

Πανελλήνια εκπαιδευτική δράση με τίτλο «Το Πείραμα του Ερατοσθένη για τον Υπολογισμό της Ακτίνας της Γης - 2025»

Ένα από τα γνωστότερα και ομορφότερα πειράματα στην ιστορία της Φυσικής πραγματοποιήθηκε την **Πέμπτη 20 Μαρτίου 2025 (ημέρα Εαρινής Ισημερίας)** από το Α2: το ιστορικό πείραμα του Ερατοσθένη για τον υπολογισμό της περιφέρειας και της ακτίνας της Γης.

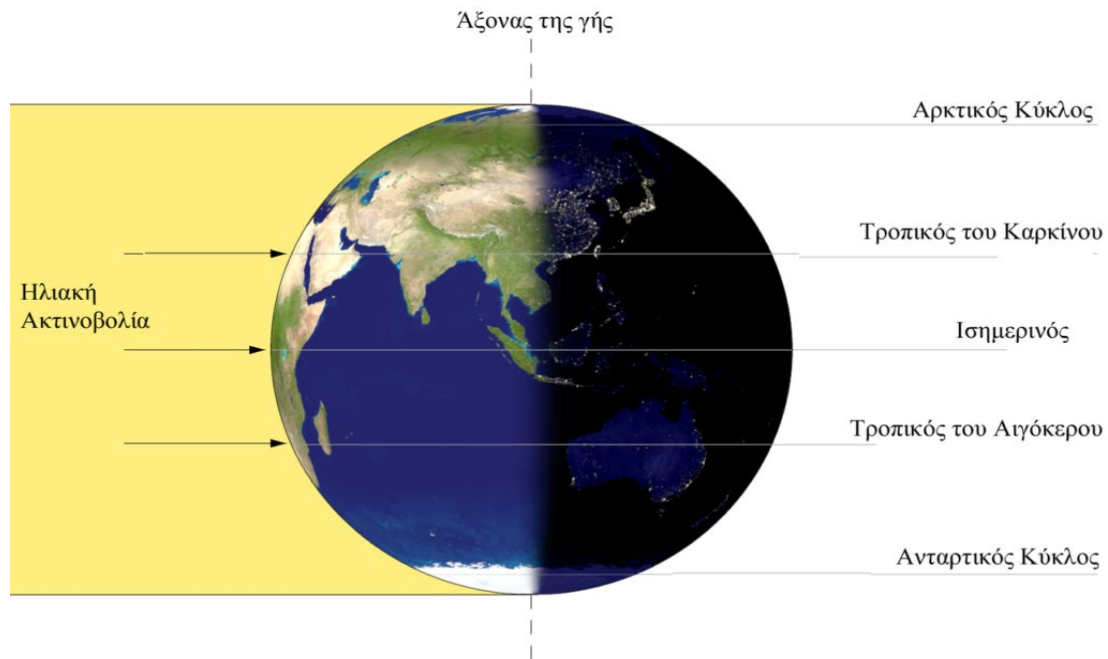


Με στόχο την αναβίωση των συλλογισμών/υπολογισμών του μεγάλου Πανεπιστήμονα την ημέρα της **Εαρινής Ισημερίας** (20 Μαρτίου), την **διαθεματικότητα** και στο πλαίσιο προγράμματος που εκπονεί η **Πανελλήνια Ένωση Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΠΑΝΕΚΦΕ)**, σε συνεργασία με το **Ινστιτούτο Αστρονομίας, Αstroφυσικής, Διαστημικών Εφαρμογών & Τηλεπισκόπησης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΙΑΑΔΕΤ)**, και το ελληνικό γραφείο **ESERO** σε συνέχεια της δράσης που διοργανώθηκε το σχολικό έτος 2018-2019 από τα Ε.Κ.Φ.Ε. Σερρών, Πιερίας, Λακωνίας, Θεσπρωτίας, Κω και Αργολίδας. Στην περσινή δράση συμμετείχαν περισσότερα από 650 σχολεία.

Το Πείραμα αυτό, συγκαταλέγεται μεταξύ των 10 πιο όμορφων επιστημονικών πειραμάτων στην ιστορία της Φυσικής.

- Τι είναι όμως η εαρινή ισημερία;

Η ισημερία είναι το φαινόμενο εκείνο κατά το οποίο ο ήλιος τοποθετείται ακριβώς πάνω από τον **ισημερινό της Γης**, γεγονός που συμβαίνει μόλις δύο φορές το χρόνο γύρω στις 21 Μαρτίου και 23 Σεπτεμβρίου. **Η ισημερία Μαρτίου είναι η εαρινή ισημερία** για το Βόρειο Ημισφαίριο και αντίστοιχα η φθινοπωρινή ισημερία για το Νότιο Ημισφαίριο. Η ισημερία του Μαρτίου είναι η πρώτη ισημερία της χρονιάς.

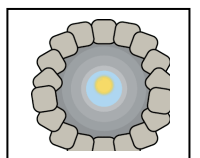


*Ισημερία. Η ακτινοβολία του ήλιου προσπίπτει κάθετα στον άξονα της γης, έτσι ώστε **νύχτα και ημέρα έχουν ίση διάρκεια.***

Το όνομα ισημερία προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις ίσος και ημέρα, ενώ το διεθνές αντίστοιχο όνομα, equinox, προέρχεται από το λατινικό aequus (ίσος) και nox (νύχτα).

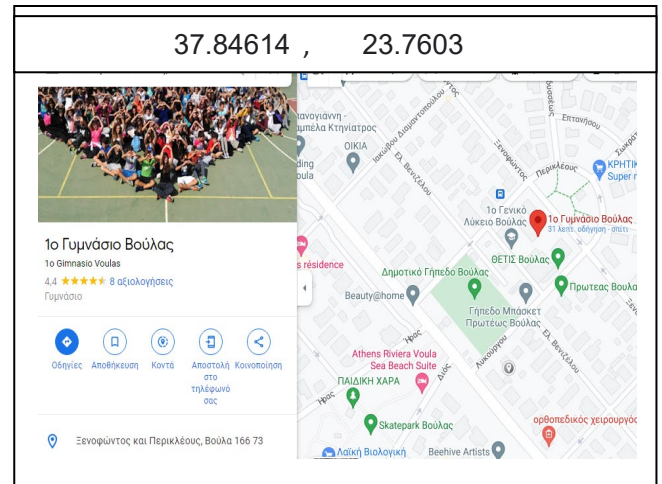
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ: Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος ήταν αρχαίος Έλληνας μαθηματικός, γεωγράφος, αστρονόμος και ποιητής. Γεννήθηκε στην Κυρήνη (σημερινή Λιβύη) και έζησε, σπούδασε και πέθανε στην Αλεξάνδρεια, η οποία ήταν τότε η πρωτεύουσα της Αιγύπτου. Όταν ήταν περίπου 40 ετών ορίστηκε επικεφαλής της Βιβλιοθήκης της Αλεξάνδρειας και ήταν τότε που εκτέλεσε ίσως το σημαντικότερο πείραμα για το οποίο έμεινε γνωστός στην ιστορία: **Μέτρησε την περιφέρεια της Γης χρησιμοποιώντας ένα κοντάρι και λίγη γεωμετρία.**

Κατά τη θητεία του ως επικεφαλής βιβλιοθηκάριος, πληροφορήθηκε πως κάθε χρόνο, το μεσημέρι της 21ης Ιουνίου (τη μέρα δηλαδή του θερινού ηλιοστασίου), στην αρχαία πόλη Σύηνη (το σημερινό Ασουάν) συνέβαινε κάτι ασυνήθιστο: Αν κοιτούσες στον πάτο ενός πηγαδιού μπορούσες να δεις ολόκληρο τον Ήλιο να καθρεφτίζεται στα νερά του. Η ιδέα ότι η Γη ήταν σφαιρική δεν ήταν άγνωστη στον Ερατοσθένη. Ο Ερατοσθένης λοιπόν σκέφτηκε πως μπορούσε να χρησιμοποιήσει το γεγονός αυτό για να μετρήσει την περιφέρεια του πλανήτη. Το μεσημέρι της 21ης Ιουνίου στην Αλεξάνδρεια, κάρφωσε ένα κοντάρι κάθετα στη Γη. Ο Ερατοσθένης ως γνήσιος επιστήμονας έκανε μια παρατήρηση, στηρίχθηκε στις προηγούμενες γνώσεις για τη σφαιρική Γη και κατασκεύασε το κατάλληλο πείραμα για να κάνει τον υπολογισμό. (Δείτε το σχετικό βίντεο) <https://www.youtube.com/watch?v=F34Ft-7VpIM>



ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ:**1)Βρίσκουμε τις γεωγραφικές συντεταγμένες του σχολείου μας.**

Μπορείτε να το βρείτε εύκολα από το <https://www.google.gr/maps> ή από **εδώ** κάνοντας δεξί κλικ στο σημείο που θέλετε επιλέγετε από το πτυσσόμενο μενού "τι υπάρχει εδώ". Οι γεωγραφικές συντεταγμένες θα εμφανιστούν στο αναδυόμενο παράθυρο με πρώτο το γεωγραφικό πλάτος και δεύτερο το γεωγραφικό μήκος.



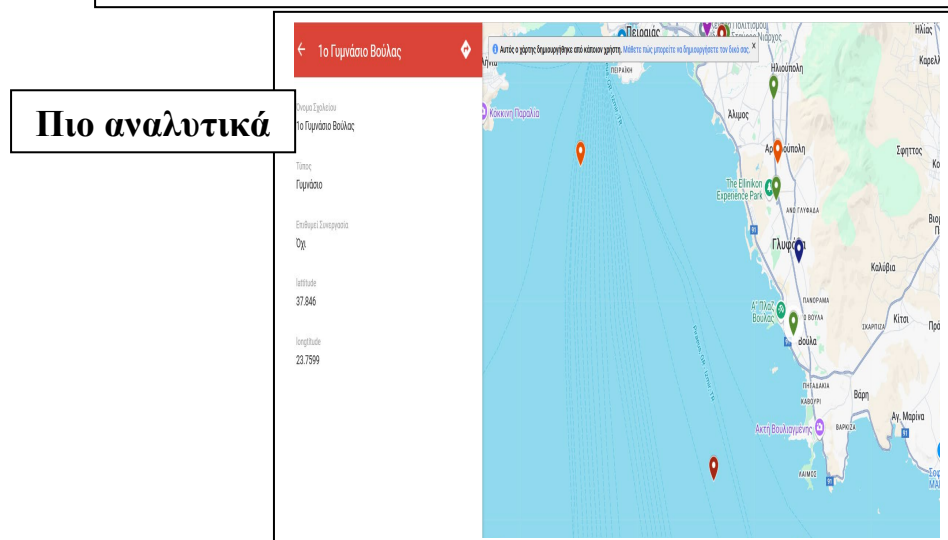
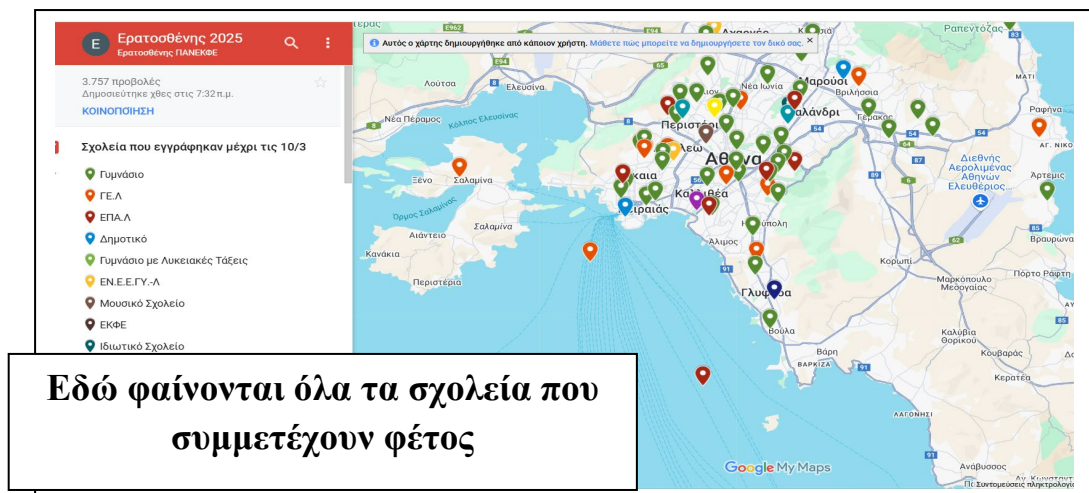
Γεωγραφικό πλάτος : 37.84614 Γεωγραφικό μήκος: 23.7603

2)Δηλώνουμε συμμετοχή ως σχολείο μέσω φόρμας.

3)Στον χάρτη των συμμετέχοντων σχολείων ελέγχουμε ότι υπάρχει το σχολείο μας:

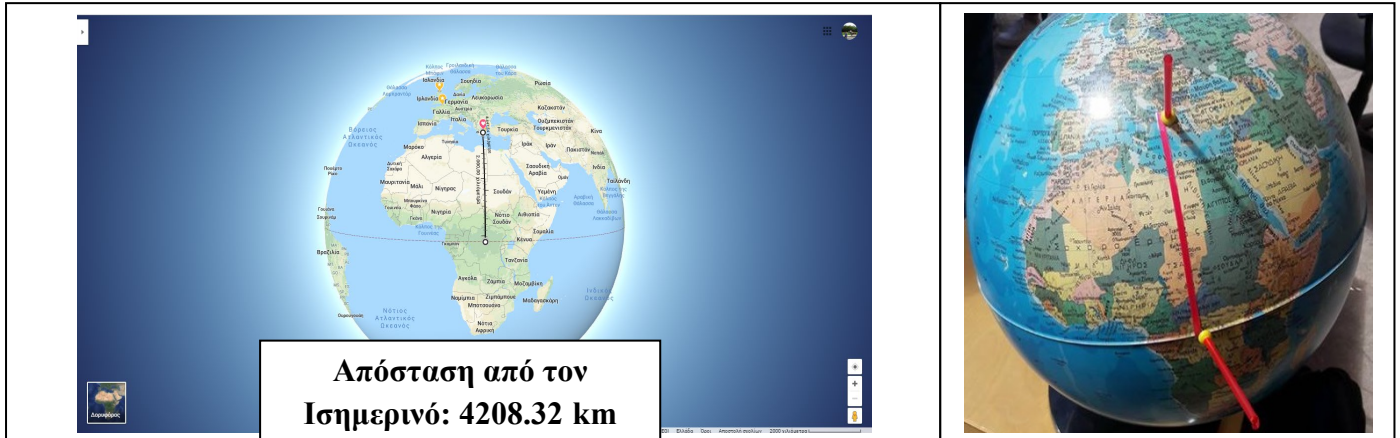
Ο Χάρτης σε πλήρη μεγέθυνση είναι

διαθέσιμος: →



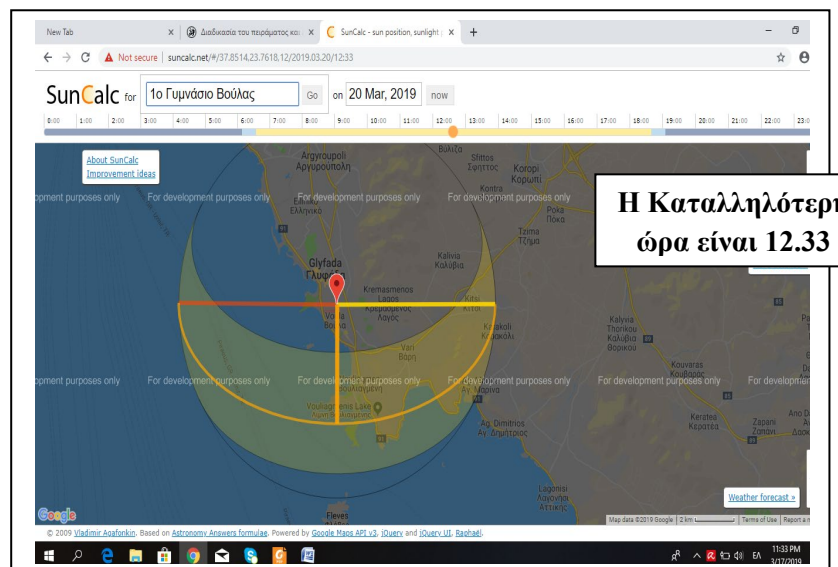
4)Βρίσκουμε την απόσταση του σχολείου μας από τον Ισημερινό.

Η απόσταση από τον ισημερινό $TI=S$ υπολογίζεται από το **Google Earth** ή από **εδώ**.

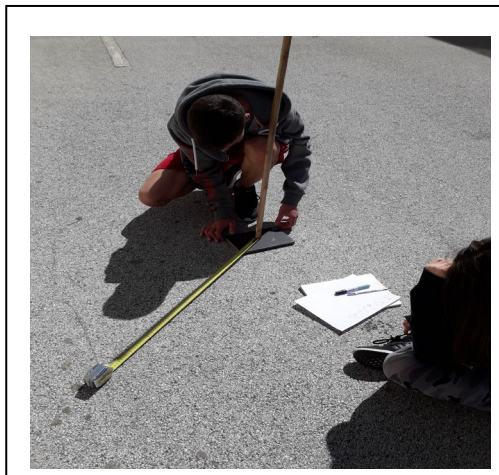


5)Βρίσκουμε την κατάλληλη ώρα για να γίνει το πείραμα.

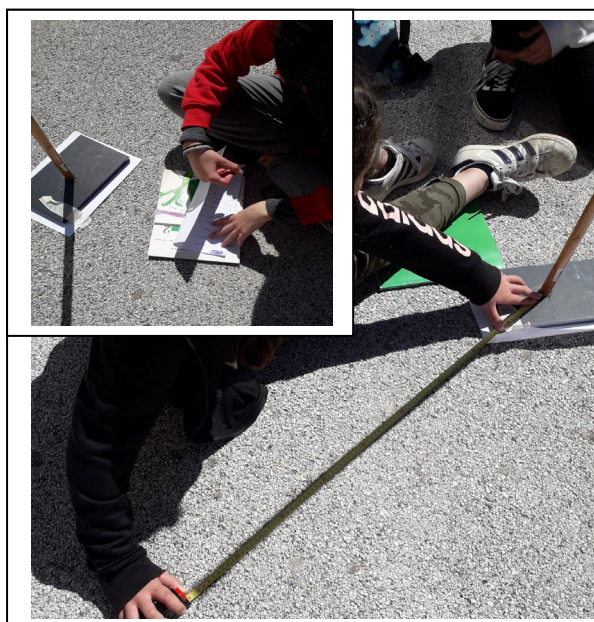
Τις ημέρες κοντά στην εαρινή ισημερία, όσοι βρίσκονται στον ισημερινό της Γης θα παρατηρήσουν ότι ο Ήλιος το μεσημέρι βρίσκεται πολύ κοντά στο ζενίθ. Επομένως οι ακτίνες πέφτουν κατακόρυφα και ο Ήλιος θα μπορούσε να καθρεφτίζεται στον πυθμένα ενός πηγαδιού. **Κατά την εαρινή ισημερία οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν κάθετα στον ισημερινό, το μεσημέρι.** Οπότε, μία κατακόρυφη ράβδος δεν θα έχει σκιά. Η κατάλληλη ώρα που πρέπει να κάνετε τη μέτρησή σας για κάθε τόπο υπολογίζεται από **εδώ**.



6) Χωριζόμαστε σε τρεις(3) ομάδες. Η κάθε ομάδα μετράει το μήκος μιας ράβδου αφού πρώτα την έχει τοποθετήσει **κάθετα** στο έδαφος. Καλό είναι το μήκος της ράβδου να είναι **1m** ή μεγαλύτερο και το έδαφος επίπεδο και χωρίς κλίση.



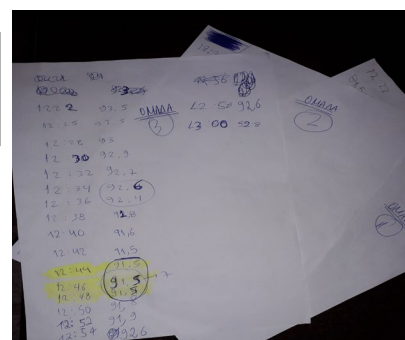
7) Καταγράφουμε ανά 2 λεπτά το μήκος της σκιάς και **σημειώνουμε την μικρότερη ένδειξη**. Αυτή είναι η πιο κατάλληλη γιατί είναι την στιγμή που οι ακτίνες του ηλίου πέφτουν **κάθετα στον ισημερινό**,



Φωτογραφίες από το σχολικό έτος
2018-19

Μετράμε την σκιά
της ράβδου ανά 2
λεπτά

Καταγράφουμε
τις μετρήσεις



8) Συζητάμε ανά ομάδα τις παρατηρήσεις μας και τα βήματα που κάναμε και που θα κάνουμε στη συνέχεια:



Φωτογραφίες από το σχολικό έτος 2018-19 (όπου είχε πλήρη ηλιοφάνεια!)



ΣΧΟΛΙΚΗ ΧΡΟΝΙΑ 2024-25 ΤΜΗΜΑ Α2





Διαθεματικότητα, Διεπιστημονικότητα, Συνεργασία μαθητών και καθηγητών !



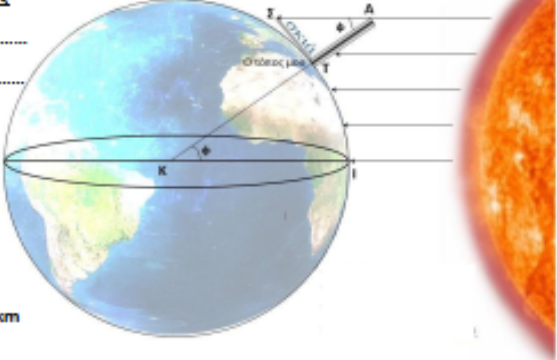
Οι μαθητές συμπληρώνουν στο ακόλουθο φύλλο εργασίας, τα κενά :

Ε.Κ.Φ.Ε. ΣΕΡΡΩΝ <http://old.ekfe.sch.gr/> Μανόλης Σωτήρης - Αλεξανδράκης Νίκος

Πείραμα του Ερατοσθένη
Υπολογισμός της ακτίνας της Γης,/....../20...., ώρα 12:....

Συντεταγμένες αυλής
Γεωγρ. Μήκος
Γεωγρ. πλάτος

Απόσταση από τον ισημερινό
TI = km



Μετρήσεις
Υψος αντικειμένου: TA = cm
Μήκος σκιάς: ΤΣ = cm

Υπολογισμοί
 $\epsilon\phi\phi = \frac{T\Sigma}{TA} = \dots\dots\dots$ και $\phi = \dots\dots\dots$
 $\frac{TI}{\phi} = \frac{\text{Περίμετρος}}{360^\circ} \Rightarrow \dots\dots\dots$
 $\Rightarrow \text{Περίμετρος} = \dots\dots\dots \text{ km}$
Ακτίνα Γης $R = \frac{\text{Περίμετρος}}{2 \cdot 3,14159} = \dots\dots\dots \text{ Km}$
(Ενδεικτική τιμή $R = 6371 \text{ km}$)

Όπου στο Μήκος σκιάς, θα βάλουμε την μικρότερη τιμή που βρήκαμε και για τον υπολογισμό της γωνίας φ θα χρησιμοποιήσουμε αφού βρούμε την εφαπτομένη, τον ακόλουθο πίνακα:

ΤΡΙΓΩΝΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ 1° - 89°

Γωνία (σε μοίρες)	ημίτονο	συνημίτονο	εφαπτομένη	Γωνία (σε μοίρες)	ημίτονο	συνημίτονο	εφαπτομένη
1	0,0175	0,9998	0,0175	46	0,7193	0,6947	1,0355
2	0,0349	0,9994	0,0349	47	0,7314	0,6820	1,0724
3	0,0523	0,9986	0,0524	48	0,7431	0,6691	1,1106
4	0,0698	0,9976	0,0699	49	0,7547	0,6561	1,1504
5	0,0872	0,9962	0,0875	50	0,7660	0,6428	1,1918
6	0,1045	0,9945	0,1051	51	0,7771	0,6293	1,2349
7	0,1219	0,9925	0,1228	52	0,7880	0,6157	1,2799
8	0,1392	0,9903	0,1405	53	0,7986	0,6018	1,3270
9	0,1564	0,9877	0,1584	54	0,8090	0,5878	1,3764
10	0,1736	0,9848	0,1763	55	0,8192	0,5736	1,4281
11	0,1908	0,9816	0,1944	56	0,8290	0,5592	1,4826
12	0,2079	0,9781	0,2126	57	0,8387	0,5446	1,5399

29	0,4848	0,8746	0,5543	74	0,9613	0,2756	3,4874
30	0,5000	0,8660	0,5774	75	0,9659	0,2588	3,7321
31	0,5150	0,8572	0,6009	76	0,9703	0,2419	4,0108
32	0,5299	0,8480	0,6249	77	0,9744	0,2250	4,3315
33	0,5446	0,8387	0,6494	78	0,9781	0,2079	4,7046
34	0,5592	0,8290	0,6745	79	0,9816	0,1908	5,1446
35	0,5736	0,8192	0,7002	80	0,9848	0,1736	5,6713
36	0,5878	0,8090	0,7265	81	0,9877	0,1564	6,3138
37	0,6018	0,7986	0,7536	82	0,9903	0,1392	7,1154
38	0,6157	0,7880	0,7813	83	0,9925	0,1219	8,1443
39	0,6293	0,7771	0,8098	84	0,9945	0,1045	9,5144
40	0,6428	0,7660	0,8391	85	0,9962	0,0872	11,4301
41	0,6561	0,7547	0,8693	86	0,9976	0,0698	14,3007
42	0,6691	0,7431	0,9004	87	0,9986	0,0523	19,0811
43	0,6820	0,7314	0,9325	88	0,9994	0,0349	28,6363
44	0,6947	0,7193	0,9657	89	0,9998	0,0175	57,2900
45	0,7071	0,7071	1,0000				

εργασίας στην σελίδα 7.

Αυτοί είναι οι υπολογισμοί με βάση τις μετρήσεις που κάναμε και στείλαμε ως σχολείο για την φετινή μας δράση:

Ε.Κ.Φ.Ε. ΒΟΥΛΑΣ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Πείραμα του Ερατοσθένη
Υπολογισμός της ακτίνας της Γης, 467.3/2025, ώρα 12:40

Ευρωπαϊκές αλλίες
Γεωγρ. μήκος 23° 46' 30"
Γεωγρ. πλάτος 37° 44'

Απόσταση από τον ισημερινό
 $\pi = 4208,29 \text{ km}$

Μετρήσεις

Υψος αντικειμένου: $TA = 119 \text{ cm}$
Μήκος σκιάς: $TS = 89 \text{ cm}$

Υπολογισμοί

$\epsilon\phi\phi = \frac{TS}{TA} = 0,748$ και $\phi = 37^\circ$
 $\frac{\pi}{\phi} = \frac{\text{Περίμετρος}}{360^\circ} \Rightarrow \frac{4208,29}{37} = \frac{\text{Περίμετρος}}{360}$
 $\Rightarrow \text{Περίμετρος} = 40.945,52 \text{ km}$
 $\text{Ακτίνα Γης } R = \frac{\text{Περίμετρος}}{2 \cdot 3,14159} = 6516,69 \text{ km}$
(Ενδεικτική τιμή $R = 6371 \text{ km}$)

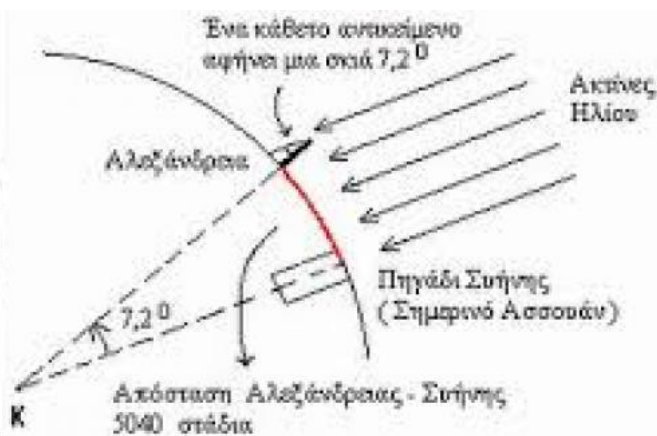
Οι Φυσικές επιστήμες ως βιωματική εμπειρία

Η απλότητα του πειράματος το καθιστά ένα από τα πιο εντυπωσιακά και ενδιαφέροντα της Φυσικής και πανεύκολα στην εφαρμογή του σε ένα σχολικό περιβάλλον.

Στόχος του απλού αλλά τόσο σημαντικού αυτού πειράματος είναι να γεννηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες μέσα από το πείραμα και τη βιωματική εμπειρία.

Το χαρτί, το μολύβι, ο τύπος και ο πίνακας δεν αρκούν. Η βιωματική προσέγγιση είναι αυτή που δίνει στους μαθητές κάθε ηλικίας το ερέθισμα να ασχοληθούν με τις φυσικές επιστήμες.

*Με την ελπίδα πάντα και την ευχή ο Ήλιος να μεσουρανήι
ολόλαμπρος σε όλες τις σχολικές μας αυλές...*



Πηγές: ΕΚΦΕ ΣΕΡΡΩΝ, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, ΠΑΝΕΚΦΕ, ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΦΥΣΙΚΗ.

Οι φωτογραφίες τραβήχτηκαν στο 1ο Γυμνάσιο Βούλας.

Επιμέλεια: Αναστασία Δανιήλ Φυσικός, ΥΣΕΦΕ