

Χαρτογράφηση τροχιάς της Σελήνης γύρω από τη Γη



Τσακίρης Δημήτριος
3^ο Γυμνάσιο Αλεξανδρούπολης «Δόμνα Βισβιζή»

Τίτλος: Χαρτογράφηση τροχιάς της Σελήνης γύρω από τη Γη

Σύντομη περιγραφή

Η πλειοψηφία των μαθητών θεωρούν ότι η Σελήνη κινείται σε κυκλική τροχιά, έχοντας την πεποίθηση ότι απέχει σταθερή απόσταση από τη Γη.

Μελετώντας τις χρονικές διάρκειες των παλμών laser που εκπέμπονται από τη Γη και ανακλώνται στη Σελήνη από κάτοπτρα που τοποθετήθηκαν από διαστημικές αποστολές, θα υπολογίσουν την απόσταση Γης - Σελήνης.

Από τον πίνακα που θα εξαχθεί:

- θα χαρτογραφηθεί η τροχιά της γύρω από τη Γη
- θα απεικονιστεί σε διάγραμμα η απόστασή της από τη Γη

ώστε να αποκαλυφθεί η πολυπλοκότητα της τροχιάς της.

Λέξεις κλειδιά: Σελήνη, laser, παρατήρηση

Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο

Σύνδεση με Αναλυτικό Πρόγραμμα

Το εκπαιδευτικό σενάριο απευθύνεται σε μαθητές και μαθήτριες της Γ΄ τάξης του Γυμνασίου, αλλά μπορεί να αξιοποιηθεί και σε μαθητές και μαθήτριες της Α΄ Λυκείου.

Ηλικία: 15 – 16 ετών

Προαπαιτούμενα

Γνώσεις κινηματικής (Φυσική Β΄ Γυμνασίου – Υπολογισμός απόστασης), τριγωνομετρίας (Μαθηματικά Γ΄ Γυμνασίου – Τριγωνομετρία), βασικές δεξιότητες χρήσης Η/Υ, υπολογιστικών φύλλων (Πληροφορική).

Διάρκεια

Τρεις διδακτικές ώρες

Εκπαιδευτικοί στόχοι

Γνωστικοί

- Να ανακαλύψουν πως η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι ελλειπτική.
- Να ανακαλύψουν πως η απόστασή της από τη Γη αυξομειώνεται, με συνέπεια και η φαινόμενη διάμετρός της να αυξομειώνεται κατά τη διάρκεια του έτους.
- Να συνειδητοποιήσουν την πολυπλοκότητα της πραγματοποίησης μίας πρόβλεψης.
- Να συνειδητοποιήσουν ότι υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες στο προγραμματισμό και στην υλοποίηση μίας παρατήρησης.

Συναισθηματικοί

- Να διερωτώνται για την αξιοπιστία μίας πρόβλεψης.
- Να βελτιωθεί η στάση τους απέναντι στην επιστήμη.

Ψυχοκινητικοί

- Να μπορούν να κατασκευάσουν και να διαβάσουν έναν πίνακα.
- Να μπορούν να κατασκευάσουν και να διαβάσουν ένα διάγραμμα.
- Να βελτιώσουν τις δεξιότητες συνεργασίας τους στο πλαίσιο μίας ομάδας.

Προσανατολισμός και διατύπωση ερωτημάτων

- Τι νομίζετε για την τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη. Είναι κυκλική; Συζητήστε το θέμα στη τάξη.
- Γιατί πολλές φορές ακούμε για Υπερπανσέληνο; Πού οφείλεται; Συζητήστε το θέμα στη τάξη.
- Γιατί η Σελήνη δεν ανατέλλει την ίδια ώρα;
- Πόσο καθυστερεί η ανατολή της μεταξύ δύο διαδοχικών ημερών;

Σχεδιασμός και Πειραματισμός

Διδακτική διαδικασία

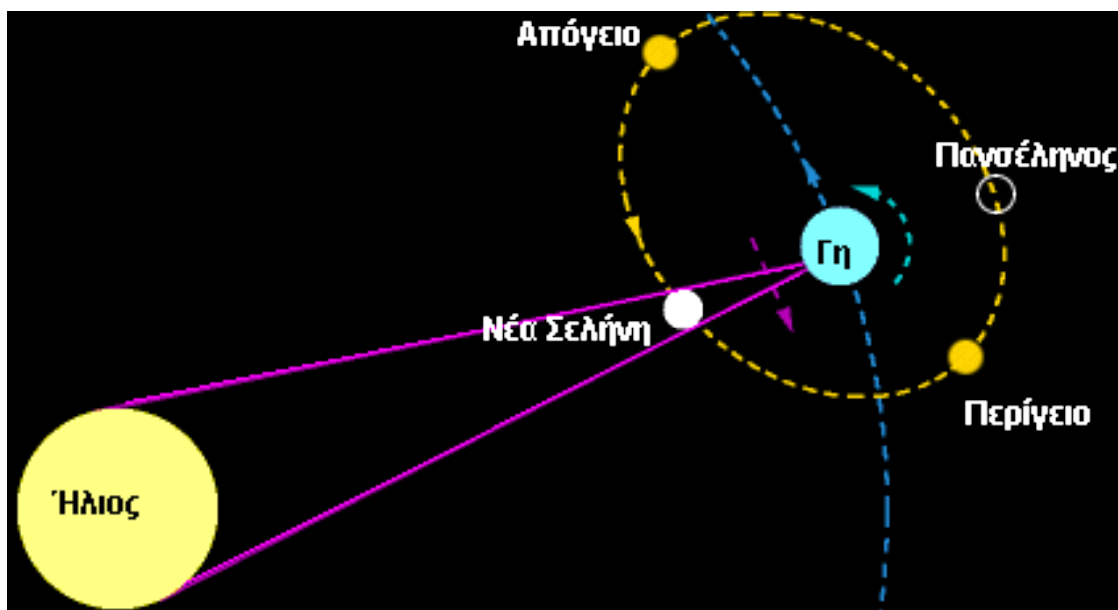
Θεωρητικό πλαίσιο

Ένα από τα πρώτα ερωτήματα για τη Σελήνη, είναι το είδος της τροχιάς της.

Παρατηρώντας την κίνησή της από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι πίστευαν ότι κινείται κυκλικά γύρω από τη Γη. Παράλληλα όμως παρατήρησαν ότι η φαινόμενη διάμετρός της μεταβάλλεται περιοδικά με το χρόνο. Άλλοτε είναι μεγαλύτερη και άλλοτε μικρότερη.

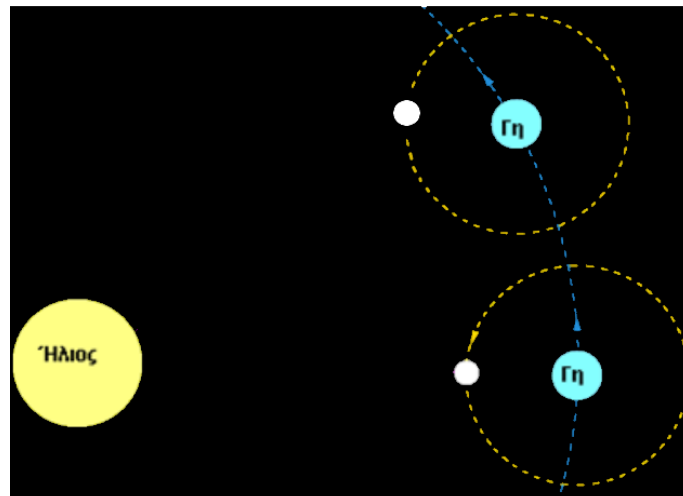
Δεδομένου ότι τα κοντινότερα αντικείμενα εμφανίζονται μεγαλύτερα και τα μακρινότερα μικρότερα, το λογικό συμπέρασμα είναι ότι η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη δεν είναι κυκλική αλλά ελλειπτική. Αυτό σημαίνει πως η απόσταση της Σελήνης δεν παραμένει σταθερή από τη Γη.

Το σημείο της τροχιάς της το πλησιέστερο στη Γη ονομάζεται **Περίγειο**, ενώ το πιο απομακρυσμένο **Απόγειο**. Τα σημεία αυτά δεν είναι σταθερά αναφορικά με τη Γη. Υπερπανσέληνος ονομάζεται η πανσέληνος όταν βρίσκεται κοντά στο περίγειο.

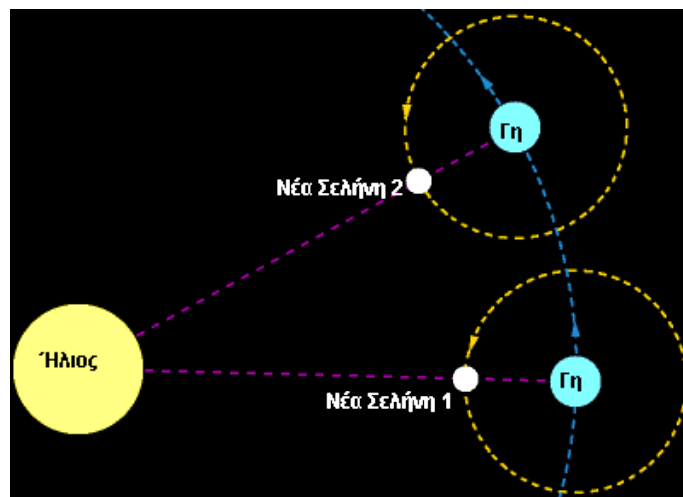


- Ταυτόχρονα λόγω και της κίνησης της Γης γύρω από τον Ήλιο διακρίνουμε δύο περιόδους περιφοράς της Σελήνης.

- Τον αστρικό μήνα, δηλαδή τον χρόνο που χρειάζεται για να κάνει μια πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη σε σχέση με τα σταθερούς αστέρες.



- Τον συνοδικό μήνα, δηλαδή το χρόνος που χρειάζεται η Σελήνη για να φτάσει στην ίδια οπτική φάση (από Νέα Σελήνη 1 σε Νέα Σελήνη 2).



Ο αστρικός μήνας είναι περίπου 27,32 ημέρες, ενώ ο συνοδικός μήνας κατά μέσο όρο είναι περίπου 29 ημέρες 12 ώρες 44 λεπτά ή 29,53 ημέρες.

Η περίοδος του συνοδικού μήνα είναι μεγαλύτερη από την περίοδο του αστρικού, επειδή το σύστημα Γης - Σελήνης κινείται ταυτόχρονα και στην τροχιά γύρω από τον Ήλιο, οπότε απαιτείται μεγαλύτερη χρονική διάρκεια για να επιτευχθεί νέα ευθυγράμμιση Γης - Ήλιου - Σελήνης (από Νέα Σελήνη 1 σε Νέα Σελήνη 2).

Λόγω της περιόδου του συνοδικού μήνα η φαινόμενη κίνηση της Σελήνης από τη Γη είναι περίπου 12,2 μοίρες την ημέρα από δυτικά προς ανατολικά.

➤ Το δεύτερο ερώτημα αναφορικά με Σελήνη είναι η απόστασή της από τη Γη.

- Προσπάθειες μέτρησης της απόστασης αυτής έγιναν και στα αρχαία χρόνια.

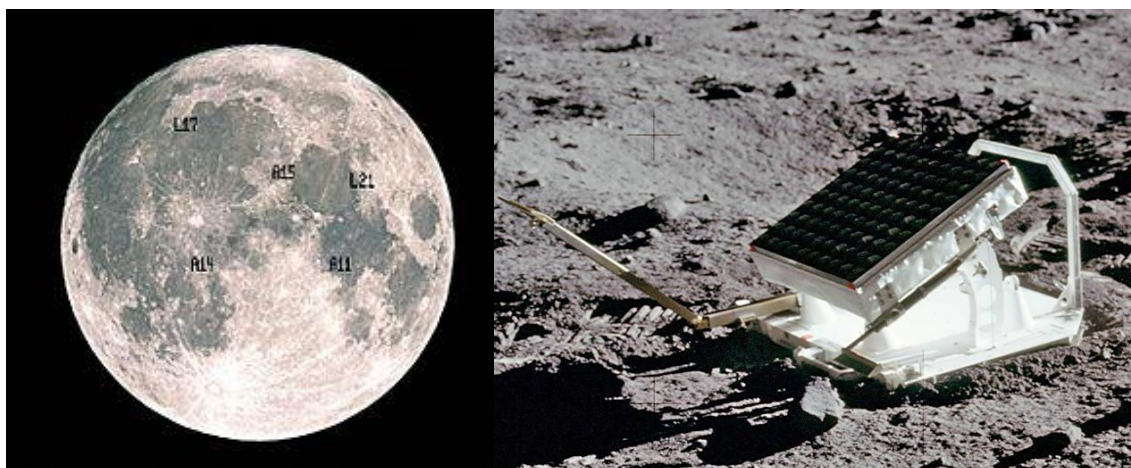
Ο **Αρίσταρχος ο Σάμιος** (310 π.Χ. – 230 π.Χ.), βασίστηκε στη μέτρηση της σκιάς της Γης κατά τη σεληνιακή έκλειψη και από υπολογισμούς εκτίμησε την απόσταση Σελήνης – Γης .

Ο **Ίππαρχος ο Νικαεύς**, ή κατά μερικούς **Ίππαρχος ο Ρόδιος** (190 π.Χ. – 120 π.Χ.) τελειοποίησε τις παρατηρήσεις και τους υπολογισμούς του Αρίσταρχου.

Από μία ηλιακή έκλειψη προσδιόρισε τη διάμετρο της Σελήνης ίση με το $\frac{1}{3}$ της γήινης. Υπολόγισε επίσης ότι η απόσταση της Σελήνης κυμαίνεται από 59 έως 67,3 γήινες ακτίνες, γι' αυτό άλλωστε η Σελήνη στο περίγειο της φαίνεται μεγαλύτερη απ' ό,τι στο απόγειό της. Αν λάβουμε υπόψη τη μέτρηση της ακτίνας από τον Ερατοσθένη (276 π.Χ. – 194 π.Χ.), η απόσταση κυμαίνεται από 372000 έως 424000 χιλιόμετρα.

- Στη εποχή μας η μέτρηση της απόστασης από τη Γη στη Σελήνη γίνεται σε καθημερινή βάση με το πρόγραμμα **Lunar Laser Ranging** (LLR).

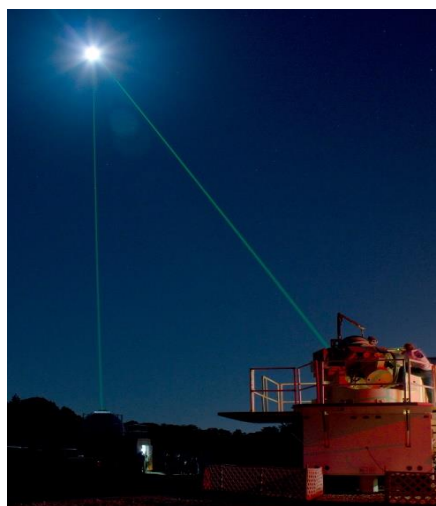
Διαστημικές αποστολές τόσο των Αμερικάνων (Apollo 11, 14 και 15) όσο και των Ρώσων (Lunokhod 1 και 2) έχουν τοποθετήσει κάτοπτρα στην επιφάνεια της Σελήνης.



Θέση των ανακλαστήρων στη ορατή πλευρά της Σελήνης, από τις αποστολές Apollo και Lunokhod.

Παλμοί Laser από διάφορα παρατηρητήρια ανά τον κόσμο, στοχεύουν σε έναν από τους ανακλαστήρες στη Σελήνη, με τη δέσμη να ανακλάται και να επιστρέφει στο Παρατηρητήριο.

Αυτό που μετρείται είναι η χρονική διάρκεια του παλμού Γη – Σελήνη – Γη και γνωρίζοντας την ταχύτητα διάδοσης του φωτός υπολογίζεται η απόσταση Γης – Σελήνης με ακρίβεια χιλιοστού.

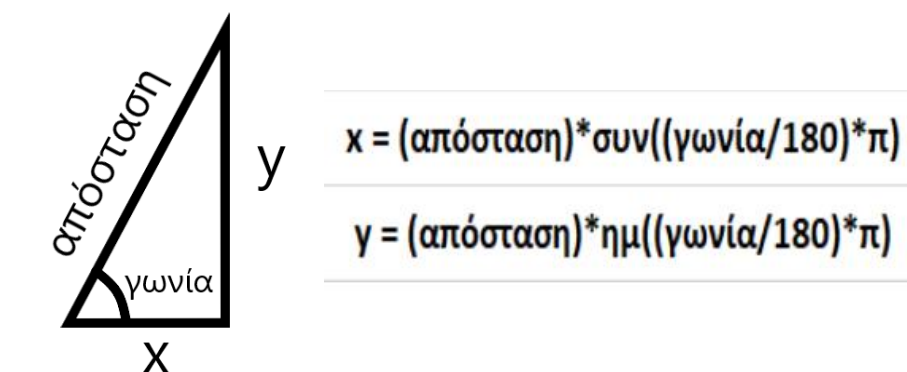


Σχεδιασμός διερεύνησης

Για τη βελτίωση της πρόβλεψής σας μπορείτε να μελετήσετε τις καταγραφές της χρονικής διάρκειας του παλμού από τη Γη στη Σελήνη, σε διάστημα έξι μηνών (Ιανουάριος 2022 – Ιούνιος 2022).

Εκτέλεση πειράματος

- Χωρίζουμε την τάξη σε 6 ομάδες των 4 ή 5 μελών και η καθεμία αναλαμβάνει να μελετήσει τα δεδομένα για ένα μήνα παρατηρήσεων, συνεργαζόμενοι με την ομάδα μελέτης του προηγούμενου μήνα. Οι μαθητές αναλαμβάνουν συγκεκριμένους ρόλους μέσα στην ομάδα.
- Με βάση τον Συνοδικό μήνα υπολογίζουν τη γωνία που φαινομενικά κινείται η Σελήνη ως προς τη Γη και συμπληρώνουν τον Πίνακα στη στήλη «Γωνία (°)». Θεωρούμαι ως μηδενική τη γωνία στις 01 Ιανουαρίου 2022.
- Έχοντας γνώση
 - i. τη χρονική διάρκεια του παλμού Laser από Γη – Σελήνη και
 - ii. την ταχύτητα του φωτός στο κενό (km/s) ίση με 299792,458υπολογίζουν την απόσταση Γης – Σελήνης και συμπληρώνουν τη στήλη του Πίνακα «Απόσταση (km)», στον μήνα που τους έχει ανατεθεί.
- Από την «Απόσταση (km)» και τη «Γωνία (°)» υπολογίζουν τις συντεταγμένες της Σελήνης για κάθε ημέρα του μήνα τους και συμπληρώνουν τις στήλες του Πίνακα «x» και «y», με τη βοήθεια τριγωνομετρικών πινάκων ή τη χρήση αριθμομηχανής.



- Με συμπληρωμένο τον Πίνακα από όλες τις ομάδες ζητείται να σχεδιαστεί διάγραμμα, απεικονίζοντας...
 - i. την απόσταση της Σελήνης από τη Γη για το διάστημα των έξι μηνών.
 - ii. την τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη.

Προκειμένου να σχεδιαστούν τα διαγράμματα θα πρέπει να αναρωτηθούν από ποιες στήλες θα αντλήσουν τα δεδομένα.

Το διάγραμμα της απόστασης για το διάστημα των έξι μηνών ζητείται να γίνει και σε χιλιοστομετρικό χαρτί ώστε οι μαθητές να εξασκηθούν και στη δημιουργία διαγραμμάτων.

Ανάλυση και ερμηνεία

Συλλογή αποτελεσμάτων

Τι παρατηρείτε; Πώς μεταβάλλεται η απόσταση Γης – Σελήνης καθώς περνάει ο χρόνος; Υπάρχει κάποιο μοτίβο που επαναλαμβάνεται; Συζητήστε το στην τάξη.

Συμπεράσματα και αξιολόγηση

Συμπέρασμα και διάχυση εξήγησης

Τελικά η τροχιά της Σελήνης γύρω από τη Γη είναι κυκλική; Επιχειρηματολογήστε με βάση τη μορφή των διαγραμμάτων.

Αξιολόγηση/Αναστοχασμός

Συγκρίνεται τα αποτελέσματά σας μ' αυτά του **Ίππαρχου του Ρόδιου** και βρείτε το επί τοις εκατό σφάλμα στις μετρήσεις του.

Παραμένει η απόσταση Γης – Σελήνης χρόνο με το χρόνο μέσα στα όρια που βρήκατε; Πώς θα μπορούσαμε να το εξακριβώσουμε;