

**ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Α' ΤΕΤΡΑΜΗΝΟΥ 2013-14
ΘΕΜΑ: ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ**



ΣΧΟΛΕΙΟ: 2^ο ΓΕΛ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΖΟΥΛΑΣ Δ.

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ
ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ
ΚΙΟΥΤΣΙΟΥΚΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ**

A. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΣ

Φυσικός δορυφόρος ή φεγγάρι ονομάζεται κάθε φυσικό ουράνιο σώμα που περιφέρεται γύρω από έναν πλανήτη ή πλανήτη νάνο ή άλλο μικρότερο ουράνιο σώμα και υπακούει στους ίδιους νόμους της ουράνιας μηχανικής που ρυθμίζουν την κίνηση των πλανητών. Τους νόμους αυτούς προσδιόρισε ο Γερμανός αστρονόμος Γιοχάνες Κέπλερ. Οι φυσικοί δορυφόροι ονομάζονται επίσης δευτερεύοντες πλανήτες. Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότεροι δορυφόροι του ηλιακού μας συστήματος ανά πλανήτη (στην παρένθεση αναγράφονται οι ονομασίες των δορυφόρων) είναι οι:

- Γη (Σελήνη)
- Άρης (Δείμος και Φόβος)
- Δίας 67 φυσικούς δορυφόρους (οι μεγαλύτεροι είναι: Γανυμήδης, Καλλιστώ, Ιώ και Ευρώπη, και είναι ορατοί ακόμη και με μικρό τηλεσκόπιο. Ανακαλύφθηκαν από τον Γαλιλαίο τον Ιανουάριο του 1610)
- Κρόνος 62 φυσικούς δορυφόρους (καθώς και ένα σύστημα δακτυλίων που μπορεί να θεωρηθεί ως σύνολο μυριάδων μικροσκοπικών δορυφόρων. Οι μεγαλύτεροι δορυφόροι είναι: Τιτάνας, Ρέα, Ιαπετός, Διώνη, Τηθύς, Εγκέλαδος και Μίμας. Στις 7 Αυγούστου του 2009 ανακαλύφθηκε ο 62ος δορυφόρος του Κρόνου και φέρει την προσωρινή ονομασία S/2009 S 1.)
- Ουρανός 27 φυσικούς δορυφόρους (οι μεγαλύτεροι είναι: Τιτάνια, Όμπερον, Ουμβριήλ, Άριελ και Μιράντα)
- Ποσειδώνας 13 φυσικούς δορυφόρους (οι μεγαλύτεροι είναι: Τρίτωνας, Πρωτέας και Νηρηίδα)
- ο πλανήτης νάνος Πλούτωνας (Χάρων, Ύδρα, Νύχτα, Κέρβερος και Στύγα)
- ο πλανήτης νάνος Χαουμέια (Χιιάκα και Ναμάκα)
- ο πλανήτης νάνος Έρις (Δυσνομία)



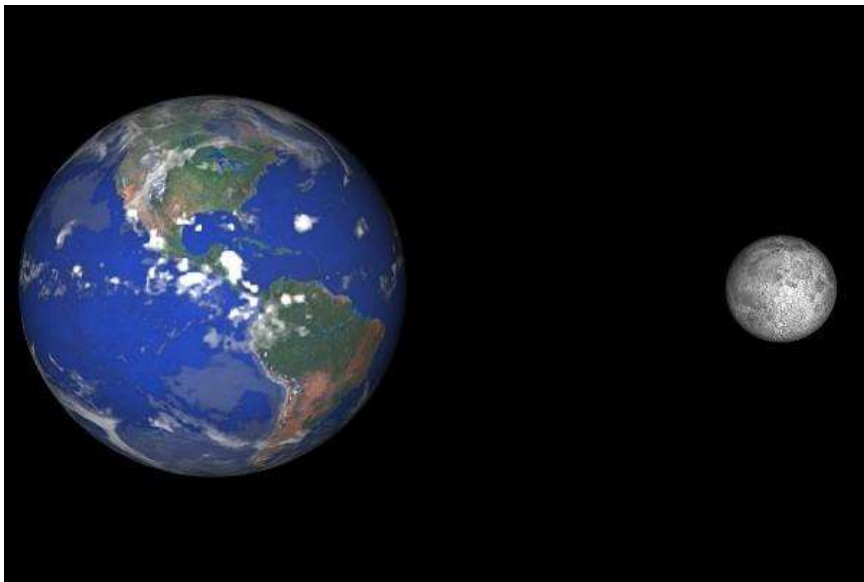
Εικόνα 1 ΙΩ: Η Ιώ ή Δίας I, είναι ο τρίτος κατά σειρά μεγέθους δορυφόρος του πλανήτη Δία, που ανακαλύφθηκε από τον Γαλιλαίο τον Ιανουάριο του 1610. Έχει θερμοκρασία -120 βαθμών Κελσίου και 400 ενεργά ηφαίστεια, που την καθιστούν το σημαντικότερο γεωλογικό φαινόμενο του Ηλιακού μας συστήματος.

Φορά και διάρκεια περιστροφής των δορυφόρων

Οι περισσότεροι δορυφόροι κινούνται γύρω από τους πλανήτες κατά την "ορθή φορά", δηλαδή κατά τη φορά που περιφέρονται και οι πλανήτες γύρω από τον Ήλιο. Στον κανόνα όμως αυτόν υπάρχουν και αρκετές εξαιρέσεις.

Από τους δορυφόρους με γνωστά στοιχεία, τέσσερις του Δία, ένας του Κρόνου, τέσσερις του Ουρανού και ένας του Ποσειδώνας, δηλαδή συνολικά οι 10 από τους 35 γνωστούς δορυφόρους, κινούνται κατά την αναδρομή φορά γύρω από τον αντίστοιχο πλανήτη.

Η διάρκεια της περιστροφής, στους λεγόμενους "κανονικούς" δορυφόρους, είναι ίση με τον χρόνο περιφοράς του δορυφόρου γύρω από τον πλανήτη. Δηλαδή, όπως ακριβώς και η Σελήνη, παρουσιάζουν προς τον πλανήτη πάντοτε την ίδια όψη. Μοναδική γνωστή εξαίρεση "κανονικού" δορυφόρου που ωστόσο η διάρκεια περιστροφής διαφέρει είναι ο Υπερίωνας του Κρόνου. Υπάρχουν λόγοι να πιστεύουμε ότι μερικοί από τους δορυφόρους των μεγάλων πλανητών (εκείνοι που βρίσκονται συνήθως μακριά από τον πλανήτη) είναι ουράνια σώματα που συνελήφθησαν από τον πλανήτη και υποχρεώθηκαν να στρέφονται γύρω του. Για ορισμένους από τους μη-κανονικούς και μακρινούς δορυφόρους έχει παρατηρηθεί ότι ο χρόνος περιστροφής και ο χρόνος περιφοράς διαφέρουν κατά πολύ.



Εικόνα 2 ΓΗ - ΣΕΛΗΝΗ

Οι μεγαλύτεροι δορυφόροι του ηλιακού μας συστήματος

ΣΕΙΡΑ	ΟΝΟΜΑ	ΠΛΑΝΗΤΗΣ	ΑΚΤΙΝΑ(ΣΕ km)
1	Γανυμήδης	Δίας	2.634
2	Τιτάνας	Κρόνος	2.576
3	Καλλιστώ	Δίας	2.410
4	Ιώ	Δίας	1.821
5	Σελήνη	Γη	1.737
6	Ευρώπη	Δίας	1.561
7	Τρίτωνας	Ποσειδώνας	1.353

8	Τιάνια	Ουρανός	788,4
9	Ρέα	Κρόνος	763,8
10	Όμπερον	Ουρανός	761,4
11	Ιαπετός	Κρόνος	734,5
12	Χάρων	Πλούτωνας	603,5
13	Ουμβριήλ	Ουρανός	584,7
14	Άριελ	Ουρανός	578,9
15	Διώνη	Κρόνος	561,4
16	Τηθύς	Κρόνος	531,1
17	Εγκέλαδος	Κρόνος	252,1
18	Μιράντα	Ουρανός	235,8
19	Πρωτέας	Ποσειδώνας	210
20	Μίμας	Κρόνος	198,3

Β.ΔΟΥΦΟΡΟΙ ΜΙΚΡΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ

Ως ένας δορυφόρος πλανητοειδή (ή μικρού πλανήτη - minor planet moon) μπορεί να οριστεί ένας πλανητοειδής που κινείται σε τροχιά γύρω από έναν άλλο, σαν να ήταν ο φυσικός του δορυφόρος. Οι ανακαλύψεις γύρω από την ύπαρξη δορυφόρων αστεροειδών (και διπλών συστημάτων γενικότερα) ήταν σημαντικές, διότι τα στοιχεία της τροχιάς τους μπορούν να υπολογιστούν από τη μάζα και τη πυκνότητα του κύριου αστεροειδούς, επιτρέποντας την καταγραφή των φυσικών τους χαρακτηριστικών που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να εξαχθούν. Μέχρι το Νοέμβριο του 2012, 217 πλανητοειδείς είχε διαπιστωθεί πως διαθέτουν δορυφόρο. Σε αντίθεση με τους όρους δορυφόρος ή φεγγάρι, για την περίπτωση των πλανητοειδών χρησιμοποιείται ο όρος διπλό σύστημα (binary) (ή τριπλό σύστημα - triple – για συστήματα με δύο δορυφόρους). Αν ένα σώμα είναι αρκετά μεγαλύτερο από το άλλο, συνηθίζεται να αναφέρεται ως πρωτεύων ενώ το δεύτερο ως δευτερεύων σώμα. Ο όρος διπλός αστεροειδής (double asteroid) συνηθίζεται να χρησιμοποιείται όταν τα δύο σώματα έχουν το ίδιο σχεδόν μέγεθος, ενώ ο όρος διπλό σύστημα χρησιμοποιείται ανεξάρτητα από το μέγεθος των δύο σωμάτων. Στη περίπτωση που το διπλό σύστημα αποτελείται από δύο περίπου, ίδιου μεγέθους, αστεροειδής, το Κέντρο Πλανητοειδών (Minor Planet Center - MPC) τους αναφέρει με τον όρο binary companions (διπλά συστήματα), και δεν αναφέρει τον μικρότερο ως δορυφόρο του άλλου. Ένα παράδειγμα τέτοιου συστήματος είναι το σύστημα 90 Αντιόπη, που ανακαλύφθηκε τον Αύγουστο του 2000. Για τους μικρούς σε μέγεθος δορυφόρους χρησιμοποιείται και ο όρος moonlet (μικρός δορυφόρος).



Εικόνα 3 Ο 243 Ίδη και ο δορυφόρος του Δάκτυλος φωτογραφημένοι το 1993.

Γ. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΔΟΡΥΦΟΡΟΙ

Ένας τεχνητός δορυφόρος είναι οποιαδήποτε κατασκευή, που δημιουργήθηκε από τον άνθρωπο, τοποθετείται σε τροχιά γύρω από ένα ουράνιο σώμα, ενώ ειδικότερα, τεχνητός δορυφόρος της Γης λέγεται κάθε αντικείμενο που τοποθετείται από τον άνθρωπο σε τροχιά γύρω από αυτήν. Η εκτόξευση και η τοποθέτηση σε κατάλληλη τροχιά γίνεται με πυραύλους, οι οποίοι συνήθως αποτελούνται από πολλά μέρη (ορόφους). Κάθε όροφος είναι ένας ξεχωριστός πύραυλος, ο οποίος αρχίζει να λειτουργεί όταν εξαντληθούν τα καύσιμα του προηγούμενου ορόφου, ο οποίος αποσπάται και απορρίπτεται. Με τον τρόπο αυτόν το μέρος που απομένει έχει μικρότερο βάρος και συνεχίζει το ταξίδι του με ολοένα μεγαλύτερη ταχύτητα, μέχρις ότου φτάσει στο προβλεπόμενο ύψος και με την απαραίτητη ταχύτητα. Η αποβολή ενός δορυφόρου αρχίζει πάντοτε με την εκτόξευση του με τον πύραυλο – φορέα. Οι πολλοί μικροί δορυφόροι και μάλιστα κατά τα πρώτα εγχειρήματα, εκτοξεύτηκαν με απλό πύραυλο, από εκείνους που ήδη χρησιμοποιούνται για στρατιωτικούς σκοπούς, όπως οι «Άτλας» και «Κένταυρος». Όταν οι απαιτήσεις έγιναν μεγαλύτερες, είτε γιατί το ύψος των τροχιών ήταν μεγαλύτερο είτε γιατί το βάρος ήταν πολύ μεγαλύτερο, τότε, άρχισαν να χρησιμοποιούνται συνδυασμένοι πύραυλοι στην αρχή και αργότερα οι πύραυλοι πολλών ορόφων, όπως αναφέρονται στην αρχή. Επειδή η Γη περιφέρεται γύρω από τον άξονα της από Δυσμάς προς Ανατολάς, η εκτόξευση γίνεται πάντοτε κατά την ίδια κατεύθυνση με σκοπό να γίνει αντικείμενο εκμετάλλευσης και η ταχύτητα περιστροφής της Γης, η οποία στον ισημερινό είναι 465 m/s, ενώ σε γεωγραφικό πλάτος 30° φτάνει τα 402 m/s και σε πλάτος 45° τα 328 m/s. Και βέβαια, το σημείο εκτόξευσης πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στον Ισημερινό, ώστε να προστεθεί και η αντίστοιχη ταχύτητα της Γης, γιατί, αν και η αρχική διεύθυνση

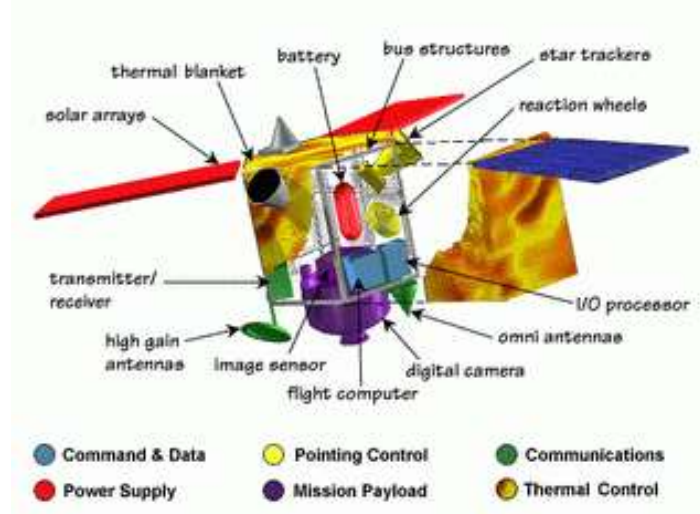
του πυραύλου είναι κατακόρυφη ως προς τον τόπο εκτόξευσης, η κίνηση του ως προς το κέντρο της Γης είναι σύνθετη, με μια συνιστώσα κατακόρυφη και μια οριζόντια, που είναι η κίνηση της Γης. Όταν ο πύραυλος φτάσει στο προϋπολογισμένο ύψος και με την προϋπολογισμένη ταχύτητα, παίρνει κλίση προς Ανατολάς και αρχίζει την κυκλική ελλειπτική τροχιά του. Τότε, με ειδικούς μικρούς πυραύλους, ο δορυφόρος αποχωρίζεται από τον τελευταίο όροφο του πυραύλου και αρχίζει την αποστολή του. Αν χρειάζεται διόρθωση ή οποιαδήποτε μεταβολή, η τροχιά του δορυφόρου, επιφέρεται με ειδικούς μικρούς πυραύλους που πυροδοτούνται με εντολές που δίνονται με ραδιοσήματα. Όλες οι φάσεις της εκτόξευσης και όλα τα σχετικά στοιχεία έχουν προϋπολογιστεί και εξαρτώνται από τα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε κάθε αποστολή, όπως ο τύπος του πυραύλου – φορέα, ο τύπος του δορυφόρου, η αντοχή των οργάνων και των συσκευών τους στις μεγάλες επιταχύνσεις κτλ. Ειδικοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εγκατεστημένοι στο κέντρο παρακολούθησης, συνδέονται με κεραίες εκπομπής και λήψης ραδιοσημάτων, ώστε να παρακολουθούν τον πύραυλο και το δορυφόρο σε κάθε στιγμή και να κάνουν αυτόματα τις απαιτούμενες διορθώσεις. Επιπλέον, ένα επιτελείο από ειδικούς επιστήμονες και τεχνικούς βρίσκεται σε επιφυλακή ώστε να αντιμετωπίσουν οποιαδήποτε απρόοπτη εξέλιξη που θα μπορούσε να παρουσιαστεί, παρά το λεπτομερέστατο προγραμματισμό των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η δυσκολότερη φάση του εγχειρήματος είναι η τελική τοποθέτηση του δορυφόρου στην τροχιά του, η οποία διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα μόνο. Κατά τη διάρκεια της, συνήθως, προκύπτουν τόσα προβλήματα, ώστε για να διατυπωθούν και να λυθούν χρειάζονται 10 μαθηματικοί, οι οποίοι θα εργάζονται επί 10 χρόνια. Και όμως, με τα αυτόματα συστήματα και τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, που χρησιμοποιούνται, όχι μόνο αναγνωρίζονται, διατυπώνονται και λύνονται τα προβλήματα αυτά, αλλά και οι λύσεις τους στέλνονται στο σκάφος και εφαρμόζονται σε λίγα μόλις δευτερόλεπτα. Είναι φανερό, ότι δε θα μπορούσε να γίνει εκτόξευση και επιτυχής τοποθέτηση σε τροχιά κανενός δορυφόρου, αν δεν είχαν αναπτυχθεί τα αυτόματα συστήματα παρακολούθησης και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές.



Εικόνα 4 Τεχνητός Δορυφόρος

-Τμήματα του δορυφόρου

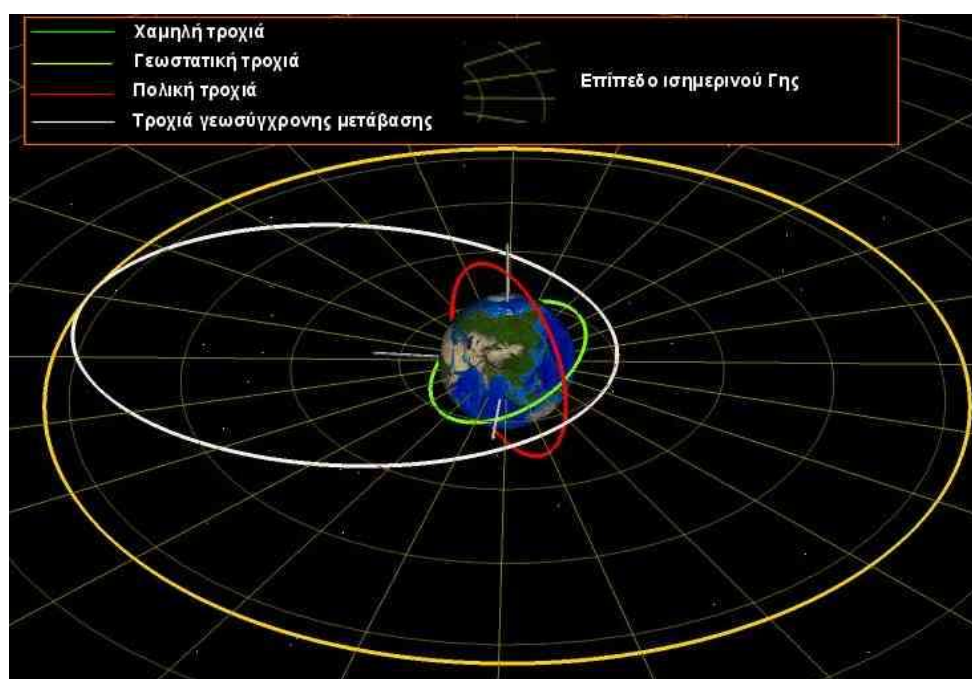
Για να σταθεροποιηθεί ένας δορυφόρος, έχει ένα σύστημα που τον κρατά ομοιόμορφα εντός της τροχιάς του, καθώς οι μετρήσεις και οι εικόνες ενός δορυφόρου θα είναι ανακριβείς και συγκεχυμένες εάν αυτός δεν είναι σταθερός. Για να διατηρούνται σταθεροί, οι δορυφόροι χρησιμοποιούν συχνά περιστροφική ή γυροσκοπική κίνηση. Το σώμα ενός δορυφόρου, επίσης γνωστό ως λεωφορείο του δορυφόρου, περιέχει όλο τον επιστημονικό εξοπλισμό και άλλα απαραίτητα συστατικά του δορυφόρου τα οποία περιλαμβάνουν: το εξωτερικό στρώμα που προστατεύει το δορυφόρο από τις συγκρούσεις με μικρομετεωρίτες ή άλλα μόρια που αιωρούνται στο διάστημα, την αντιραδιενεργή προστασία από την ακτινοβολία του ήλιου, τη θερμική κάλυψη για να διατηρείται ο δορυφόρος στην ιδανική θερμοκρασία που χρειάζονται τα όργανα για να λειτουργήσουν ομαλά και το σύστημα απομάκρυνσης της θερμότητας μακριά από τα ζωτικής σημασίας όργανα του δορυφόρου. Όλοι οι δορυφόροι πρέπει να έχουν μερικούς τρόπους επικοινωνίας με τη Γη, καθώς ο δορυφόρος πρέπει να είναι σε θέση να λαμβάνει οδηγίες και να διαβιβάζει πληροφορίες που συλλέγει, αλλά και να μπορεί να αναμεταδώσει τις πληροφορίες που στέλνονται σε αυτόν σε μια άλλη περιοχή στη γη. Αυτό γίνεται γενικά χρησιμοποιώντας κάποιο τύπο κεραίας. Οι κεραίες είναι απλό κομμάτι του εξοπλισμού, που επιτρέπει τη μετάδοση και την υποδοχή των ραδιοσημάτων. Δεδομένου ότι οι πληροφορίες μεταδίδονται χρησιμοποιώντας τα ραδιοκύματα, τα οποία κινούνται με την ταχύτητα του φωτός, αυτή η μέθοδος επιτρέπει πολύ γρήγορες επικοινωνίες, με μία πολύ μικρή χρονική καθυστέρηση. Όλοι οι δορυφόροι έχουν υπολογιστή, ο οποίος επεξεργάζεται τις πληροφορίες που συλλέγονται από το δορυφόρο, και ελέγχει τα διάφορα συστήματά του. Το δορυφορικό υποσύστημα που εκπληρώνει αυτόν τον ρόλο καλείται καταδίωξη και έλεγχος τηλεμετρίας (TT&C). TT&C είναι ο εγκέφαλος του δορυφόρου και του λειτουργικού συστήματός του. Καταγράφει κάθε δραστηριότητα του δορυφόρου, λαμβάνει τις πληροφορίες από τον επίγειο σταθμό, και φροντίζει οποιαδήποτε γενική συντήρηση που πρέπει να κάνει ο δορυφόρος.



Εικόνα 5 Τμήματα Δορυφόρου

-Τροχιά δορυφόρου

Οι τεχνητοί δορυφόροι μπορούν να κάνουν τον κύκλο της Γης ακολουθώντας πολικές, γεωστατικές ή ηλιοσύγχρονες τροχιές σε χαμηλό, μεσαίο ή υψηλό υψόμετρο. Ένας δορυφόρος που κινείται σε γεωστατική τροχιά σε υψηλό υψόμετρο, κάνει έναν κύκλο γύρω από τη Γη κάθε 24 ώρες, τον ίδιο δηλαδή χρόνο που χρειάζεται για τη Γη για να περιστραφεί γύρω από τον άξονά της. Παραμένει πάνω από το ίδιο σημείο στη Γη όλη την ώρα. Για να διατηρήσει την ίδια περίοδο περιστροφής όπως η Γη, ένας δορυφόρος σε γεωστατική τροχιά πρέπει να είναι 35870 χιλιόμετρα πάνω από τη Γη. Σε αυτήν την απόσταση, ο δορυφόρος «βλέπει» το ήμισυ της επιφάνειας της Γης. Ένα από τα πλεονεκτήματα των γεωστατικών δορυφόρων είναι ότι οι εικόνες λαμβάνονται και εμφανίζονται συνεχώς, σε σύγκριση με τους δορυφόρους σε χαμηλή τροχιά όπου εικόνες μεταδίδονται πιο σποραδικά.



Εικόνα 6 Τροχές τεχνητών δορυφόρων

Κατηγορίες δορυφόρων

Σήμερα χρησιμοποιούμε εκατοντάδες δορυφόρους στις παγκόσμιες τηλεπικοινωνίες, στην άμυνα, στην ναυσιπλοΐα, στην πρόγνωση του καιρού, στις αγροτικές χωρομετρήσεις, στις δασικές χορογραφίες κ.α.

1. Τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι. Διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των κατοίκων της Γης και μεταδίδουν το ραδιοφωνικό, τηλεοπτικό ή τηλεφωνικό σήμα σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς την βοήθεια των καλωδίων ή της επίγειας μικροκυματικής τεχνολογίας. Υπάρχει πυκνότατο δίκτυο τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων, μέσω του οποίου σήμερα είναι δυνατή η αποστολή και λήψη ψηφιακής πληροφορίας (data), από και προς οποιοδήποτε σημείο της Γης. Συνήθως οι δορυφόροι αυτοί βρίσκονται σε γεωστατικές τροχιές.



Εικόνα 7 Τηλεπικοινωνιακός Δορυφόρος

2. Δορυφόροι αεροπλοΐας-ναυσιπλοΐας και εύρεσης θέσης. Μας βοηθούν να εντοπίζουμε την γεωγραφική μας θέση ή την θέση ενός κινούμενου οχήματος με ακρίβεια και μας παρέχουν πληροφορίες για την πορείας μας την ταχύτητά μας το ύψος μας κ. α. Έχουν μεγάλη εφαρμογή στην ναυτιλία που σε συνδυασμό με υπολογιστικά συστήματα ναυσιπλοΐας κάνουν τον πλου ασφαλέστερο και φθηνότερο. Σήμερα υπάρχουν δύο μεγάλα δίκτυα τέτοιων δορυφόρων που αποτελούνται από εικοσιτέσσερις δορυφόρους το καθένα (21+3 εφεδρικοί), με τα ονόματα GPS(USA) και GLONASS (RUSSIAN). Αυτοί οι δορυφόροι περιφέρονται σε ύψος των 10.000 km περίπου. Η Ε.Σ.Α. (European Space Agency) σχεδιάζει ανάλογο δίκτυο για το 2002.



Εικόνα 8 Δορυφόροι εύρεσης θέσης

3. Μετεωρολογικοί δορυφόροι. Καταγράφουν τις κινήσεις της ατμόσφαιρας της Γης και τροφοδοτούν με στοιχεία τους επίγειους μετεωρολογικούς σταθμούς. Σήμερα έχει σχηματιστεί ένα δίκτυο μετεωρολογικών δορυφόρων που περιβάλλει τη Γη και από την επεξεργασία των στοιχείων που αποστέλλουν γίνεται δυνατή η καλύτερη πρόβλεψη του καιρού.



Εικόνα 9 Μετεωρολογικός Δορυφόρος

4. Στρατιωτικοί δορυφόροι. Εξυπηρετούν στρατιωτικούς σκοπούς. Οι λειτουργίες τους και οι τροχιές που ακολουθούν είναι διαβαθμισμένες (όπως όλες οι στρατιωτικές πληροφορίες). Πολλοί τέτοιοι δορυφόροι είναι κατασκοπευτικοί που εντοπίζουν και καταγράφουν νύχτα-μέρα τις κινήσεις στρατιωτικών μονάδων αλλά και κατευθύνουν στρατηγικά βλήματα μεγάλου βεληνεκούς.



Εικόνα 10 Στρατιωτικός Δορυφόρος

5. Δορυφόροι γεωφυσικών μελετών και ανίχνευσης πλουτοπαραγωγικών πηγών. Είναι εφοδιασμένοι με ειδικά συστήματα που τους επιτρέπουν να κάνουν γεωφυσικές παρατηρήσεις και να ανιχνεύουν την ύπαρξη πλουτοπαραγωγικών πηγών στο στερεό φλοιό της Γης. Μπορούν και εντοπίζουν κοπάδια ψαριών, μας δίνουν στοιχεία για τις κινήσεις και εν γένει την συμπεριφορά των πτηνών, εντοπίζουν πετρελαιοφόρα κοιτάσματα, κινήσεις παγόβουνων, κλπ.



Εικόνα 11 Δορυφόρος γεωφυσικών μελετών

6. Δορυφόροι στην υπηρεσία αρχαιοτήτων. Σήμερα οι δορυφόροι συγκαταλέγονται στα κυριότερα βοηθήματα και στην αρχαιολογία. Οι ειδικές κάμερες που διαθέτουν μπορούν να βλέπουν σε διάφορα μήκη κύματος και να ανιχνεύουν αρχαιολογικούς τόπους στο υπέδαφος. Διαθέτουν σαρωτές που "βλέπουν" στο υπέρυθρο φάσμα και μετρούν διακυμάνσεις θερμοκρασίας του εδάφους αποκαλύπτοντάς μας έτσι αρχαία ερείπια και αρχιτεκτονήματα.



Εικόνα 12 Δορυφόρος που χρησιμοποιείται στην αρχαιολογία

7. Δορυφόροι επιστημονικών παρατηρήσεων όπως στην αστρονομία, στην γεωδαισία, στις διαπλανητικές επιστήμες, στην μελέτη βιολογικών συστημάτων υπό συνθήκες έλλειψης βαρύτητας, στις μελέτες κοσμικής ακτινοβολίας και ηλιακής φυσικής κ.α.

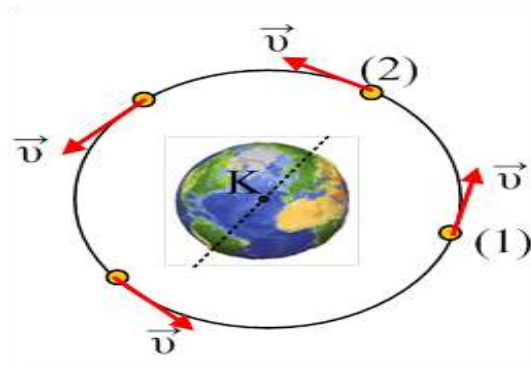


Εικόνα 13 Δορυφόρος επιστημονικών παρατηρήσεων

-ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

FG: το μέτρο της βαρυτικής δύναμη, R: η ακτίνα της Γης, r: η ολική απόσταση των 2 σωμάτων (δορυφόρου – Γης), M: η μάζα της Γης, m: η μάζα του δορυφόρου, h: το ύψος του δορυφόρου από τη Γη και

$G = (6.6742 \pm 0.001) \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$: η παγκόσμια βαρυτική σταθερά .



Η ταχύτητα του δορυφόρου ισούται με:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

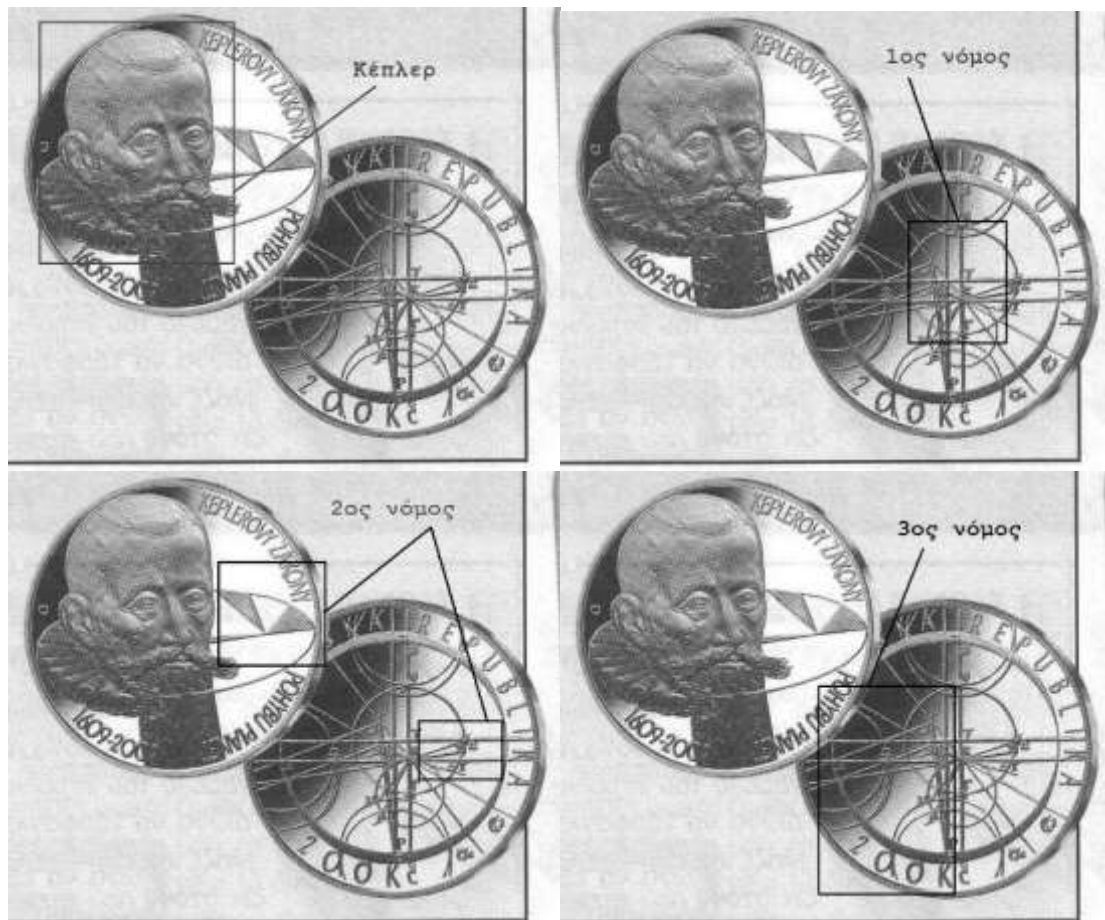
- ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΡΥΦΟΡΟΥ

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} \quad (3^{\text{ος}} \text{ Νόμος του Κέπλερ})$$

Δ. Οι νόμοι του Κέπλερ

Ο Κέπλερ ως προς την επιστημονική του φιλοσοφία ήταν ένας Πυθαγόρειος: Πίστευε ότι το θεμέλιο ολόκληρης της Φύσεως είναι μαθηματικές σχέσεις και ότι όλη η Δημιουργία αποτελεί μία ενιαία ολότητα. Αυτό ερχόταν σε αντίθεση με την πλατωνική και την αριστοτελική άποψη ότι η Γη ήταν θεμελιωδώς διαφορετική από το υπόλοιπο Σύμπαν (τον «υπερσελήνιο» κόσμο) και ότι σε αυτή ίσχυαν διαφορετικοί φυσικοί νόμοι. Στην προσπάθειά του να ανακαλύψει τους συμπαντικούς φυσικούς νόμους, ο Κέπλερ εφάρμοσε τη γήινη Φυσική σε ουράνια σώματα, από όπου και εξάχθηκαν οι τρεις νόμοι του για την κίνηση των πλανητών. Επίσης, ο Κέπλερ ήταν πεπεισμένος ότι τα ουράνια σώματα επιδρούν στα επίγεια γεγονότα. Υπέθεσε έτσι σωστά ότι η Σελήνη σχετίζεται με την αιτία που δημιουργεί τις παλίρροιες. Πραγματοποίησε πρωτοπόρες έρευνες στα πεδία της Συνδυαστικής, της γεωμετρικής βελτιστοποίησης και φυσικών φαινομένων στη φύση, όπως το σχήμα των νιφάδων του χιονιού. Υπήρξε επίσης ένας από τους ιδρυτές της σύγχρονης οπτικής, ορίζοντας π.χ. τα αντιπρίσματα και επινόώντας το κεπλεριανό τηλεσκόπιο. Επειδή ήταν ο

πρώτος που ανεγνώρισε τα μη κυρτά κανονικά γεωμετρικά στερεά (όπως τα αστεροειδή δωδεκάεδρα), αυτά ονομάζονται και «Στερεά του Κέπλερ» προς τιμή του. Επίσης, ο Κέπλερ διατηρούσε επαφή με τον Βίλχελμ Σκίκαρντ (Wilhelm Schickard), εφευρέτη του πρώτου αυτόματου υπολογιστή, του οποίου οι επιστολές προς τον Κέπλερ περιγράφουν τον τρόπο χρήσεως του μηχανισμού για τον υπολογισμό αστρονομικών πινάκων. Ο Κέπλερ κληρονόμησε από τον Τύχωνα μεγάλο όγκο ακριβέστατων παρατηρησιακών δεδομένων επί των θέσεων των πλανητών («εξομολογούμαι ότι όταν πέθανε ο Τύχων, εκμεταλλεύτηκα την απουσία των κληρονόμων και πήρα τις παρατηρήσεις υπό την προστασία μου, ή μάλλον τις άρπαξα», αναφέρει σε γράμμα του το 1605). Το δύσκολο ήταν να ερμηνευθούν με κάποια λογική θεωρία. Οι κινήσεις των άλλων πλανητών πάνω στην ουράνια σφαίρα παρατηρούνται από την οπτική γωνία της Γης, η οποία με τη σειρά της περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο. Αυτό προκαλεί μια φαινομενικώς περίεργη «τροχιά», κάποτε με τη λεγόμενη «ανάδρομη κίνηση». Ο Κέπλερ επικεντρώθηκε στην τροχιά του Άρη, αλλά πρώτα έπρεπε να γνωρίζει με ακρίβεια την τροχιά της Γης. Με μία ιδιοφυή σκέψη, χρησιμοποίησε τη γραμμή που ενώνει τον Άρη με τον Ήλιο, αφού γνώριζε τουλάχιστον ότι ο Άρης θα βρισκόταν στο ίδιο σημείο της τροχιάς του κατά χρονικές στιγμές χωριζόμενες από ακέραια πολλαπλάσια της (γνωστής επακριβώς) περιόδου περιφοράς του. Από αυτό υπολόγισε τις θέσεις της Γης στη δική της τροχιά και από αυτές την αρειανή τροχιά. Κατάφερε να εξαγάγει τους Νόμους του χωρίς να γνωρίζει τις (απόλυτες) αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο, αφού η γεωμετρική του ανάλυση χρειαζόταν μόνο τους λόγους των αποστάσεών τους από τον Ήλιο. Σε αντίθεση με τον Τύχωνα, ο Κέπλερ έμεινε πιστός στο ηλιοκεντρικό σύστημα. Ξεκινώντας από αυτό το πλαίσιο ο Κέπλερ προσπάθησε επί 20 χρόνια να συνταιριάσει τα δεδομένα σε κάποια θεωρία. Τελικώς έφθασε στους εξής τρεις «Νόμους του Κέπλερ» για την κίνηση των πλανητών, που γίνονται δεκτοί σήμερα:

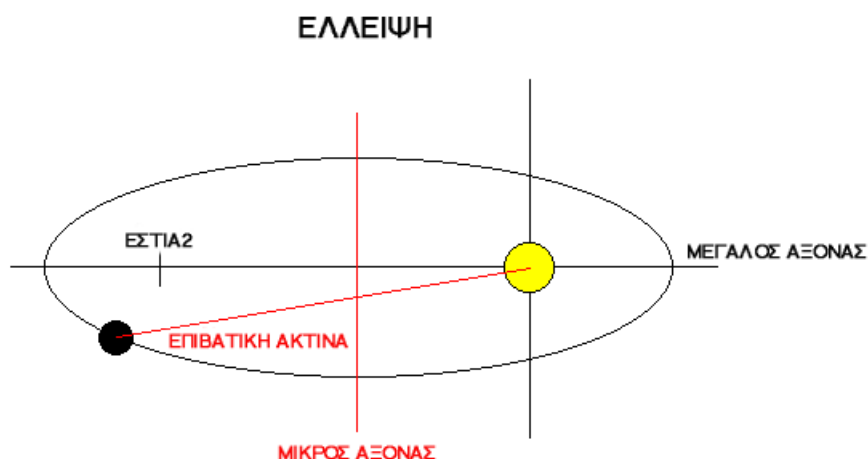


Εικόνα 14 Νόμισμα: Γιοχάνες Κέπλερ

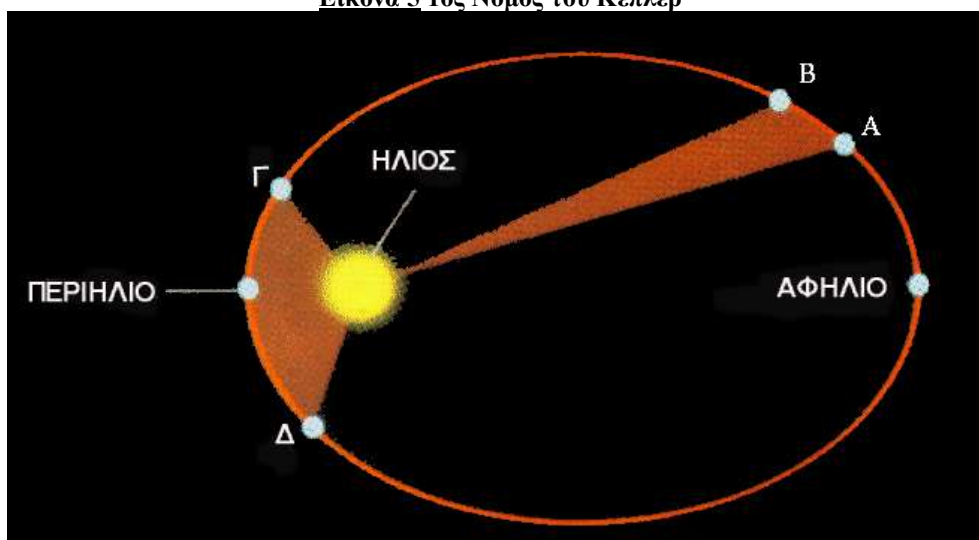
1. Νόμος των ελλειπτικών τροχιών: Οι πλανήτες περιφέρονται περί τον Ήλιο σε ελλειπτικές τροχιές, των οποίων ο Ήλιος καταλαμβάνει τη μία από τις δύο εστίες.
2. Νόμος των ίσων εμβαδών: Η επιβατική ακτίνα (η γραμμή που ενώνει ένα πλανήτη με το κέντρο του Ήλιου) σε ίσους χρόνους σαρώνει ίσα εμβαδά. Ο λόγος είναι ότι ο κάθε πλανήτης κινείται ταχύτερα όταν βρίσκεται κοντά στο περιήλιο της τροχιάς του από ό,τι κοντά στο αφήλιο.
3. Νόμος των περιόδων: Το τετράγωνο του χρόνου που απαιτείται για να συμπληρώσει ένας πλανήτης μία πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο (η περίοδος του πλανήτη) είναι ανάλογο του κύβου του μεγάλου ημιάξονα της ελλειπτικής του τροχιάς, και η σταθερά της αναλογίας είναι η ίδια για όλους τους πλανήτες.

Εφαρμόζοντας αυτούς τους νόμους, ο Κέπλερ υπήρξε ο πρώτος αστρονόμος που προέβλεψε με επιτυχία μία διάβαση της Αφροδίτης του 1631. Με τη σειρά τους, οι Νόμοι του Κέπλερ υπήρξαν συνήγοροι του ηλιοκεντρικού συστήματος, αφού ήταν τόσο απλοί μόνο με την παραδοχή ότι όλοι οι πλανήτες περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο. Πολλές δεκαετίες μετά, οι Νόμοι του Κέπλερ εξάχθηκαν και εξηγήθηκαν με τη σειρά τους ως συνέπειες των νόμων της κινήσεως και του Νόμου της Παγκόσμιας Έλξεως (βαρύτητας) του Ισαάκ Νεύτωνα. Ο Κέπλερ στην πραγματικότητα ανακάλυψε τον «τρίτο» Νόμο του πριν από τους άλλους δύο, στις 8 Μαρτίου 1618, αλλά απέρριψε

την ιδέα μέχρι τις 15 Μαΐου 1618, οπότε και επαλήθευσε το αποτέλεσμα του, που δημοσιεύθηκε στο Harmonice Mundi (1619).



Εικόνα 5 1ος Νόμος του Κέπλερ



Εικόνα 6 2ος Νόμος του Κέπλερ

Νόμος Μπόντε

Ο λεγόμενος Κανόνας του Μπόντε ή Νόμος Μπόντε είναι μία από τις σπουδαιότερες θεωρητικές ανακαλύψεις του Γιόχαν Μπόντε, προς τιμή του οποίου και φέρει το όνομα και δια του οποίου έγιναν σημαντικές ανακαλύψεις του ηλιακού μας συστήματος. Διατυπώθηκε το 1772.

Σύμφωνα με τον νόμο αυτόν αν θεωρήσουμε τους ακόλουθους αριθμούς σε σειρά 0, 3, 6, 12, 24, 48 ..., που έκαστος εξ αυτών εκτός του πρώτου είναι διπλάσιος του προηγούμενου και προσθέσουμε σ' αυτούς τον αριθμό 4 τότε θα έχουμε τους αριθμούς 4, 7, 10, 16, 28, 52.... Τώρα αν αυτούς τους τελευταίους αριθμούς διαιρέσουμε καθένα δια του 10 προκύπτουν οι αντίστοιχοι αριθμοί: 0,4, 0,7, 1,0, 1,6, 2,8, 5,2, ..

Αυτή η σειρά αριθμών συνιστά τον περίφημο νόμο του Μπόντε, όπου έκαστος παρέχει κατά προσέγγιση την απόσταση των πλανητών από τον Ήλιο που βρίσκεται στη θέση 0 και το σημείο 1 την απόσταση της Γης από τον Ήλιο, θεωρούμενο "μονάδα του νόμου Μπόντε".

Έτσι αναλογικά στη θέση 0,4 είναι η θέση απόσταση του Ερμή από τον Ήλιο, στη θέση 0,7 η Αφροδίτη, στη θέση 1,0 (μονάδα του νόμου) η Γη, που αντιστοιχεί σε 150 εκατομμύρια χλμ., ενώ στις θέσεις 1,6, 5,2 και 10,0 αντιστοιχούν κατά σειρά οι αποστάσεις του Άρη, του Δία και του Κρόνου.

Οι αποστάσεις των πλανητών με τον Κανόνα αυτόν συμφωνούν με τις πραγματικές εκτός εκείνων του Ποσειδώνα και του Πλούτωνα.

Επίσης στην απόσταση των 2,8 α.μ. δεν ήταν γνωστός κανένας πλανήτης, ούτε ήταν γνωστοί οι αστεροειδείς, αλλά και ούτε πέρα από τον Κρόνο άλλοι πλανήτες. Όμως στις 1 Ιανουαρίου του 1801 ανακαλύφθηκε εκεί τελείως τυχαία ο πρώτος "μικρός πλανήτης" η 1 Δήμητρα, την ανακάλυψη της οποίας ακολούθησε η ανακάλυψη 1600 περίπου ακόμη που δεν ήταν άλλοι από τους αστεροειδείς, που πιστεύεται πλέον ότι προήλθαν από θρυμματισμό κάποιου άλλου άγνωστου πλανήτη.

Ο Νόμος αυτός είναι γνωστός ακόμη και με την επωνυμία "Σειρά του Μπόντε".

Επίσης, επειδή διατυπώθηκε ταυτόχρονα και από τον αστρονόμο Τίτιους, φέρεται και με το όνομα "Νόμος Μπόντε-Τίτιους".

Ποια είναι η φυσική αιτία που ερμηνεύει τις σχέσεις των αριθμών της σειράς Μπόντε, που αναμφισβήτητα είναι εμπειρική, με τις πραγματικές αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο, μέχρι σήμερα δεν έχει εξακριβωθεί. Το 1949 ο αστρονόμος Βαϊτσέκερ διατύπωσε μία άποψη που όμως είναι πολύ θεωρητική έχοντας σχέση με την κοσμογονία χωρίς ιδιαίτερη σαφήνεια.

