

Πρόγραμμα Ερατοσθένης

Η εισαγωγική προσέγγιση στη διδασκαλία περιλαμβάνει τα ακόλουθα:
Εξιστορεί πρώτα τις παρατηρήσεις που έγιναν από τον Ερατοσθένη, τις υποθέσεις και τα συμπεράσματα, και ακολουθεί μια επισκόπηση του τρόπου με τον οποίο μπορούν τα παραπάνω να χρησιμοποιηθούν στην τάξη μέσα από εύκολα-οργανωμένες δραστηριότητες.

Το πρόγραμμα δημιουργήθηκε το Σεπτέμβρη του 2000 και έχει ήδη βοηθήσει χιλιάδες μαθητές από όλο τον κόσμο να υπολογίσουν την περιφέρεια της γης, ακριβώς όπως ένας άνθρωπος με το όνομα Ερατοσθένης, που έζησε 2200 χρόνια πριν. Ο Οδηγός καθηγητή περιέχει περισσότερες πληροφορίες πάνω στο θέμα, αλλά παρακάτω θα σας παρουσιάσουμε σύντομα την βασική αρχή του πειράματος:

Βάλτε ένα αντικείμενο στον ήλιο, μετρήστε τη σκιά του όταν ο ήλιος βρίσκεται στο ψηλότερο σημείο, υπολογίστε τη γωνία ανάμεσα στις ηλιακές ακτίνες και το κάθετο αντικείμενο και ανταλλάξτε τα αποτελέσματά σας με τα αποτελέσματα κάποιας άλλης τάξης σε κάποιο άλλο γεωγραφικό πλάτος του κόσμου. Τέλος, μερικά γεωμετρικά σχέδια και η μέθοδος των τριών θα σας δώσουν το μήκος του μεσημβρινού της γης.

Ένα διεπιστημονικό έργο

Το πρόγραμμα μπορεί να αγγίζει πολλά εκπαιδευτικά αντικείμενα ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν πολύ διαφορετικές γνώσεις (οι περισσότερες συνδεδεμένες με τα τελευταία αναλυτικά σχολικά προγράμματα).

- **Ιστορία και γεωγραφία:** ξεκινάμε με την αρχαία Αίγυπτο εξηγώντας ποιος ήταν ο Ερατοσθένης (χρόνος / τόπος). Στο τέλος του προγράμματος, οι μαθητές θα πρέπει να αναζητήσουν τα μέρη του κόσμου όπου βρίσκονται οι συνεργάτες τους.

- **Αστρονομία:** η σκιά ενός απλού αντικειμένου θα δείξει την τροχιά του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Θα τη δούμε όταν είναι στο υψηλότερο σημείο της και στη συνέχεια θα παρατηρήσουμε πώς μεταβάλλεται ανάλογα με τις εποχές.

- **Φυσική (βέβαια!):** το φως και η σκιά αποτελούν την καρδιά του έργου. Μέσω πειραμάτων και προσομοιώσεων στην τάξη, αναπαράγουμε και εξηγούμε ό,τι έχουμε ήδη παρατηρήσει.

- **Τεχνολογία:** αφού τα όργανα μέτρησης θα χρειαστεί να στηθούν και προσαρμοστούν: γνώμονες (πρωτόγονα ηλιακά ρολόγια), νήμα της στάθμης, επίπεδο του αέρα, τετράγωνα, τεταρτημόρια κ.α. σχεδιασμένα και υλοποιημένα και προσαρμοσμένα από τους μαθητές.

- **Μαθηματικά:** ιδιαίτερα γεωμετρία καθώς οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν παράλληλες ευθείες, γωνίες, τρίγωνα, κύκλους, διαφορές μηκών κ.α.

- **Προφορική και γραπτή έκφραση του λόγου,** αφού ο λόγος θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε δραστηριότητα. Ιδιαίτερη εφαρμογή έχει η γαλλική έκφραση *La main à la pâte* καθώς οι μαθητές κάνουν υποθέσεις, σχεδιάζουν πειράματα, κάνουν παρατηρήσεις και τέλος εξάγουν συμπεράσματα, είτε προφορικά, είτε κρατώντας καθημερινές σημειώσεις.

- **Τεχνολογίες Επικοινωνίας και Πληροφοριών:** χάρη στο Διαδίκτυο, οι μαθητές θα κάνουν τεκμηριωμένη έρευνα και θα συζητήσουν με άλλους μαθητές για να συγκρίνουν και να ανταλλάξουν τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς τους.

- **Καλλιτεχνία:** το πρόγραμμα δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να αναδείξουν την δημιουργικότητά τους. Ζωγραφιές που παρουσιάζουν την ιστορία του Ερατοσθένη, κόμικ, μοντέλα πειραμάτων, καλλιγραφία που αναπαριστά ιερογλυφικά και το ελληνικό αλφάβητο κτλ.

Προσαρμόστε την προσέγγισή σας

Η προσέγγιση στο πρόγραμμα είναι ιδανική και μπορεί να προσαρμοστεί οποιαδήποτε στιγμή ανάλογα με τις συνθήκες: την ηλικία, το επίπεδο και τη διάθεση των μαθητών σας, το πλήθος μαθητών της ομάδας, το χρόνο που θέλετε ή μπορείτε να διαθέσετε στο πρόγραμμα, όπως επίσης και τις καιρικές αντιξοότητες. Επίσης θα χρειαστεί να χειριστείτε πολλές διαφορετικές απαντήσεις από τους μαθητές και προτάσεις τους, που μπορεί χωρίς να το έχετε σχεδιάσει να αλλάξουν τη ροή του προγράμματος.

Μπορείτε να μειώσετε το πρόγραμμα, αλλά “το ελάχιστο” που πρέπει να κάνετε είναι απαραίτητο να ακολουθεί τα πέντε παρακάτω βήματα:

1. Δείξτε την καμπύλη της επιφάνειας της Γης και τον παραλληλισμό των ηλιακών ακτίνων.
2. Παρατηρήστε την εξέλιξη της σκιάς ενός αντικειμένου και υπολογίστε την τροχιά του ήλιου.
3. Ανακαλύψτε τη στιγμή της ηλιακής μεσημβρίας (τη στιγμή που η σκιά είναι η μικρότερη).
4. Χρησιμοποιήστε ένα γνώμονα για να υπολογίσετε τη γωνία των ηλιακών ακτίνων σε σύγκριση με την κατακόρυφο.
5. Συνεργαστείτε με κάποιο σχολείο που συμμετέχει στο πρόγραμμα από κάποιο άλλο μέρος της γης για να εκτιμήσετε το μήκος του μεσημβρινού της Γης.

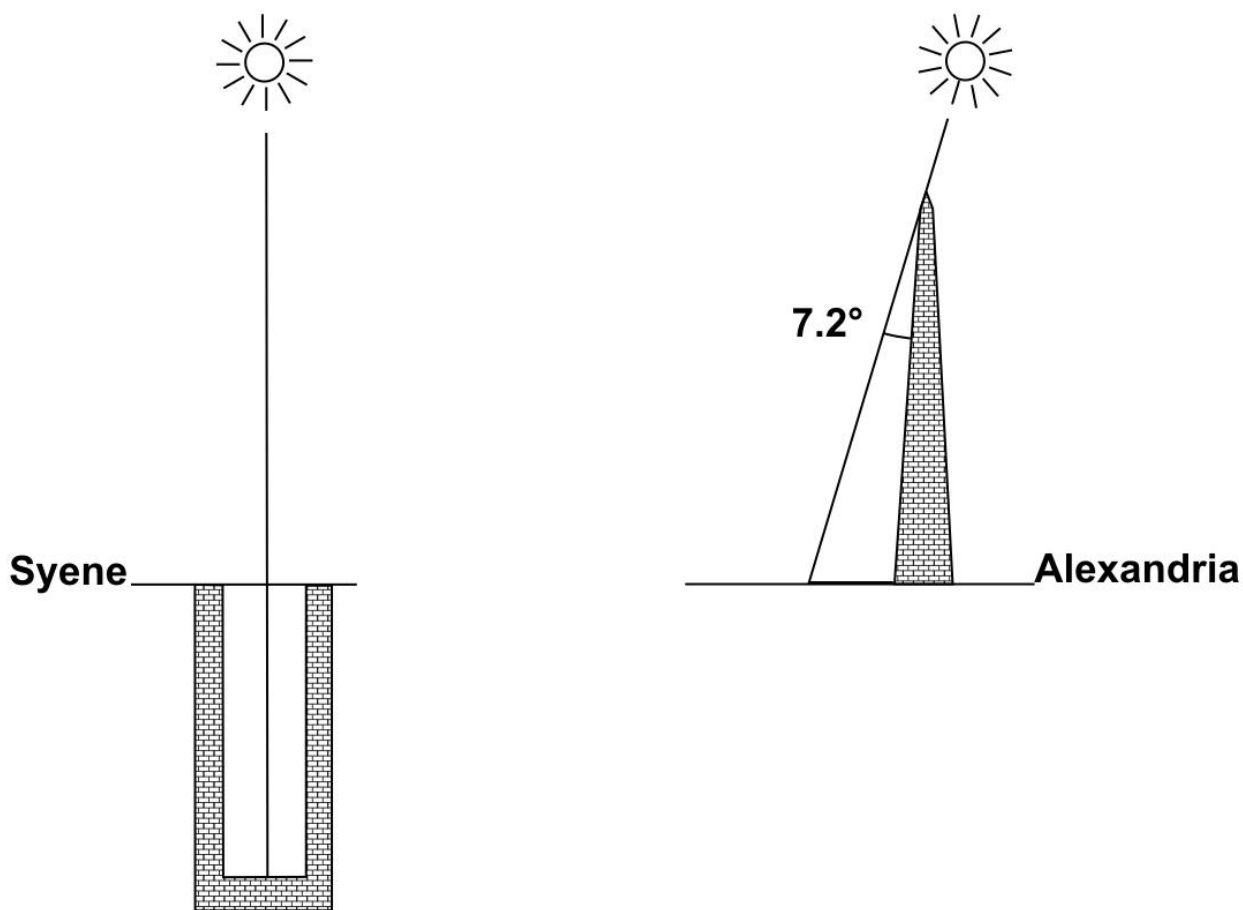
Μία τελευταία λέξη σχετικά με το απαραίτητο υλικό: θα δείτε ότι είναι απλό, κοινό και πολύ φθινό (χαρτόνια, χαρτιά, βίδες, μικροί πίνακες, χορδές, ηλεκτρικά φώτα, μπάλες, γλόμποι ...) Θα βρείτε τη λίστα των υλικών στην αρχή κάθε μίας από τις πέντε ενότητες της διδακτικής προσέγγισης.

1 - Οι παρατηρήσεις που έγιναν από τον Ερατοσθένη

Το 205 π.Χ. , ο Έλληνας αστρονόμος Ερατοσθένης, που διηύθυνε εκείνη την εποχή τη Μεγάλη Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας στην Αίγυπτο, πρότεινε μια καθαρά γεωμετρική μέθοδο για τη μέτρηση του μήκους του μεσημβρινού της Γης (κύκλος που διέρχεται από τους πόλους).

Ξεκίνησε χρησιμοποιώντας την παρατήρηση των σκιών σε δύο διαφορετικά μέρη, την Αλεξάνδρεια και τη Σύνη (σημερινό Ασουάν) που απείχαν περίπου 800 χιλιόμετρα μεταξύ τους (απόσταση η οποία εκτιμάται σε σχέση με το χρόνο που χρειάζεται ένα καραβάνι από καμήλες για να συνδέσει τις δύο πόλεις!) την ημέρα του Θερινού Ηλιοστασίου και ακριβώς το μεσημέρι (τοπική ηλιακή ώρα).

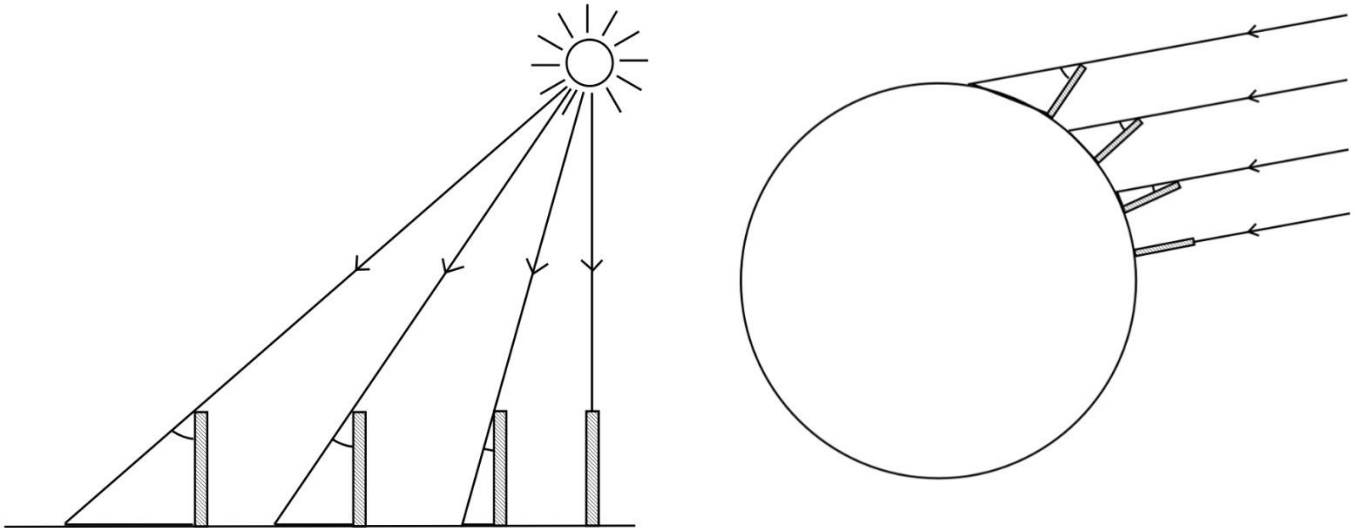
Αυτήν την ημερομηνία και αυτή τη συγκεκριμένη ώρα στο βόρειο ημισφαίριο ο Ήλιος φτάνει στο υψηλότερο σημείο πάνω από τον ορίζοντα από όλο το χρονικό έτος. Ωστόσο, ο Ερατοσθένης παρατήρησε διαφορές από το ένα μέρος στο άλλο.



Στην Σύνη (που βρίσκεται περίπου στον τροπικό του Καρκίνου) ο Ήλιος ρίχνει τις ακτίνες του κάθετα στη γη, τόσο πολύ ώστε οι ακτίνες του φτάνουν στον πυθμένα ενός πηγαδιού και οι σκιές κάθετων αντικειμένων είναι τέλεια κεντραρισμένες γύρω από τα αντικείμενα.

Στην Αλεξάνδρεια, από την άλλη πλευρά, ο ήλιος δεν είναι πλέον σε κατακόρυφη θέση, και γι' αυτά τα ίδια αντικείμενα η σκιά έχει μία μικρή απόκλιση. Ο Ερατοσθένης μέτρησε τη σκιά ενός οβελίσκου του οποίου το ύψος το ήξερε, και χρησιμοποίησε αυτές τις πληροφορίες για να υπολογίσει τη γωνία των ακτίνων του ήλιου με την κατακόρυφο: βρήκε 7,2 °.

Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις, έκανε δύο υποθέσεις:

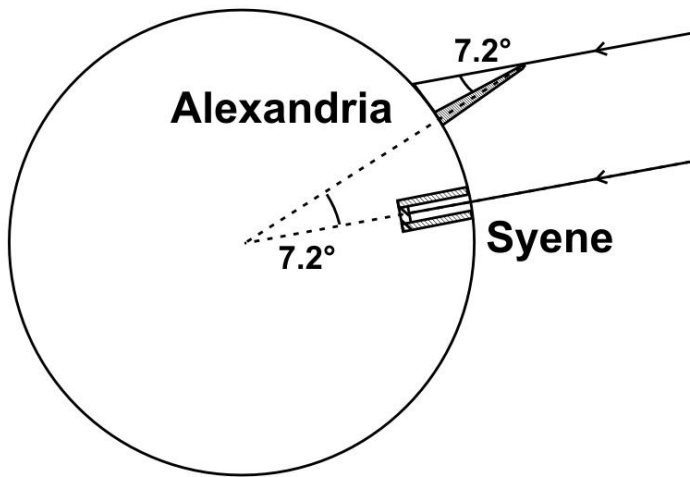


Η Γη είναι επίπεδη, αλλά σε αυτήν την περίπτωση ο ήλιος πρέπει να είναι αρκετά κοντά για να υπάρχει μια σημαντική απόκλιση στις ακτίνες του που φτάνουν σε μακρινά αντικείμενα αφού αντικείμενα με το ίδιο μήκος έχουν σκιές διαφορετικού μήκους ή καθόλου σκιά αν οι ακτίνες είναι ακριβώς κατακόρυφες (μηδενική γωνία).

Η Γη δεν είναι επίπεδη, αλλά έχει καμπύλες, και ίσως ακόμη και μια στρογγυλή επιφάνεια. Τα ίδια αποτελέσματα προκύπτουν μόνο αν οι ακτίνες του ήλιου είναι παράλληλες: αυτό συνεπάγεται ότι ο ήλιος είναι αρκετά μακριά, πολύ, πολύ μακριά ...

Ο Ερατοσθένης υιοθέτησε τη δεύτερη υπόθεση. Μάλιστα, οι αρχαίοι είχαν ήδη σκεφτεί ότι η Γη δεν ήταν επίπεδη, αλλά κάπως κυρτή με βάση διάφορες παρατηρήσεις: Πλοηγητές σκαρφαλωμένοι στην κορυφή του καταρτιού του αντιλαμβάνονται πρώτοι τις απομακρυσμένες ακτές. Παρατηρητές στην κορυφή ενός βράχου έχουν καλύτερη θέα των πλοίων που κινούνται προς τον ορίζοντα σε σχέση με παρατηρητές που βρίσκονται στην παραλία. Ο πολικός αστέρας δεν είναι στο ίδιο ύψος πάνω από τον ορίζοντα στην Ελλάδα και την Αίγυπτο. Τέλος κατά τη διάρκεια εκλείψεων της σελήνης η σκιά της γης προβαλλόμενη πάνω στη σελήνη δείχνει κυκλική διατομή.

Πεπεισμένοι ότι η γη είναι στρογγυλή, ο ευφυής Ερατοσθένης έφτιαξε ένα "εκπληκτικά απλό" γεωμετρικό σχήμα, για τον υπολογισμό με ευκολία του μήκους του μεσημβρινού της Γης! Δείτε το:



Αν η Γη είναι στρογγυλή, με την επέκταση της κάθετης στην Αλεξάνδρεια (οβελίσκου) και την κάθετη στην Σύνην (πηγάδι), αυτές οι δύο κάθετες έπρεπε από τον ορισμό να συναντιούνται στο κέντρο της Γης. Επίσης, ο Ερατοσθένης ήξερε ότι η πόλη της Σύνης βρίσκεται ακριβώς νότια σε σχέση με την Αλεξάνδρεια και οι δύο πόλεις ήταν περίπου στον ίδιο μεσημβρινό. Δεδομένου ότι οι ακτίνες του ήλιου είναι παράλληλες, η γωνία που σχηματίζεται από τις δύο κάθετες στο κέντρο της Γης θα πρέπει, να είναι ίδιες με τη γωνία που μέτρησε με τη σκιά του οβελίσκου (7,2 ° C).

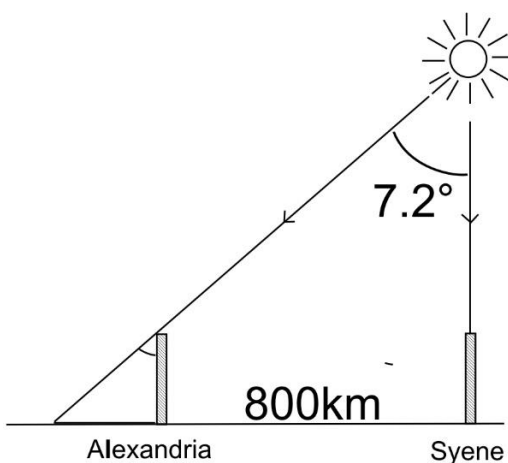
Ο λόγος της γωνίας αυτής με τις 360 μοίρες ενός κύκλου είναι ο ίδιος με το λόγο της απόστασης που χωρίζει τις δύο πόλεις (περίπου 800 χιλιόμετρα) σε σχέση με την περιφέρεια ενός κύκλου (σε αυτή την περίπτωση του μεσημβρινού της γης). Τα υπόλοιπα μπορείτε να μαντέψετε: 360 διά 7,2 ° δίνει 50, και 800 χιλιόμετρα πολλαπλασιασμένα επί 50 δίνουν πράγματι 40.000 χιλιόμετρα (μήκος που υπολογίστηκε αργότερα χρησιμοποιώντας άλλες μεθόδους).

γωνία (°)	απόσταση (km)
7.2	800
360	περιφέρεια



$$\text{περιφέρεια} = 360 \times 800 / 7.2 = 40\,000$$

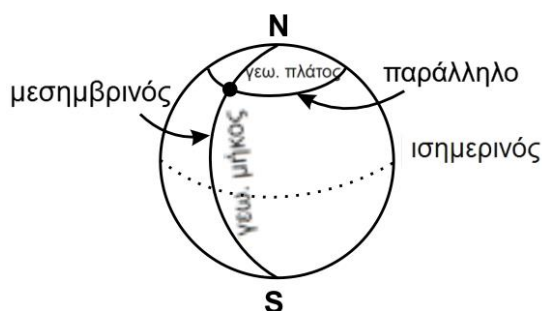
Για “μαθηματικούς”



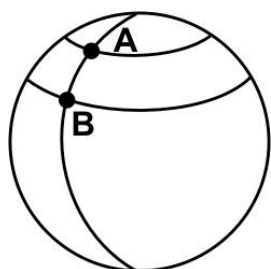
Όπως ήδη αναφέρθηκε παραπάνω, οι παρατηρήσεις που έγιναν από τον Ερατοσθένη θα μπορούσαν να ικανοποιήσουν την πρώτη υπόθεση, δηλαδή ότι η γη είναι επίπεδη και ο ήλιος είναι πολύ κοντά. Μερικά από τα στοιχεία που παρέχονται από αυτή την λαμπρή ιδιοφυΐα μας επιτρέπουν να υπολογίσουμε με ακρίβεια την απόσταση στην οποία θα πρέπει να βρίσκεται ο ήλιος. Στην περίπτωση αυτή, η εφαπτομένη της γωνίας 7,2 ° θα είναι ίση με το λόγο των 800 χιλιομέτρων ανάμεσα στη Σύνην και την Αλεξάνδρεια προς την απόσταση που χωρίζει τη Γη από τον Ήλιο: Η απόσταση του Ήλιου θα ήταν τότε: $800 \text{ km} / \text{εφαπτομένη } 7.2 = 6.500$ χιλιόμετρα περίπου από τη Γη (που είναι η τιμή της ακτίνας της Γης). Αυτή είναι εξαιρετικά κοντινή απόσταση, αφού είναι γνωστό σήμερα ότι ο Ήλιος μας είναι 150 περίπου εκατομμύρια χιλιόμετρα μακριά!

2 - Προσαρμογή του περιαματικού έργου στην τάξη

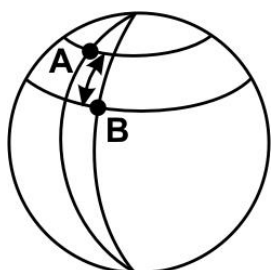
Μπορείτε να διεξαχθεί το πείραμα αυτό σε συνδυασμό με κάποια άλλη τάξη (η οποία θα χαρεί να συνεργαστεί μαζί σας). Δε θα χρειαστείτε χρυσό οβελίσκο ή πηγάδι. Το μόνο που χρειάζεστε είναι ένα κατακόρυφο ραβδί, κατά προτίμηση ίδιου μήκους, για την απλούστευση της σύγκρισης των μετρήσεων σκιών.



Δεν θα είναι απαραίτητο για κανέναν από τους συμμετέχοντες να βρίσκονται στον Τροπικό του Καρκίνου! Είναι όμως απαραίτητο οι δύο συμμετέχοντες να είναι σε σαφώς διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος μεταξύ τους.



Εάν τα δύο σχολεία που βρίσκονται λίγο ή πολύ στον ίδιο μεσημβρινό (Εικ. 4β), ωραία και καλά ... Διαφορετικά πάλι δεν υπάρχει πρόβλημα αφού ο καθένας με τη σειρά του θα "δει τα πράγματα διαφορετικά» με την ώρα του μεσημεριού να είναι διαφορετική στο μεσημβρινό του καθενός!



Δεν είναι ο αριθμός των χιλιομέτρων ανάμεσα στα δύο σχολεία που πρέπει να ληφθεί υπόψη, αλλά η μικρότερη απόσταση που χωρίζει τους δύο παράλληλους δίνοντας τα γεωγραφικά πλάτη (Θα δείτε ότι αυτή η απόσταση είναι εύκολο να υπολογιστεί).

Δεν χρειάζεται επίσης να περιμένετε για το θερινό ηλιοστάσιο για να κάνετε μετρήσεις! Κάθε ημέρα του έτους μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την προϋπόθεση ότι η ίδια μέρα θα έχει επιλεγεί και από το σχολείο που συνεργάζεστε: θα ήταν σοφό λοιπόν, να έρθετε σε συμφωνία με το συνεργαζόμενο σχολείο και να επαναλάβετε την "πρακτική" σε ένα προκαθορισμένο αριθμό ημερών ... Για κάθε συμμετέχοντα ο ορισμός του μεσημεριού στην τοπική ηλιακή ώρα είναι διαφορετικός από το ένα μέρος στο άλλο και για κάθε μέρα του χρόνου, αλλά δεν υπάρχει πρόβλημα: το μόνο που χρειάζεται να κάνετε είναι να προσδιορίσετε τη μικρότερη σκιά στο διάστημα μισή ώρα πριν τις 13.00 ως μισή ώρα μετά τις 13 (ώρα χειμώνα). Φυσικά αν ο ήλιος και ο καιρός το επιτρέπουν.

3 - Παράδειγμα δύο τάξεων: Lafrançaise (Γαλλία) και Meerut (Ινδία)

Πέμπτη 10 Φεβρουαρίου 2011

Οι συντεταγμένες των δύο πόλεων:

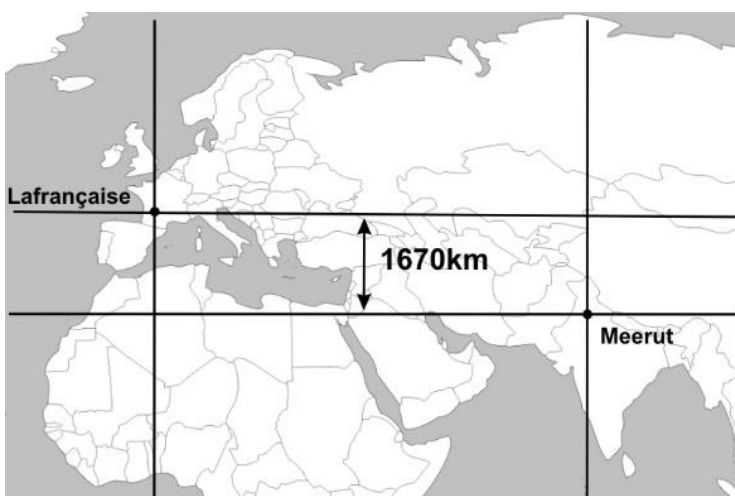
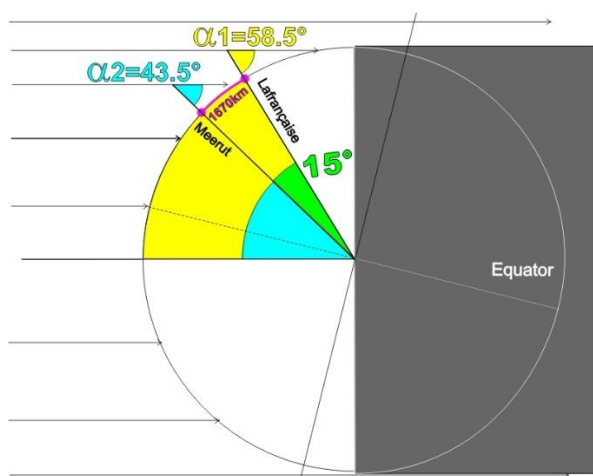
Lafrançaise: γεωγραφικό πλάτος $44^{\circ} 08' \text{N}$, γεωγραφικό μήκος $1^{\circ} 15' \text{E}$.

Meerut, γεωγραφικό πλάτος $29^{\circ} 00' \text{N}$, γεωγραφικό μήκος $77^{\circ} 42' \text{E}$.

Με αυτές τις μετρήσεις οι μαθητές ήταν ικανοί να υπολογίσουν τη γωνία των ακτίνων του ήλιου (το μεσημέρι σε τοπική ηλιακή ώρα), με ακρίβεια μισό βαθμό, χρησιμοποιώντας ένα πολύ εύκολο γεωγραφικό σχέδιο:

για τη Lafrançaise βρήκαν τη γωνία $\alpha_1 = 58,5^{\circ}$

και για τη Meerut $\alpha_2 = 43,5^{\circ}$.



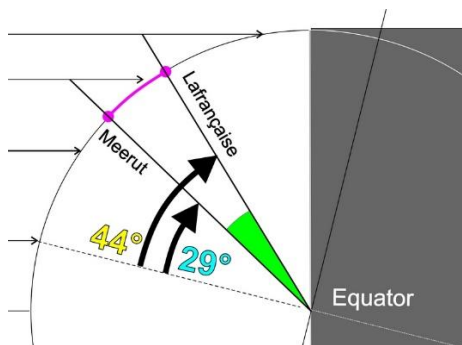
Πώς είναι δυνατόν, χρησιμοποιώντας τις δύο γωνίες να υπολογίσουμε την περίφημη γωνία α ; Χρειάζεται απλώς να αφαιρέσουμε τη γωνία α_2 από τη γωνία α_1 , που δίνει αποτέλεσμα 15° .

Δεδομένου ότι τα δύο συνεργαζόμενα σχολεία δεν είναι στον ίδιο μεσημβρινό, η μικρότερη απόσταση πρέπει να υπολογιστεί ως η απόσταση ανάμεσα στον παράλληλο της Lafrançaise και τον παράλληλο της Meerut. Αυτό είναι πολύ εύκολο: σ' ένα χάρτη, βρίσκουμε προσεκτικά τους δύο παραλλήλους και χρησιμοποιώντας την κλίμακα του χάρτη, υπολογίζουμε την απόσταση μεταξύ τους (Σχήμα 7). Εδώ η τιμή βρίσκεται στην τάξη των 1670 χιλιομέτρων.

Τώρα, ξέρουμε τα δύο στοιχεία που απαιτούνται για τον υπολογισμό του μεσημβρινού της Γης χρησιμοποιώντας τη "μέθοδο του Ερατοσθένη": τη γωνία άλφα που είναι 15 ° και την απόσταση των 1.670 χιλιομέτρων ανάμεσα στους δύο παραλλήλους.

Ο λόγος ενός ολόκληρου κύκλου σε σχέση με το αποτέλεσμα των 15 ° είναι 24 (360 διά 15°). Ο μεσημβρινός υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας 1.670 χιλιόμετρα με 24 που δίνει πράγματι 40.080 χιλιόμετρα.

Μία αποτελεσματική μέθοδος, με την προϋπόθεση ότι οι μετρήσεις είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς, (ειδικά αν τα γεωγραφικά πλάτη είναι πιο κοντά το ένα στο άλλο!).



Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί, όπως φαίνεται στο Σχήμα 8, ότι η διαφορά ανάμεσα στα δύο γεωγραφικά πλάτη δίνει τη διάσημη γωνία άλφα αμέσως! Για τα δύο συνεργαζόμενα σχολεία, αυτό δίνει:

$44^{\circ}08' - 29^{\circ}00' = 15^{\circ}08'$. Να σημειώσουμε ότι οι μετρήσεις που έγιναν από τα παιδιά είναι πολύ ακριβείς καθώς οι φίλοι μας από τα σχολεία υπολόγισαν τη γωνία 15° (μέτρηση πολύ σωστή).

Τονίζουμε το γεγονός ότι η "άμεση μέθοδος" για τον υπολογισμό της γωνίας άλφα χρησιμοποιώντας τις γνώσεις για τα δύο γεωγραφικά πλάτη δεν πρέπει να δοθεί στα παιδιά κατά την έναρξη! από την άλλη πλευρά, θα ήταν χρήσιμο, σε μεταγενέστερο βέβαια, στάδιο να εντοπίζουν πιθανά λάθη στους υπολογισμούς τους.

4 - Βήματα για την υλοποίηση του έργου

Σε συμμόρφωση με τις αρχές της La main à la pâte, προτεραιότητα θα πρέπει δοθεί στην ενεργή σκέψη των παιδιών: θα πρέπει να τα ενθαρρύνουμε να διατυπώσουν υποθέσεις που να προσπαθούν να τις επαληθεύσουν αργότερα κάνοντας κατάλληλα πειράματα. Κάθε μαθητής πρέπει να έχει ένα τετράδιο εργασιών που να μπορεί να σημειώνει τη δική του έρευνα κάνοντας σχέδια ή γράφοντας σύντομες προτάσεις. Αυτό το τετράδιο θα χρησιμοποιηθεί για την καταγραφή της ομαδικής δουλειάς και των αποτελεσμάτων της ομάδας. Αυτό θα σας βοηθήσει στον έλεγχο της ορθής κατανόησης των εργασιών που διεξήχθησαν στην τάξη και για να παρακολουθήσετε όλη την πρόοδο που έχει επιτευχθεί από τον καθένα από τους μαθητές σας.

Ακολουθούν τα διάφορα βήματα που σας προτείνουμε:

1. Τα πρώτα βήματα είναι η συμμετοχή σε ηλεκτρονική λίστα για τα σχολεία που συμμετέχουν στο έργο. Στη λίστα αυτή θα προστεθούν οι επιστήμονες και οι ειδικοί της διδασκαλίας που θα απαντήσουν σε τυχόν απορίες που έχετε.

2. Όταν εγγραφείτε στο πρόγραμμα, θα προστίθεστε αυτόματα στη λίστα αλληλογραφίας του έργου "Ερατοσθένης", ώστε να μπορείτε εύκολα να επικοινωνείτε με άλλα σχολεία που συμμετέχουν στο έργο. Θα πάρετε έναν κωδικό πρόσβασης που σας δίνει πρόσβαση σε ένα χώρο εργασίας. Αυτός ο χώρος εργασίας θα επιτρέπει το σχολείο σας: να συνδέεται, να καταγράφει και να επισκοπεί τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας στην ιστοσελίδα του έργου, να έχει πρόσβαση στις συντεταγμένες όλων των σχολείων που συμμετέχουν στο έργο, για να πάρει τα στοιχεία τους και να βλέπει τις θέσεις τους στο χάρτη του.

3. Όλο το χρόνο, τα σχολεία αποθηκεύουν τις μετρήσεις τους στο χώρο εργασίας του έργου. Ταυτόχρονες μετρήσεις μπορούν να προγραμματιστούν χρησιμοποιώντας τη λίστα αλληλογραφίας. (Ισημερίες Σεπτεμβρίου και Μαρτίου. Ηλιοστάσιο Δεκεμβρίου).

4. Στις 21 Ιουνίου όλα τα σχολεία επαναλαμβάνουν το ιστορικό πείραμα που επέτρεψε στον Ερατοσθένη να μετρήσει το μέγεθος της Γης εδώ και 20 αιώνες!

γωνία (°)	απόσταση (km)
15	1670
360	περιφέρεια



$$360 \times 1670 / 15 = 40\ 000$$