

Το πείραμα του Ερατοσθένη

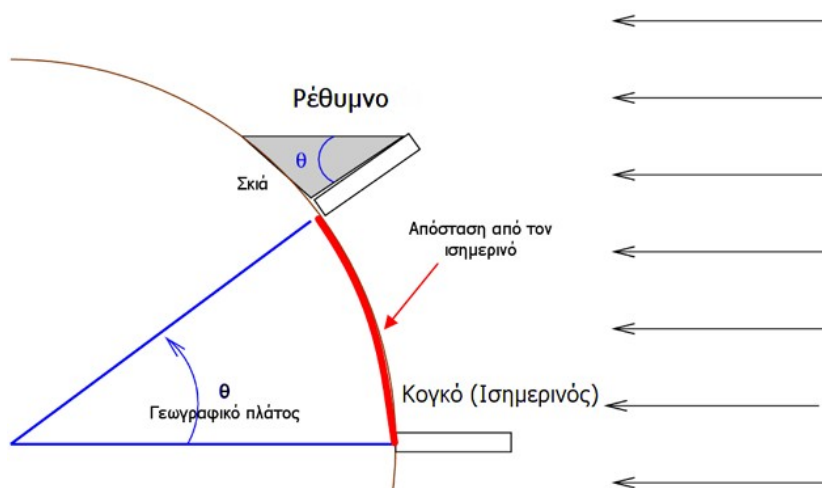
Στις 20 Μαρτίου 2018, την ημέρα της εαρινής ισημερίας το σχολείο μας συμμετείχε στη δράση που διοργανώθηκε από τα ΕΚΦΕ Σερρών, Πιερίας, Λακωνίας, Κω και Θεσπρωτίας, σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών & Τηλεπισκόπησης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, την υποστήριξη της Πανελληνίας Ένωσης Υπεύθυνων Ε.Κ.Φ.Ε. (ΠΑΝΕΚΦΕ) και την έγκριση του Υπουργείου Παιδείας.

Ο καθηγητής Φυσικής Χαλκιαδάκης Κωστής και 12 μαθητές της Α Λυκείου στις 12.30μμ. την ώρα δηλαδή που είναι το ηλιακό μεσημέρι στο Ρέθυμνο επανέλαβαν το πείραμα του Ερατοσθένη για τον υπολογισμό της ακτίνας της γης, μετρώντας τη σκιά που σχημάτισε μια κατακόρυφη γραμμή από μαρκαδόρο πάνω σε ένα τζάμι (Δες σχετική εικόνα).



Εικ. 1: Η πειραματική διάταξη

Την ημέρα της ισημερίας και την ώρα του μεσημεριού, οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν κάθετα στον ισημερινό της γης (δεν σχηματίζουν σκιά). Όπως μπορείτε να δείτε από το διπλανό σχήμα την ίδια ώρα η γωνία που σχηματίζουν οι ακτίνες του ηλίου με την κατακόρυφο ενός τόπου ισούται με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Έτσι με μια απλή μέτρηση της σκιάς μπορούμε να βρούμε το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο βρισκόμαστε.



Στο δικό μας πείραμα το ύψος της κατακόρυφης γραμμής ήταν 9,6cm και το μήκος της σκιάς της 6,8cm. Αυτό μας δίνει για την εφαπτομένη της γωνίας ϕ την τιμή $\epsilon\phi\theta=0,71$ από την οποία προκύπτει ότι η γωνία θ άρα και το γεωγραφικό πλάτος του τόπου είναι $35,37^\circ$. Η τιμή είναι σε εκπληκτική συμφωνία με την τιμή που δίνουν οι χάρτες google maps $35,366^\circ$ με σφάλμα μόλις 0,011% !!

Για να γίνει ο υπολογισμός της ακτίνας της γης χρειάζεται να γνωρίζουμε το γεωγραφικό πλάτος ενός δεύτερου σημείου της γης, πάνω στον ίδιο μεσημβρινό καθώς και την απόσταση ανάμεσα στα δύο σημεία. Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος ήταν διευθυντής της βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας και τον 3ο αιώνα π.Χ διεξήγαγε το πείραμα και υπολόγισε την ακτίνα της γης χρησιμοποιώντας δύο σημεία στην επιφάνεια της γης, την Αλεξάνδρεια και την Συήνη (σημερινό Ασσουάν). Στη συνέχεια μέτρησε την απόσταση ανάμεσα στις δύο πόλεις με βηματιστές, στρατιώτες Αιγύπτιους που ήταν εκπαιδευμένοι να υπολογίζουν την απόσταση που διανύουν μετρώντας τα βήματά τους. Έτσι υπολόγισε την ακτίνα της Γης με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια (σφάλμα περίπου 1%).

Στη δική μας εφαρμογή επειδή δεν είχαμε ταυτόχρονη μέτρηση με κάποιο άλλο σχολείο, χρησιμοποιήσαμε το internet για να βρούμε την απόσταση μας από τον ισημερινό. Έτσι βρήκαμε ότι το σχολείο μας απέχει 3930km από το σημείο του ισημερινού με το ίδιο γεωγραφικό μήκος (κάπου στο Κογκό).

Συνεπώς σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας το μήκος του τόξου της γωνίας των $35,37^\circ$ είναι 3930km

Άρα με μια απλή αναλογία μπορούμε να βρούμε την ακτίνα της Γης:

$$\frac{35,37}{3930} = \frac{360}{2\pi R} \Rightarrow 2\pi R = \frac{360 \cdot 3930}{35,37} \Rightarrow R = 6369 \text{ km}.$$

Η διεθνώς αποδεκτή τιμή της μέσης ακτίνας της Γης είναι 6371km, συνεπώς το σφάλμα μας είναι μόλις 2km. !!

Είναι προφανές ότι η ακρίβεια του οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν (χάρακας, αλφάδι) δεν μπορούν να εγγηθούν τόσο μεγάλη ακρίβεια στον υπολογισμό του γεωγραφικού πλάτους και στη συνέχεια στον καθορισμό της ακτίνας της Γης. Το αποτέλεσμα της μέτρησης έχει μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας οπότε η εκπληκτική ακρίβεια οφείλεται εν μέρει και στην τύχη, συνεπώς είναι σχεδόν σίγουρο (στατιστικά μιλώντας) ότι σε επόμενες μετρήσεις θα έχουμε μεγαλύτερες αποκλίσεις. Ανυπομονούμε να δούμε την τιμή της μέτρησης του επόμενου χρόνου !



Εικ. 2: Περιμένοντας να μεσημεριάσει...