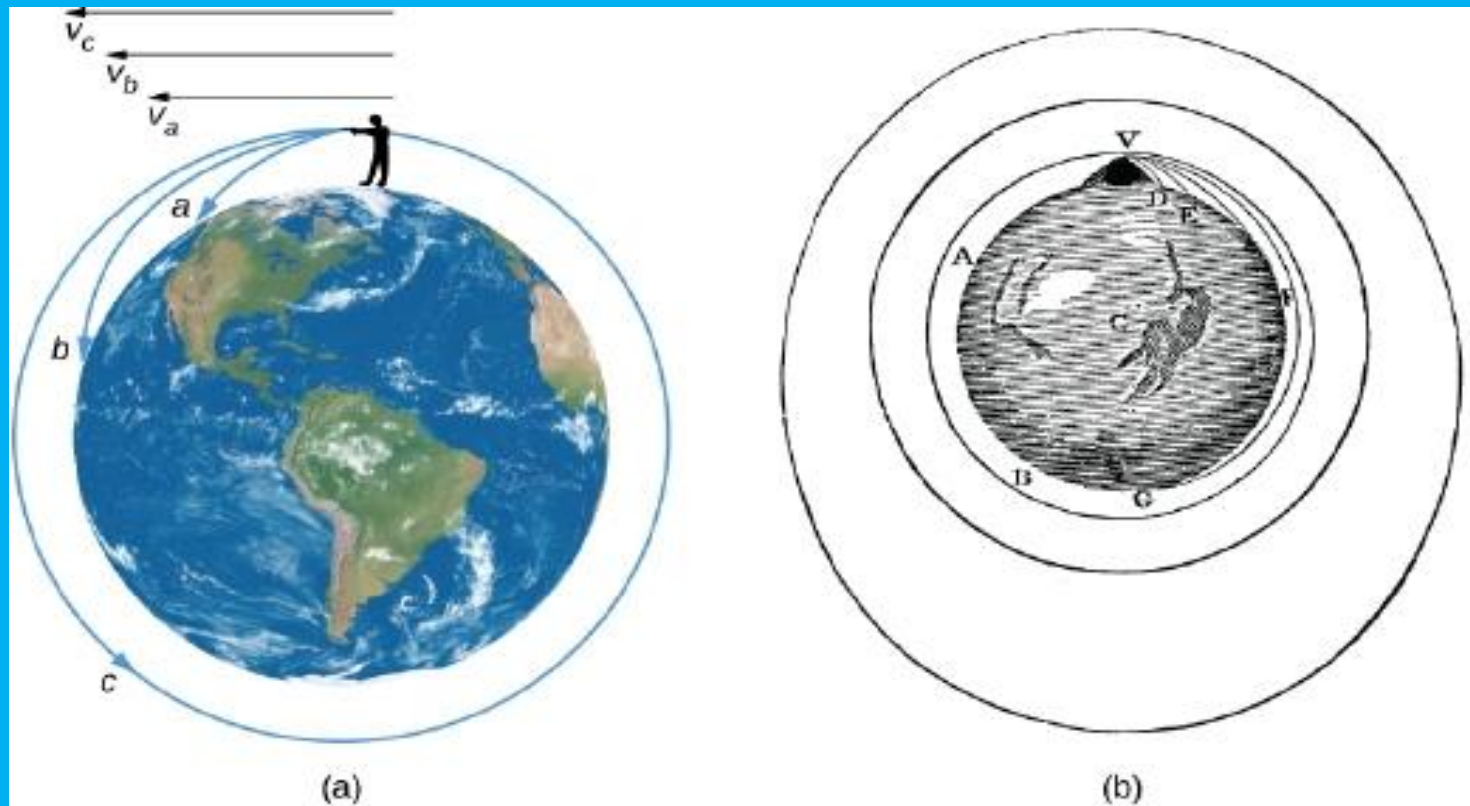
ΟΙ ΕΠΙΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΕΙΚΟΝΑ 10.22 Με την αρχική ώθηση, ο πύραυλος ανυψώνεται πάνω από την ατμόσφαιρα. Για να πέσει «γύρω» από τη Γη και όχι πάνω της, θα πρέπει να του δοθεί κάποια ακόμη ώθηση, ώστε να αποκτήσει εφαπτομενική ταχύτητα τουλάχιστον 8 km/s.



- Με την αρχική ώθηση, ο πύραυλος ανυψώνεται πάνω από την ατμόσφαιρα. Για να πέφτει διαρκώς γύρω από τη Γη και όχι πάνω της, θα πρέπει να του δοθεί κάποια ακόμη ώθηση, ώστε να αποκτήσει εφαπτομενική ταχύτητα τουλάχιστον 8 Km/s

Τοποθέτηση αντικειμένου σε τροχιά



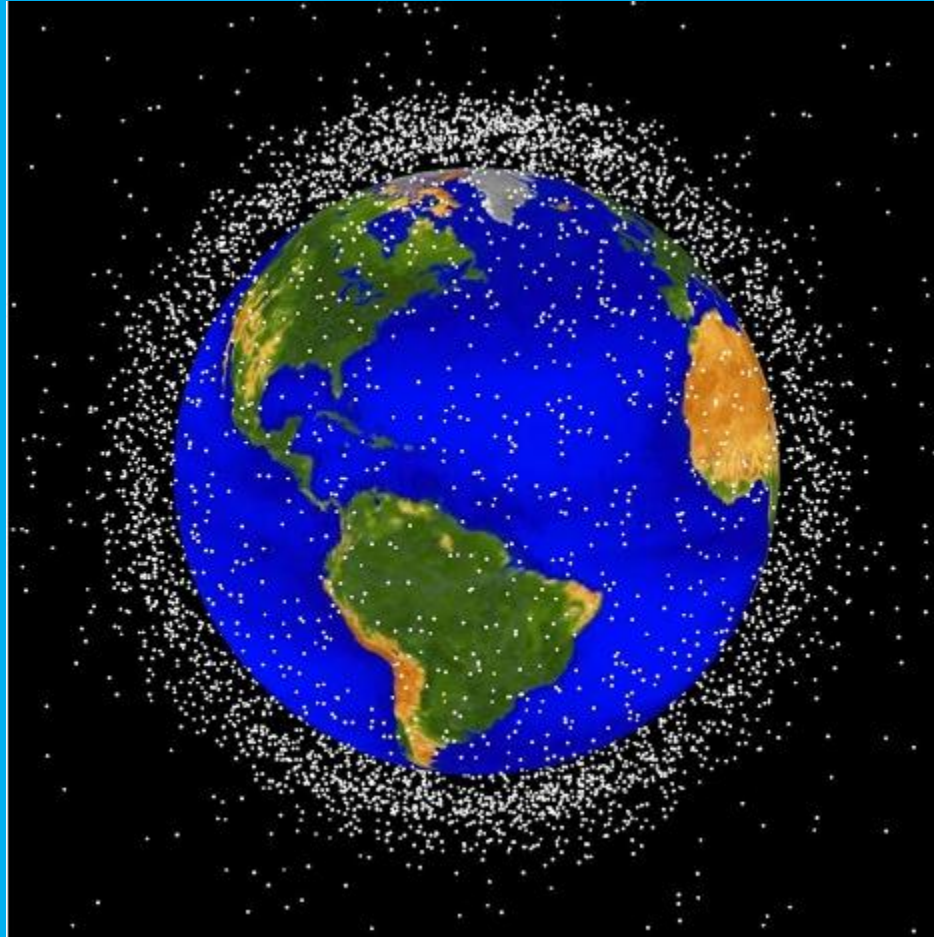
- **Εκτόξευση σφαίρας σε τροχιά:** (α) Για τις διαδρομές a και b, η ταχύτητα δεν είναι αρκετή για να αποτρέψει τη βαρύτητα να τραβήξει τη σφαίρα πίσω στη Γη. Στην περίπτωση c, η ταχύτητα επιτρέπει στην σφαίρα να πέφτει διαρκώς γύρω από τη Γη ακολουθώντας την καμπυλότητά της. (β) Αυτό το διάγραμμα του Νεύτωνα στο De Mundi Systemate του, έκδοση 1731, απεικονίζει την ίδια έννοια που περιγράφεται στο (α).

Διαστημόπλοιο σε τροχιά



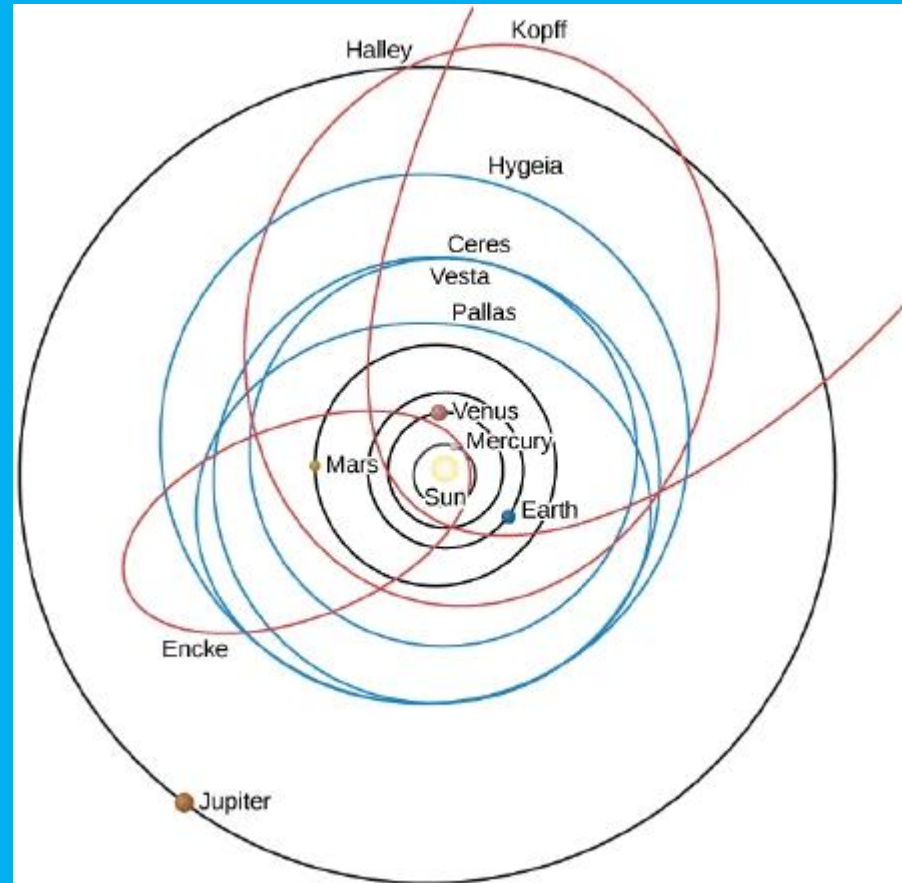
- Αστροναύτες σε ελεύθερη πτώση: Το διαστημόπλοιο σε τροχιά «πέφτει» διαρκώς γύρω απ' τη Γη, ακολουθώντας την καμπυλότητά της. Δεξιόστροφα από πάνω αριστερά: Tracy Caldwell Dyson (NASA), Naoko Yamzaki (JAXA), Dorothy Metcalf-Lindenburger (NASA) και Stephanie Wilson (NASA).

Δορυφόροι σε τροχιές γύρω απ' τη Γη



- **Δορυφόροι σε τροχιά γύρω απ τη Γη.** Αυτή η εικόνα δείχνει τα μεγαλύτερα κομμάτια των τροχιακών συντριμμιών που παρακολουθούνται από τη NASA στην τροχιά της Γης. (NASA / JSC)

Οι τροχιές στο Ηλιακό Σύστημα



- **Τροχιές Ηλιακού Συστήματος:** Βλέπουμε τις τροχιές των τυπικών κομητών και των αστεροειδών σε σύγκριση με εκείνες των πλανητών Ερμή, Αφροδίτης, Γη, Άρη και Δία (μαύροι κύκλοι). Εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα τρεις κομήτες: Halley, Kopff και Encke. Με μπλε χρώμα είναι οι τέσσερις μεγαλύτεροι αστεροειδείς: Ceres, Pallas, Vesta και Hygeia.

Η ισχύς των υπολογιστών



- **Σύγχρονη υπολογιστική δύναμη:** Αυτοί οι υπέρ-υπολογιστές στο Κέντρο Έρευνας Ames της NASA είναι σε θέση να παρακολουθούν τις κινήσεις περισσότερων από ένα εκατομμύριο αντικείμενα υπό την αμοιβαία βαρύτητά τους. (NASA Ames Research Center / Tom Trower)