

1ο ΓΕΛ ΒΥΡΩΝΑ

Οι μαθητές του Σχολείου εκτελούν
το πείραμα του Ερατοσθένη
και μετρούν την ακτίνα της Γης



Βύρωνας 21 Μαρτίου 2024

Τις μετρήσεις πραγματοποίησαν οι μαθητές:

- ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝ/ΝΑ
- ΒΕΝΕΡΗ ΕΛΕΝΗ
- ΔΑΡΑ ΛΟΥΚΙΑ
- ΚΑΡΑΔΑΚΗΣ ΙΑΣΩΝ
- ΚΑΤΩΠΟΔΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ
- ΚΛΕΑΝΘΗΣ ΘΟΔΩΡΗΣ
- ΚΟΣΜΑ ΔΗΜΗΤΡΑ
- ΚΟΣΜΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝ/ΝΑ
- ΚΟΥΤΕΛΙ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
- ΜΑΡΑΣΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
- ΜΟΥΣΟΥΤΖΑΝΗΣ ΣΠΥΡΟΣ
- ΜΠΡΕΓΚΟΥ ΜΑΡΙΑ
- ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΩΝ/ΝΑ
- ΝΟΥΧΑΙ ΓΙΩΡΓΟΣ
- ΟΝΙΕΓΟΥΕΑ ΜΙΡΙΚΑΛ
- ΠΑΥΛΟΥ ΚΑΤΕΡΙΝΑ
- ΡΗΓΑΣ ΜΑΡΙΟΣ
- ΡΟΚΑΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ
- ΤΣΙΑΓΚΙΔΗ ΙΟΥΛΙΑ
- ΤΥΜΒΙΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ
- ΧΑΛΙΜΙ ΓΚΑΜΠΡΙΕΛΑ
- ΧΑΤΖΗΧΡΙΣΤΟΦΗ ΜΑΡΙΑ
- ΧΟΝΔΡΟΥ ΧΑΡΑ
- ΧΟΤΖΑ ΣΕΜΙΝΑ
- ΧΟΥΜΑ ΒΑΝΕΣΑ



Με την καθοδήγηση και επίβλεψη των εκπαιδευτικών:

- ❖ ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ Γ. (Π.Ε. 03)
- ❖ ΜΑΚΡΥΚΩΣΤΑ ΓΑΡ. (Π.Ε. 04.02)
- ❖ ΠΑΣΠΑΛΙΑΡΗ ΘΑΝ. (Π.Ε. 03)
- ❖ ΣΤΕΡΓΙΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝ. (Π.Ε. 04.03)

και του συνταξιούχου εκπαιδευτικού ΣΑΡΗΠΑΝΙΔΗ ΑΡΗ (Π.Ε. 03), επί σειρά ετών καθηγητή Γεωμετρίας του Σχολείου μας.

Υπεύθυνος δράσης
ΗΛΙΑΣ ΚΟΝΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΟΣ – MSc Τοπογραφίας - Γεωπληροφορικής

Α΄ ΓΕΝΙΚΑ

Είχαμε φέτος τη χαρά να πραγματοποιήσουμε στην αυλή του Σχολείου μας το Πείραμα του Ερατοσθένη για τη μέτρηση της ακτίνας της Γης. Το Πείραμα αυτό συγκαταλέγεται στα 10 πιο όμορφα επιστημονικά πειράματα στην ιστορία της Φυσικής. Η δράση τελεί υπό την αιγίδα της Πανελληνίας Ένωσης Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΠΑΝ.Ε.Κ.Φ.Ε.), σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Αστρονομίας, Αστροφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών & Τηλεπισκόπησης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ι.Α.Α.Δ.Ε.Τ.).

Στους πρωταρχικούς στόχους της δράσης συγκαταλέγονται:

- Η συμμετοχή των μαθητών/μαθητριών σε μια δραστηριότητα μεγάλου ενδιαφέροντος,
- η ανταλλαγή των δεδομένων και
- η διαθεματική προσέγγιση (Φυσική, Γεωγραφία, Μαθηματικά, Πληροφορική κ.ά.).

Η δραστηριότητα της υλοποίησης του ιστορικού πειράματος του Ερατοσθένη είναι ιδιαίτερα απλή.

Με την απλότητα όμως αυτή, είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακό ότι κατορθώνει να:

1. οδηγεί στη διαπιστωμένη γνώση και αποδοχή της αξίας των Θετικών Επιστημών για την κατανόηση του σύμπαντος κόσμου.
2. προσελκύει αβίαστα το ενδιαφέρον των μαθητών και μαγνητίζει τη σκέψη αρκετών, ώστε να προωθεί και να καλλιεργεί τη θετική στάση τους απέναντι στις Θετικές Επιστήμες.

Β΄ ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ

Αρκετές ημέρες πριν την πραγματοποίηση του πειράματος προωθήθηκε στα mail των μαθητών υλικό για τη δράση, ώστε οι μαθητές να ενημερωθούν για τη διαδικασία εκτέλεσης των μετρήσεων.

Δύο ημέρες πριν τη διεξαγωγή, αφιερώθηκε μια διδακτική ώρα για την αναλυτική περιγραφή του πειράματος, την επίλυση αποριών, το χωρισμό των μαθητών σε ομάδες και την κατανομή των εργασιών κάθε μαθητή στο πλαίσιο της ομάδας του.

Γ΄ ΕΚΤΕΛΕΣΗ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Η εκτέλεση του πειράματος ήταν προγραμματισμένη να διεξαχθεί στις 20 Μαρτίου (ημέρα της Εαρινής Ισημερίας). Αυτό όμως δεν έγινε δυνατό να γίνει, λόγω της πυκνής νέφωσης που υπήρχε. Έτσι οι μετρήσεις έγιναν την επόμενη ημέρα. Η βασική μέτρηση έπρεπε να γίνει στις 12.33΄ ακριβώς.

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες και κάθε μαθητής είχε διακριτό ρόλο. Οι μαθητές κατέβηκαν στο προαύλιο του σχολείου 50 λεπτά πριν και εξοικειώθηκαν με τη μέτρηση εκτελώντας πολλές δοκιμαστικές μετρήσεις. Κατά τη διαδικασία αυτή έγινε προσπάθεια να αναλυθεί η έννοια της κατακορύφου και η χρήση εργαλείων για την οπτικοποίησή της (νήμα της στάθμης, αλφάδι, δύο γνώμονες).

Οι μαθητές παρατήρησαν τη μεταβολή της διεύθυνσης της σκιάς της ράβδου, την ελάττωση του μήκους της και την ελαχιστοποίησή του στις 12.33΄.

Συμπληρώθηκαν οι μετρήσεις στα Φύλλα Εργασίας.

Την επομένη ημέρα αφιερώθηκε μια διδακτική ώρα για την ολοκλήρωση των υπολογισμών στα Φ.Ε.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται παρακάτω:

Πείραμα του Ερατοσθένη

Υπολογισμός της ακτίνας της Γης, 21/03/2024 , ώρα 12:33'

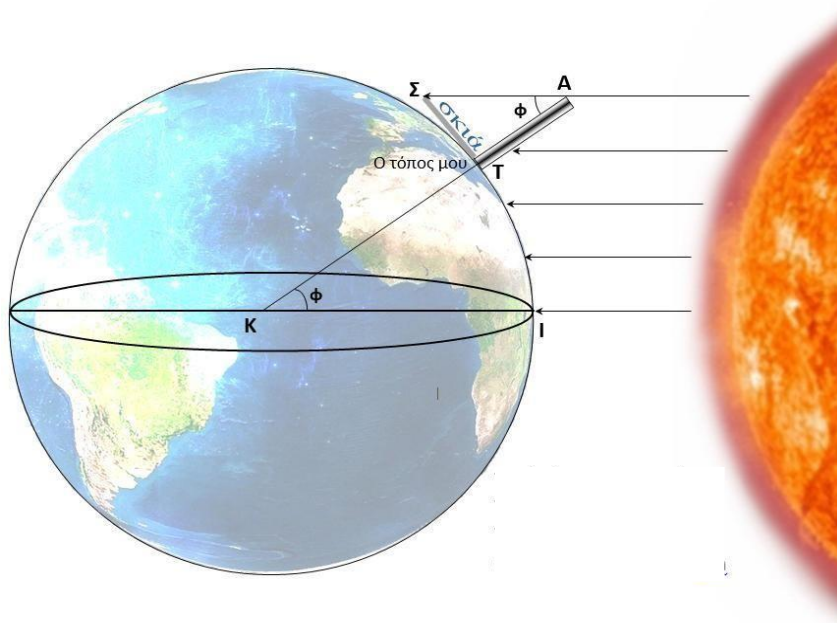
Συντεταγμένες αυλής

Γεωγρ. Μήκος: **23.758827**

Γεωγρ. πλάτος: **37.961274**

Απόσταση από τον
ισημερινό

TI = 4.220,8 km



Μετρήσεις

Ύψος αντικειμένου: **TA = 172 cm**

Μήκος σκιάς: **ΤΣ = 128 cm**

Υπολογισμοί

$$\epsilon\phi\phi = \frac{T\Sigma}{T\Lambda} = \mathbf{0,7441} \quad \text{και} \quad \phi = \mathbf{36,65^{\circ}}$$

$$\frac{T\Lambda}{\phi} = \frac{\text{Περίμετρος}}{360^{\circ}} \Rightarrow \dots\dots\dots$$

⇒ Περίμετρος = **41.460 km**

$$\text{Ακτίνα Γης } R = \frac{\text{Περίμετρος}}{2 \cdot 3,14159} = \mathbf{6.598 \text{ Km}}$$

(Ενδεικτική τιμή R = 6371 km)

Πείραμα του Ερατοσθένη

Υπολογισμός της ακτίνας της Γης, 21/03/2024 , ώρα 12:33΄

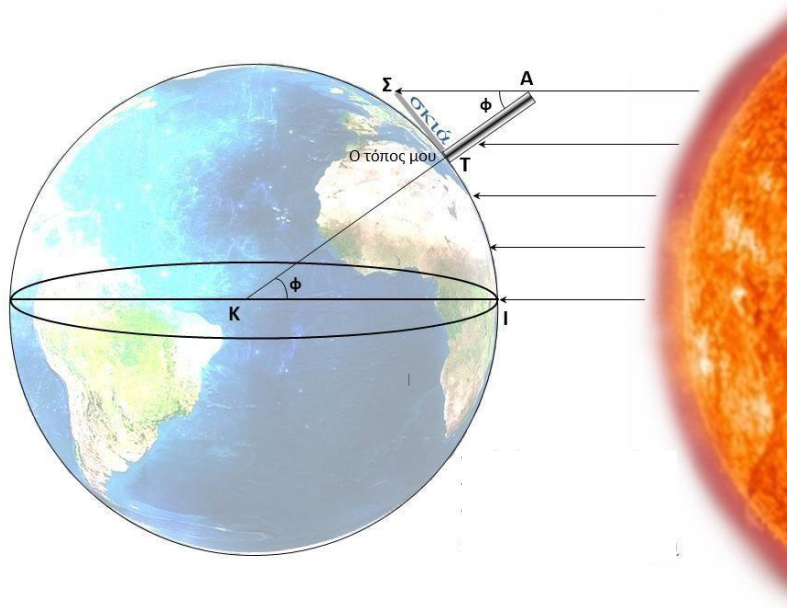
Συντεταγμένες αυλής

Γεωγρ. Μήκος: **23.758827**

Γεωγρ. πλάτος: **37.961274**

Απόσταση από τον
ισημερινό

TI = 4.220,8 km



Μετρήσεις

Ύψος αντικειμένου: **TA = 196 cm**

Μήκος σκιάς: **TΣ = 153 cm**

Υπολογισμοί

$$\epsilon\phi\phi = \frac{T\Sigma}{T\Lambda} = \mathbf{0,7806} \quad \text{και} \quad \phi = \mathbf{37,97^0}$$

$$\frac{T\Lambda}{\phi} = \frac{\text{Περίμετρος}}{360^{\circ}} \Rightarrow \dots\dots\dots$$

⇒ Περίμετρος = **40.018 km**

$$\text{Ακτίνα Γης } R = \frac{\text{Περίμετρος}}{2 \cdot 3,14159} = \mathbf{6.369 \text{ Km}}$$

(Ενδεικτική τιμή R = 6371 km)

ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Το % ποσοστό του σφάλματος ανέρχεται σε 0,03% !!!!

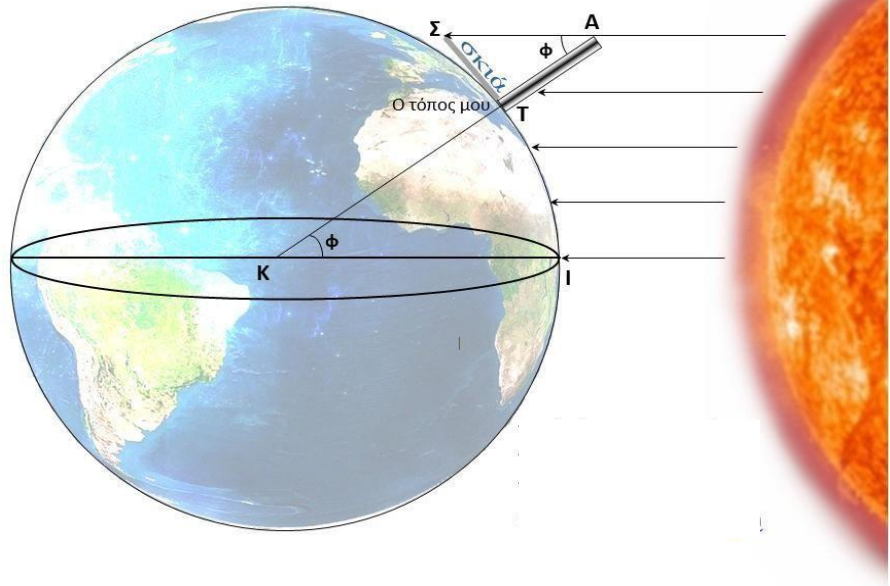
Πείραμα του Ερατοσθένη

Υπολογισμός της ακτίνας της Γης, 21/03/2024 , ώρα 12:33'

Συντεταγμένες αυλής

Γεωγρ. Μήκος: **23.758827**

Γεωγρ. πλάτος: **37.961274**



Απόσταση από τον
ισημερινό

TI = 4.220,8 km

Μετρήσεις

Ύψος αντικειμένου: **TA = 174,5 cm**

Μήκος σκιάς: **TΣ = 127 cm**

Υπολογισμοί

$$\epsilon\phi\phi = \frac{T\Sigma}{TA} = \mathbf{0,7278} \quad \text{και} \quad \phi = \mathbf{36^0}$$

$$\frac{TI}{\phi} = \frac{\text{Περίμετρος}}{360^{\circ}} \Rightarrow \dots\dots\dots$$

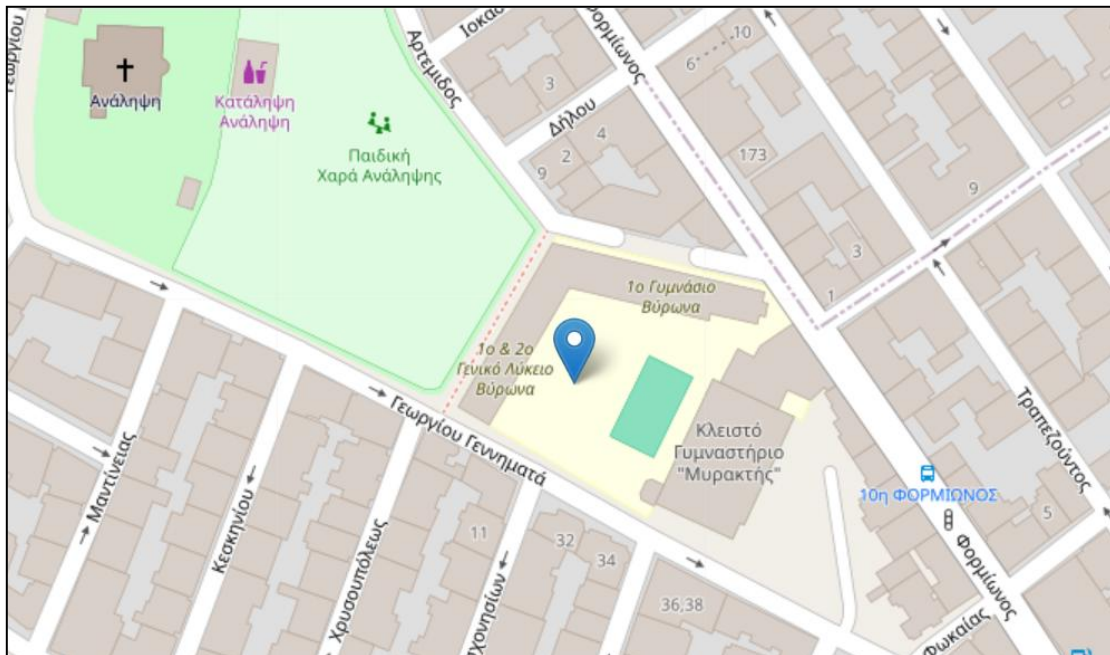
⇒ Περίμετρος = **42.208 km**

$$\text{Ακτίνα Γης } R = \frac{\text{Περίμετρος}}{2 \cdot 3,14159} = \mathbf{6.717 \text{ Km}}$$

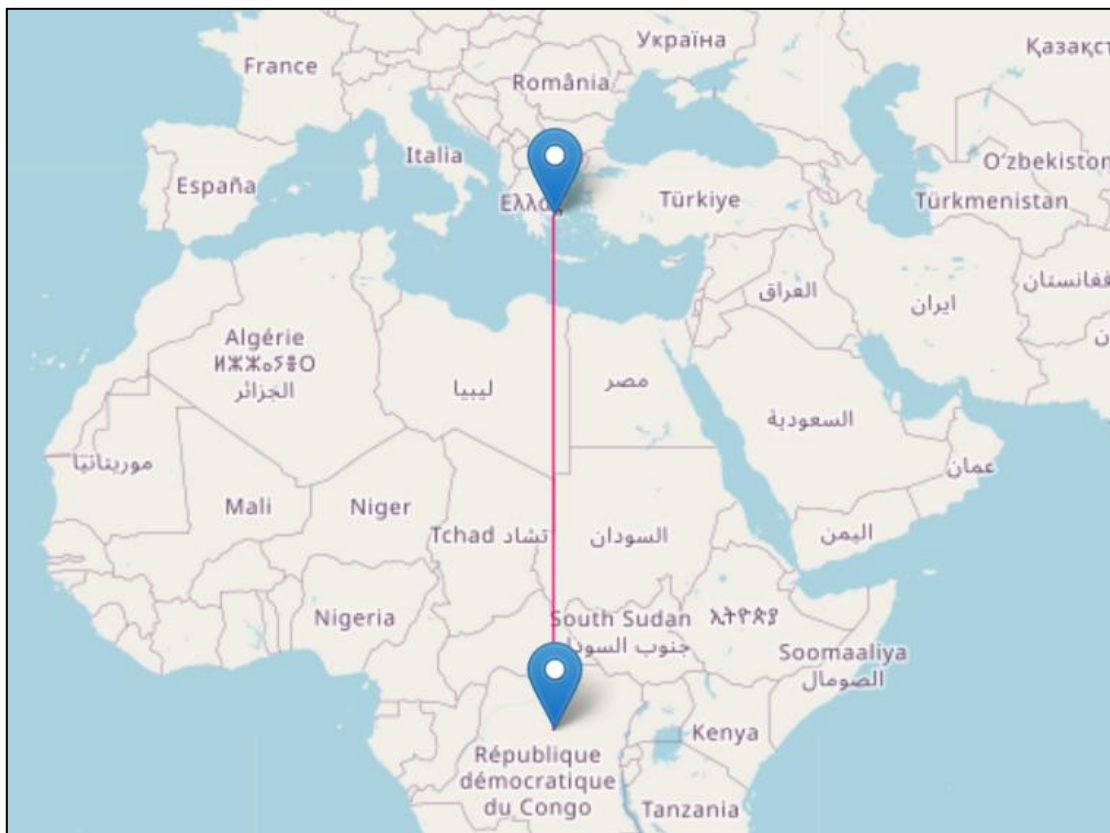
(Ενδεικτική τιμή R = 6371 km)

Οι Γεωγραφικές Συντεταγμένες του Σχολείου (από Google Maps):

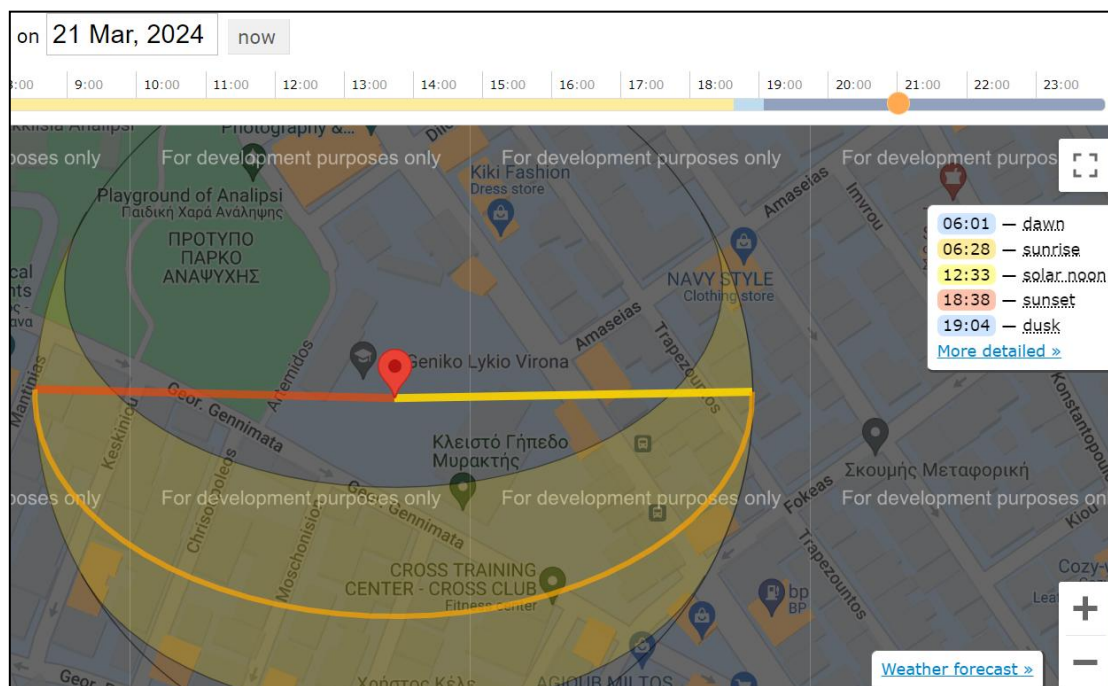
37.961274, 23.758827



Η μέτρηση της απόστασης από το σημείο του Ισημερινού με ίδιο Γεωγραφικό Μήκος έγινε με *Distance Calculator* (το σημείο έχει συντεταγμένες : 0.00, 23.758827) : **4220,8 Km**



Ο υπολογισμός της ακριβούς ώρας πραγματοποίησης της μέτρησης έγινε με το *Suncalc*.



Δ' ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΟ ΓΕΛ ΜΑΥΡΟΘΑΛΑΣΣΑΣ ΣΕΡΡΩΝ

Στο τελευταίο στάδιο κάποιοι μαθητές εξέφρασαν την επιθυμία να συνεργαστούμε με ένα άλλο σχολείο για τη μέτρηση της ακτίνας της Γης. Αφού συμβουλευτήκαμε το χάρτη των Σχολείων, αποφασίσαμε να ζητήσουμε τη συνεργασία του ΓΕΛ Μαυροθάλασσας του νομού Σερρών.

Τα δυο Σχολεία έχουν παραπλήσιο Γεωγραφικό Μήκος.

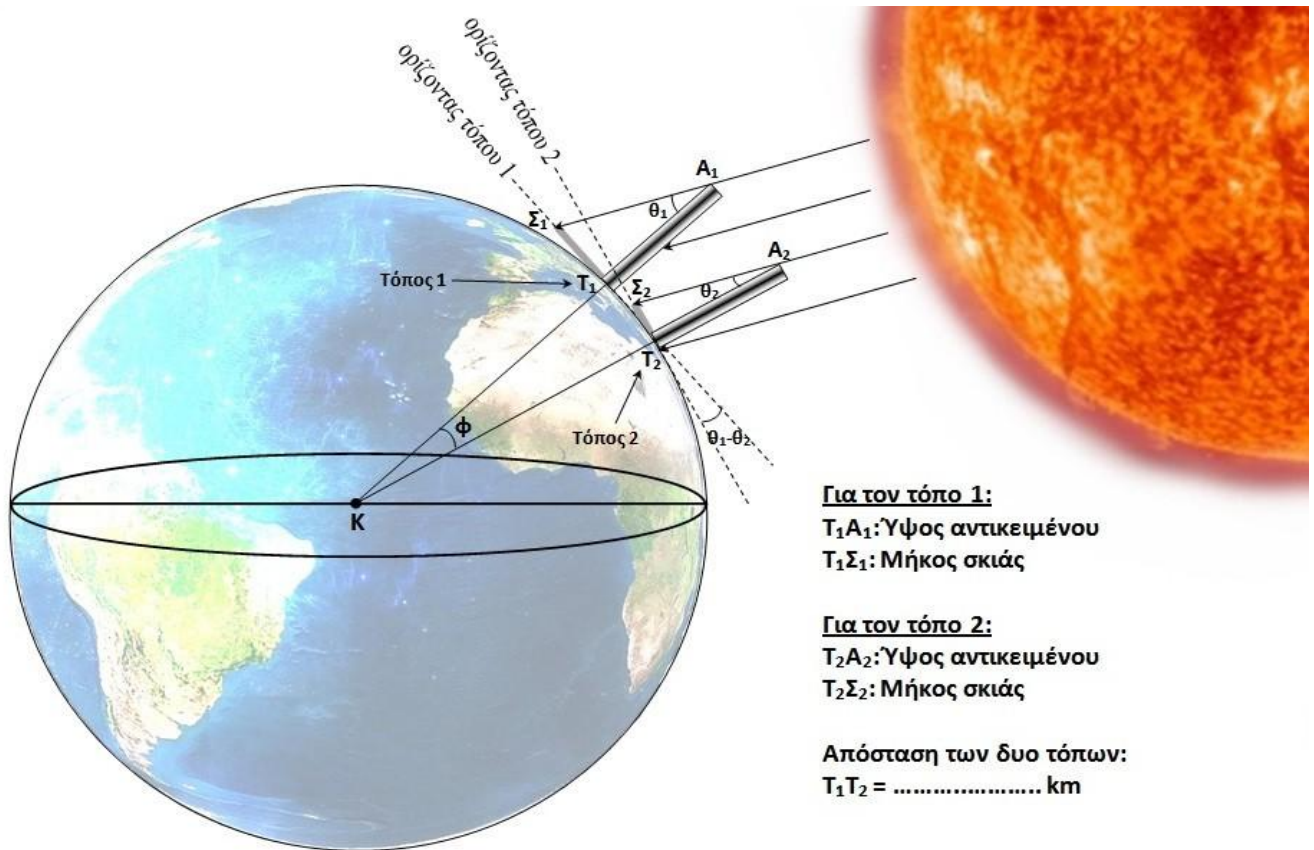
ΓΕΛ Μαυροθάλασσας: 40.888761, **23.748959**

1^ο ΓΕΛ Βύρωνα: 37.961274, **23.758827**

Οι συνάδελφοι που ήταν υπεύθυνοι για τη δράση και η Διεύθυνση του Σχολείου αποδέχτηκαν με χαρά την πρότασή μας. Ανταλλάξαμε τις μετρήσεις των μαθητών και συμπληρώσαμε το αντίστοιχο Φύλλο Εργασίας.

Πείραμα του Ερατοσθένη

Υπολογισμός της ακτίνας της Γης με συνεργασία δυο σχολείων



Απόσταση των δυο τόπων: $T_1T_2 = 318,5$ Km

Μετρήσεις	Ύψος αντικειμένου	Μήκος σκιάς
ΓΕΛ Μαυροθάλασσας	$T_1A_1 = 118,5$ cm	$T_1Σ_1 = 101,8$ cm
1ο ΓΕΛ Βύρωνα	$T_2A_2 = 196$ cm	$T_2Σ_2 = 153$ cm

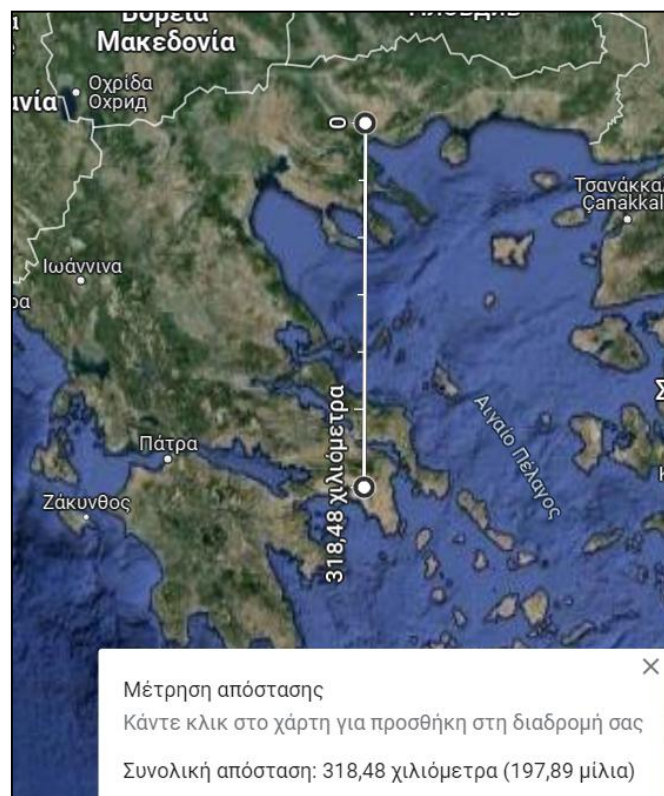
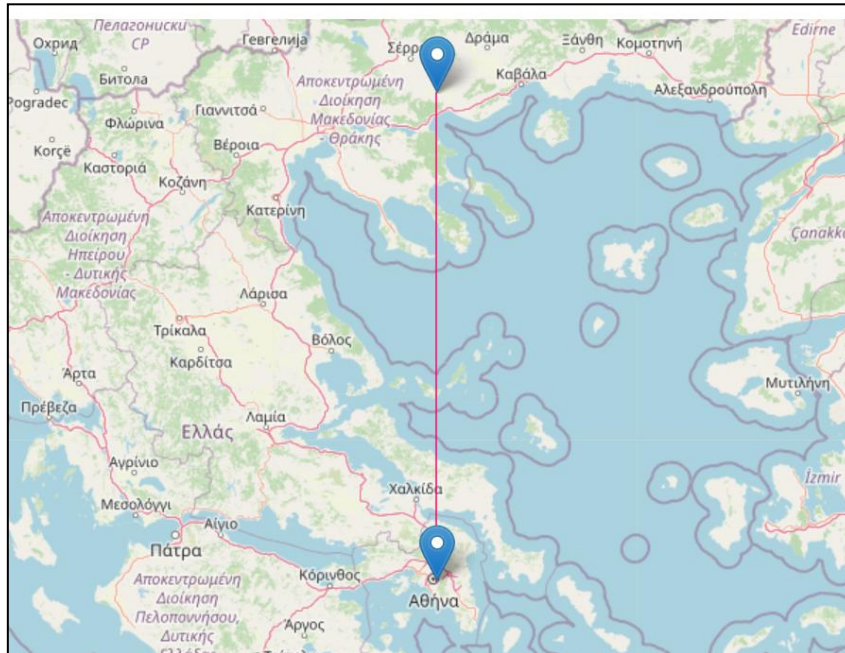
Υπολογισμοί		
ΓΕΛ Μαυροθάλασσας	$\epsilon\phi\theta_1 = \frac{l_1z_1}{T_1A_1} = 0,8591$	$\theta_1 = 40,67^\circ$
1ο ΓΕΛ Βύρωνα	$\epsilon\phi\theta_2 = \frac{l_2z_2}{T_2A_2} = 0,7806$	$\theta_2 = 37,97^\circ$
$\phi = \theta_1 - \theta_2 = 2,7^\circ$		
$\frac{l_1l_2}{\phi} = \frac{\text{Περιμετρος}}{360^\circ} \Rightarrow \text{Περίμετρος} = 42.466$ km		

$$\text{Ακτίνα Γης } R = \frac{\text{Περίμετρος}}{2 \cdot 3,14159} = \mathbf{6.759 \text{ Km}}$$

(Ενδεικτική τιμή $R = 6371 \text{ km}$)

ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: Το % ποσοστό του σφάλματος ανέρχεται σε 6,1%.

Η μέτρηση της απόστασης των δυο Σχολείων έγινε με *Distance Calculator* καθώς και με Google Maps και βρέθηκε ίση με **318,5 Km**



Ε΄ ΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ – ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ

Για την ενίσχυση της σκέψης και της περαιτέρω ενασχόλησης των μαθητών με τη ζωή, το έργο και τις ανακαλύψεις του Ερατοσθένη, στάλθηκε στους μαθητές ένα επιστημονικό άρθρο στο οποίο περιγράφονται τα παρακάτω:

- ❖ η δημιουργία του πρώτου παγκόσμιου χάρτη από τον Ερατοσθένη
- ❖ ο υπολογισμός της ακτίνας της Σελήνης και της απόστασης Γης – Σελήνης
- ❖ ο υπολογισμός της ακτίνας του Ηλίου και της απόστασης Ηλίου – Γης.

ΣΤ΄ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΡΑΣΗΣ

Τα αποτελέσματα της δράσης αξιολογούνται ως θετικά.

Η πλειοψηφία των μαθητών αγάλιασε από την πρώτη στιγμή με αγάπη και ενδιαφέρον το Πείραμα.

Παρακολούθησαν με προσοχή την περιγραφή και την παρουσίαση, εκτέλεσαν με προσοχή και ιδιαίτερη σοβαρότητα τις μετρήσεις. Θεωρούμε ότι οι στόχοι της δράσης επιτεύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό και οι μαθητές φάνηκε να απολαμβάνουν τη συμμετοχή σε όλη τη διαδικασία.