

Κυνηγώντας το Φεγγάρι



Επιμέλεια

Γεώργιος Κλήμης

Παγκρήτιο Εκπαιδευτήριο

Γενικές πληροφορίες

Σύντομη περιγραφή: Σε αυτή τη δραστηριότητα θα παρατηρήσουμε τη Σελήνη, προσδιορίζοντας κάποια χαρακτηριστικά της κίνησης και της τροχιάς της, όπως η διαφορά μεταξύ της συνοδικής και της αστρικής περιόδου και η κλίση της τροχιάς της. Με αυτή την απλή δραστηριότητα, θα μάθουμε πώς να χρησιμοποιούμε ένα σταυρωτό διοπτήρα, ένα απλό εργαλείο παρατήρησης που μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε μόνοι σας (δείτε την δραστηριότητα « Ο Ουρανός στα χέρια σας »).

Εκπαιδευτικό Περιεχόμενο

Ηλικία: 16-18

Προαπαιτούμενα: Μέτρηση γωνιών, ομοιότητα τριγώνων, σύστημα συντεταγμένων, κυκλική κίνηση, τριγωνομετρία.

Επίπεδο Δυσκολίας: Μέτριο

Διάρκεια: Μερικές εβδομάδες

Εκπαιδευτικοί στόχοι

Μαθησιακοί :

- Προσανατολισμός στον ουρανό
- Μέτρηση γωνιών μεταξύ ουρανίων σωμάτων
- Χρήση αστρικών χαρτών και μετρήσεις σε αυτούς
- Κατανόηση της κίνησης της Σελήνης στον ουρανό και στο Ηλιακό μας Σύστημα.

Συναισθηματικοί-Ψυχοκινητικοί: Η ικανοποίηση της επίτευξης μετρήσεων και η κατανόηση των κινήσεων Γης και Σελήνης.

Πρόκληση ενδιαφέροντος και διατύπωση ερωτημάτων

- Γιατί η Σελήνη παρουσιάζει φάσεις;
- Έχετε παρατηρήσει πώς αλλάζει η θέση της σε σχέση με τα αστέρια;
- Γιατί δεν έχουμε εκλείψεις κάθε μήνα;

Απαιτούμενες γενικές πληροφορίες

Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον Ήλιο και η κίνησή της βρίσκεται σε ένα επίπεδο που ονομάζεται "εκλειπτική".

Ταυτόχρονα, η Σελήνη περιστρέφεται γύρω από τη Γη σε μια πολύπλοκη διαδρομή που δεν βρίσκεται στο επίπεδο της εκλειπτικής. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι μέτρησης της χρονικής περιόδου που χρειάζεται η Σελήνη για να περιφερθεί γύρω από τη Γη, που χρησιμοποιούν δύο διαφορετικά συστήματα αναφοράς:

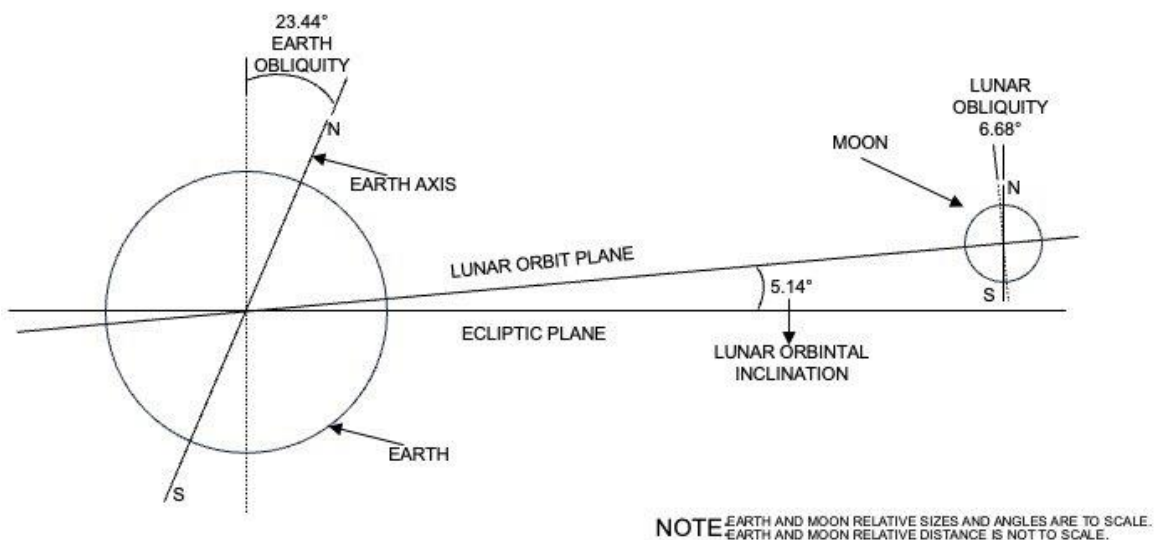
- I. Τη θέση του Ήλιου
- II. Τη θέση των αστεριών, τα οποία θεωρούνται "ακίνητα" καθώς φαίνεται να μην αλλάζουν τη θέση τους στον ουρανό.

Ονομάζουμε «**αστρική περίοδο**» το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να περιφερθεί η Σελήνη γύρω από τη Γη και να επιστρέψει στην αρχική της θέση σε σχέση με τα σταθερά αστέρια (δηλαδή, όπως παρατηρείται από κάποιο σταθερό σημείο έξω από το Ηλιακό Σύστημα). Η **αστρική περίοδος** έχει διάρκεια 27,32 ημέρες.

Ονομάζουμε «**συνοδική περίοδο**» από τη άλλη, , το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να περιφερθεί η Σελήνη γύρω από τη Γη και να επιστρέψει στην αρχική της θέση σε σχέση με τον Ήλιο, όπως φαίνεται από έναν παρατηρητή στη Γη. Αυτό αντιστοιχεί στο χρονικό διάστημα μεταξύ δύο επαναλήψεων της ίδιας σεληνιακής φάσης (π.χ. μεταξύ πανσελήνου και πανσελήνου). Η **συνοδική περίοδος** έχει διάρκεια 29,53 ημέρες και είναι αυτή που χρησιμοποιείται στα ημερολόγια.

Μπορούμε να προσδιορίσουμε τη διάρκεια της αστρικής και της συνοδικής περιόδου παρατηρώντας προσεκτικά τον νυχτερινό ουρανό για σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να ανακαλύψουμε ότι οι δύο περίοδοι έχουν διαφορετική διάρκεια ως αποτέλεσμα της κίνησης της Γης γύρω από τον Ήλιο.

Αν μετρήσουμε τη θέση της Σελήνης στον ουρανό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μπορούμε επίσης να ανακαλύψουμε ότι η κίνηση της Σελήνης δεν είναι ομοιόμορφη και ότι η τροχιά της είναι κεκλιμένη σε σχέση με το επίπεδο της εκλειπτικής. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο δεν έχουμε εκλείψεις κάθε πανσέληνο ή νέα σελήνη.



Εικόνα 1- τροχιές της Γης και της Σελήνης

Πλήρης περιγραφή Δραστηριότητας

Μετρώντας τη θέση και τις φάσεις της Σελήνης στον ουρανό, μπορούμε να προσδιορίσουμε τις συνοδικές και αστρικές περιόδους της. Αυτές οι μετρήσεις θα γίνουν σε διαφορετικές νύχτες, χρησιμοποιώντας ένα σταυρωτό διοπτήρα (μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε ένα με τους μαθητές με τη βοήθεια της δραστηριότητας "Ο ουρανός στα χέρια σας").

Λογικά, θα υπάρξουν μεγάλα σφάλματα σε αυτές τις μετρήσεις, αλλά ο παιδαγωγικός σκοπός των παρατηρήσεων θα επιτευχθεί.

Υλικά

- ένα σταυρωτό διοπτήρα
- Διαγράμματα αστεριών (παράρτημα)
- μοιρογνώμονιο ή διαβήτη
- φύλλο χαρτιού
- στυλό ή μολύβι

Δραστηριότητα 1 - Προσδιορισμός της αστρικής περιόδου της Σελήνης

Σε μια καθαρή νύχτα, παρατηρήστε τη θέση της Σελήνης σε σχέση με τα σταθερά αστέρια. Θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε τους συνημμένους αστρικούς χάρτες για να αναγνωρίσετε τους αστερισμούς. Χρησιμοποιώντας τον σταυρωτό διοπτήρα, μετρήστε τη γωνιακή απόσταση μεταξύ της Σελήνης και των αστεριών των παρακαίμενων αστερισμών. Σχεδιάστε τη θέση της Σελήνης στον χάρτη του ουρανού και σημειώστε την ημερομηνία και την ώρα των παρατηρήσεών σας.

Η θέση της Σελήνης στον χάρτη του ουρανού καθορίζεται ως εξής:

- i. Προσαρμόστε την πυξίδα στη μετρούμενη γωνία μεταξύ των αστεριών και της Σελήνης με τη γωνιακή κλίμακα στο χάρτη.
- ii. Βάλτε το σκέλος του διαβήτη με την ακίδα στο πρώτο αστέρι στο χάρτη και χαράξτε το πρώτο τόξο.
- iii. Στη συνέχεια, επαναλάβετε για όλες τις άλλες μετρήσεις.
- iv. Η τομή των τόξων είναι η θέση της Σελήνης στον χάρτη του ουρανού. Καθώς έχουμε δύο τομές, παρατηρήστε ποια τομή αντιστοιχεί στη θέση του φεγγαριού στον ουρανό. Παρατηρήστε επίσης ότι είναι προτιμότερο να επιλέξετε αστέρια που βρίσκονται υπό γωνία περίπου 90° σε σχέση με τη Σελήνη παρά να βρίσκεστε στην ίδια κατεύθυνση που διέρχεται από τη Σελήνη.
- v. Με χρήση τριών αστεριών καλό θα ήταν οι γωνίες που ανά 2 δημιουργούν με τη Σελήνη να είναι περίπου 120° .

Επαναλάβετε τη μέτρηση την επόμενη νύχτα, περίπου την ίδια ώρα, και σχεδιάστε ξανά τη θέση της Σελήνης στον χάρτη του ουρανού.

Για τον προσδιορισμό της αστρικής περιόδου απαιτούνται τουλάχιστον δύο διαδοχικές μετρήσεις (δηλ. δύο διαδοχικές νύχτες). Προκειμένου να επιτευχθούν καλύτερα αποτελέσματα, οι μετρήσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και για αρκετά βράδια.

Αφού πάρετε τις μετρήσεις και τις σημειώσετε στους χάρτες, σημειώστε το γεωγραφικό μήκος της Σελήνης διαβάζοντάς το στον ίδιο τον χάρτη του ουρανού. Στη συνέχεια, είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η **φαινόμενη γωνιακή ταχύτητα** ω_a της Σελήνης γύρω από τη Γη χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$\omega_a = (L_2 - L_1) / (t_2 - t_1)$$

όπου:

- ω_a - φαινομενική γωνιακή ταχύτητα της Σελήνης γύρω από τη Γη (σε μοίρες ανά ημέρα)
- L_1 - γεωγραφικό μήκος (σε μοίρες) τη στιγμή t_1 (σε ημέρες), που αντιστοιχεί στην πρώτη μέτρηση
- L_2 - γεωγραφικό μήκος (σε μοίρες) τη στιγμή t_2 (σε ημέρες), που αντιστοιχεί στη δεύτερη μέτρηση

Εάν $L_2 - L_1 < 0$, τότε προσθέστε 360° μοίρες σε αυτή τη διαφορά γεωγραφικού μήκους.

Ακολούθως, η αστρική περίοδος της Σελήνης, T_a (σε ημέρες) μπορεί να υπολογιστεί ως:

$$T_a = 360^\circ / \omega_a$$

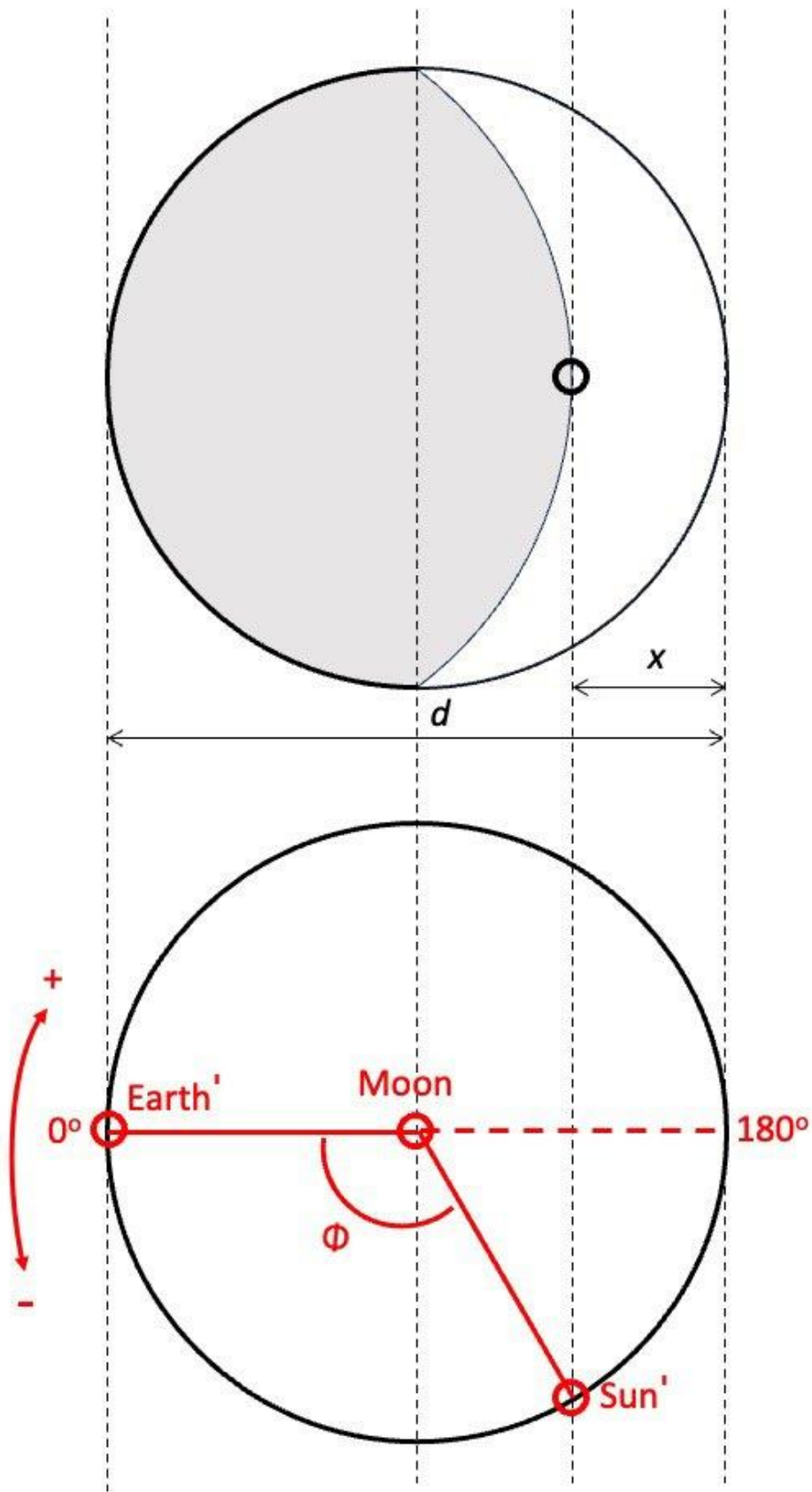
Δραστηριότητα 2- Καθορισμός της συνοδικής περιόδου της Σελήνης

Καθώς η Σελήνη περιφέρεται γύρω από τη Γη, αλλάζει τις φάσεις της ως αποτέλεσμα της αλλαγής στην σχετική θέση της Γης, της Σελήνης και του Ήλιου. Μετρώντας την αλλαγή στη φάση της Σελήνης σε μια ορισμένη χρονική περίοδο, μπορεί να προσδιοριστεί η συνοδική περίοδος της Σελήνης. Η φάση της Σελήνης, δηλαδή ο λόγος μεταξύ του φωτισμένου τμήματος και της διαμέτρου της Σελήνης, αντιστοιχεί στη γωνία μεταξύ της Γης και του Ήλιου όπως φαίνεται από τη Σελήνη (Εικόνας 2), που ονομάζεται "γωνία φάσης". Κατά τη διάρκεια μιας καθαρής νύχτας, παρατηρήστε ποια είναι η φάση της Σελήνης. Σε ένα φύλλο χαρτιού σχεδιάστε έναν κύκλο και αναφέρετε πάνω του τη φάση της Σελήνης (επάνω τμήμα της Εικόνας 2), έτσι ώστε το λευκό μέρος να δείχνει το φωτισμένο τμήμα της Σελήνης και το γκρι μέρος να δείχνει το σκοτεινό τμήμα της Σελήνης που δεν είναι ορατό. Η πανσέληνος θα είναι ένας εντελώς λευκός κύκλος, ενώ η νέα Σελήνη θα είναι ένας εντελώς σκούρος κύκλος. Η φάση της Σελήνης μπορεί να εκτιμηθεί με την ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{φάση} = x/d$$

όπου:

- d - διάμετρος του τραβηγμένου κύκλου, που αντιπροσωπεύει τη διάμετρο της Σελήνης
- x - μέγιστο πλάτος του λευκού τμήματος του κύκλου, που αντιπροσωπεύει το φωτισμένο τμήμα της Σελήνης



Εικόνα 2- Πώς να μετρήσετε τη συνοδική περίοδο της Σελήνης.

Στη συνέχεια, μπορούμε να μετρήσουμε τη γωνία φάσης που αντιστοιχεί στην παρατηρούμενη φάση της Σελήνης σχεδιάζοντας έναν δεύτερο κύκλο στο κομμάτι χαρτί, κάτω από τον πρώτο και ευθυγραμμισμένο με αυτόν, όπως φαίνεται στο σκίτσο που αναφέρεται στο Σχήμα 2 (κάτω πλαίσιο). Μετράμε τη γωνία φάσης (Φ) από την κατεύθυνση Γη - Σελήνη στην κατεύθυνση Σελήνη - Ήλιος.

Στον κάτω κύκλο, σχεδιάστε μια οριζόντια γραμμή που διασχίζει το ήμισυ του κύκλου κατά μήκος της διαμέτρου του, από αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό προσδιορίζει την κατεύθυνση Γης - Σελήνης, που έχει σχεδιαστεί στραμμένη κατά 90° από την πραγματική σχετική κατεύθυνση Γης - Σελήνης.

Από τον επάνω κύκλο, σχεδιάστε μια κατακόρυφη γραμμή έτσι ώστε να αντιστοιχηθεί το μήκος x στον κάτω κύκλο. Σχεδιάστε μια γραμμή που συνδέει αυτό το σημείο με το κέντρο του κύκλου. Αυτή η γραμμή προσδιορίζει την κατεύθυνση Σελήνης - Ήλιου στραμμένης κατά 90° από την πραγματική σχετική κατεύθυνση Σελήνης - Ήλιου. Η γωνία φάσης είναι η γωνία μεταξύ των δύο κόκκινων γραμμών που μπορείτε να μετρήσετε με ένα μοιρογνωμόνιο. Οι τιμές της γωνίας φάσης κυμαίνονται μεταξύ -180° και 180° μοιρών.

Να σημειωθεί ότι:

φάση = 0 (νέα σελήνη) $\rightarrow \Phi = -180^\circ$

φάση = 0,5 (πρώτο τέταρτο) $\rightarrow \Phi = -90^\circ$

φάση = 1 (πανσέληνος) $\rightarrow \Phi = 0^\circ$

φάση = 0,5 (τελευταίο τέταρτο) $\rightarrow \Phi = 90^\circ$.

Επαναλάβετε τη μέτρηση της γωνίας φάσης μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, όταν η σεληνιακή φάση είναι διαφορετική. Χρειάζεστε τουλάχιστον δύο μετρήσεις για να υπολογίσετε τη συνοδική περίοδο. Μπορείτε να εκτιμήσετε τη φαινόμενη ταχύτητα της Σελήνης σε σχέση με τον Ήλιο ως:

$$\omega_{\Sigma} = (\Phi_1 - \Phi_2) / (t_2 - t_1)$$

όπου:

ω_{Σ} - φαινομενική γωνιακή ταχύτητα της Σελήνης γύρω από τη Γη σε **σχέση με τον Ήλιο** (σε μοίρες ανά ημέρα)

Φ_1 - γωνία φάσης (σε μοίρες) τη ροπή t_1 (σε ημέρες), που αντιστοιχεί στην πρώτη μέτρηση

Φ_2 - γωνία φάσης (σε μοίρες) τη ροπή t_2 (σε ημέρες), που αντιστοιχεί στη δεύτερη μέτρηση

Αν $(\Phi_1 - \Phi_2) < 0$ τότε προσθέστε 360° σε αυτή τη διαφορά στη γωνία φάσης. Σημειώστε ότι μεταξύ των φάσεων της νέας σελήνης και της πανσελήνου η απόλυτη τιμή της γωνίας φάσης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου βάζουμε ένα αρνητικό πρόσημο στην τιμή μιας μετρούμενης γωνίας φάσης (δηλαδή, η γωνία φάσης του πρώτου τετάρτου είναι -90°).

Η συνοδική περίοδος της Σελήνης, T_{Σ} (σε ημέρες) είναι τότε:

$$T_{\Sigma} = 360^\circ / \omega_{\Sigma}$$

Δραστηριότητα 3- Προσδιορισμός της κλίσης της σεληνιακής τροχιάς γύρω από τη Γη σε σχέση με την Εκλειπτική

Μπορείτε να μετρήσετε τη θέση της Σελήνης σε σχέση με τα αστέρια χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο της Δραστηριότητας 1. Ωστόσο, απαιτούνται μετρήσεις για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 15 ημέρες). Κάθε φορά που μετράτε τη θέση της Σελήνης σε σχέση με τα αστέρια, σημειώστε την στους αστρικούς χάρτες. Όταν έχουν συλλεχθεί τουλάχιστον 15 μετρήσεις, σχεδιάστε μια καμπύλη που συνδέει όλα τα σημεία, υποδεικνύοντας την τροχιά της Σελήνης σε σχέση με τα σταθερά αστέρια. Η καμπύλη πρέπει να έχει ημιτονοειδές σχήμα.

Οι παρεχόμενοι χάρτες ουρανού είναι σχεδιασμένοι σε εκλειπτική προβολή **Mercator** που καθιστά δυνατό τον εύκολο προσδιορισμό της κλίσης της σεληνιακής τροχιάς γύρω από τη Γη σε σχέση με την εκλειπτική ως εξής:

- Μετρήστε το πλάτος της ημιτονοειδούς καμπύλης που έχετε σχεδιάσει και αυτό θα σας δώσει την κλίση της τροχιάς της Σελήνης σε σχέση με την εκλειπτική.

Αξιολόγηση

Η αξιολόγηση θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί τόσο με κουίζ όσο και με καθοδηγούμενη συζήτηση στην τάξη. Μερικά από τα ερωτήματα που θα μπορούσαν να τεθούν αφορούν ποιες είναι οι αστρικές και συνοδικές περίοδοι της Σελήνης που προσδιόρισε ο κάθε μαθητής και γιατί διαφορετικοί μαθητές έφτασαν σε ελαφρώς διαφορετικά αποτελέσματα

Βιβλιογραφία

Andrej Guštin,), Dunja Fabjan (Cosmolab)

Damir Hržina (Αστρονομικό Παρατηρητήριο του Ζάγκρεμπ)

