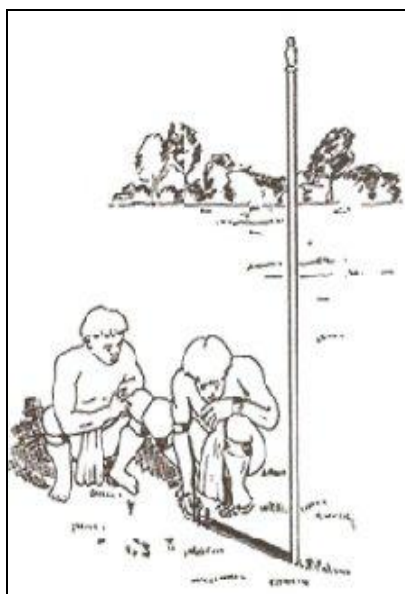


Η χρήση του γνώμονα στην αστρονομία

Εισαγωγή

Ο **Γνώμονας** είναι ένα από τα αρχαιότερα (Σχ. 1) και απλούστερα επιστημονικά αστρονομικά όργανα. Χρησιμοποιήθηκε από τους αρχαίους λαούς για τη χάραξη της μεσημβρινής γραμμής (διεύθυνση βορρά - νότου), για την εύρεση της χρονικής στιγμής που ο ήλιος μεσουρανεί (αληθής μεσημβρία), για την εύρεση των ισημεριών και των ηλιοστασίων, για την εύρεση της διάρκειας των εποχών και επιπλέον χρησιμοποιήθηκε ως βασικό στοιχείο των ηλιακών ρολογιών.



Σχήμα 1. Μέτρηση της σκιάς Γνώμονα από ιθαγενείς του Βόρνεο.

Στην δραστηριότητα που σας προτείνουμε θα χρησιμοποιήσετε ένα γνώμονα δικής σας κατασκευής για να προσδιορίσετε τα παραπάνω στοιχεία.

Υλικά

1. Ένα κομμάτι χαρτονιού ή ξύλου 'κόντρα πλακέ' σε διαστάσεις φύλου A3 η μεγαλύτερο.
2. Ένα καλαμάκι από σουβλάκι ή άλλη ξύλινη ράβδος με περιορισμένο πάχος.
3. Ένας μεγάλος διαβήτης σαν αυτούς που υπάρχουν στα σχολεία.
4. Ένα βαρίδι δεμένο σε σχοινί (νήμα της στάθμης).
5. Ένα αλφάδι

Φάση 1: Πρόκληση ενδιαφέροντος

Ιστορικό υπόβαθρο

Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι, καταγράφοντας τις εναλλαγές της κατεύθυνσης και του μήκους της σκιάς, ήταν σε θέση να προβλέψουν ποικίλες θέσεις του Ήλιου, σε διάφορες εποχές του χρόνου, και να καθορίσουν το χειμερινό και το θερινό ηλιοστάσιο, όπως και την εαρινή και τη φθινοπωρινή ισημερία. Κατά το

χειμερινό ηλιοστάσιο, για παράδειγμα, παρατήρησαν ότι ο Ήλιος είχε τη μικρότερη τροχιά, και συνεπώς η ημέρα διαρκεί λιγότερο από τη νύχτα, ενώ κατά το θερινό ηλιοστάσιο γίνονταν το αντίθετο.



Εικόνα 1. Οβελίσκος στις αρχαίες Θήβες (Καρνάκ) της Αιγύπτου

Κατά την εαρινή και τη φθινοπωρινή ισημερία, η ημέρα και η νύχτα έχουν ίση διάρκεια. Οι αρχαίοι Έλληνες και ο γεωμέτρης Μέτων τελειοποίησαν τον γνώμονα και ανακάλυψαν το 432 π.Χ. ότι οι ισημερίες δεν διαιρούσαν σε ίσες εποχές το έτος. Ο γνώμονας αποτέλεσε το πρώτο ηλιακό ρολόι και, από τους αρχαίους Αιγυπτίους και εξής, μεγάλες πόλεις οικοδόμησαν ψηλούς γνώμονες (οβελίσκους) για την κοινή μέτρηση του χρόνου (Εικόνα 1)

Φάση 2: Σύνθεση υποθέσεων και ερωτημάτων

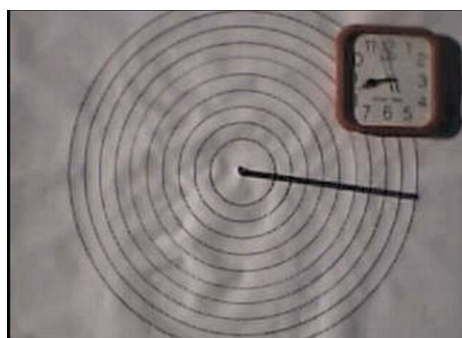
- α. Ανατέλλει κάθε μέρα ο ήλιος από το ίδιο σημείο;
- β. Τι εννοούμε όταν λέμε μεσημέρι;
- γ. Είναι το μεσημέρι ο ήλιος πάνω από το κεφάλι μας; Είναι μεσημέρι όταν το ρολόι μας δείχνει 12. Αν όχι πότε είναι;
- δ. Η σκιά ενός κατακόρυφου στύλου είναι πολύ μεγάλη όταν ο ήλιος ανατέλλει και όταν δύει. Πότε όμως κατά τη διάρκεια μιας ημέρας έχουμε τη μικρότερη σκιά; Είναι το μήκος της μικρότερης σκιάς κάθε μέρα το ίδιο;
- ε. Αν το μήκος της μικρότερης σκιάς μεταβάλλεται από μέρα σε μέρα, ποιες μέρες του έτους έχουμε τη μεγαλύτερη σκιά και ποιες μέρες τη μικρότερη;

Φάση 3: Πραγματοποίηση ιδιοκατασκευής και χρήση της για συλλογή δεδομένων

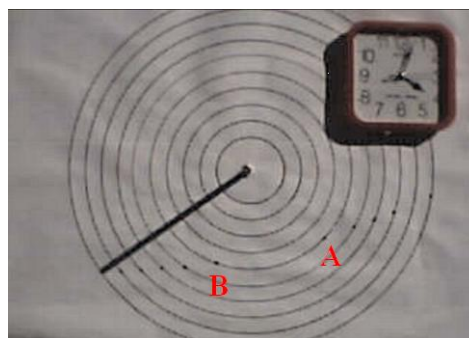
α. Πραγματοποίηση της κατασκευής

Σε χαρτί Α3 με το διαβήτη χαράσσουμε ομόκεντρους κύκλους με ακτίνα ανά μισό εκατοστό. Η μικρότερη τιμή είναι 4 cm ενώ η μεγαλύτερη μπορεί να φθάσει και τα 16 εκατοστά. Τοποθετούμε το χαρτί πάνω στο κόντρα πλακέ και το στερεώνουμε με πινέζες. Στο κέντρο των κύκλων δημιουργούμε οπή που διαπερνά και το κόντρα πλακέ με τρυπάνι ή με οποιοδήποτε άλλο μέσο. Η οπή θα πρέπει να έχει διάμετρο ελαφρά μικρότερη από τη διάμετρο του κυλινδρικού ραβδίου (μπορεί να είναι και καλαμάκι από σουβλάκι).

Διαπερνάμε τη σπή με το ραβδί και ελέγχουμε την καθετότητα στο επίπεδο με το νήμα της στάθμης. Τοποθετούμε την κατασκευή σε οριζόντιο επίπεδο που ελέγχουμε με το αλφάδι.



(α)

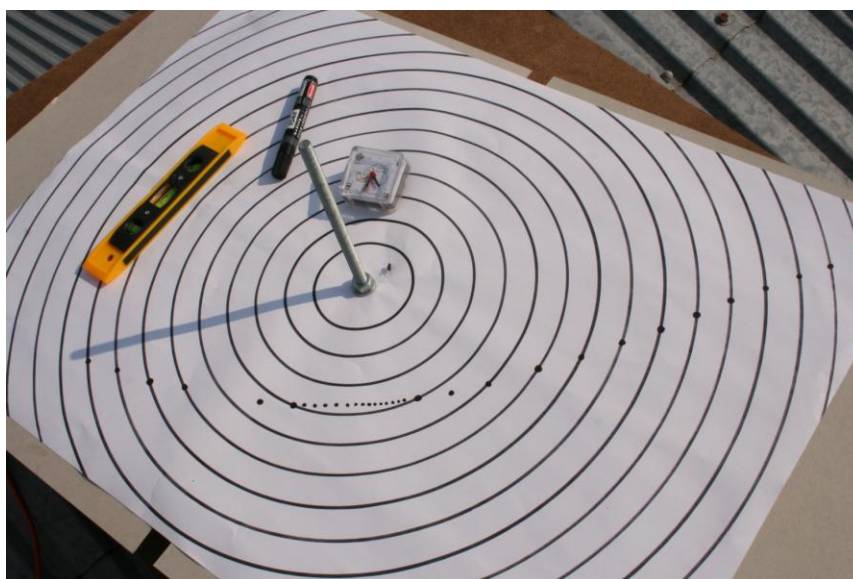


(β)

Εικόνα 2. Πραγματοποίηση μετρήσεων με τη βοήθεια γνώμονα

Σε δεδομένη ημέρα (π.χ. ισημερίες) αρχίζοντας από τη μεγαλύτερη σκιά τοποθετούμε τελείες στα σημεία που η σκιά τέμνει τους κύκλους (Εικόνα. 2). Συνεχίζουμε μέχρις η σκιά αποκτήσει το μεγαλύτερο μετρήσιμο μέγεθος της δηλαδή στον ίδιο κύκλο. Σημειώνουμε τις ώρες που τοποθετούμε τα σημεία. Αν χαράξουμε την ευθεία που ενώνει τις τελείες βρίσκουμε εύκολα την ελάχιστη σκιά της ημέρας χωρίς να περιμένουμε τότε θα εμφανισθεί. Οι διευθύνσεις ανατολής και δύσης προσδιορίζονται εύκολα. Αν διχοτομήσουμε κάθετα τα διαστήματα που προσδιορίζονται από τις τελείες στον ίδιο κύκλο (π.χ. το AB) τότε προσδιορίζουμε τη διεύθυνση βορρά-νότου.

Μπορούμε να επαναλάβουμε τη διαδικασία σε διάφορες ημερομηνίες του έτους. Ο μόνος περιορισμός είναι η ηλιοφάνεια. Σε διάφορες ημερομηνίες εκτός της ισημερίας η γραμμή που υλοποιούν τα ίχνη της σκιάς στο χαρτί με τους κύκλους δεν είναι ευθεία αλλά παραβολή (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Παραβολική πορεία του άκρου της σκιάς κατά τη διάρκεια μιας μέρας

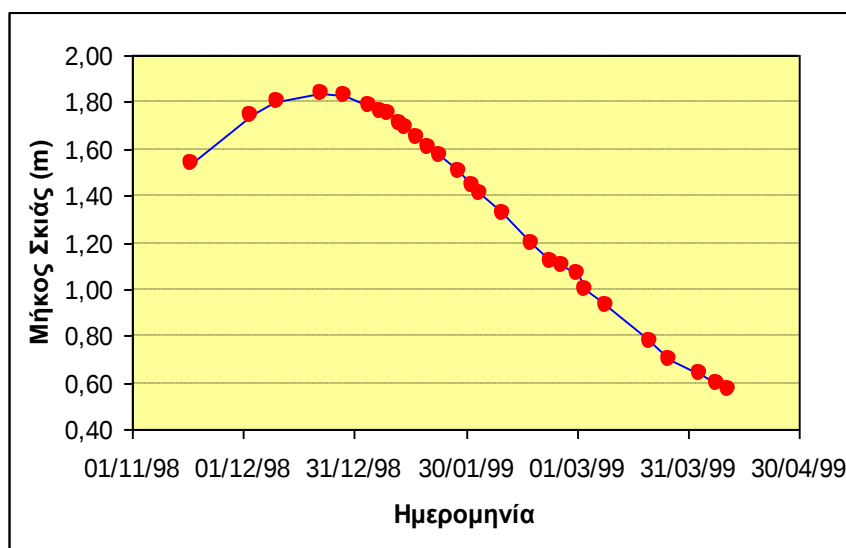
Για την περίπτωση που η δραστηριότητα δεν ανατεθεί ως διερευνητική εργασία ή τα χρονικά περιθώρια είναι στενά παρουσιάζονται μετρήσεις της σκιάς ενός γνώμονα μήκους 1 m στην Αθήνα όπως εκτίθενται στο <http://www.asda.gr/gymperis/Actions/gnomon.html>. Τα δεδομένα αυτά αν και δεν ολοκληρώνονται στη διάρκεια ενός έτους μπορούν να βοηθήσουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα ηλιοστάσια (π.χ. χειμερινή ηλιοστάσιο 21 Δεκεμβρίου) και τις ισημερίες (π.χ. 21 Μαρτίου) κατά τη διάρκεια του έτους.

β. Συλλογή δεδομένων

Πίνακας 1. Μεταβολή του μήκους της σκιάς γνώμονα (1 m) στη διάρκεια του έτους.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ (ημ/μην/ετος)	ΜΗΚΟΣ ΣΚΙΑΣ (m)
17/11/98	1,54
03/12/98	1,74
10/12/98	1,80
22/12/98	1,84
28/12/98	1,83
04/01/99	1,79
07/01/99	1,76
09/01/99	1,75
12/01/99	1,71
14/01/99	1,69
17/01/99	1,65
20/01/99	1,61
23/01/99	1,57
28/01/99	1,50
01/02/99	1,44
03/02/99	1,41
09/02/99	1,32
17/02/99	1,20
22/02/99	1,12
25/02/99	1,10
01/03/99	1,07
03/03/99	1,00
09/03/99	0,93
21/03/99	0,78
26/03/99	0,70
03/04/99	0,64
08/04/99	0,60
11/04/99	0,57

Από τα δεδομένα του πίνακα μπορεί να συντεθεί η καμπύλη μεταβολής της ελάχιστης σκιάς της ημέρας στις διάφορες ημερομηνίες (σχ. 2)



Σχήμα 2. Μεταβολή του ελάχιστου μήκους σκιάς ενός γνώμονα μήκους 1 m στην Αθήνα
(από δεδομένα στο <http://www.asda.gr/gymperis/Actions/gnomon.html>)

Φάση 4: Συμπεράσματα και απαντήσεις σε τεθέντα ερωτήματα

- α. Δεν ανατέλλει κάθε μέρα ο ήλιος από το ίδιο σημείο
- β. Όταν λέμε μεσημέρι εννοούμε την ώρα που ο ήλιος περνάει από τον μεσημβρινό ενός τόπου και επομένως την ώρα που ρίχνει την μικρότερη σκιά;
- γ. Το ύψος του ήλιου δηλαδή η γωνία που σχηματίζει μια ακτίνα του με το επίπεδο του ορίζοντα εξαρτάται από την ώρα αλλά και από την εποχή του έτους.
- δ. Όταν το ρολόι μας δείχνει 12 δεν είναι συνήθως μεσημέρι γιατί από σύμβαση η ώρα αλλάζει ανά 15 μοίρες στην περιφέρεια του ισημερινού και των παραλλήλων προς αυτόν κύκλων. Όλοι οι τόποι που βρίσκονται μεταξύ μεσημβρινών ακεραίων πολλαπλασίων του 15 έχουν από σύμβαση την ίδια ώρα χωρίς ο ήλιος να περνάει πάνω από τον μεσημβρινό του τόπου τους.
- ε. Η σκιά ενός κατακόρυφου στύλου είναι πολύ μεγάλη όταν ο ήλιος ανατέλλει και όταν δύει. Τη μικρότερη σκιά έχουμε το μεσημέρι.
- στ. Το μήκος της μικρότερης σκιάς κάθε μέρα δεν είναι το ίδιο.
- ε. Το μήκος της μικρότερης σκιάς μεταβάλλεται από μέρα σε μέρα. Οι μέρες του έτους έχουμε τη μεγαλύτερη σκιά είναι κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο (21 Δεκ) και τη μικρότερη κατά το θερινό ηλιοστάσιο (21 Ιουν)

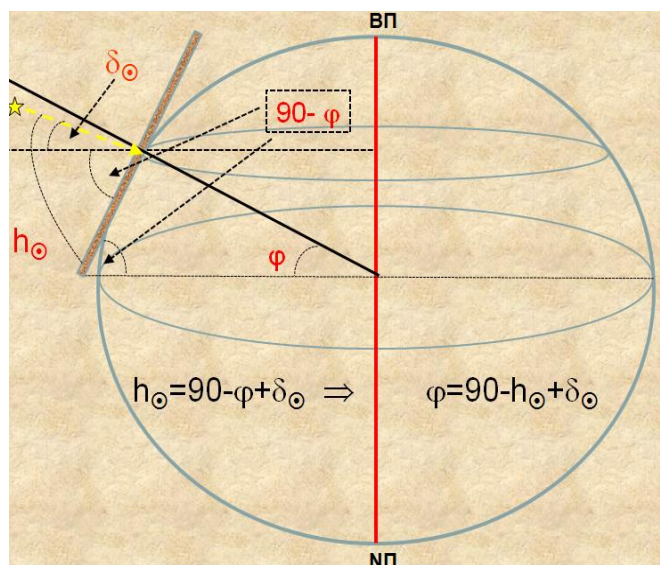
Φάση 5 : Ανάδραση εφαρμογή των συμπερασμάτων σε άλλες περιπτώσεις

Προσδιορίστε τα τέσσερα σημεία του ορίζοντα στον τόπο σας με τη βοήθεια του γνώμονα.

Πόσο είναι το μήκος της μεγαλύτερης και πόσο το μήκος της μικρότερης σκιάς που ρίχνει ένας κατακόρυφος στύλος 1m στον τόπο σας;

Παρατηρείστε τη μεταβολή στη θέση της μικρότερης καθημερινής σκιάς από μέρα σε μέρα;

Από το ύψος του ήλιου κατά το μεσημέρι επιχειρούμε να προσδιορίσουμε το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου.



Σχήμα 3. Γεωμετρική απεικόνιση της σχέσης μεταξύ γ. πλάτους και απόκλισης

Αν η απόκλιση του ήλιου δίνεται με καλή προσέγγιση από την ακόλουθη σχέση βρείτε το γ. πλάτος του τόπου σας

$$\delta^{\circ} = 23.75^{\circ} \sin(30\mu + \eta - 202)$$

$$\mu = 1 \dots 12, \eta = 1 \dots 31$$