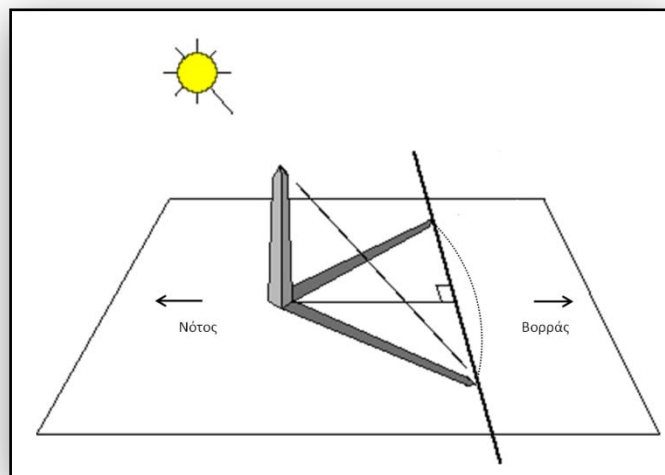


Ο Γνώμονας, ένα απλό αστρονομικό όργανο και οι χρήσεις του στην εκπαίδευση

Σοφία Γκοτζαμάνη και Σταύρος Αυγολύπης

Ο Γνώμονας

Ο Γνώμονας είναι το πιο απλό αστρονομικό όργανο και το πρώτο που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο για τον προσδιορισμό αστρονομικών μεγεθών. Αποτελείται από μία ράβδο γνωστού μήκους στηριγμένη κατακόρυφα σε ένα οριζόντιο επίπεδο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Ο Γνώμονας, το πρώτο και το πιο απλό αστρονομικό όργανο. Η διχοτόμος της γωνίας δύο ισομήκων σκιών του μας δίνει τη διεύθυνση Βορρά-Νότου.

Από το μήκος και μόνο της σκιάς που ρίχνει αυτή η κατακόρυφη ράβδος πάνω στο οριζόντιο επίπεδο κατά τη στιγμή της μεσουράνησης του Ήλιου (μεσημβρινή σκιά) μπορούμε να βρούμε:

- 1) Τη διεύθυνση Βορρά – Νότου.
- 2) Τη διάρκεια του έτους.
- 3) Την έναρξη και τη διάρκεια των εποχών.
- 4) Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

- 5) Τη λόξωση της εκλειπτικής, δηλαδή τη γωνία του επιπέδου της ετήσιας περιφοράς της Γης γύρω από τον Ήλιο με το επίπεδο του Ισημερινού της, γνωστού ως ουράνιου Ισημερινού.
- 6) Το ύψος της ημερήσιας φαινόμενης τροχιάς του Ήλιου από τον ουράνιο Ισημερινό, που λέγεται απόκλιση του Ήλιου.
- 7) Την ακτίνα της Γης.

Εισαγωγικές Αστρονομικές Γνώσεις

Ο άξονας περιστροφής της Γης, γνωστός και ως **άξονας του κόσμου**, σχηματίζει με τον ορίζοντα κάθε τόπου και από τη θέση του γεωγραφικού ή αστρονομικού Βορρά γωνία ίση με το **γεωγραφικό πλάτος (φ)** του τόπου, όπου βρισκόμαστε. Πολύ κοντά στο σημείο της ουράνιας σφαίρας από όπου περνάει ο άξονας περιστροφής της Γης βρίσκεται ο τελευταίος αστέρας της ουράς της Μικρής Άρκτου, που είναι και ο πιο λαμπρός αστέρας του αστερισμού αυτού. Για το λόγο αυτό ο αστέρας αυτός μένει ακίνητος στην ουράνια σφαίρα και λέγεται **Πολικός Αστέρας**. Επομένως το ύψος του Πολικού αστέρα είναι ίσο με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου παρατήρησης.

Άρα το επίπεδο του Ισημερινού της Γης με το επίπεδο του ορίζοντα από το Νότο σχηματίζει γωνία συμπληρωματική του γεωγραφικού πλάτους ίση με $90^\circ - \varphi$.

Εξ αιτίας της περιστροφής της Γης γύρω από τον άξονά της όλα τα ακίνητα αστέρια της ουράνιας σφαίρας φαίνονται να διαγράφουν τροχιές παράλληλες προς τον ουράνιο Ισημερινό αφού τα επίπεδά τους πρέπει να είναι κάθετα στον άξονα περιστροφής της Γης. Το πόσο πάνω ή κάτω από τον Ισημερινό βρίσκεται η κάθε τροχιά, λέγεται **απόκλιση του αστέρα (δ)**. Τέτοιες φαινόμενες ημερήσιες τροχιές φαίνεται να διαγράφει και ο Ήλιος με τη διαφορά όμως ότι κάθε μέρα η απόκλισή του είναι διαφορετική. Μεταβάλλεται από $\delta = -23^\circ 27'$ έως και $\delta = +23^\circ 27'$, διότι η γωνία που σχηματίζει το επίπεδο της φαινόμενης ετήσιας τροχιάς του Ήλιου με τον ουράνιο Ισημερινό, που είναι, όπως αναφέραμε προηγουμένως, η επέκταση του γήινου Ισημερινού, είναι ίση με $\omega = 23^\circ 27'$ και λέγεται **λόξωση της εκλειπτικής**.

Η γωνία αυτή είναι υπεύθυνη για τις εποχές του έτους καθώς εξ αιτίας της μεταβάλλεται η γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων του Ήλιου στην επιφάνεια της Γης. Στις 21 Ιουνίου η απόκλιση του Ήλιου γίνεται $\delta = +\omega = +23^\circ 27'$ και λέμε ότι ο Ήλιος βρίσκεται στο **θερινό ηλιοστάσιο**. Την ημέρα αυτή έχουμε την έναρξη του θέρους. Στις 21 Μαρτίου και 22 Σεπτεμβρίου έχουμε $\delta = 0$, δηλαδή την **εαρινή και φθινοπωρινή ισημερία** με έναρξη της Άνοιξης και του Φθινοπώρου αντίστοιχα. Στις 22 Δεκεμβρίου ο Ήλιος παίρνει την απόκλιση $\delta = -\omega = -23^\circ 27'$ και έχουμε το **χειμερινό ηλιοστάσιο**, δηλαδή την έναρξη του Χειμώνα. Ο Ήλιος επομένως δεν ανατέλλει κάθε μέρα από το σημείο της γεωγραφικής Ανατολής παρά μόνο στις ημέρες των ισημεριών. Τις υπόλοιπες ημέρες του έτους ανατέλλει από σημεία του ορίζοντα που βρίσκονται βορειότερα ή νοτιότερα της Ανατολής (Kuhn and Koupelis 2000).

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

Τη στιγμή που ο Ήλιος ανατέλλει έχει ύψος μηδέν και η σκιά της κατακόρυφης ράβδου πέφτει προς τη διεύθυνση της Δύσης με θεωρητικά άπειρο μήκος. Το μήκος αυτό της σκιάς καθώς ο Ήλιος ανεβαίνει πάνω από τον ορίζοντα συνεχώς μικραίνει και η σκιά κατευθύνεται προς το Βορρά. Όταν ο Ήλιος μεσουρανή, δηλαδή όταν ο Ήλιος πάρει το μεγαλύτερο ύψος που καθορίζει η ημερήσια τροχιά του, τότε η σκιά, που λέγεται μεσημβρινή σκιά, κατευθύνεται ακριβώς προς το Βορρά και το μήκος της είναι το μικρότερο της ημέρας.

Το μήκος της μεσημβρινής σκιάς μεταβάλλεται από ημέρα σε ημέρα σημειώνοντας το ελάχιστο του έτους στο θερινό ηλιοστάσιο και το μεγαλύτερο του έτους στο χειμερινό ηλιοστάσιο. Επομένως η διάρκεια του έτους βρίσκεται από το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών θερινών ή χειμερινών ηλιοστασίων. Αξίζει να σημειώσουμε ότι η ετήσια τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο είναι ελλειπτική και έτσι περίπου στις 5 Ιανουαρίου βρίσκεται στο πιο κοντινό της σημείο στον Ήλιο (**περιήλιο**) απέχοντας περίπου 147 εκατομμύρια χιλιόμετρα και στις 5 Ιουλίου βρίσκεται στο πιο μακρινό της σημείο (**αφήλιο**) απέχοντας περίπου 152 εκατομμύρια χιλιόμετρα (Αυγολούπης και Σειραδάκης, 2009)

Η προσπάθεια για την εύρεση της ώρας με τη χρήση της διεύθυνσης της σκιάς του Γνώμονα κατά τη διάρκεια της ημέρας συνάντησε πολλά προβλήματα και εγκαταλείφθηκε πολύ νωρίς. Το πρόβλημα λύθηκε όμως όταν η κατακόρυφη ράβδος του Γνώμονα έγινε παράλληλη προς τη διεύθυνση του άξονα περιστροφής της Γης, διότι σε αυτή τη περίπτωση η σκιά της ράβδου μεταβάλλει μεν το μήκος της ανάλογα με την ώρα, αλλά διατηρεί σταθερή τη διεύθυνσή για την ίδια ώρα της ημέρας μέσα σε ολόκληρο το έτος. Έτσι κατασκευάστηκαν τα ηλιακά ρολόγια γνωστά και ως σκιαθηρικά ρολόγια με την έννοια ότι «κυνηγούν» τη σκιά του Ήλιου (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Οριζόντιο ηλιακό ρολόι στον Εθνικό Κήπο [<http://el.wikipedia.org>].

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

Τα ηλιακά ρολόγια διακρίνονται σε οριζόντια και σε κατακόρυφα ανάλογα με τη θέση του επιπέδου πάνω στα οποία στηρίζεται η ράβδος και πέφτει η σκιά της. Μ' αυτά προσδιορίζεται ο Αληθής Ηλιακός Χρόνος και μετά για να βρούμε τον επίσημο χρόνο των ρολογιών χρειαζόμαστε κάποιες διορθώσεις, που δε θα τις αναφέρουμε στην παρούσα εργασία. Για την κατασκευή όμως των ηλιακών ρολογιών είναι απαραίτητη η εύρεση της διεύθυνσης Βορρά-Νότου, που αναφέρουμε στη συνέχεια (Αυγολούπης, 2008).

Χρήσεις του Γνώμονα

α) Προσδιορισμός της διεύθυνσης Βορρά – Νότου

Σημειώνουμε την ακριβή σκιά που ρίχνει η ράβδος του Γνώμονα πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, καθώς φωτίζεται από τον Ήλιο. Η διεύθυνση της μικρότερης σκιάς που ρίχνει ο Γνώμονας κατά τη μεσουράνηση του Ήλιου, και που κατευθύνεται προς το Βορρά, βρίσκεται πρακτικά ως η διχοτόμος της γωνίας δύο ισομήκων σκιών. Τέτοιες ισομήκεις σκιές σχηματίζονται όταν ο Ήλιος βρίσκεται σε ίσα ύψη πριν και μετά τη μεσουράνησή του.

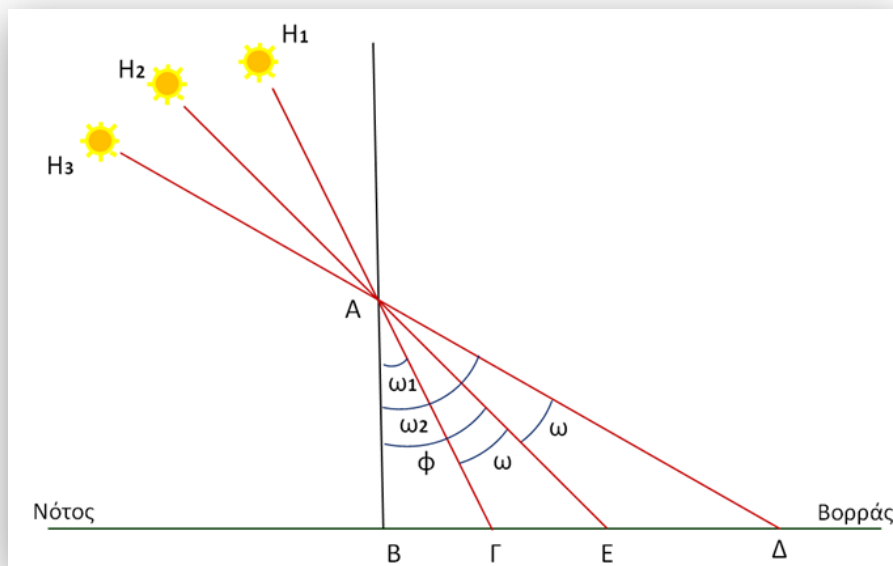
Για τον πιο ακριβή προσδιορισμό της διεύθυνσης Βορρά-Νότου, που είναι απαραίτητη για την κατασκευή ηλιακών ρολογιών, παίρνουμε περισσότερα ζεύγη ισομήκων σκιών και ως τελική διεύθυνση της μεσημβρινής γραμμής Βορρά-Νότου παίρνουμε την κοινή διχοτόμο όλων των γωνιών αυτών (Εικόνα 1).

β) Προσδιορισμός της διάρκειας του έτους και των εποχών, του γεωγραφικού πλάτους του τόπου παρατήρησης και της λόξωσης της εκλειπτικής.

Η ετήσια περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο, όπως αναφέραμε προηγουμένως, γίνεται πάνω στο επίπεδο της εκλειπτικής, το οποίο σχηματίζει με τον Ισημερινό γωνία $\omega = 23^\circ 27'$ (λόξωση της εκλειπτικής). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ημερήσια φαινόμενη τροχιά του Ήλιου (δηλαδή ο κύκλος απόκλισής του), να μην είναι σταθερή αλλά να απομακρύνεται πάνω ή κάτω από τον Ισημερινό μέχρι $23^\circ 27'$.

Έτσι το μήκος της μεσημβρινής σκιάς, που ρίχνει η ράβδος κατά την άνω μεσουράνηση του Ήλιου, να είναι μεν το μικρότερο της ημέρας, αλλά να μεταβάλλεται από ημέρα σε ημέρα. Το μικρότερο μεσημβρινό μήκος (ΒΓ) παίρνει η σκιά όταν ο Ήλιος (H_1) βρίσκεται στο θερινό ηλιοστάσιο και το μεγαλύτερο (ΒΔ) όταν ο Ήλιος (H_3) βρίσκεται στο χειμερινό ηλιοστάσιο, ενώ ενδιάμεσα στη θέση (H_2) βρίσκεται στις ισημερίες ($H_1AH_2=H_2AH_3$) ρίχνοντας τη σκιά (ΒΕ) (Εικόνα 3).

Επειδή $E\hat{A}D = E\hat{A}G = \omega$ και $B\hat{E}A = 90 - \varphi$ (γωνία επιπέδου ισημερινού με επίπεδο του ορίζοντα) έχουμε $\varphi = \frac{1}{2}(\omega_1 + \omega_2)$ και $\omega = \frac{1}{2}(\omega_2 - \omega_1)$, όπου $\epsilon\varphi\omega_1 = \frac{(B\Gamma)}{(AB)}$ και $\epsilon\varphi\omega_2 = \frac{(B\Delta)}{(AB)}$.



Εικόνα 3: Υπολογισμός του γεωγραφικού πλάτους και της λόξωσης της εκλειπτικής.

Από το ορθογώνιο τρίγωνο ABE υπολογίζουμε και το μήκος της μεσημβρινής σκιάς του Γνώμονα κατά τις ισημερίες $(BE)=(AB)\cdot\epsilon\phi\phi$ και έτσι προσδιορίζουμε την αρχή της Άνοιξης και του Φθινοπώρου. Επομένως, έτσι βρίσκουμε τη διάρκεια του έτους καθώς επίσης την έναρξη και τη διάρκεια των εποχών.

Ο Μέτων ο Αθηναίος, που έζησε κατά το δεύτερο ήμισυ του 5ου αιώνα π.Χ., κατασκεύασε μια τελειοποιημένη μορφή του Γνώμονα, το «ηλιοτρόπιον» και με τη βοήθειά του ανακάλυψε την ανισότητα των εποχών. Η διάρκεια της Άνοιξης θα ήταν ίση με τη διάρκεια του Καλοκαιριού και του Φθινοπώρου με τον Χειμώνα μόνο αν ο άξονας της ελλειπτικής τροχιάς της Γης γύρω από τον Ήλιο συνέπιπτε με τη γραμμή των τροπών, που συνδέει τα δύο Ηλιοστάσια.

γ) Προσδιορισμός της απόκλισης του Ήλιου

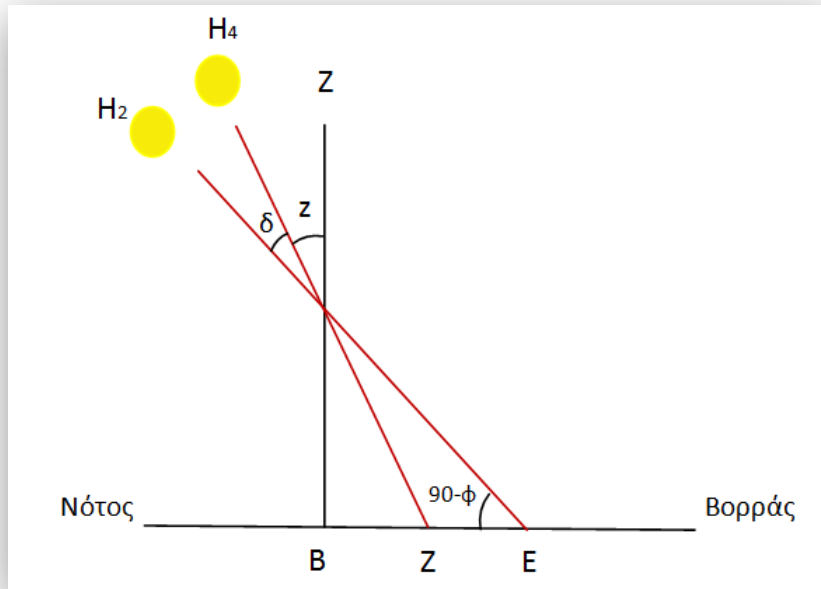
Για να βρούμε την απόκλιση του Ήλιου μια οποιαδήποτε ημέρα του χρόνου αρκεί να βρούμε τη γωνία δ , δηλαδή το πόσο πάνω ή κάτω από τον Ισημερινό βρίσκεται ο Ήλιος εκείνη την ημέρα. Αν (BZ) είναι η μεσημβρινή σκιά του Γνώμονα εκείνη την ημέρα (Εικόνα 4) τότε $\delta=\phi-z$, όπου $\epsilon\phi z = \frac{(BZ)}{(AB)}$, αφού H_2 , όπως αναφέραμε στη προηγούμενη εικόνα, είναι η θέση της μεσουράνησης του Ήλιου κατά τις ισημερίες, τότε που ο Ήλιος βρίσκεται πάνω στον Ισημερινό.

δ) Υπολογισμός της ακτίνας της Γης

Με τη βοήθεια του Γνώμονα και με τη μέθοδο που αναπτύξαμε προηγουμένως αν υπολογίσουμε τα γεωγραφικά πλάτη ϕ_1 και ϕ_2 δύο τόπων, που βρίσκονται στον ίδιο μεσημβρινό της Γης ή σε πολύ

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

κοντινούς, αλλά και σε γνωστή μεταξύ τους απόσταση (s) τότε με την απλή σκέψη ότι σε τόξο της επιφάνειας της Γης $\varphi_2 - \varphi_1$ αντιστοιχεί μήκος s βρίσκουμε το μήκος της περιφέρειας της Γης, καθώς την θεωρούμε σφαιρική.

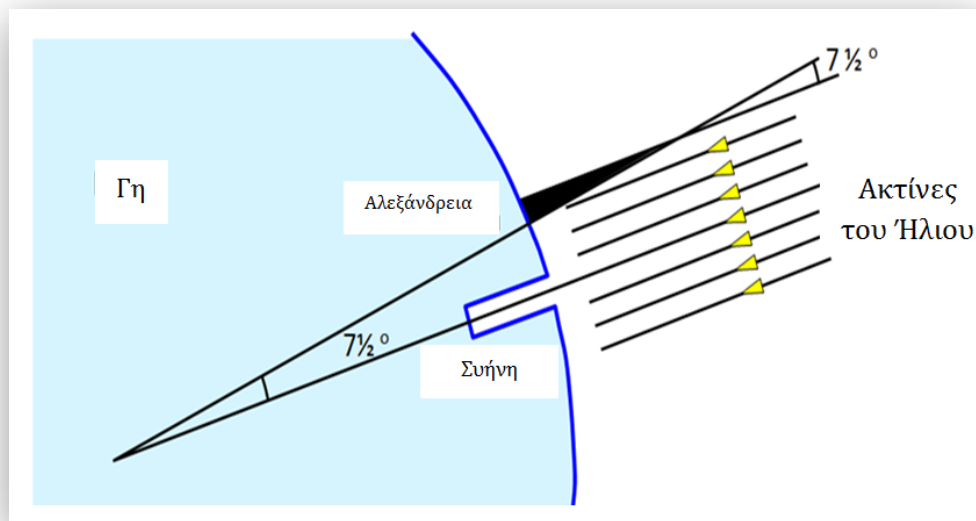


Εικόνα 4: Υπολογισμός της ημερήσιας απόκλισης του Ήλιου.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας με πολύ απλό τρόπο μπορούμε να βρούμε το ύψος u_1 και u_2 του πολικού αστέρα των δύο αυτών τόπων οπότε πάλι με τον ίδιο τρόπο βρίσκουμε την ακτίνα της Γης, αφού $u_1 = \varphi_1$ και $u_2 = \varphi_2$.

Την ίδια μέθοδο ακριβώς χρησιμοποίησε και ο Ερατοσθένης καθώς γνώριζε ότι η Αλεξάνδρεια και η Συήνη (το σημερινό Ασουάν) της Αιγύπτου βρίσκονται στον ίδιο γήινο μεσημβρινό και ότι απέχουν μεταξύ τους 800 km. Γνώριζε επίσης ότι μια συγκεκριμένη ημέρα του έτους ο Ήλιος κατά τη μεσουράνησή του βρίσκονταν στο Ζενίθ στη Συήνη, καθώς εκείνη τη στιγμή ο Ήλιος καθρεπτιζόταν στα νερά ενός πηγαδιού μεγάλου βάθους. Την ίδια στιγμή ο Ήλιος μεσουρανούσε και στην Αλεξάνδρεια. Τη στιγμή της μεσουράνησης με τη βοήθεια του Γνώμονα υπολόγισε το ύψος του Ήλιου στην Αλεξάνδρεια και το βρήκε $82,5^\circ$ (Εικόνα 5).

Επομένως, αφού οι ακτίνες του Ήλιου πέφτουν παράλληλες στη Γη (λόγω της μεγάλης απόστασής του) και την ίδια στιγμή στη Συήνη πέφτουν κάθετα, ενώ στην Αλεξάνδρεια αποκλίνουν από την κατακόρυφο κατά $90^\circ - 82,5^\circ = 7,5^\circ$, σημαίνει ότι το μήκος των 800 Km πάνω στη Γη αντιστοιχεί στο γήινο τόξο των 7,5 μοιρών και έτσι βρήκε την περιφέρεια και την ακτίνα της Γης, θεωρώντας τη Γη σφαιρική.



Εικόνα 5. Υπολογισμός της ακτίνας της Γης με τη μέθοδο του Ερατοσθένη
[<http://makolas.blogspot.gr/2013/06/projects.html>].

Προτάσεις για διδακτική αξιοποίηση

Ο Γνώμονας είναι το αρχαιότερο και το πιο απλό αστρονομικό όργανο που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος για αστρονομικές παρατηρήσεις και μετρήσεις. Η περιγραφή των αστρονομικών παρατηρήσεων και των μετρήσεων, που προηγήθηκαν στην παρούσα εργασία, μπορούν να αξιοποιηθούν διδακτικά κυρίως στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (στο μάθημα της Γεωγραφίας είτε στο πλαίσιο ερευνητικών εργασιών ή προγραμμάτων περιβαλλοντολογικής εκπαίδευσης) ενώ πειραματικές δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα η εύρεση της μεσημβρινής γραμμής στην αυλή του σχολείου, μπορεί να απασχολήσουν και τους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Οι ερωτήσεις που ακολουθούν ευελπιστούμε ότι μπορεί να αποτελέσουν έναυσμα για μια εισαγωγή των μαθητών στην παρατήρηση του megάλoσμου και στη μελέτη του χώρου που μας περιβάλλει, με στόχο την καλλιέργεια της ερευνητικής σκέψης.

1. Γιατί προτιμούμε οι προσόψεις των σπιτιών στη χώρα μας να είναι στραμμένες προς το Νότο; Συμβαίνει το ίδιο και σε αντίστοιχες χώρες του Νότιου ημισφαιρίου του ίδιου γεωγραφικού πλάτους;
2. Για τους κατοίκους του Ισημερινού υπάρχει μια τέτοια προτίμηση; Προς ποια κατεύθυνση;
3. Υπάρχει περίοδος του έτους που η μεσημβρινή σκιά μας διευθύνεται προς το Νότο;
4. Ένας ηλιακός συλλέκτης στην οροφή του σπιτιού μας, τι γωνία πρέπει να σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο για να έχει την μέγιστη απόδοση κατά το χειμερινό Ηλιοστάσιο;
5. Ο Ήλιος ανατέλλει πάντα από το γεωγραφικό σημείο της Ανατολής του ορίζοντα κάθε τόπου;

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο

6. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ο Ήλιος ανατέλλει από σημεία του ορίζοντα που βρίσκονται νοτιότερα ή βορειότερα της Ανατολής;
7. Πώς καθορίζουμε αν ο Ήλιος ανατέλλει από δεξιά ή από αριστερά; Στη χώρα μας ο Ήλιος ανατέλλει από δεξιά μας ή από αριστερά μας;
8. Μπορείτε να βρείτε αναφορές του Ηρόδοτου σχετικά με τους θαλασσοπόρους Φοίνικες που είδαν τον Ήλιο να ανατέλλει από αριστερά τους; Γιατί συνέβη αυτό;
9. Πώς καθορίζεται ο διαχωρισμός της εύκρατης από τη διακεκαυμένη ζώνη πάνω στη Γη με τη βοήθεια της σκιάς του Γνώμονα;
10. Αφού η Γη βρίσκεται πιο κοντά στον Ήλιο περίπου στις 5 Ιανουαρίου (περιήλιο της τροχιάς της) γιατί εμείς στο Βόρειο ημισφαίριο έχουμε Χειμώνα;
11. Για το ίδιο γεωγραφικό πλάτος του Βόρειου και του Νότιου ημισφαιρίου της Γης, πού είναι το θερμότερο Καλοκαίρι και πού ο ψυχρότερος Χειμώνας και γιατί;
12. Η διεύθυνση του γεωγραφικού Βορρά ταυτίζεται με τη διεύθυνση του μαγνητικού Βορρά;
13. Που οφείλεται η ανισότητα των εποχών του έτους;
14. Ένας αστέρας, όταν παρατηρείται από τόπους με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος, δεν έχει το ίδιο ύψος κατά τη μεσουράνησή του. Αυτό αποτέλεσε για τον Αριστοτέλη μια από τις αποδείξεις της σφαιρικότητας της Γης. Γιατί;
15. Η μεταβολή του μεσημβρινού ύψους ενός αστέρα, για δύο τόπους που βρίσκονται στον ίδιο μεσημβρινό της Γης, πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της ακτίνας της Γης;
16. Για την προηγούμενη άσκηση γιατί θα προτιμούσατε τον Πολικό αστέρα, ή έναν τυχαίο αστέρα, προκειμένου να υπολογίσετε την ακτίνα της Γης;
17. Η μεταβολή του μεσημβρινού ύψους του Ήλιου, όπως αυτή υπολογίζεται με τη βοήθεια του Γνώμονα, για δύο τόπους, που η μεσουράνηση του Ήλιου συμβαίνει την ίδια ώρα, πώς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της ακτίνας της Γης; Η άσκηση αυτή μπορεί να γίνει στο πλαίσιο συνεργασίας δύο σχολείων. Με ποιο κριτήριο θα επιλέγατε σχολεία για τη συνεργασία αυτή;
18. Η εύρεση της διεύθυνσης Βορρά – Νότου, που είναι απαραίτητη για τη κατασκευή ενός ηλιακού ρολογιού, γιατί δεν μπορεί να γίνει με τη βοήθεια της μαγνητικής βελόνας;
19. Μπορείτε να βρείτε για καθένα από τους παρακάτω φιλοσόφους τι επέτυχαν με τη χρήση του Γνώμονα; 1. Θαλής ο Μιλήσιος 2. Αναξίμανδρος ο Μιλήσιος 3. Δημόκριτος ο Αβδηρίτης 4. Μέτων ο Αθηναίος 5. Εύδοξος ο Κνίδιος
20. Καταγράψτε τους πιο διάσημους οβελίσκους που κοσμούν σήμερα τις πλατείες πολλών μεγάλων πόλεων και είναι κατακόρυφοι Γνώμονες που χρησιμοποιούνταν για αστρονομικές παρατηρήσεις και μετρήσεις.



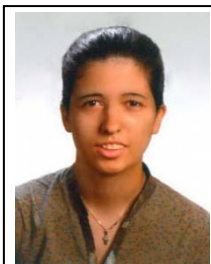
Εικόνα 5. Αιγυπτιακός οβελίσκος στο Παρίσι [<http://commons.wikimedia.org/>].

Βιβλιογραφία

Αυγολούπης, Σ. (2008). *Το Εγγύς Διαστημικό Περιβάλλον της Γης – Ιστορία, Τεχνολογία και Επιστήμη της Αστρονομίας*. Εκδόσεις Πλανητάριο Θεσσαλονίκης.

Αυγολούπης, Σ., Σειραδάκης, Ι. (2009). *Παρατηρησιακή Αστρονομία*. Εκδόσεις πλανητάριο Θεσσαλονίκης.

Kuhn, K.F., Koupelis T. (2000). *In quest of the Universe*. Jones and Bartlett Publishers, USA.



Η Σοφία Γκοτζαμάνη είναι πτυχιούχος του Μαθηματικού Τμήματος και του ΤΕΦΑΑ του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Μέσα από τα προπτυχιακά μαθήματα Αστρονομίας, αλλά και από τις εξωπανεπιστημιακές δράσεις της, απέκτησε μια ιδιαίτερη σχέση με το αντικείμενο της Αστρονομίας. Τις γνώσεις και την αγάπη της για την Αστρονομία φροντίζει να μεταδίδει μέσα από την διδασκαλία σε δημόσια σχολεία αλλά και με την πολυετή δράση της σε παιδικές κατασκηνώσεις.



Ο Σταύρος Αυγολούπης είναι καθηγητής Αστρονομίας στο Π.Τ.Δ.Ε. του Α.Π.Π.. Έχει αναπτύξει πολλές ερευνητικές συνεργασίες στον τομέα της Παρατηρησιακής Αστρονομίας με διάφορα κέντρα δορυφορικών τηλεσκοπίων καθώς και με πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα του εξωτερικού. Υπηρετεί με ζήλο τη διάδοση της αστρονομικής γνώσης, τόσο με διαλέξεις όσο και με βιβλία που απευθύνονται τόσο σε φοιτητές όσο και στο ευρύ κοινό. Μέλος του Δ.Σ. και του Ε.Σ. του Διεπιστημονικού Κέντρου Αριστοτελικών Μελετών του Α.Π.Θ.