



Πηνελόπη

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ
ΓΙΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΕ ΕΥΡΕΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

ΓΑΙΑ II

Διασυνδεδεμένοι Μικρόκοσμοι Πολυμέσων για τη
Διαθεματική Διερεύνηση της Γης

Βιβλίο Δραστηριοτήτων



Ελληνικά
Σχολεία
στην
Κοινωνία
της
Πληροφορίας

Φορέας
Υλοποίησης

Ερευνητικό
Ακαδημαϊκό
Ινστιτούτο
Τεχνολογίας
Υπολογιστών

Ανάδοχοι

- Πληροφορική Τεχνογνωσία
- Γεωδυναμικό Ινστιτούτο
- Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεματικής
- Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας Παν/μίου Αθηνών
- Compulink Network

Φορείς της Ενέργειας



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΡΓΟ ΕΧΕΙ
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΘΕΙ ΚΑΤΑ 75% ΑΠΟ
ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΥΠ. ΕΣΣΤ., ΔΗΜ. ΔΙΟΙΚ. & ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
«ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ»

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



ΓΑΙΑ II

ΔΙΑΣΥΝΔΕΟΜΕΝΟΙ ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

Βιβλίο Δραστηριοτήτων

(Έκδοση Φεβρουάριος 2003)

Περίληψη

Το *Βιβλίο Δραστηριοτήτων* της ΓΑΙΑΣ, το οποίο απευθύνεται και στον μαθητή και στον καθηγητή, περιέχει ένα πλούσιο υλικό με ιδέες, συγκεκριμένα φύλλα εργασίας και ερωτήματα τα οποία μπορούν άμεσα να αξιοποιηθούν στην εκπαιδευτική πράξη. Η διερευνητική και "πολλαπλή" φύση του λογισμικού δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να δημιουργήσει παρόμοιες ή και εντελώς διαφορετικές δραστηριότητες από τις προτεινόμενες, σύμφωνα με τον επιθυμητό τρόπο αξιοποίησης του λογισμικού. Οι λεπτομέρειες για το θεωρητικό υπόβαθρο και την ένταξη των μικρόκοσμων στη διδασκαλία περιγράφονται στο *Βιβλίο Καθηγητή*, ενώ οι οδηγίες λειτουργίας του λογισμικού στο *Εγχειρίδιο Χρήσης*.

Συντάκτες

Νίκος Δαπόντες, Πληροφορική Τεχνογνωσία
Σπύρος Τσοβόλας, Πληροφορική Τεχνογνωσία
Γιάννης Κωτσάνης, Πληροφορική Τεχνογνωσία
Γιώργος Δάλκος, Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας
Βασίλης Καραστάθης, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

Φιλολογική Επιμέλεια

Γιώργος Δάλκος, Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας

Γραμματειακή Υποστήριξη

Μαρία Σαββίδου

Επιμέλεια

Γιάννης Κωτσάνης, Πληροφορική Τεχνογνωσία

Περιεχόμενα

Εισαγωγή στη ΓΑΙΑ.....	3
Κόσμος Ερατοσθένης: Η Μέτρηση της Περιφέρειας της Γης	4
Πώς ο Ερατοσθένης μέτρησε το μέγεθος της Γης;	5
Συνοδευτικό υλικό της Δραστηριότητας 1	7
Μέτρηση σκιάς ράβδου	9
Πώς με τη συνεργασία σχολείων μπορείτε να μετρήσετε το μέγεθος της Γης;	11
Συνοδευτικό υλικό των Δραστηριοτήτων 2 και 3	13
Πόλοι, Μεσημβρινοί, Ισημερινός, Πρώτος Μεσημβρινός, Παράλληλοι.....	15

Εισαγωγή στη ΓΑΙΑ

Μια φορά κι έναν καιρό, στον κόσμο δεν υπήρχε τίποτε άλλο από το Χάος. Από το Χάος ξεπήδησε μ' ένα θαυματουργικό τρόπο η *Γαία*, που έγινε η παγκόσμια μητέρα όλων των όντων. Γέννησε πρώτα τον Ουρανό, που τον έβαλε να την περιτριγυρίζει από παντού και να είναι αιώνια κατοικία των αθανάτων. Ύστερα, μαζί του έκανε πολλά παιδιά, τους Τιτάνες, τους Κύκλωπες και τους Γίγαντες. Η Γαία συνέχισε να γεννάει, αλλά ο Ουρανός, ξέροντας πως κάποτε θα εκθρονιζόταν από τα παιδιά του, τα εξαφάνιζε μόλις έρχονταν στη ζωή, γκρεμίζοντάς τα στα έγκατα της γης. Τότε η Γαία, συμβουλεύει έναν από τους Τιτάνες, τον Κρόνο, να ευνουχίσει τον Ουρανό, κι έτσι να πάρει τη θέση του. Ο Κρόνος παντρεύτηκε την αδελφή του, τη Ρέα, κι έκανε μαζί της πολλά παιδιά, ώσπου ο πατέρας του τού αποκάλυψε ότι ένα από τα παιδιά του θα τον εκθρονίσει. Έτσι, μόλις η Ρέα γεννούσε ένα παιδί, αυτός, αντί να το γκρεμίζει στα τάρταρα, το κατάπινε. Η Ρέα, σαν ήρθε ο καιρός να γεννήσει πάλι, παρακάλεσε τους γονείς της να τη βοηθήσουν. Τότε η Γαία και ο Ουρανός τη συμβουλεύουν να φύγει στην Κρήτη, να αφήσει εκεί το νεογέννητο, να γυρίσει κοντά στον Κρόνο και να προσποιηθεί πως γεννάει. Έτσι κι έγινε. Η Ρέα παρουσιάζει στον Κρόνο μια πέτρα τυλιγμένη με φασκίες και ο Κρόνος την καταπίνει λαίμαργα, σίγουρος πως κι αυτή τη φορά είχε αποφύγει τον κίνδυνο. Όμως, το παιδί που μεγάλωνε στην Κρήτη ήταν ο Δίας, που αργότερα πήρε τη θέση του πατέρα του και την κράτησε για πάντα. Έτσι επικράτησε η δυναστεία των θεών του Ολύμπου στην Ελλάδα.

Από αυτόν τον αρχαίο ελληνικό μύθο μαθαίνουμε ότι για τους αρχαίους η *ΓΑΙΑ* ήταν μια από τις πρώτες και πιο σημαντικές θεότητες. Για μας, η Γη είναι ένας πλανήτης μέσα στο απέραντο διάστημα που, καθώς κινείται γύρω από τον ήλιο, μας φέρνει την Άνοιξη, το Καλοκαίρι, το Φθινόπωρο και το Χειμώνα. Στην επιφάνειά της απλώνονται ωκεανοί και ήπειροι, και όλοι ξέρουμε ότι στα έγκατά της δεν υπάρχουν τα τάρταρα, αλλά ένα υλικό που βρίσκεται σε διάπυρη κατάσταση. Στο σχολείο μάθαμε ότι η γη είναι σφαιρική, όπως όλοι οι πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, ότι κάνει μια πλήρη περιστροφή γύρω από τον άξονά της κάθε 24 ώρες, ότι ασκεί μια έλξη σε κάθε αντικείμενο που βρίσκεται στην ατμόσφαιρά της, ότι έχει μαγνητικό πεδίο. Όμως, όλα αυτά είναι αδύνατο να τα επαληθεύσουμε χρησιμοποιώντας μόνο τις αισθήσεις μας.

Η γνώση μας για τη Γη αυξάνει, όσο περνάει ο χρόνος και η επιστήμη εξελίσσεται. Φανταστείτε ότι, αν ζούσαμε πριν από μερικές χιλιετίες, θα είμαστε βέβαιοι, όπως οι αρχαίοι Έλληνες, ότι η Γη είναι μια πολύ σπουδαία θεότητα. Αλλά και μόλις πριν από μερικές εκατοντάδες χρόνια, οι γνώσεις των ανθρώπων για τη Γη δεν είχαν αυξηθεί ιδιαίτερα. Σκεφθείτε ότι αν ζούσαμε στην εποχή του Γαλιλαίου, ίσως θα μπορούσαμε να παρευρεθούμε στο δικαστήριο που τον υποχρέωσε να παραδεχτεί πως η Γη δεν κινείται, για να μην τον καταδικάσει σε θάνατο!!!

Σήμερα όμως, η εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας μάς επιτρέπει να ταξιδεύουμε όχι μόνο πάνω στη γη αλλά και έξω απ' αυτή, και να διαπιστώνουμε με τα ίδια μας τα μάτια πολλά από εκείνα που μόνο με τη φαντασία τους μπορούσαν να συλλάβουν οι άνθρωποι, ακόμη και πριν από λίγες δεκαετίες. Σήμερα ξέρουμε ότι αναρίθμητοι τεχνητοί δορυφόροι περιστρέφονται γύρω από τη Γη, δίνοντάς μας κάθε λεπτό πολύτιμες πληροφορίες, ενώ, πολύ συχνά, επανδρωμένα διαστημόπλοια εκτοξεύονται για να ταξιδέψουν στο διάστημα.

Ένα τέτοιο ταξίδι, μέσα από τον ηλεκτρονικό μας υπολογιστή, μπορούμε να κάνουμε κι εμείς, ακολουθώντας την πορεία της *ΓΑΙΑΣ* στον απέραντο κόσμο των γνώσεων.

Κόσμος Ερατοσθένης: Η Μέτρηση της Περιφέρειας της Γης

Πόσο παρατηρητικοί είμαστε; Ξέρουμε ότι η παρατήρηση και προσεκτική μελέτη της φύσης μπορεί να μας οδηγήσει στην επιστημονική γνώση και στην αντιμετώπιση των προβλημάτων; Πόσο είμαστε έτοιμοι να σκύψουμε στις μεγάλες επιστημονικές ανακαλύψεις ή και στις υποθέσεις που έχουν διατυπωθεί για τον κόσμο που μας περιβάλλει και να τις επιβεβαιώσουμε ή να τις απορρίψουμε; Πολλές φορές, στην εξέλιξη της επιστήμης πρόσφεραν περισσότερα εκείνοι που μελετούσαν συστηματικά τις θεωρίες και τις απλές παρατηρήσεις άλλων ανθρώπων, οι οποίοι ίσως δεν είχαν καταλάβει τη σημασία που είχαν αυτές για τον άνθρωπο και τη γνώση.

Μια τέτοια περίπτωση ήταν και ο Ερατοσθένης, ένας Έλληνας που έζησε πριν από 2300 χρόνια. Πριν απ' αυτόν, πολλοί είχαν επιχειρήσει να υπολογίσουν το μέγεθος της γης, χωρίς όμως να το πετύχουν. Καθώς ο Ερατοσθένης μελετούσε στη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας, διάβασε κάτι που του κέντρισε το ενδιαφέρον. Στη Σήνη (σημερινό Ασουάν που βρίσκεται 800 περίπου χιλιόμετρα νότια της Αλεξάνδρειας), είχε παρατηρηθεί ότι το μεσημέρι της ημέρας του θερινού ηλιοστασίου (21 Ιουνίου), σε κάποιο βαθύ πηγάδι, μπορούσε κανείς να δει όλη την επιφάνεια του νερού, χωρίς σκιάς. Για το συγγραφέα του παπύρου, στον οποίο βρισκόταν αυτή η πληροφορία, αυτό ήταν ένα ανεξήγητο φαινόμενο, και τίποτε άλλο. Για τον Ερατοσθένη όμως, η πληροφορία αυτή ήταν αρκετή για να λύσει το πρόβλημα του υπολογισμού της ακτίνας της Γης, άρα και της περιφέρειάς της. Χρειαζόταν να ξέρει μόνο την απόσταση μεταξύ της Αλεξάνδρειας και της Σήνης και τη διαφορά στη σκιά του ήλιου, την ίδια μέρα, σε ένα παρόμοιο πηγάδι, στην Αλεξάνδρεια !!!

Η αλήθεια είναι ότι ο Ερατοσθένης δεν έψαξε για κάποιο πηγάδι, αλλά επινόησε έναν απλό τρόπο για να διαπιστώσει τη διαφορά στη σκιά. Εκείνο όμως που έχει σημασία είναι ο τρόπος που εκμεταλλεύτηκε μια φαινομενικά άσχετη παρατήρηση για να τη μετατρέψει σε μια σπουδαία επιστημονική ανακάλυψη. Το παράδειγμά του ακολούθησαν από τότε όλοι σχεδόν οι μεγάλοι επιστήμονες και εφευρέτες. Σκεφθείτε για παράδειγμα τον Αρχιμήδη, ή, κάποιον πολύ πιο σύγχρονο, τον Λουί Παστέρ.

Μπορούμε και 'μεις να επιχειρήσουμε να μετρήσουμε σήμερα την περιφέρεια της Γης; Πρέπει άραγε να μετακομίσουμε στην Αλεξάνδρεια ή στο Ασουάν για να το πετύχουμε; Και πρέπει επιπλέον να περιμένουμε το μεσημέρι της μέρας του θερινού ηλιοστασίου για να δοκιμάσουμε;

Σήμερα, τέτοιου είδους πειράματα μπορούμε να κάνουμε και 'μεις, με τη βοήθεια του υπολογιστή μας αλλά και τη συνεργασία άλλων μαθητών, που θα προσπαθήσουν να λύσουν το ίδιο πρόβλημα, σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, οποιαδήποτε μέρα του έτους. Ο κόσμος του ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ μας παρέχει τις προσομοιώσεις που χρειαζόμαστε και κάθε άλλη πληροφορία, για να πειραματιστούμε και να αξιοποιήσουμε μια παρατήρηση, που έγινε χιλιάδες χρόνια πριν, χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή μας, που ούτε και ο Ερατοσθένης δεν θα μπορούσε να φανταστεί πως κάποτε θα υπήρχε!!!

ΓΑΙΑ - ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ	Δραστηριότητα 1 Πώς ο Ερατοσθένης μέτρησε το μέγεθος της Γης;	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
--------------------	---	--

Ονοματεπώνυμο: Τάξη: Ημερομηνία:

Τα γεγονότα, οι υποθέσεις και οι υπολογισμοί του Ερατοσθένη. Μεταβείτε στον κόμβο της ΓΑΙΑΣ: (<http://gaia.compulink.gr>). Στη συνέχεια επιλέξτε «Ερατοσθένης».

Εμφανίζονται κάποια κείμενα. Μελετήστε προσεκτικά τα κατάλληλα κείμενα, ώστε να πάρετε τις πληροφορίες που χρειάζεστε για τις απαντήσεις σας. Τα κείμενα είναι:

Τα γεγονότα (Ερώτημα α)

Η υπόθεση (Ερώτημα β)

Οι υπολογισμοί (Ερώτημα γ, δ)

Τα ερωτήματα

α) Ποια είναι τα γεγονότα που τράβηξαν την προσοχή του Ερατοσθένη;

.....

.....

.....

β) Γιατί την ημέρα του θερινού ηλιοστασίου ένας οβελίσκος στην Αλεξάνδρεια παρουσιάζει σκιά, ενώ στη Σήνη δεν παρουσιάζει σκιά;

.....

.....

.....

γ) Ο Ερατοσθένης βρήκε ότι η γωνία της κατακορύφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του ήλιου είναι ίση με 7,2 μοίρες. Σας ζητούμε να υπολογίσετε την ακτίνα της Γης, αν η απόσταση Σήνης - Αλεξάνδρειας είναι 805 χιλιόμετρα.

.....

.....

.....

δ) Αν ο Ερατοσθένης έβρισκε ότι η γωνία της κατακορύφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του ήλιου ήταν ίση με 8,2 μοίρες, πόση θα ήταν η ακτίνα της Γης;

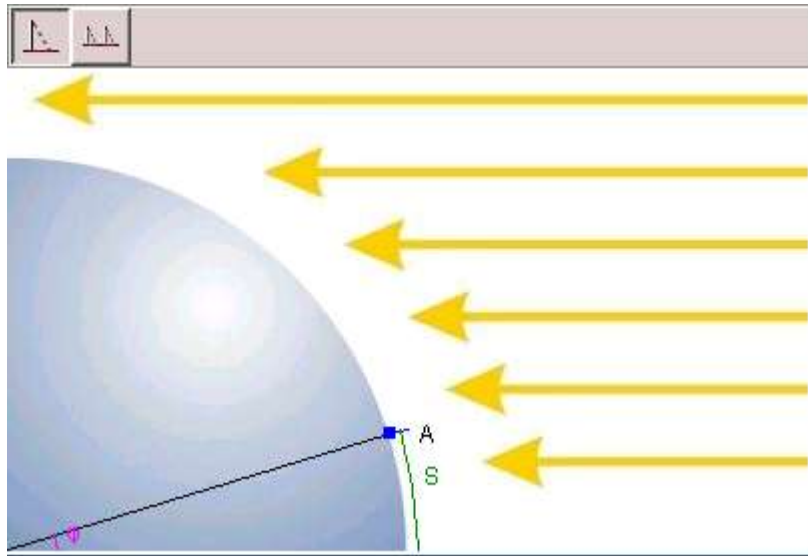
.....

.....

.....

Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

Για να πειραματιστείτε με τη μέθοδο του Ερατοσθένη, επιλέξτε «Ένας τόπος».



- α) Μετακινήστε τη ράβδο πάνω στην επιφάνεια της Γης και παρατηρήστε τη σκιά της στη διπλανή περιοχή. Τι διαπιστώνετε για το μήκος της σκιάς;

.....

.....

- β) Με τη ράβδο σε ορισμένο τόπο, μεγαλώστε το μήκος της με τον μεταβολέα ύψους στο αριστερό μέρος του πιλοτηρίου. Τι διαπιστώνετε,

ι) για το μήκος της σκιάς και

ιι) για τη γωνία της κατακορύφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του ήλιου;

.....

.....

Συζητήστε στην τάξη για τη μέθοδος της μέτρησης της γήινης ακτίνας από τον Ερατοσθένη. Συνοψίστε τα πιο σημαντικά σημεία της μεθόδου.

.....

.....

.....

.....

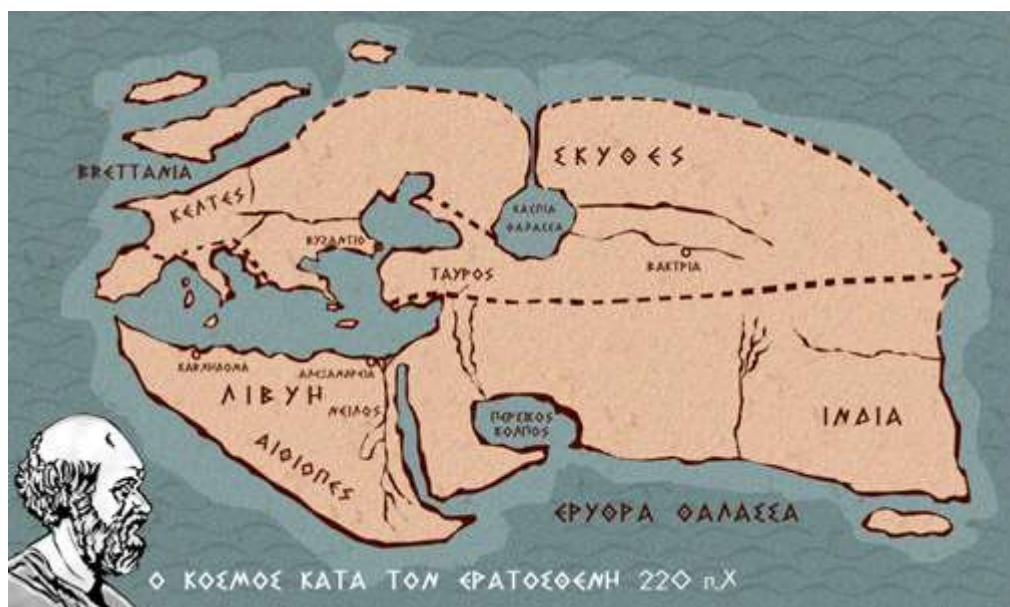
.....

<p>ΓΑΙΑ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ</p>	<p>Συνοδευτικό υλικό της Δραστηριότητας 1</p> <p>Η μέτρηση της ακτίνας της Γης με τη Μέθοδο του Ερατοσθένη</p>	<p>ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ</p> <p>ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ</p>
---	--	---

Τα γεγονότα που οδήγησαν στη Μέθοδο του Ερατοσθένη

Ο Ερατοσθένης, γύρω στο 230 π.Χ., εργαζόταν στη Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας. Σε έναν πάπυρο ο Ερατοσθένης διάβασε κάτι που τράβηξε την προσοχή του. Στη **Συήνη**, το μεσημέρι της μέρας του θερινού ηλιοστασίου (21 Ιουνίου, η πιο μεγάλη μέρα του έτους), το ηλιακό φως έπεφτε στο νερό του πηγαδιού χωρίς να σχηματίζει καμιά σκιά. Η Αλεξάνδρεια είναι κτισμένη στις εκβολές του Νείλου ποταμού και η Συήνη (το σημερινό Ασουάν) νοτιότερα γύρω στα 800 km.

Ο Ήλιος βρίσκεται πολύ μακριά από τη Γη, ώστε οι ακτίνες του φτάνουν σ' αυτήν σχεδόν παράλληλες. Η Συήνη βρίσκεται στον τροπικό της Γης. Οι ακτίνες του Ήλιου έχουν την ίδια διεύθυνση με την κατακόρυφο στο τόπο αυτό, το μεσημέρι του θερινού ηλιοστασίου.



Η υπόθεση της Μεθόδου του Ερατοσθένη

Εφόσον η Αλεξάνδρεια βρίσκεται βορειότερα της Συήνης και μάλιστα βρίσκεται στον ίδιο περίπου μεσημβρινό μ' αυτήν, ένας πάσσαλος ή ένας οβελίσκος θα παρουσιάζει στην περιοχή αυτή μήκος σκιάς το μεσημέρι της μέρας του θερινού ηλιοστασίου. Με άλλα λόγια, η διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου θα σχηματίζει κάποια γωνία με την κατακόρυφο, κάτι που επαλήθευσε ο Ερατοσθένης στην Αλεξάνδρεια. Ένας πάσσαλος όμως στη Συήνη δεν θα δημιουργούσε σκιά.

Ένα σχήμα που αναπαριστάει τη Γη, τις ακτίνες του Ήλιου και τις δύο πόλεις, μπορεί να αποκαλύψει το ποιες είναι οι αναγκαίες άμεσες μετρήσεις, ώστε να υπολογιστεί το μήκος της περιφέρειας της Γης. Το ύψος και η σκιά του οβελίσκου στην Αλεξάνδρεια (Α) καθώς και η γωνία της κατακορύφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου παρουσιάζονται με δυσανάλογα μεγάλο μέγεθος, για να υπάρχει ευκρίνεια στο σχήμα.

Η ακτίνα της Γης, ΣΟ, μπορεί να υπολογιστεί αν γνωρίζουμε:

- α) το μήκος του τόξου ΣΑ (απόσταση Συήνης - Αλεξάνδρειας) και
- β) τη γωνία ΣΟΑ = γωνία της κατακορύφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου.

Οι Υπολογισμοί της Μεθόδου του Ερατοσθένη

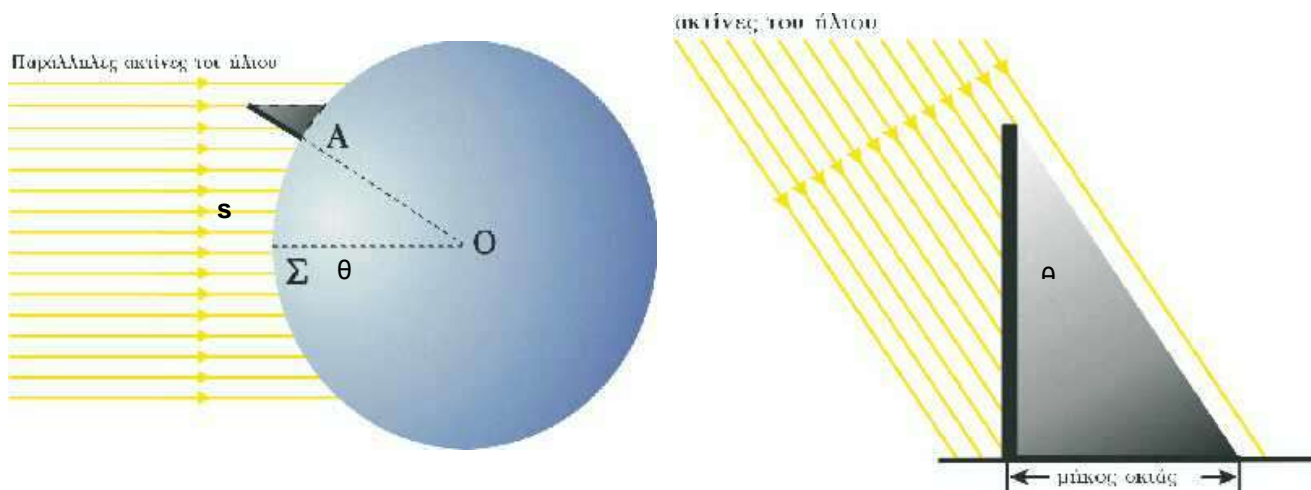
Η Περιφέρεια της Γης μπορεί να υπολογιστεί αν γνωρίζουμε:

- α) το μήκος του τόξου s (απόσταση Σήνης - Αλεξάνδρειας) και
- β) τη γωνία θ της κατακορύφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου.

Η απάντηση σε καθένα από αυτά προϋποθέτει την επίλυση ενός προβλήματος. Και τα δύο αναφέρονται σε μετρήσεις μεγεθών, μιας απόστασης και μιας γωνίας.

α) Η απόσταση Αλεξάνδρειας Σήνης θα έπρεπε να μετρηθεί με κάθε δυνατή ακρίβεια. Ο Ερατοσθένης γνώριζε ότι η απόσταση μεταξύ των δύο πόλεων ήταν περίπου 805 χιλιόμετρα. Σύμφωνα με μαρτυρίες, ο Ερατοσθένης ανέθεσε σε κάποιον επαγγελματία "βηματιστή" να διατρέξει την απόσταση και να τη μετρήσει (την εποχή του Ερατοσθένη μονάδα μέτρησης των αποστάσεων ήταν το στάδιο).

β) Η γωνία μπορεί να μετρηθεί εύκολα με έναν πάσσαλο τοποθετημένο κατακόρυφα. Το νήμα της στάθμης μπορεί να μας εξυπηρετήσει για να το καταφέρουμε. Η γωνία υπολογίζεται αν μετρήσουμε το μήκος της σκιάς του πασσάλου, σύμφωνα με το σχήμα.



Από το σχήμα, με έναν απλό συλλογισμό μπορούμε να πούμε ότι αν:

στη γωνία $\theta=7,2^\circ$ αντιστοιχεί τόξο 805 km, τότε

στη γωνία 360° αντιστοιχεί τόξο X (που είναι όλη η περίμετρος της Γης).

Καταλήγουμε λοιπόν στη σχέση που υπάρχει στο σχολικό βιβλίο:

Μήκος της περιφέρειας $\Gamma = 360 * s / \theta$ ή $\Gamma = 360 * 805 / 7,2$ οπότε $\Gamma \cong 40.250$ km.

Από τη σχέση $\Gamma = 2\pi R$ υπολογίζουμε $R = 40.250 / 2 * 3,14$ οπότε $R \cong 6.409$ km

(η πραγματική ακτίνα της Γης είναι 6.371 km).

ΓΑΙΑ – ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ	Δραστηριότητα 2 Μέτρηση σκιάς ράβδου	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
--------------------	---	--

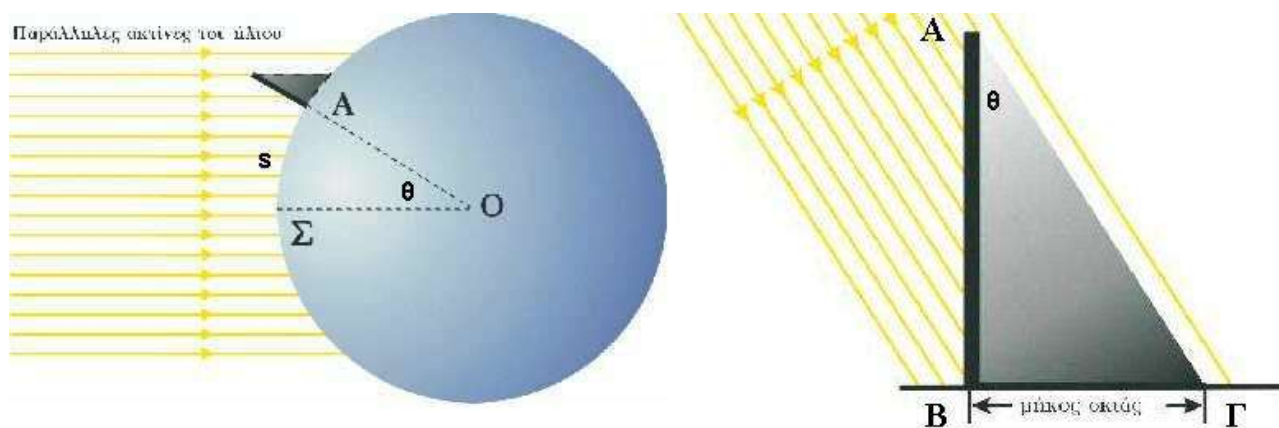
Ομάδα Μαθητών

.....

.....

Χωριστείτε σε ομάδες με σκοπό να μετρήσετε, στην αυλή του σχολείου σας, τη σκιά μιας ράβδου μήκους ενός μέτρου. Μια παρόμοια μέτρηση χρειάστηκε για τη μέτρηση της ακτίνας της Γης από τον Ερατοσθένη.

Μετρήσεις για τον υπολογισμό της περιφέρειας της Γης με τη μέθοδο του Ερατοσθένη του Κυρηναίου



(Οι μετρήσεις αφορούν το δεύτερο σχήμα)

Για μια ράβδο (AB) κάθετα τοποθετημένη στο οριζόντιο δάπεδο, το μήκος της σκιάς της (BΓ) είναι:

Μετρήσεις	Μήκος σκιάς (BΓ) (m)	Μήκος ράβδου (AB)	Εφαπτομένη θ $\epsilon\phi\theta = B\Gamma/AB$	θ°
1 ^η		1 μέτρο		
2 ^η				
3 ^η				
4 ^η				
5 ^η				
Τελικές Τιμές (Μέσος Όρος)				

Ημερομηνία Μέτρησης:

Ωρα Μέτρησης:

Συγκρίνετε τα δικά σας αποτελέσματα με αυτά των άλλων ομάδων. Συζητήστε, επίσης, τις συνθήκες του πειραματισμού (ράβδος κατακόρυφος).

Πίνακας εφαπτομένης γωνιών από 0° έως 180°							
γωνία φ	εφφ	γωνία φ	εφφ	γωνία φ	εφφ	γωνία φ	εφφ
0	0,000	45	1,000	91	-57,290	136	-0,966
1	0,017	46	1,036	92	-28,636	137	-0,933
2	0,035	47	1,072	93	-19,081	138	-0,900
3	0,052	48	1,111	94	-14,301	139	-0,869
4	0,070	49	1,150	95	-11,430	140	-0,839
5	0,087	50	1,192	96	-9,514	141	-0,810
6	0,105	51	1,235	97	-8,144	142	-0,781
7	0,123	52	1,280	98	-7,115	143	-0,754
8	0,141	53	1,327	99	-6,314	144	-0,727
9	0,158	54	1,376	100	-5,671	145	-0,700
10	0,176	55	1,428	101	-5,145	146	-0,675
11	0,194	56	1,483	102	-4,705	147	-0,649
12	0,213	57	1,540	103	-4,331	148	-0,625
13	0,231	58	1,600	104	-4,011	149	-0,601
14	0,249	59	1,664	105	-3,732	150	-0,577
15	0,268	60	1,732	106	-3,487	151	-0,554
16	0,287	61	1,804	107	-3,271	152	-0,532
17	0,306	62	1,881	108	-3,078	153	-0,510
18	0,325	63	1,963	109	-2,904	154	-0,488
19	0,344	64	2,050	110	-2,747	155	-0,466
20	0,364	65	2,145	111	-2,605	156	-0,445
21	0,384	66	2,246	112	-2,475	157	-0,424
22	0,404	67	2,356	113	-2,356	158	-0,404
23	0,424	68	2,475	114	-2,246	159	-0,384
24	0,445	69	2,605	115	-2,145	160	-0,364
25	0,466	70	2,747	116	-2,050	161	-0,344
26	0,488	71	2,904	117	-1,963	162	-0,325
27	0,510	72	3,078	118	-1,881	163	-0,306
28	0,532	73	3,271	119	-1,804	164	-0,287
29	0,554	74	3,487	120	-1,732	165	-0,268
30	0,577	75	3,732	121	-1,664	166	-0,249
31	0,601	76	4,011	122	-1,600	167	-0,231
32	0,625	77	4,331	123	-1,540	168	-0,213
33	0,649	78	4,705	124	-1,483	169	-0,194
34	0,675	79	5,145	125	-1,428	170	-0,176
35	0,700	80	5,671	126	-1,376	171	-0,158
36	0,727	81	6,314	127	-1,327	172	-0,141
37	0,754	82	7,115	128	-1,280	173	-0,123
38	0,781	83	8,144	129	-1,235	174	-0,105
39	0,810	84	9,514	130	-1,192	175	-0,087
40	0,839	85	11,430	131	-1,150	176	-0,070
41	0,869	86	14,301	132	-1,111	177	-0,052
42	0,900	87	19,081	133	-1,072	178	-0,035
43	0,933	88	28,636	134	-1,036	179	-0,017
44	0,966	89	57,290	135	-1,000	180	0,000
		90	---				

<p style="text-align: center;">ΓΑΙΑ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ</p>	<p style="text-align: center;">Δραστηριότητα 3 Πώς με τη συνεργασία σχολείων μπορείτε να μετρήσετε το μέγεθος της Γης;</p>	<p style="text-align: center;">ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ</p> <p style="text-align: center;">ΦΥΣΙΚΗ Β΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ</p>
---	--	---

Ονοματεπώνυμο: Τάξη: Ημερομηνία:

A. Στον κόμβο της Γαίας

Μεταβείτε στον κόμβο της ΓΑΙΑΣ: (<http://gaia.compulink.gr> ή στο παρακάτω Συνοδευτικό Υλικό) Στη συνέχεια επιλέξτε «Ερατοσθένης». Μελετήστε προσεκτικά τα παρακάτω κείμενα ώστε να πάρετε τις πληροφορίες που χρειάζεστε για τις απαντήσεις σας.

Η υπόθεση για τη μέτρηση του μεγέθους της Γης με συνεργασία δύο σχολείων (Ερώτημα Α, Β, Γ)
Οι υπολογισμοί για τη μέτρηση του μεγέθους της Γης με συνεργασία δύο σχολείων. (Ερώτημα Δ, Ε)

Ερώτημα Α

Πού πρέπει να βρίσκονται τα δύο σχολεία για να εφαρμόσουν τη μέθοδο;

.....

.....

Ερώτημα Β

Ποιες είναι οι παραδοχές που κάνουμε για τις ακτίνες του ήλιου;

.....

.....

Ερώτημα Γ

Αν θ_1 και θ_2 είναι οι γωνίες που σχηματίζουν οι κατακόρυφες με τη διεύθυνση των ακτινών του ήλιου, πόση είναι η επίκεντρος γωνία που βαίνει στο τόξο των δύο τόπων;

.....

.....

Ερώτημα Δ

Τι χρειαζόμαστε για να υπολογίσουμε την ακτίνα της Γης με συνεργασία δύο σχολείων;

.....

.....

.....

Ερώτημα Ε

Πότε θεωρούμε ότι είναι μεσημέρι σ' έναν τόπο;

.....

.....

B. Στο περιβάλλον του ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

α) Για να πειραματιστείτε με τη μέθοδο επιλέξτε «Δύο τόποι». Μετακινήστε τις ράβδους πάνω στην επιφάνεια της Γης και παρατηρήστε τη σκιά τους στη διπλανή περιοχή. Τι διαπιστώνετε;

.....

.....

β) Πειραματιστείτε με διαφορετικούς τρόπους και σημειώστε τις τιμές των δύο γωνιών.

.....

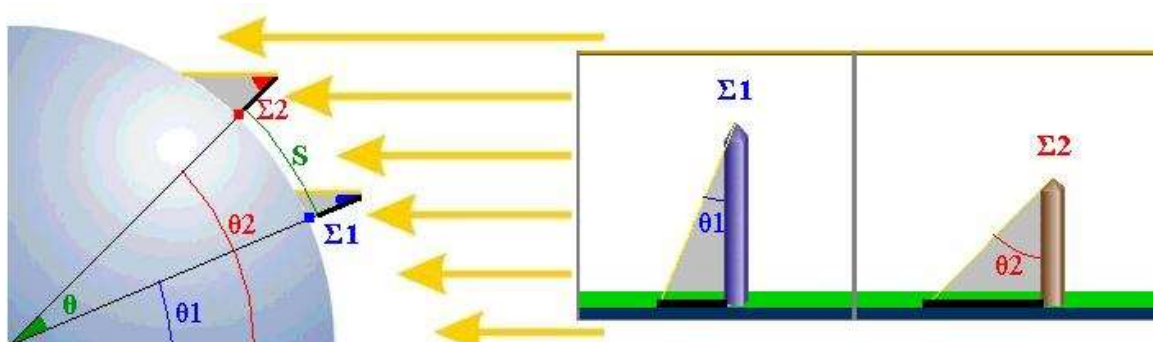
.....

Γ. Συζητήστε, με τη βοήθεια του καθηγητή σας, τις διαπιστώσεις σας.

<p style="text-align: center;">ΓΑΙΑ ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ</p>	<p style="text-align: center;">Συνοδευτικό υλικό των Δραστηριοτήτων 2 και 3</p> <p>Μέτρηση του μεγέθους της Γης με συνεργασία δύο σχολείων</p>	<p style="text-align: center;">ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ</p> <p style="text-align: center;">ΦΥΣΙΚΗ Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ</p>
---	--	---

Η υπόθεση

Το μεσημέρι της ίδιας μέρας, δύο ισομήκεις πάσσαλοι σε δύο διαφορετικούς τόπους στον ίδιο μεσημβρινό, θα παρουσιάζουν διαφορά στο μήκος των σκιών τους και επομένως διαφορά στις γωνίες. Το σχήμα δείχνει τους δύο πασσάλους σε δύο διαφορετικούς τόπους της Γης και τη διεύθυνση των παράλληλων ακτίνων του Ήλιου. Το ύψος και η σκιά των πασσάλων καθώς και η γωνία της κατακορύφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου παρουσιάζονται με δυσανάλογα μεγάλο μέγεθος, για να υπάρξει ευκρίνεια στο σχήμα.



Οι δύο τόποι στον ίδιο μεσημβρινό.

Οι ακτίνες από τον Ήλιο είναι παράλληλες.

Η μέτρηση πραγματοποιείται το μεσημέρι (τοπική ώρα) για κάθε τόπο.

Η Γεωμετρία και η θεωρητική σκέψη

Η επίκεντρος γωνία που βαίνει στο τόξο μεταξύ των δύο τόπων ισούται με τη διαφορά των δύο γωνιών: $\theta = \theta_2 - \theta_1$.

Έχοντας υπόψη όσα αναφέρονται στα κείμενα *Η υπόθεση της Μεθόδου του Ερατοσθένη* και *Οι υπολογισμοί της Μεθόδου του Ερατοσθένη* έχουμε: για το μήκος της Περιφέρειας της Γης, Γ :

αν Σ1 είναι το πρώτο σχολείο, θα ισχύει: $\Gamma = 360 \cdot s_1 / \theta_1$

αν Σ2 είναι το δεύτερο σχολείο, θα ισχύει: $\Gamma = 360 \cdot s_2 / \theta_2$

Με το ίδιο σκεπτικό έχουμε: $\Gamma = 360 \cdot s / \theta$ ή $\Gamma = 360 \cdot s / (\theta_2 - \theta_1)$

Επομένως, ο υπολογισμός του μήκους της περιφέρειας προϋποθέτει τρεις απλές μετρήσεις:

- Μέτρηση της απόστασης (s) μεταξύ των δύο περιοχών, στις οποίες βρίσκονται τα σχολεία.
- Μέτρηση της γωνίας θ_1 στον ένα τόπο
- Μέτρηση της γωνίας θ_2 στον άλλο τόπο

Αν υπολογίσουμε το μήκος της περιφέρειας, τότε, εύκολα υπολογίζεται η ακτίνα της Γης. Οι σκέψεις αυτές μας οδηγούν σ' ένα σημαντικό συμπέρασμα:

"Η μέτρηση του μήκους της περιφέρειας της Γης απαιτεί τη συνεργασία δύο ομάδων μαθητών σε δύο διαφορετικούς τόπους. Ο υπολογισμός είναι δυνατός μόνο αν γίνει ανταλλαγή των δεδομένων των μετρήσεων κάθε ομάδας. Ο σχεδιασμός από κοινού και η επικοινωνία των μαθητών σε όλες τις φάσεις του σχεδίου κρίνεται αναγκαία".

Οι υπολογισμοί για τη μέτρηση του μεγέθους της Γης

Οι Μετρήσεις:

α) Μέτρηση της απόστασης (s) μεταξύ των δύο Ελληνικών πόλεων.

Χρειαζόμαστε ένα χάρτη της Ελλάδας. Η απόσταση βρίσκεται αν γνωρίζουμε το γεωγραφικό πλάτος κάθε μιας από τις δύο πόλεις και λάβουμε υπόψη ότι: 1 μοίρα αντιστοιχεί σε 111,133 χιλιόμετρα.

β) Μέτρηση της γωνίας σ' έναν τόπο.

Χρειαζόμαστε έναν πάσσαλο ύψους ενός μέτρου, τον οποίο διατηρούμε σε κατακόρυφη θέση. Η γωνία μπορεί να υπολογιστεί μετρώντας το μήκος της σκιάς το μεσημέρι. Για να υπολογίσουμε τη γωνία θ πρέπει να διαιρέσουμε τη μήκος της σκιάς με το μήκος του πασσάλου. Έτσι, βρίσκουμε την εφαπτομένη της γωνίας. Από πίνακες τριγωνομετρικών αριθμών υπολογίζουμε τη γωνία σε μοίρες.



Η ίδια ακριβώς διαδικασία πραγματοποιείται από μια άλλη ομάδα μαθητών στη δεύτερη πόλη, αυτή που βρίσκεται βορειότερα της πρώτης.

Αν θ_1 και θ_2 είναι οι γωνίες, τότε, η επίκεντρη γωνία που βαίνει στο τόξο των δύο πόλεων θα είναι $\varphi = \theta_2 - \theta_1$.

Ο υπολογισμός του μήκους της περιφέρειας:

Αντικαθιστούμε τις τιμές των γωνιών και της απόστασης των δύο πόλεων στη σχέση που δίνει το μήκος της περιφέρειας του μεσημβρινού: $\Gamma = 360^\circ \cdot s / (\theta_2 - \theta_1)$.

Πότε είναι μεσημέρι;

Μεσημέρι σε έναν τόπο έχουμε όταν ο Ήλιος περνά από το μεσημβρινό του τόπου. Αυτή τη χρονική στιγμή ο Ήλιος βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο της τροχιάς του. Το μεσημέρι μπορεί να υπολογιστεί αν γνωρίζουμε τη χρονική διάρκεια μεταξύ της ανατολής και της δύσης του Ηλίου. Όταν μετράμε το μήκος της σκιάς το μεσημέρι, αυτό θα παίρνει τη μικρότερη τιμή του.

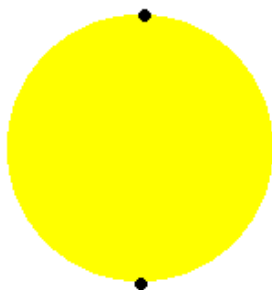
ΓΑΙΑ - ΙΑΣΩΝ <i>Γεωγραφικές συντεταγμένες ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ</i>	Δραστηριότητα 4 Πόλοι, Μεσημβρινοί, Ισημερινός, Πρώτος Μεσημβρινός, Παράλληλοι	ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ Α' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
---	---	---

Ονοματεπώνυμο: Τάξη: Ημερομηνία:

Περιγραφή: Ο πλανήτης μας είναι τόσο μεγάλος που δεν μπορούμε να έχουμε άμεση εμπειρία γι' αυτόν. Για να κατανοήσουμε καλύτερα τις έννοιες «Βόρειος και Νότιος Πόλος», «Ισημερινός», «Πρώτος Μεσημβρινός», «Παράλληλοι» και «Μεσημβρινοί» χρησιμοποιούμε εικόνες, διαγράμματα, πυξίδες και άλλα μοντέλα όπως η υδρόγειος σφαίρα. Σε κάθε περίπτωση χρειάζεται να επιστρατεύουμε τη φαντασία μας για να απαντάμε σε ερωτήματα που αφορούν τη θέση ενός σημείου πάνω στη Γη.

Στο εργαστήριο υπολογιστών φροντίζουμε ώστε να έχουμε μια υδρόγειο σφαίρα σε κοινή θέα καθώς επίσης και έναν Παγκόσμιο Χάρτη. Επιπλέον, κάθε ομάδα διαθέτει ένα πορτοκάλι, μαρκαδόρο και κλωστή.

Α. Περιεργαστείτε το πορτοκάλι και θεωρήστε το ως μια μικρή υδρόγειο σφαίρα. Θα εντοπίσετε εύκολα δύο σημάδια που μπορούν να αντιπροσωπεύουν τους δύο πόλους.

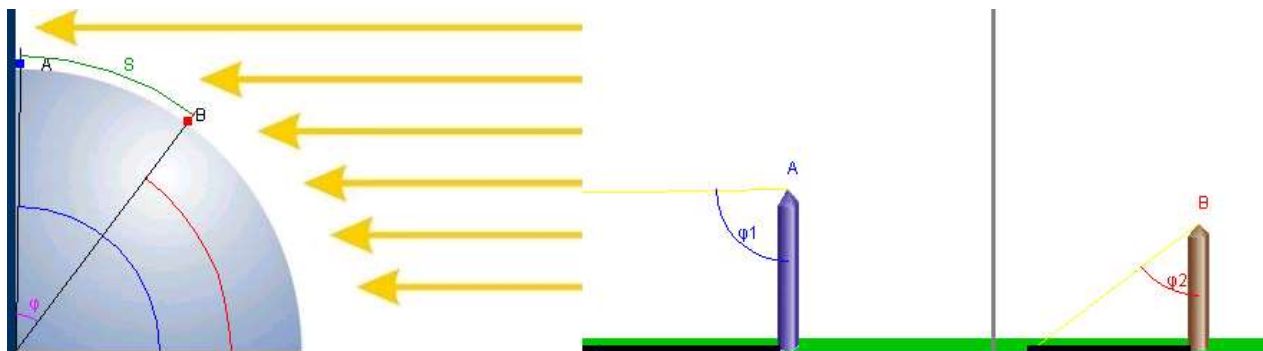


Ερώτηση: Με ποιους τρόπους μπορούμε να προσδιορίσουμε τους πόλους της Γης;

i) με τη βοήθεια μιας μαγνητικής βελόνας

.....

ii) με τη βοήθεια της σκιάς:

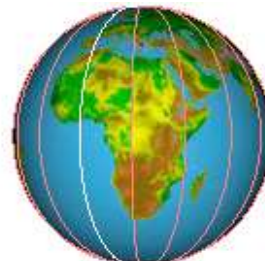
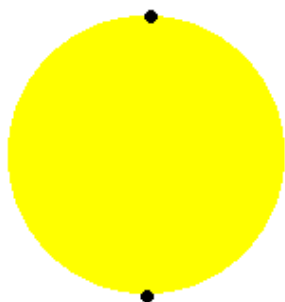


Για να διευκολυνθείτε στην απάντησή σας, μεταβείτε στο μικρόκοσμο του ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ και παρατηρήστε τη σκιά μιας κατακόρυφης ράβδου.

.....

με άλλο τρόπο (σκεφτείτε τον Πολικό αστέρα)

Σχεδίαση 1: Με τη βοήθεια της κλωστής και του μαρκαδόρου σχεδιάστε τους μεσημβρινούς και τους παραλλήλους πάνω στο πορτοκάλι. Σημειώστε τον Ισημερινό του πορτοκαλιού καθώς και τον «πρώτο μεσημβρινό».



Περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποίησατε την κλωστή για να σχεδιάσετε τους παράλληλους και τους μεσημβρινούς.

Επιβεβαίωση: Στο παράθυρο «Πλανήτης Γη» έχετε τη δυνατότητα να σχεδιάσετε τους παραλλήλους και τους μεσημβρινούς μαζί με τον πρώτο μεσημβρινό και τον Ισημερινό της Γης. Για να είναι σωστή η δική σας σχεδίαση των παραλλήλων και των μεσημβρινών πάνω στο πορτοκάλι θα πρέπει να «μοιάζει» με αυτήν των παραπάνω σχημάτων.

Σχεδίαση 2: Με τη βοήθεια της κλωστής και του μαρκαδόρου σχεδιάστε πάνω στο πορτοκάλι τον μεσημβρινό και τον παράλληλο που περνάει από την ... Αθήνα.

Περιγράψτε τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποίησατε την κλωστή και τον μαρκαδόρο για να σχεδιάσετε τον επιθυμητό μεσημβρινό και παράλληλο.

Συζητήστε το «αυθαίρετο» της επιλογής ενός μεσημβρινού ως «Πρώτου Μεσημβρινού της Γης» και δικαιολογήστε αυτόν τον χαρακτηρισμό. Μπορούμε να πούμε το ίδιο για τον Ισημερινό;

Στο περιβάλλον του λογισμικού προσδιορίστε τις γεωγραφικές συντεταγμένες του αντιδιαμετρικού σημείου της πόλης των Αθηνών.

Γεωγραφικό μήκος = Γεωγραφικό πλάτος =

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ Μην πετάξετε τα πορτοκάλια πάνω στα οποία σχεδιάσατε με μαρκαδόρο τους μεσημβρινούς και τους παραλλήλους. Θα τα χρειαστείτε για τη δραστηριότητα 17.

Συζήτηση - Συμπεράσματα