



# ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

ΓΕΛ ΤΥΡΝΑΒΟΥ

20 ΜΑΡΤΙΟΥ 2024

# ΚΟΡΥΦΑΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

που ξεχωρίζουν για την ευρηματικότητα και τη σημασία τους στην εξέλιξη των φυσικών επιστημών.



## ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

ΧΑΛΙΑΜΠΑΛΙΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΓΕΛ ΤΥΡΝΑΒΟΥ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1. ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ

Βιογραφία

Η σφαιρική Γη

### 2. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

Η μέτρηση της ακτίνας της Γης

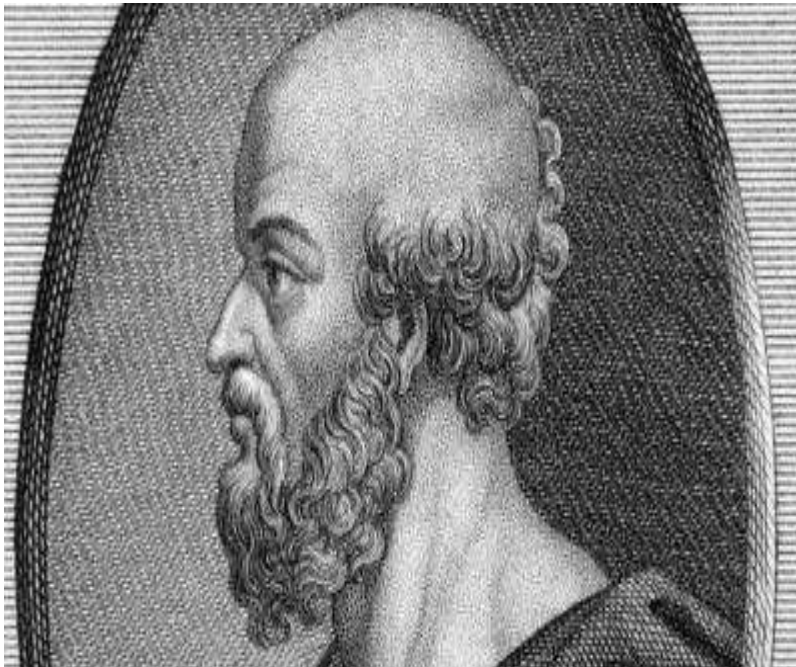
### 3. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΜΑΣ

### 4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## ΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ ΠΟΥ ΕΜΕΙΝΕ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ

Δύο ραβδιά, το μυαλό και την παρατηρητικότητα του χρησιμοποίησε ο Ερατοσθένης για να ανακαλύψει πρώτος ότι η Γη είναι στρογγυλή και να μετρήσει την περιμέτρό της.

Χιλιάδες χρόνια πριν κατάφερε να υπολογίσει το μέγεθος του πλανήτη μας και να κατασκευάσει ένα σύστημα συντεταγμένων - με παράλληλους και μεσημβρινούς - με τα μέσα που διέθετε.



*Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος (περίπου 275-193 π.Χ) μπόρεσε να μετρήσει την ακτίνα της Γης με ακρίβεια. Οι αρχαίοι Έλληνες, αντίθετα με όσα πιστεύει ο μέσος πολίτης σήμερα, γνώριζαν από την εποχή του Αριστοτέλη ότι η Γη είναι σφαιρική και όχι επίπεδη.*

## ΒΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ο Ερατοσθένης γεννήθηκε στην Κυρήνη της σημερινής Λιβύης το 276 π.Χ. και πέθανε στην Αλεξάνδρεια το 194 π.Χ.. Ήταν μαθηματικός, γεωγράφος και αστρονόμος. Από τα πιο σπουδαία επιτεύγματά του ήταν ότι υπολόγισε για πρώτη φορά το μέγεθος της Γης, ότι κατασκεύασε ένα σύστημα συντεταγμένων με παράλληλους και μεσημβρινούς, και ότι κατασκεύασε ένα χάρτη του κόσμου, όπως τον θεωρούσε.

Νέος πήγε στην φημισμένη για την βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρεια την πρωτεύουσα της πτολεμαϊκής Αιγύπτου όπου σπούδασε και εργάστηκε. Από πολύ νεαρή ηλικία ήταν εξαιρετικά ευφυής και αμέσως φάνηκε ότι στη ζωή του θα μπορούσε να καταπιαστεί —επιτυχώς— με οτιδήποτε, από την ποίηση μέχρι τη γεωγραφία. Τον φώναζαν Πένταθλο, παρομοιάζοντας τον με τον αθλητή που συμμετέχει στα πέντε αθλήματα του πένταθλου, για να τονίσουν το εύρος του ταλέντου του. Δεν παντρεύτηκε ποτέ και το 195 π.Χ. ο Ερατοσθένης τυφλώθηκε, ενώ ένα χρόνο αργότερα σε μεγάλη ηλικία λένε ότι πέθανε από εκούσιο υποσιτισμό. Ο Ερατοσθένης ισχυριζόταν ότι σπούδασε για κάποια χρόνια και στην Αθήνα. Το 236 π.Χ. ορίστηκε από τον Πτολεμαίο τον Γ' τον Ευεργέτη, ως βιβλιοθηκάριος της βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας, διαδεχόμενος τον Ζηνόδοτο. Η κοσμοπολίτικη Αλεξάνδρεια είχε πάρει τότε τα σκήπτρα από την Αθήνα ως το διανοητικό κέντρο της Μεσογείου, και η βιβλιοθήκη της πόλης ήταν το πιο αξιοσέβαστο πνευματικό ίδρυμα στον κόσμο. Δεν είχε καμία σχέση με τις σημερινές βιβλιοθήκες, όπου αυστηροί βιβλιοθηκονόμοι σφραγίζουν βιβλία και ψιθυρίζουν

ο ένας στον άλλο, καθώς επρόκειτο για ένα ζωντανό και συναρπαστικό μέρος, γεμάτο εμπνευσμένους μελετητές και ευφυείς μαθητές.

Έκανε αρκετές σημαντικές συνεισφορές στα Μαθηματικά και ήταν φίλος του Αρχιμήδη. Γύρω στο 225 π.Χ. εφηύρε τον σφαιρικό αστρολάβο, που τον χρησιμοποιούσαν ευρέως μέχρι την εφεύρεση του πλανηταρίου τον 18ο αιώνα.

Αναφέρεται από τον Κλεομήδη στο Περί της κυκλικής κινήσεως των ουρανίων σωμάτων ότι είχε υπολογίσει την περιφέρεια της Γης γύρω στο 240 π.Χ. χρησιμοποιώντας το ύψος του Ηλίου κατά την εαρινή ισημερία κοντά στην Αλεξάνδρεια και στη νήσο Ελεφαντίνη, κοντά στη Συήνη (το σημερινό Ασουάν της Αιγύπτου). Επίσης, ο όρος Γεωγραφία αποδίδεται στον Ερατοσθένη.





*Ο παγκόσμιος χάρτης κατά τον Ερατοσθένη*

Εκτός από την ακτίνα της Γης ο Ερατοσθένης προσδιόρισε την καμπυλότητα του ελλειψοειδούς, μέτρησε την απόκλιση του άξονα της Γης με μεγάλη ακρίβεια δίνοντας την τιμή  $23^{\circ} 51' 15''$ , κατασκεύασε έναν αστρικό χάρτη που περιείχε 675 αστέρες, πρότεινε την προσθήκη στο ημερολόγιο μίας ημέρας ανά τέσσερα χρόνια και προσπάθησε να συνθέσει μία ιστορία βασισμένη σε ακριβείς ημερομηνίες.

Τα επιτεύγματα του δεν σταματάνε εδώ. Ανέπτυξε μια μέθοδο για την εύρεση πρώτων αριθμών, μικρότερων οποιουδήποτε δεδομένου αριθμού, η οποία, σε παραλλαγή, ακόμη και σήμερα είναι ένα σημαντικό εργαλείο έρευνας στη θεωρία των αριθμών.

Έγραψε κι ένα ποίημα που ονομαζόταν “Ερμής”, όπου περιέγραφε τις αρχές της αστρονομίας σε στίχους! Παρά το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος των γραπτών του Ερατοσθένη έχει χαθεί, πολλά σώζονται μέσω των γραπτών σχολιαστών.

## Η σφαιρική Γη

Η εποχή του Ερατοσθένη ήταν έτοιμη για επιτεύγματα όπως η μέτρηση των πραγματικών διαμέτρων του Ήλιου, της Σελήνης και της Γης, και των μεταξύ τους αποστάσεων. Αυτές οι μετρήσεις υπήρξαν ορόσημα στην ιστορία της αστρονομίας, αντιπροσωπεύοντας τα πρώτα διστακτικά βήματα στην πορεία της κατανόησης ολόκληρου του σύμπαντος. Ως τέτοιες, αυτές οι μετρήσεις αξίζουν μια πιο λεπτομερή περιγραφή.

Ο Ερατοσθένης σαν πραγματικός επιστήμονας χρησιμοποίησε όχι μόνο τις προηγούμενες γνώσεις για την σφαιρική Γη και τα απαραίτητα μαθηματικά εργαλεία, αλλά σχεδίασε και τα αναγκαία πειράματα. Η άποψη ότι η Γη ήταν σφαιρική Γη ήταν αποδεκτή στην αρχαία Ελλάδα, το είχαν καταλάβει γιατί έβλεπαν τα πλοία, μετά τον απόπλου, να εξαφανίζονται σιγά σιγά στον ορίζοντα μέχρι που από το λιμάνι φαινόταν μόνο η κορυφή του καταρτιού τους. Κάτι τέτοιο είχε νόημα μόνο αν η επιφάνεια της θάλασσας καμπυλωνόταν. Αν η θάλασσα είχε καμπυλωμένη επιφάνεια, το ίδιο θα έπρεπε να συμβαίνει και με τη Γη, πράγμα που σημαίνει ότι ίσως είναι σφαίρα.

Αυτή η άποψη ενισχύθηκε με την παρατήρηση των εκλείψεων της Σελήνης: κατά την έκλειψη, η Γη έριχνε στη Σελήνη μια σκιά σε σχήμα κυκλικού δίσκου, ακριβώς όπως το σχήμα που θα περιμέναμε από ένα σφαιρικό αντικείμενο. Ίδιας σπουδαιότητας ήταν και το γεγονός ότι όλοι μπορούσαν να δουν ότι η ίδια η Σελήνη ήταν στρογγυλή, γεγονός που υποδείκνυε ότι η σφαίρα ήταν η φυσική κατάσταση ύπαρξης, ενισχύοντας την υπόθεση ότι και η Γη είναι στρογγυλή.

Όλα άρχισαν να αποκτούν νόημα, ακόμη και τα γραπτά του έλληνα ιστορικού και ταξιδευτή Ηρόδοτου που μιλούσε για ανθρώπους στο μακρινό βορρά οι οποίοι κοιμούνται τις μισές μέρες του χρόνου. Αν η Γη ήταν σφαιρική, τότε διαφορετικά μέρη της υδρογείου θα φωτιζόνταν με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το γεωγραφικό τους πλάτος, γεγονός που εξηγούσε με φυσικό τρόπο έναν πολικό χειμώνα και νύχτες με διάρκεια έξι μηνών.

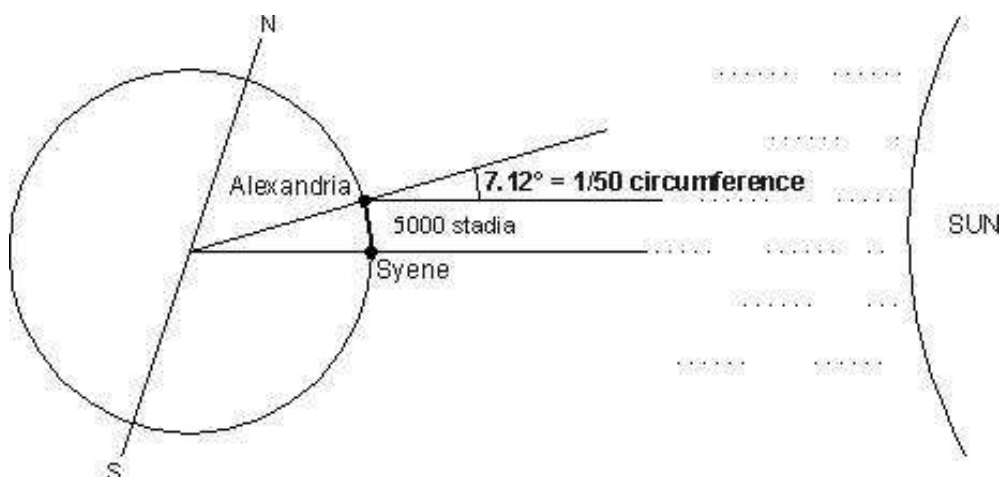
# ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

## Η μέτρηση της ακτίνας της Γης

Την εποχή που βρισκόταν στη βιβλιοθήκη, ο Ερατοσθένης πληροφορήθηκε για ένα πηγάδι με εκπληκτικές ιδιότητες, το οποίο βρισκόταν κοντά στην πόλη της Συήνης στη νότια Αίγυπτο, κοντά στο σημερινό Ασουάν. Κάθε χρόνο, το μεσημέρι της 21ης Ιουνίου —τη μέρα του θερινού ηλιοστασίου- ο Ήλιος καθρεφτιζόταν ολόκληρος μέσα στο πηγάδι και το φώτιζε σε όλο το βάθος του. Ο Ερατοσθένης συμέρανε ότι για να συμβαίνει κάτι τέτοιο, τη συγκεκριμένη μέρα ο Ήλιος έπρεπε να βρίσκεται ακριβώς πάνω από το πηγάδι, κάτι που ο ίδιος ποτέ δεν είχε παρατηρήσει στη Αλεξάνδρεια, η οποία βρισκόταν αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα βόρεια της Συήνης. Σήμερα γνωρίζουμε ότι η Συήνη βρίσκεται κοντά στον Τροπικό του Καρκίνου, το πιο βόρειο γεωγραφικό πλάτος από το οποίο ο Ήλιος περνάει κατακόρυφα.

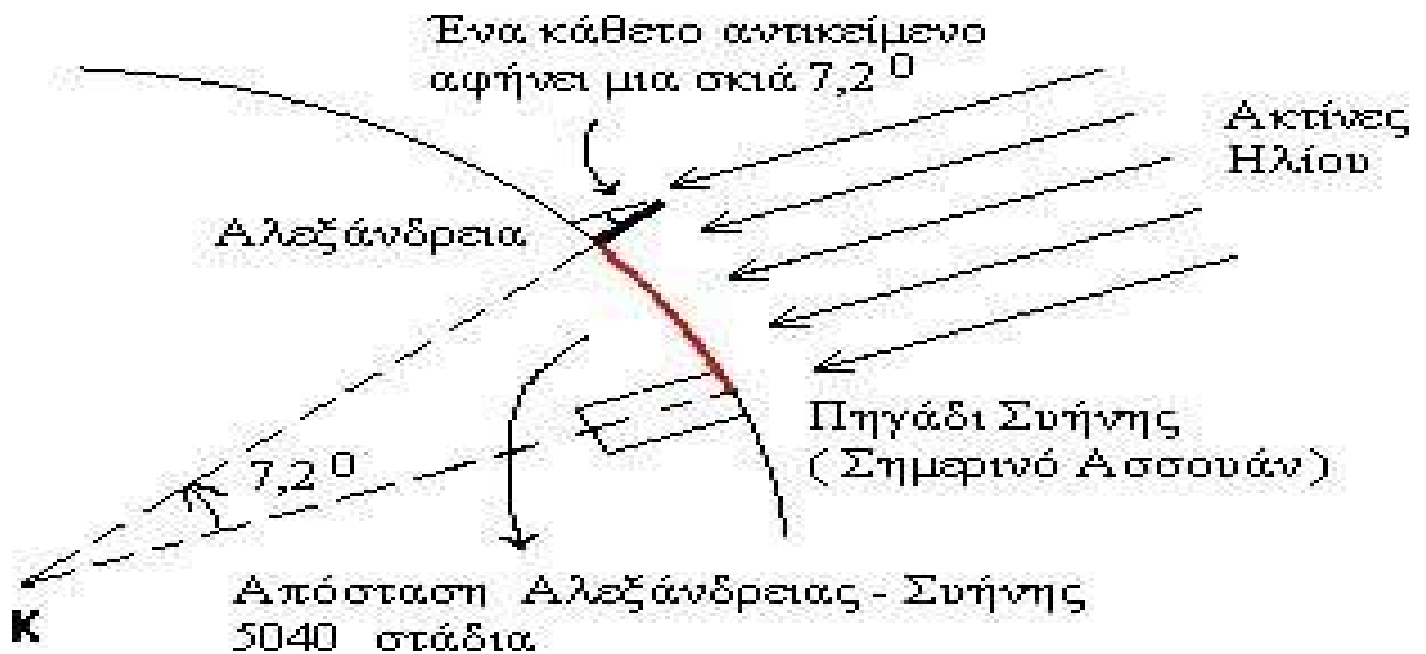
Ο Ερατοσθένης γνώριζε ότι ο λόγος που ο Ήλιος δεν μπορούσε να μεσουρανή ταυτόχρονα στη Συήνη και στην Αλεξάνδρεια οφειλόταν στην καμπυλότητα του πλανήτη μας και σκέφτηκε να εκμεταλλευτεί το γεγονός προκειμένου να μετρήσει την περιφέρεια της Γης.

Χρησιμοποίησε γεωμετρίες, συμβολισμούς και ερμηνείες που σίγουρα διαφέρουν κάπως από εκείνες των σύγχρονων μεθόδων, όμως έχει ενδιαφέρον να προσεγγίσουμε την εξήγησή του.



Στο σχήμα παράλληλες ακτίνες από τον Ήλιο φτάνουν στη Γη στις 21 Ιουνίου. Ο Ερατοσθένης χρησιμοποίησε τη σκιά που ρίχνει ένα κοντάρι βυθισμένο στο έδαφος της Αλεξάνδρειας για να υπολογίσει την περιφέρεια της Γης. Πραγματοποίησε το πείραμα στις 21 Ιουνίου, την ημέρα του θερινού ηλιοστασίου, όταν η Γη παρουσιάζει τη μέγιστη κλίση της ως προς τον Ήλιο, οπότε οι πόλεις κατά μήκος τον Τροπικού του Καρκίνου βρίσκονται στην κοντινότερη απόσταση τους από τον Ήλιο. Αυτό σημαίνει ότι ο Ήλιος το μεσημέρι βρισκόταν ακριβώς πάνω από αυτές τις πόλεις.

Τη στιγμή που το ηλιακό φως βυθιζόταν στο πηγάδι της Συήνης, ο Ερατοσθένης έμπηξε στην Αλεξάνδρεια ένα κοντάρι κάθετα στο έδαφος και μέτρησε τη γωνία που σχηματιζόταν ανάμεσα στο κοντάρι και στις ακτίνες του Ήλιου. Είναι αποφασιστικής σημασίας ότι αυτή η γωνία ισοδυναμεί με τη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα σε δύο ακτίνες που συνδέουν το κέντρο της Γης με την Αλεξάνδρεια και τη Συήνη αντίστοιχα. Ο Ερατοσθένης βρήκε ότι η γωνία ήταν  $7,2^\circ$ .



Τώρα, φανταστείτε κάποιον που ξεκινά από τη Συήνη, βαδίζει ευθεία προς την Αλεξάνδρεια και ύστερα συνεχίζει να περπατά μέχρι να διασχίσει όλη τη Γη και να επιστρέψει στη Συήνη. Αυτός ο άνθρωπος θα καλύψει όλη την περιφέρεια της Γης, διανύοντας έναν ολόκληρο κύκλο, δηλαδή 360°. Έτσι, εάν η γωνία Συήνη-κέντρο Γης-Αλεξάνδρεια είναι μόνο 7,2°, τότε η απόσταση μεταξύ των δυο πόλεων είναι το  $7,2/360$  ή το  $1/50$  της περιφέρειας της Γης.

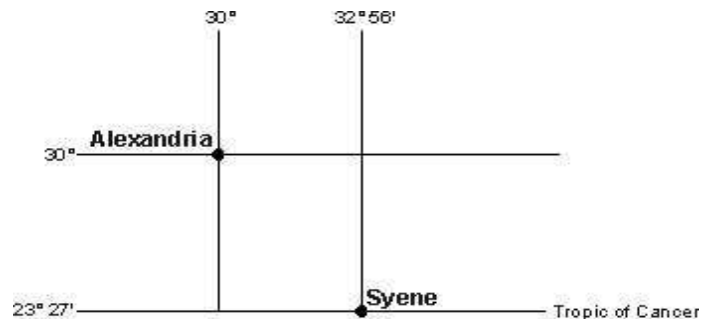
Η Αλεξάνδρεια δεν βρίσκεται ακριβώς βόρεια της Συήνης γι αυτό υπάρχει και ένα μικρό λάθος στη μέτρηση. Επίσης, η Συήνη δεν βρίσκεται ακριβώς στον Τροπικό του Καρκίνου αλλά 55 km πιο βόρεια. Και τέλος η γωνιακή διαφορά είναι 7° 5'

Ακολούθως το μόνο που χρειαζόταν ήταν η απόσταση της Συήνης από την Αλεξάνδρεια. Ο Ερατοσθένης μέτρησε αυτήν την απόσταση, χρησιμοποιώντας ένα είδος οδομέτρου με γρανάζια και την βρήκε ίση με 5040 στάδια. Επομένως η περιφέρεια της Γης είναι  $5040 \cdot 50 = 252.000$  στάδια. Αυτή είναι η μεσημβρινή περιφέρεια, αλλά δεχόμενοι τη Γη σαν μια σφαίρα, θα ισούται και με την Ισημερινή περιφέρεια.

Πόσο όμως είναι το ένα στάδιο; Το στάδιο ήταν ίσο με 159 μέτρα (άλλοι λένε 157 μέτρα), κατά την Ελληνιστική εποχή στην Αίγυπτο (το στάδιο διέφερε από περιοχή σε περιοχή, αλλά και από εποχή σε εποχή). Άρα η περιφέρεια της Γης σε μέτρα είναι 40.068.000 μέτρα. Η πραγματική Ισημερινή ακτίνα της Γης είναι 12.756 Km, με αποτέλεσμα η περιφέρεια να ισούται περίπου με 40.074.156 μέτρα. Το σφάλμα που έκανε ο Ερατοσθένης είναι απειροελάχιστο (φτάνει το 0,02 %). Βέβαια στην πραγματικότητα ο Ερατοσθένης υπολόγισε την μεσημβρινή περιφέρεια, η οποία σήμερα υπολογίζεται σε 39.942.209 μέτρα. Έτσι το σφάλμα ανέρχεται περίπου στο 0,3 %.

Εκπληκτικά μικρό για εκείνη την εποχή, όπου δεν υπήρχαν οι υπολογιστές και τα Laser.

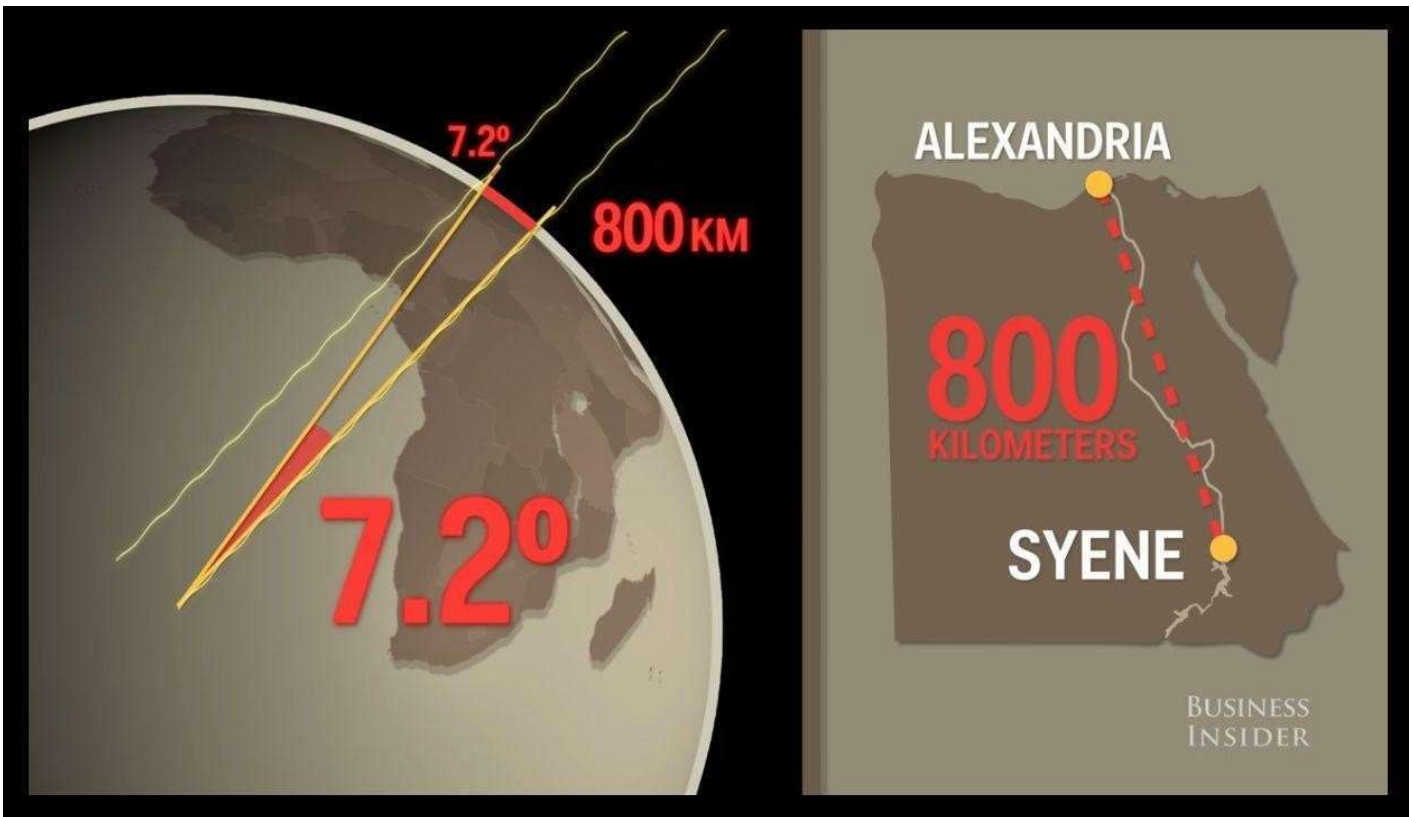
Ένα άλλο εξαιρετικό γεγονός είναι ότι η μέτρηση στηρίζεται στην κατ' εκτίμηση μέση ταχύτητα ενός καραβανιού από καμήλες. Ακόμα, παρά όλες αυτά τα μειονεκτήματα, η μέθοδος του ακόμα προκαλεί το θαυμασμό. Ας μην ξεχνάμε ότι βρισκόμαστε περίπου στο 250 π.Χ., και η Γη επιτέλους είχε ένα σωστό μέγεθος. Ας σημειωθεί ότι την πληροφορία για την μέτρηση της περιφέρειας της Γης από τον Ερατοσθένη την πήραμε από τον γεωγράφο Στράβωνα, ο οποίος γράφει ακριβώς: "όντως δε κατ' Ερατοσθένη του ισημερινού κύκλου σταδίων μυριάδων πέντε και είκοσι και δισχιλίων". Μία μυριάδα ισούται με 10.000. Για αυτό λέμε εκατομμύριο, δηλαδή 100 μυριάδες. Έτσι  $100 \cdot 10.000 = 1.000.000$ . Ο αριθμός που σχηματίζεται από τα αναφερόμενα του Στράβωνος είναι 252.000 στάδια.





Αν η ακρίβεια του Ερατοσθένη είχε απόκλιση 0.3% ή 1% δεν έχει ιδιαίτερη σημασία. Το σημαντικό είναι ότι ο Ερατοσθένης βρήκε πώς να εκτιμήσει επιστημονικά το μέγεθος της Γης. Οποιαδήποτε ανακρίβεια ήταν απλώς αποτέλεσμα μιας κακής γωνιακής μέτρησης, ενός λάθους στην απόσταση μεταξύ Σύνης και Αλεξάνδρειας (η απόσταση δεν είναι 800 χιλιόμετρα αλλά 729), της ώρας του μεσημεριού στο θερινό ηλιοστάσιο, και του γεγονότος ότι η Αλεξάνδρεια δεν βρισκόταν ακριβώς βόρεια της Σύνης (δηλαδή δεν είναι στον ίδιο μεσημβρινό αλλά απέχουν 3° περίπου).

Πριν από τον Ερατοσθένη κανείς δεν γνώριζε αν η περιφέρεια της Γης ήταν 4.000 ή 4.000.000.000 χιλιόμετρα, και έτσι η προσέγγιση της τιμής στα 40.000 χιλιόμετρα ήταν τεράστιο επίτευγμα. Αποδείχτηκε ότι το μόνο που χρειαζόταν για να μετρηθεί ο πλανήτης ήταν ένας άνθρωπος με ένα κοντάρι και ένα μυαλό. Με άλλα λόγια, αν βρεθούν μαζί μια διάνοια και μια πειραματική διάταξη, σχεδόν τα πάντα είναι εφικτά.



## ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΜΑΣ



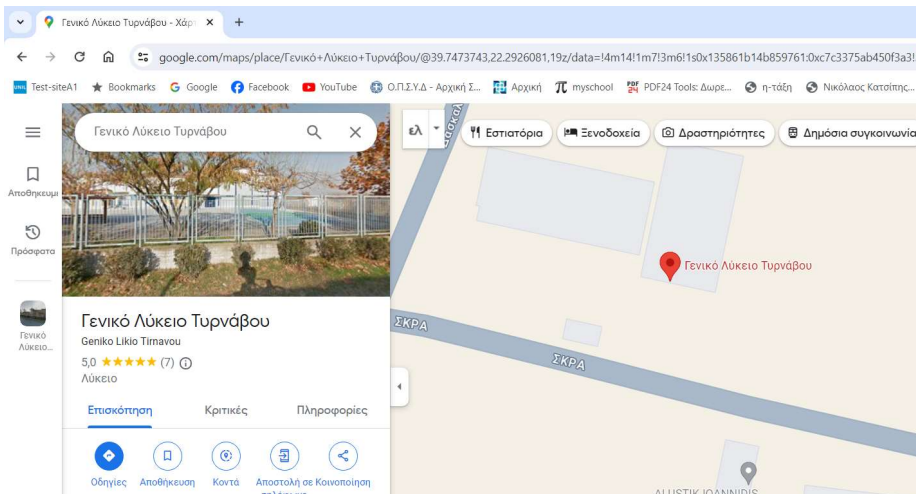
Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην αυλή του σχολείου μας, την Τετάρτη 20/03/2024 και συμμετείχαν οι μαθητές της Β' Λυκείου :

**Αβδουλάς Ιωάννης**  
**Αδαμοπούλου Κωνσταντίνα**  
**Αλμπάνη Μαρία**  
**Ανδρέου Νικόλαος**  
**Γκίμα Ευθυμία**  
**Γκόγκουρας Ιωάννης**  
**Γκουγκουστάμος Δημήτριος**  
**Γκουντελίτσα Άννα**  
**Ζαχαρίας Δημήτριος**  
**Καλύβας Βύρωνας**  
**Καντάρα Ελευθερία**  
**Καρράς Νικόλαος**  
**Κατσή Δέσποινα**  
**Κουτούπη Αθανασία**  
**Λέτσιος Κωνσταντίνος**  
**Λιόβας Γεώργιος**  
**Μάικος Ιορδάνης**  
**Μεμάι Αρμάντα**  
**Μπακαίμης Χρήστος**  
**Μπουκουβάλα Δήμητρα**  
**Μπούμπα Δέσποινα**  
**Μπουμπουλικά Τάνια**  
**Νάκα Κωνσταντίνα**

υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού Χαλιαμπάλια Στέφανου (ΠΕ 03) και με την πολύτιμη βοήθεια των εκπαιδευτικών Ντανίκα Ιωάννη (ΠΕ 04.01) και Γκαντζώρα Ισμήνης (ΠΕ 04.01).

# Βήμα 1<sup>ο</sup> (στην τάξη)

Με τη βοήθεια της εφαρμογής google maps βρήκαμε τη θέση και τις γεωγραφικές συντεταγμένες του σχολείου μας.



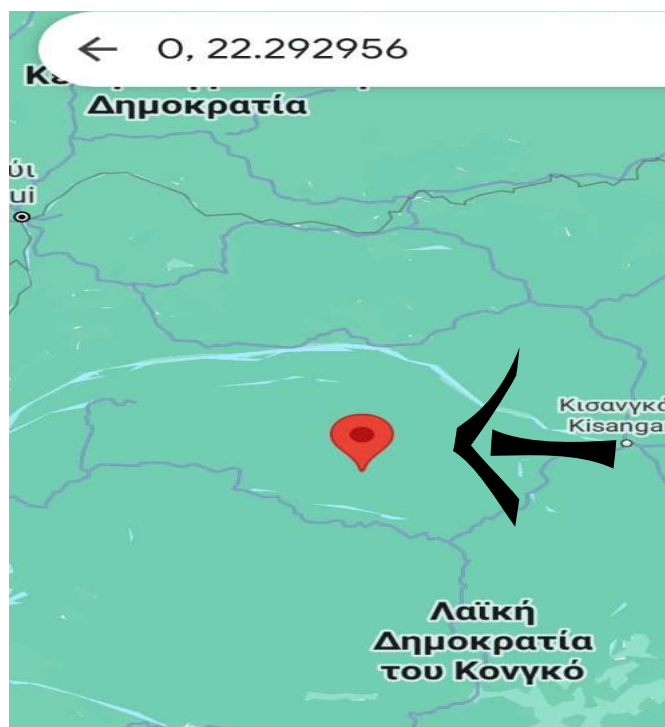
**Γεωγραφικό Μήκος : 22.292956**

**Γεωγραφικό Πλάτος : 39.747775**

Με την ίδια εφαρμογή, αναζητήσαμε το μέρος του ισημερινού που έχει το ίδιο γεωγραφικό μήκος με το σχολείο μας και το βρήκαμε στη Λαϊκή Δημοκρατία του Κονγκό.

**Γεωγραφικό Μήκος: 22.292956**

**Γεωγραφικό Πλάτος: 0 (στον ισημερινό το γεωγραφικό πλάτος είναι 0)**



Η απόσταση του σχολείου μας από την παραπάνω τοποθεσία είναι : **4.417 χιλιόμετρα.**

## **Click here to find your latitude/longitude**

**Input Location Points**

**Latitude 1**  **Longitude 1**

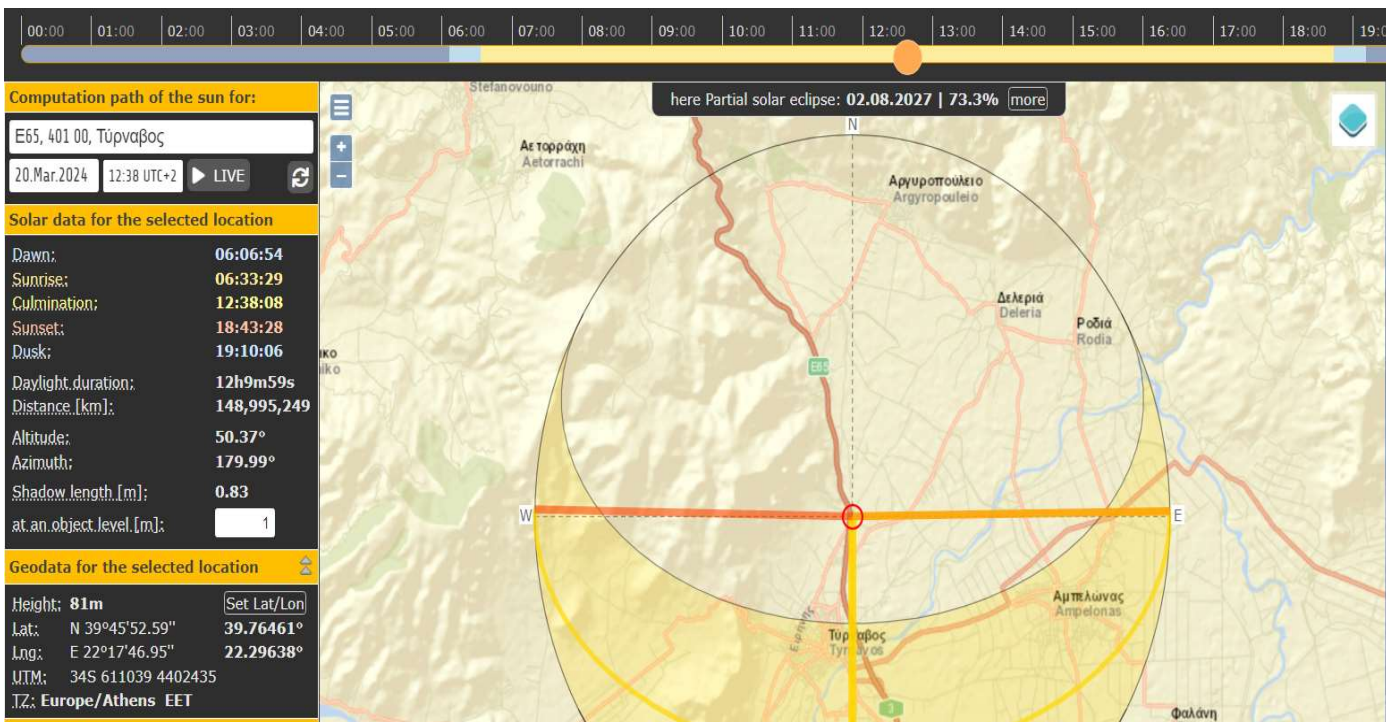
**Latitude 2**  **Longitude 2**

**Distance**  
(rounded to the nearest whole unit)

**km**

## **Βήμα 2°** (στην τάξη)

Με τη βοήθεια της εφαρμογής [www.suncalc.org](http://www.suncalc.org) υπολογίσαμε την ώρα που θα πραγματοποιήσουμε το πείραμα και βρήκαμε ότι θα γίνει στις **12:38:08**.



## Βήμα 3<sup>ο</sup> (στην αυλή του σχολείου)

Πραγματοποιήσαμε τις μετρήσεις του πειράματος.



Μήκος Ράβδου : 1 μέτρο



Μήκος Σκιάς : 82,5 εκατοστά

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μήκος Ράβδου	100 cm
Μήκος Σκιάς	82.5 cm
Η απόσταση του σχολείου μας από τον ισημερινό	4.417 km
Η ώρα που μεσουρανάει ο ήλιος	12:38:08

## Βήμα 4<sup>ο</sup> (στην αυλή του σχολείου)



Σχεδιάσαμε αντίστοιχο τρίγωνο στο φύλλο εργασίας και κάνοντας κατάλληλους υπολογισμούς καταλήξαμε ότι η εφαπτομένη της γωνίας  $\phi$  των ακτίνων του ηλίου με τη ράβδο είναι **0,825** και επομένως ότι η γωνία  $\phi$  ισούται με **39,52°**.

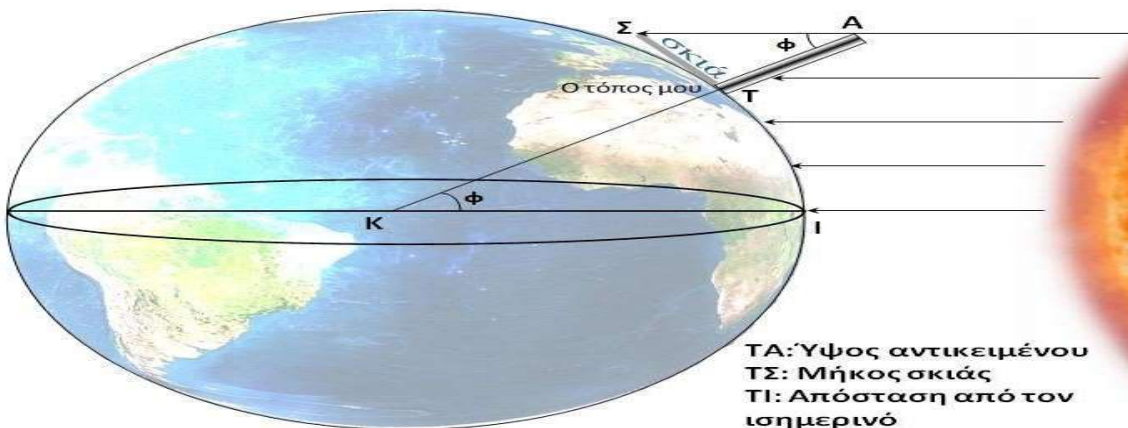
Η γωνία 39,52° αντιστοιχεί σε τόξο μήκους 4.417km. Ανάλογα, σε γωνία 360° αντιστοιχεί η περίμετρος της γης. Δηλαδή,

$$\text{Περίμετρος Γης} = \frac{360 \cdot 4.417}{39,52} = 40.235,83 \text{ km}.$$

Τέλος, υπολογίσαμε και την ακτίνα της γης.

Συγκεκριμένα :

$$\text{Ακτίνα Γης} = \frac{\text{Περίμετρος Γης}}{2 \cdot \pi} = \frac{40.235,83}{2 \cdot 3,14159} = 6.403,74 \text{ km}$$



### ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Γωνία $\phi$	$\hat{\phi} = 39,52^\circ$
Περίμετρος Γης	$\Pi = 40.235,83$
Ακτίνα Γης	$R = 6.403,74$

**ΣΧΟΛΙΟ** : Αν λάβουμε υπόψιν ότι η ενδεικτική τιμή της ακτίνας της Γης είναι 6.371km, το πείραμα μας έδωσε αποτελέσματα πολύ κοντά στην πραγματικότητα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**

1. [www.alfavita.gr](http://www.alfavita.gr)
2. [www.wikipedia.gr](http://www.wikipedia.gr)
3. [www.mixanitouxronou.gr](http://www.mixanitouxronou.gr)
4. Καθημερινή φυσική ( Youtube Channel )