

ΣΕΙΡΗΝΕΣ

Μελέτες και Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού Πολυμέσων
για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Γ Α Ι Α

Διασυνδεδεμένοι Μικρόκοσμοι Πολυμέσων
για τη Διαθεματική Διερεύνηση της Γης

Βιβλίο Μαθητικών Δραστηριοτήτων

Φορείς: Πληροφορική Τεχνογνωσία ΕΠΕ (Ανάδοχος)
Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας Παν/μίου Αθηνών
CompuLink Network ΑΕ

ΟΔΥΣΣΕΙΑ

Δικτυακές και Υπολογιστικές Τεχνολογίες για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
Η ενέργεια συγχρηματοδοτείται από Κοινοτικούς και Εθνικούς πόρους "Επιχειρησιακό
Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης (ΕΠΕΑΕΚ), Βα ΚΠΣ"
Προϋπολογισμός: 18,5 δις. δραχμές



Ευρωπαϊκή Επιτροπή
Γενική Δ/ση V (ΕΚΤ)
Γενική Δ/ση XVI (ΕΤΠΑ)



Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
Δ/ση Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
Δ/ση Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης
Παιδαγωγικό Ινστιτούτο



Ι.Τ.Υ.
Ινστιτούτο
Τεχνολογίας
Υπολογιστών

ΣΕΙΡΗΝΕΣ

**Μελέτες και Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού Πολυμέσων
για τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση**

Γ Α Ι Α

**Διασυνδεδεμένοι Μικρόκοσμοι Πολυμέσων
για τη Διαθεματική Διερεύνηση της Γης**

Βιβλίο Μαθητικών Δραστηριοτήτων

Φορείς: Πληροφορική Τεχνογνωσία ΕΠΕ (Ανάδοχος)
Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας Παν/μίου Αθηνών
CompuLink Network ΑΕ

Δεκέμβριος 1998

Βιβλίο Μαθητικών Δραστηριοτήτων

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Συγγραφείς:

Νίκος Δαπόντες

Γιώργος Δάλκος

Ξένια Σιούτη

Γραφικά:

Κατερίνα Μήτση

Επιμέλεια:

Νίκος Δαπόντες

Γιάννης Κωτσάνης

Φιλολογική Επιμέλεια:

Γιώργος Δάλκος

Επιμέλεια Εκδοσης

Βάσω Τσόγλαλη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ.
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2. ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΙ	5
3. ΙΑΣΩΝ:	
Η ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ.....	6
3.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ.	7
3.2 Τα “στοιχεία ταυτότητας” δύο εννοιών.	14
4. ΙΣΑΑΚ ΝΕΥΤΩΝ:	
ΟΙ ΑΟΡΑΤΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΕΛΞΗΣ.....	16
4.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο NEWTON	17
4.2 Τα “στοιχεία ταυτότητας” μίας έννοιας και πέντε νόμων.	28
5. GILBERT:	
“ΒΛΕΠΟΝΤΑΣ” ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΓΗΣ.....	33
5.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο GILBERT	33
5.2 Συνοδευτικό υλικό για το μαγνητισμό.....	37
6. ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ:	
Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ.....	47
6.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ	47
6.2 Η μέτρηση του μεγέθους της Γης:	
Η μέθοδος του Ερατοσθένη του Κυρηναίου (230 π.Χ.)	50
6.3 Η μέτρηση του μεγέθους της Γης:	
Με συνεργασία των μαθητών δύο σχολείων	53
6.4 Η προσομοίωση των μεθόδων στο τοπικό λογισμικό.....	55
7. ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	57

Μια φορά κι έναν καιρό, στον κόσμο δεν υπήρχε τίποτε άλλο από το Χάος. Από το Χάος ξεπήδησε με 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. Υστερα, 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 Ηλιο, 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, 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 από 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 δορυφόροι περιστρέφονται γύρω από τη γη, δίνοντάς μας κάθε λεπτό πολύτιμες πληροφορίες, ενώ πολύ συχνά, επανδρωμένα διαστημόπλοια εκτοξεύονται για να ταξιδέψουν στο διάστημα.

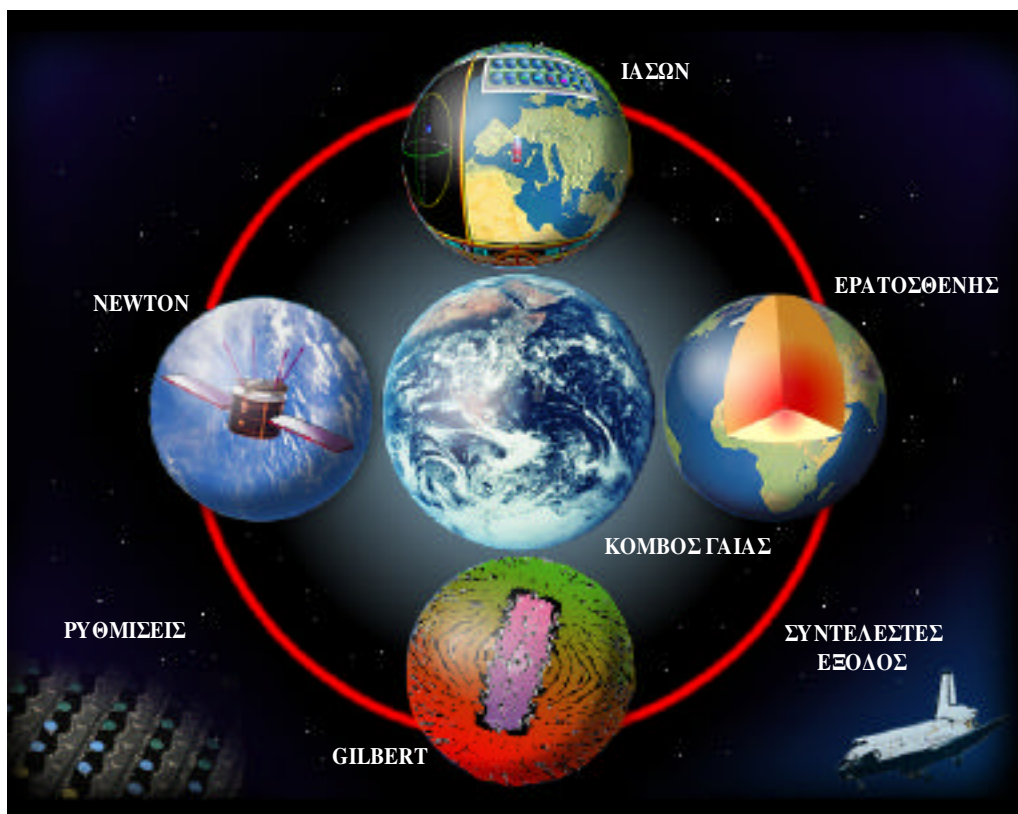
Ένα τέτοιο ταξίδι, μέσα από τον ηλεκτρονικό μας υπολογιστή, μπορούμε να κάνουμε κι εμείς, ακολουθώντας την πορεία της “ΓΑΙΑΣ” στον απέραντο κόσμο των γνώσεων.

2. ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΙ

Μέχρι τώρα η γεωγραφία ήταν ένα μάθημα που είχε σκοπό να μας δώσει πληροφορίες για τη Γη, κυρίως για την επιφάνειά της. Πολλά όμως φαινόμενα που σχετίζονται με τη Γη δεν εξηγούνται μόνο με απλή παρατήρηση. Χρειάζεται η βοήθεια και άλλων γνώσεων, κυρίως από τις επιστήμες των μαθηματικών και της φυσικής. Η ιδέα της ΓΑΙΑΣ στηρίζεται στο συνδυασμό και των τριών αυτών επιστημών, δηλαδή της γεωγραφίας, των μαθηματικών και της φυσικής, για τη λύση προβλημάτων που είναι σχετικά με διάφορα χαρακτηριστικά της Γης.

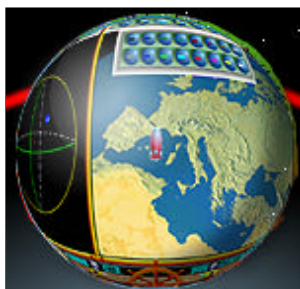
Με τη ΓΑΙΑ μπορούμε:

- Να ταξιδέψουμε πάνω στη Γη, οδηγώντας έναν “εξερευνητή”. Μπαίνουμε τότε στο μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ και έχουμε τη δυνατότητα να καταλάβουμε καλύτερα τις αποστάσεις και τη σχέση χώρου και χρόνου, ταξιδεύοντας και λύνοντας προβλήματα.
- Να βρεθούμε στον κόσμο των τεχνητών δορυφόρων, μέσα από το μικρόκοσμο NEWTON. Θα δούμε τότε τη Γη όπως αυτή φαίνεται από το διάστημα και θα παρακολουθήσουμε τις τροχιές των δορυφόρων, λύνοντας προβλήματα που σχετίζονται με την ταχύτητα και το είδος της κίνησης των δορυφόρων.
- Να υπολογίσουμε την ακτίνα της Γης, μέσα από το μικρόκοσμο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ, ακολουθώντας την ίδια μέθοδο που χρησιμοποίησε ο μεγάλος Αλεξανδρινός μαθηματικός πριν από 2.300 χρόνια. Για να το πετύχουμε, χρειάζεται να συνεργαστούμε με μαθητές άλλων σχολείων της Ελλάδας, με τους οποίους θα επικοινωνήσουμε μέσω του υπολογιστή μας.
- Να καταλάβουμε καλύτερα τι είναι το μαγνητικό πεδίο της Γης, μέσα από το μικρόκοσμο GILBERT. Στο μικρόκοσμο αυτό, θα δούμε ότι η Γη είναι ένας τεράστιος μαγνήτης. Με τη βοήθεια της ΓΑΙΑΣ θα πειραματιστούμε και θα καταλάβουμε καλύτερα τις ιδιότητες της μαγνητικής βελόνας και τη μαγνητική επίδραση που ασκεί η Γη.



3. ΙΑΣΩΝ: Η ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

Αλήθεια, πώς μπορεί να φανταζόταν ο Ιάσωνας, ο πρώτος Έλληνας θαλασσοπόρος, την απόσταση ανάμεσα στη μυθική Ιωλκό και την Κολχίδα, στην περιοχή του Εύξεινου πόντου; Πώς ήταν δυνατόν οι άνθρωποι που έζησαν εκείνες τις παλιές εποχές να σχεδιάζουν ταξίδια χωρίς τη βοήθεια ενός χάρτη; Μπορούσαν να πλέουν στην ανοιχτή θάλασσα όποτε ήθελαν; Με ποιο τρόπο έβρισκαν το δρόμο τους;



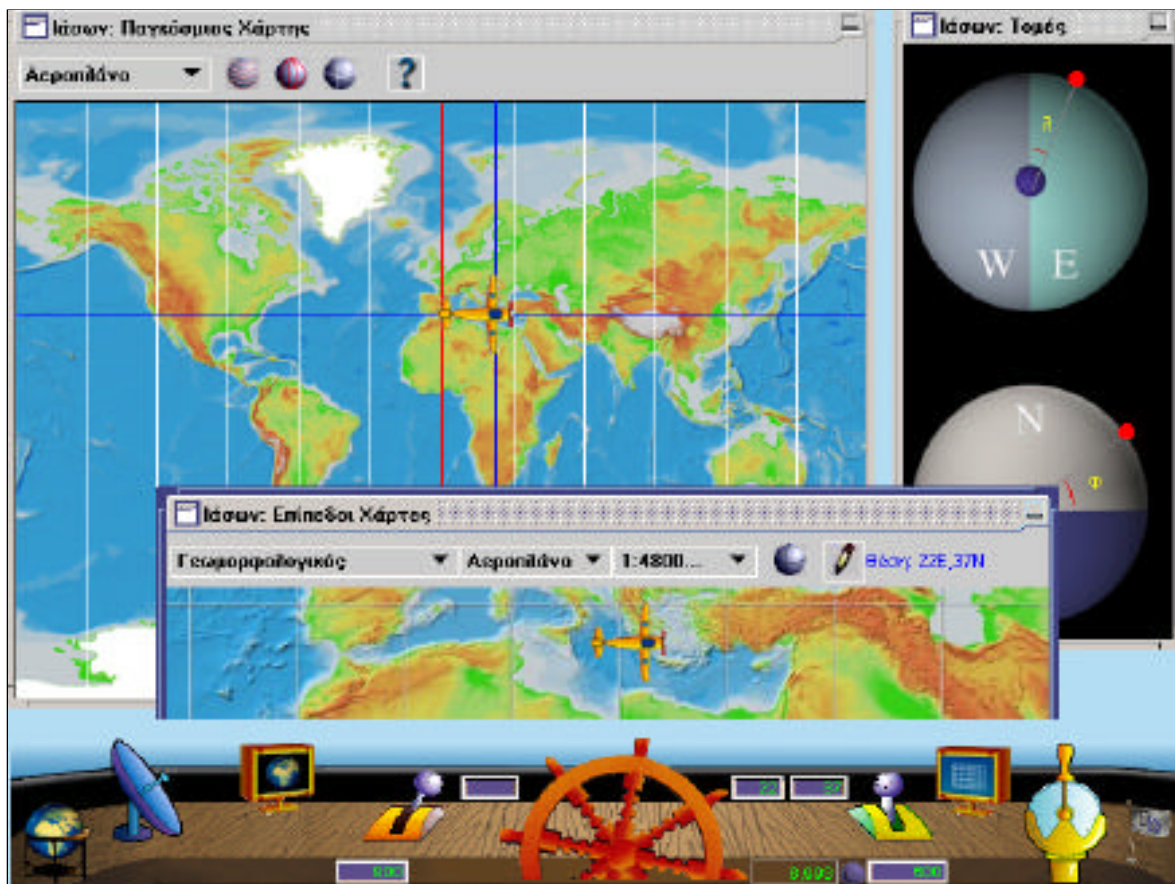
Στα ερωτήματα αυτά μπορούμε να δώσουμε απαντήσεις, μόνο αν κάνουμε υποθέσεις. Πάντως είναι βέβαιο ότι οι αρχαίοι λαοί αγνοούσαν ότι η Γη είναι σφαιρική και πίστευαν ότι τα ουράνια σώματα ελέγχονταν από τους θεούς. Στην Οδύσσεια τα καιρικά φαινόμενα ερμηνεύονται ως εκδηλώσεις της θέλησης ή της ιδιοτροπίας του Δία, της Αφροδίτης, του Ποσειδώνα, της Αθηνάς. Έτσι, κάθε ταξίδι που έκαναν οι αρχαίοι Έλληνες ξεκινούσε με θυσίες και προσευχές στους θεούς, ενώ πολλές φορές ζητούσαν τη βοήθεια των μαντείων, για να πληροφορηθούν αν θα έφταναν στον προορισμό τους. Τη νύχτα, απέφευγαν να ταξιδεύουν στη θάλασσα, γιατί ο προσανατολισμός ήταν αδύνατος. Οι χάρτες και η πυξίδα ήταν εντελώς άγνωστα. Αν ο καπετάνιος στη θάλασσα ή ο οδηγός στην ξηρά δεν είχαν κάνει πολλές φορές το ίδιο ταξίδι, οι ταξιδιώτες κινδύνευαν να χαθούν.

Σήμερα, θεωρούμε το γεωγραφικό χάρτη, που μας δίνει μια εικόνα της επιφάνειας της Γης, ως κάτι το πολύ απλό και φυσικό. Όμως, οι προσπάθειες για τη χαρτογράφηση της Γης ήταν πολύ σκληρές και κράτησαν πάνω από 1.500 χρόνια. Ακόμα και πριν από 500 χρόνια, όταν ο Κολόμβος έφτασε στην Αμερική, πίστευε πως είχε αποβιβαστεί κάπου στην Ιαπωνία, γιατί από τους χάρτες της εποχής έλειπε μια ολόκληρη ήπειρος !!!

Αν και οι χάρτες που κατασκευάζονται σήμερα έχουν εκπληκτική ακρίβεια, δεν είναι εύκολο να συνειδητοποιήσουμε τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στον επίπεδο χάρτη και στη γήινη σφαίρα. Χρειάζεται να βρούμε έναν τρόπο ώστε τις δυο αυτές αναπαραστάσεις της Γης να τις καταλαβαίνουμε καλύτερα, και να εξηγούμε ευκολότερα διάφορα προβλήματα ή απορίες που πολλές φορές μας γεννιούνται.

Στο μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ, αν θέλουμε να σχεδιάσουμε ένα ταξίδι, μπορούμε οι ίδιοι να γίνουμε οδηγοί, χωρίς να κινδυνεύουμε να χαθούμε. Μπορεί στο τέλος του ταξιδιού να μην έχουμε την ικανοποίηση του Ιάσωνα που βρήκε το χρυσόμαλλο δέρας, θα μας έχει μείνει όμως η χαρά της ανακάλυψης, μια χαρά που για να τη νιώσουν οι μεγάλοι θαλασσοπόροι του 15ου αιώνα, κινδύνευαν για πολλά χρόνια μέσα στη θάλασσα. Πάμε λοιπόν !!!

3.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ



Η αρχική σελίδα του μικρόκοσμου ΙΑΣΩΝ. Με τη βοήθεια του πιλοτηρίου μπορούμε να ταξιδεύουμε στον παγκόσμιο χάρτη, πραγματοποιώντας τις δραστηριότητες που ακολουθούν.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Τίτλος δραστηριότητας: Ταξίδι κατά μήκος του Ισημερινού της Γης

Η περιγραφή. Πρόκειται να κάνουμε ένα ταξίδι κατά μήκος του Ισημερινού της Γης με ένα αεροπλάνο.

A. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου

Επιλέγουμε ως εξερευνητή το αεροπλανάκι και το τοποθετούμε σε ένα σημείο του Ισημερινού της Γης, στη νότιο Αμερική. Γι' αυτό το σκοπό χρησιμοποιήστε το ποντίκι.

B. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

α) Πώς καταλαβαίνετε ότι το αεροπλανάκι έχει τοποθετηθεί πράγματι στον Ισημερινό της Γης;

.....
.....
.....

β) Γράψτε τις ενδείξεις του χειριστηρίου που αφορούν το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος.

Γεωγραφικό μήκος:

Γεωγραφικό πλάτος:

Γ. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου

α) Προσπαθήστε να μετακινήσετε προσεκτικά το αεροπλανάκι (με τη βοήθεια του ποντικιού) κατά μήκος του Ισημερινού προς τα ανατολικά. Ποια από τις παραπάνω ενδείξεις μεταβάλλεται;

.....

β) Τοποθετήστε το αεροπλανάκι στην αρχική του θέση. Μετακινήστε το αεροπλανάκι, από το χειριστήριο, κατά μήκος του Ισημερινού κατά 10.000 χιλιόμετρα και ταυτόχρονα παρατηρήστε στην περιοχή εργασίας "Τομές" πώς μεταβάλλεται το γεωγραφικό μήκος. Γράψτε τι παρατηρείτε.

.....
.....
.....

γ) Στρίψτε το αεροπλανάκι έτσι ώστε να κοιτάει προς την αντίθετη κατεύθυνση, δηλαδή προς τα δυτικά. Μετακινήστε το από το χειριστήριο κατά 15.000 χιλιόμετρα και ταυτόχρονα παρατηρήστε στην περιοχή εργασίας "Τομές" πώς μεταβάλλεται το γεωγραφικό μήκος. Γράψτε τι παρατηρείτε.

.....
.....
.....

δ) **Βρείτε τρεις τρόπους** για να μετακινήσετε το αεροπλανάκι πάνω στον Ισημερινό.

.....
.....
.....

ε) Με εξερευνητή το αεροπλανάκι βρείτε έναν τρόπο να **επιβεβαιώσετε** ότι το μήκος της γήινης περιφέρειας είναι περίπου 40.000 χιλιόμετρα.

Δ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Τίτλος δραστηριότητας: Ταξίδι κατά μήκος του πρώτου μεσημβρινού της Γης

Η περιγραφή. Πρόκειται να κάνουμε ένα ταξίδι κατά μήκος του πρώτου μεσημβρινού της Γης με ένα αεροπλάνο.

A. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου

Επιλέγουμε ως εξερευνητή το αεροπλάνκι και το τοποθετούμε σε ένα σημείο του Ισημερινού της Γης, στην Αφρική. Γι' αυτόν το σκοπό χρησιμοποιήστε το ποντίκι.

B. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

α) Πώς καταλαβαίνετε ότι το αεροπλάνκι έχει τοποθετηθεί πράγματι στον πρώτο μεσημβρινό της Γης;

.....
.....
.....

β) Γράψτε τις ενδείξεις του χειριστηρίου που αφορούν το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος.

Γεωγραφικό μήκος:

Γεωγραφικό πλάτος:

Γ. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου

α) Προσπαθήστε να μετακινήσετε προσεκτικά το αεροπλάνκι (με τη βοήθεια του ποντικιού) βόρεια κατά μήκος του πρώτου μεσημβρινού. Ποια από τις παραπάνω ενδείξεις μεταβάλλεται;

.....
.....

β) Τοποθετήστε το αεροπλάνκι στην αρχική του θέση. Μετακινήστε το αεροπλάνκι, από το χειριστήριο, κατά μήκος του πρώτου μεσημβρινού κατά 10.000 χιλιόμετρα και ταυτόχρονα παρατηρήστε στην περιοχή εργασίας “Τομές” πώς μεταβάλλεται το γεωγραφικό πλάτος. Γράψτε τι παρατηρείτε.

.....
.....

γ) Στρίψτε το αεροπλάνκι έτσι ώστε να κοιτάει προς την αντίθετη κατεύθυνση, δηλαδή προς τα δυτικά. Μετακινήστε το από το χειριστήριο κατά 12.000 χιλιόμετρα και ταυτόχρονα παρατηρήστε στην περιοχή εργασίας “Τομές” πώς μεταβάλλεται το γεωγραφικό πλάτος. Γράψτε τι παρατηρείτε.

.....
.....
.....

δ) **Βρείτε τρεις τρόπους** για να μετακινήσετε το αεροπλάνκι πάνω στον πρώτο μεσημβρινό.

.....
.....
.....

ε) Τι παριστάνουν οι δύο κύκλοι στην περιοχή εργασίας “Τομές”;

Δ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

Τίτλος δραστηριότητας: Ταξίδι στην επιφάνεια της Γης

Η περιγραφή. Το αεροπλανάκι βρίσκεται αρχικά σε μια περιοχή της βόρειας Αμερικής και κινείται ανατολικά.

Τα ερωτήματα.

A. α) Γράψτε τις ενδείξεις του χειριστηρίου που αφορούν το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος.

Γεωγραφικό μήκος:

Γεωγραφικό πλάτος:

β) Αν το αεροπλανάκι μετακινηθεί κατά μήκος του παραλλήλου του ποια από τις δύο παραπάνω ενδείξεις θα μεταβληθεί;

.....

.....

Επιβεβαιώστε την πρόβλεψή σας.

γ) Αν το αεροπλανάκι μετακινηθεί νότια κατά μήκος του μεσημβρινού του ποια από τις δύο παραπάνω ενδείξεις θα μεταβληθεί;

.....

.....

Επιβεβαιώστε την πρόβλεψή σας.

δ) Μετακινήστε το αεροπλανάκι, από το χειριστήριο, κατά μήκος του παραλλήλου του μέχρι την άκρη του χάρτη. Πόσες μοίρες είναι η γωνία λ στον επάνω κύκλο της περιοχής εργασίας “Τομές”;

.....

.....

ε) Βασιζόμενοι στην προηγούμενη παρατήρηση, να προσδιορίσετε το εύρος των τιμών του γεωγραφικού μήκους.

.....

.....

στ) Μετακινήστε το αεροπλανάκι, από το χειριστήριο, κατά μήκος του μεσημβρινού του μέχρι την άκρη του χάρτη. Πόσες μοίρες είναι η γωνία φ στον κάτω κύκλο της περιοχής εργασίας “Τομές”;

.....

.....

ζ) Βασιζόμενοι στην προηγούμενη παρατήρηση, να προσδιορίσετε το εύρος των τιμών του γεωγραφικού πλάτους.

.....

.....

.....

B. Ας υποθέσουμε ότι το αεροπλανάκι βρίσκεται κάπου στις Σκανδιναβικές χώρες. Θέλουμε, από το χειριστήριο, να μετακινήσουμε το αεροπλανάκι στην ακριβώς αντίθετη θέση του ως προς τον Ισημερινό. Τι ενδείξεις πρέπει να βάλουμε στο χειριστήριο;

.....

.....

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

Τίτλος δραστηριότητας: Ο γύρος του κόσμου...

Η περιγραφή. Προσπαθήστε να τοποθετήσετε το αεροπλανάκι, με τη βοήθεια του ποντικιού, στην Αθήνα.

Για να βρείτε τις σωστές ενδείξεις (γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος) της Αθήνας καλέστε τη Γεωγραφική Βάση Δεδομένων από το χειριστήριο. Στη συνέχεια, από τον πίνακα “Πόλεις” της βάσης βρείτε τις σωστές συντεταγμένες.

Παίξτε το ρόλο του πιλότου και ελάτε να κάνουμε ένα ταξίδι γύρω από τη Γη ξεκινώντας από την Αθήνα και καταλήγοντας πάλι στην Αθήνα, ταξιδεύοντας στον ίδιο παράλληλο προς τα ανατολικά.

Τα ερωτήματα.

A. α) Γράψτε τις σωστές ενδείξεις που αφορούν το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας.

Γεωγραφικό μήκος:

Γεωγραφικό πλάτος:

β) Προσπαθήστε να προβλέψετε από ποιες χώρες θα περάσετε κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, χρησιμοποιώντας μόνο την περιοχή εργασίας “Παγκόσμιος Χάρτης”.

.....
.....

Ενεργοποιήστε την περιοχή εργασίας “Επίπεδοι χάρτες” και πραγματοποιήστε το ίδιο ταξίδι.

Επιβεβαιώστε τις απαντήσεις σας.

B. α) Ας πραγματοποιήσουμε άλλη μια φορά το ταξίδι μας από την Αθήνα δίνοντας ταχύτητα στο αεροπλανάκι. Όσο προχωρούμε ανατολικά η ώρα αλλάζει. Γιατί;

.....
.....

(Πληροφορίες μπορείτε να βρείτε στον κόμβο της ΓΑΙΑΣ)

Πόση διαφορά ώρας έχει η ώρα της Αθήνας από την ώρα Γκρήνουιτς;

.....
.....

β) Από τον πίνακα “Χώρες” της Γεωγραφικής Βάσης Δεδομένων μπορείτε να βρείτε τη διαφορά ώρας που έχουν οι χώρες που περνάμε από την Αθήνα. Συμπληρώστε τον πίνακα.

Χώρα	Διαφορά ώρας από Γκρίνουιτς (από τη βάση δεδομένων)	Διαφορά ώρας από Αθήνα
.....
.....

γ) Διατυπώστε έναν κανόνα για να βρίσκεται τη διαφορά ώρας μιας χώρας (από τη Αθήνα).

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5

Τίτλος δραστηριότητας: Κατασκευάστε το δικό σας χάρτη

Η περιγραφή. Ελάτε να κάνουμε ένα ταξίδι γύρω από τον Ισημερινό προς τα ανατολικά. Σκοπός μας είναι να συλλέξουμε, από τη Γεωγραφική Βάση Δεδομένων, ενδιαφέροντα στοιχεία για τις χώρες από τις οποίες θα περάσουμε στη διάρκεια του ταξιδιού μας και να τα τοποθετήσουμε στο χάρτη που θα φτιάξουμε.

Τοποθετήστε το αεροπλανάκι στην τομή του Ισημερινού και του πρώτου μεσημβρινού.

Τα ερωτήματα.

A. α) Γράψτε τις σωστές ενδείξεις που αφορούν το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος.

Γεωγραφικό μήκος:

Γεωγραφικό πλάτος:

β) Σε ποια χώρα θα βρίσκεται το αεροπλανάκι όταν το γεωγραφικό μήκος είναι 35 μοίρες;

.....

.....

.....

Επιβεβαιώστε την απάντησή σας, μετακινώντας κατάλληλα τον εξερευνητή.

γ) Σε πόσα χιλιόμετρα αντιστοιχεί μια μοίρα γεωγραφικού μήκους;

B. Τοποθετήστε το αεροπλανάκι στην τομή του Ισημερινού και του πρώτου μεσημβρινού και πραγματοποιήστε το ταξίδι σας ανατολικά.

α) Ενεργοποιήστε τον πολιτικό χάρτη με τοπωνύμια (περιοχή εργασίας “ Επίπεδοι χάρτες”) και βρείτε από ποιες χώρες θα περάσετε. Από τους τρεις πίνακες (πόλεις, χώρες, λιθόσφαιρα-υδρόσφαιρα) της Γεωγραφικής Βάσης Δεδομένων συλλέξτε όσες πληροφορίες θεωρείται σημαντικές (πρωτεύουσες, ποτάμια, όρη κ.λπ) για τις χώρες που θα περάσετε.

.....

.....

.....

.....

.....

β) Ενεργοποιήστε το εργαλείο “Επεξεργασία Χάρτη” και φτιάξτε το δικό σας χάρτη, αξιοποιώντας τα στοιχεία που συλλέξατε προηγουμένως. Όταν ολοκληρώσετε την εργασία σας, αποθηκεύστε το χάρτη σας στο δίσκο σας.

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

Ανταλλάξτε τους χάρτες που έχετε κατασκευάσει και συζητήστε σχετικά με τα στοιχεία που προσθέσατε.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6

Τίτλος δραστηριότητας: Η κλίμακα του χάρτη

Η περιγραφή. Το αεροπλάνκι βρίσκεται κάπου στον Ισημερινό με προσανατολισμό προς βορρά. Μετακινώντας το θα μελετήσουμε τις κλίμακες διαφόρων χαρτών.

Τα ερωτήματα:

A. α) Γράψτε τις σωστές ενδείξεις που αφορούν το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος της θέσης του αεροπλάνου.

Γεωγραφικό μήκος:

Γεωγραφικό πλάτος:

β) Μετακινήστε το αεροπλάνκι από το χειριστήριο θέτοντας ταχύτητα 500 χιλιόμετρα την ώρα και απόσταση 7.000 χιλιόμετρα. Βρείτε, με το χάρακα, πόση απόσταση σε εκατοστά έχει διανύσει το αεροπλάνκι στο χάρτη. (Φροντίστε πρώτα να μηδενίσετε το μετρητή απόστασης στο χειριστήριο). Επαναλάβετε την ίδια δραστηριότητα και συμπληρώστε τον πίνακα:

Απόσταση	Απόσταση σε cm
7.000km	
15.000km	
30.000 km	

γ) Διατυπώστε έναν κανόνα που να μετατρέπει την απόσταση σε εκατοστά.

δ) Με βάση τον κανόνα που διατυπώσατε, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Απόσταση	Απόσταση σε cm
12.000km	
20.000km	

Επιβεβαιώστε τις απαντήσεις σας.

B. Βρείτε πόσα εκατοστά στο χάρτη θα διανύσει το αεροπλάνο αν κάνει μια πλήρη περιφορά γύρω από τη Γη πάνω στον ισημερινό.

.....
.....

Επιβεβαιώστε την απαντησή σας.

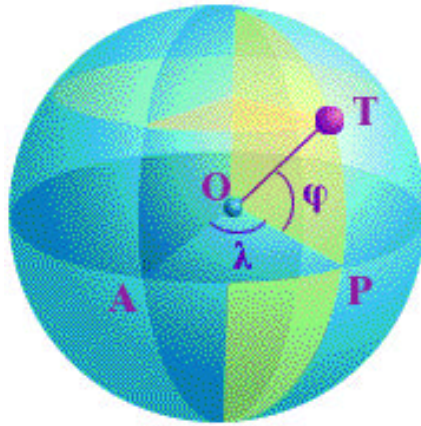
Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

3.2 Τα “στοιχεία ταυτότητας” δύο εννοιών

Γεωγραφικό πλάτος (φ)

Η έννοια γεωγραφικό πλάτος εισάγεται για πρώτη φορά στη Γεωγραφία από τον Έλληνα αστρονόμο, μαθηματικό και γεωγράφο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ τον Κυρηναίο το 2ο αιώνα π.Χ.

Αναφέρεται: σε ένα σημείο (τόπο) πάνω στην επιφάνεια της γήινης σφαίρας.



Ορίζεται: ως η επίκεντρη γωνία $\varphi = \angle POT$ στο επίπεδο του μεσημβρινού.

Μετρίεται: από το τόξο PT σε μοίρες με αρχή το P (σημείο τομής του μεσημβρινού του τόπου T με τον Ισημερινό) από 0 ως 90°.

Χαρακτηρίζεται:

- βόρειο (**N**, από το αρχικό της λέξης North) αν ο τόπος βρίσκεται στο βόρειο ημισφαίριο.
- νότιο (**S**, από το αρχικό της λέξης South) αν ο τόπος βρίσκεται στο νότιο ημισφαίριο.

Παραδείγματα: Αθήνα (38°N), Παρίσι (50° N), Καμπέρα (35° S)

Εκφράζει: την απόσταση ενός τόπου από τον Ισημερινό. Είναι η μία από τις δύο συντεταγμένες που απαιτούνται για τον προσδιορισμό της θέσης ενός τόπου στην επιφάνεια της Γης. Η άλλη είναι το γεωγραφικό μήκος.

Εξυπηρετεί: τους ναυτικούς στα ταξίδια τους και χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό πλοίων (S.O.S).

Τα άστρα και το γεωγραφικό πλάτος: Αν είμαστε στο βόρειο πόλο της Γης, βλέπουμε τον Πολικό αστέρα (αστέρι του βορρά) πάνω από το κεφάλι μας. Όσο απομακρυνόμαστε από τον Πόλο τόσο κατεβαίνει ο πολικός αστέρας προς τον ορίζοντα.

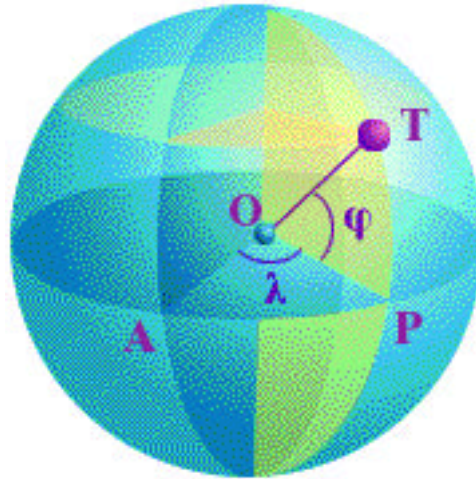
Στο βόρειο Πόλο το ύψος του Πολικού αστέρα ισούται με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο βρίσκεται ο παρατηρητής.

Στο νότιο πόλο που δεν είναι ορατός ο Πολικός αστέρας, το γεωγραφικό πλάτος βρίσκεται με την παρατήρηση ενός άλλου αστεριού που ονομάζεται Νότιος Σταυρός (Σταυρός του Νότου).

Γεωγραφικό μήκος (λ)

Η έννοια γεωγραφικό μήκος εισάγεται για πρώτη φορά στη Γεωγραφία από τον Έλληνα αστρονόμο, μαθηματικό και γεωγράφο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ τον Κυρηναίο το 2ο αιώνα π.Χ.

Αναφέρεται: σε ένα σημείο (τόπο) πάνω στην επιφάνεια της γήινης σφαίρας.



Ορίζεται: ως η επίκεντρη γωνία $\lambda = \text{AOP}$ στο επίπεδο του Ισημερινού.

Μετρίεται: από το τόξο AP σε μοίρες με αρχή το A (σημείο τομής του πρώτου μεσημβρινού με τον Ισημερινό) από 0° ως 180° .

Χαρακτηρίζεται:

- ανατολικό (E, από το αρχικό της λέξης East) αν ο τόπος βρίσκεται στο ανατολικό ημισφαίριο.
- δυτικό (W, από το αρχικό της λέξης West) αν ο τόπος βρίσκεται στο δυτικό ημισφαίριο.

Εκφράζει: την απόσταση ενός τόπου από τον πρώτο μεσημβρινό. Είναι η μία από τις δύο συντεταγμένες που απαιτούνται για τον προσδιορισμό της θέσης ενός τόπου στην επιφάνεια της Γης. Η άλλη είναι το γεωγραφικό πλάτος.

Εξυπηρετεί: τους ναυτικούς στα ταξίδια τους και χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό πλοίων (S.O.S).

Τα άστρα και το γεωγραφικό μήκος: Όσο περισσότερο προχωρήσει κανείς ανατολικά του πρώτου μεσημβρινού, τόσο νωρίτερα βλέπει τα άστρα να ανατέλλουν, να μεσουρανούν και να δύουν. Αν προχωρήσει κανείς 15 μοίρες ανατολικά, τότε θα βλέπει τα άστρα να ανατέλλουν, να μεσουρανούν και να δύουν 1 ώρα γρηγορότερα.

4. ΙΣΑΑΚ ΝΕΥΤΩΝ: ΟΙ ΑΟΡΑΤΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΤΗΣ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑΣ ΕΛΞΗΣ

Ακόμη και σήμερα, είναι δύσκολο να συνειδητοποιήσουμε τη δύναμη της βαρύτητας που ασκείται σε κάθε αντικείμενο που βρίσκεται πάνω στη Γη. Και να φανταστεί κανείς ότι καθημερινά παρακολουθούμε αγωνίσματα όπως το τρέξιμο, το άλμα εις μήκος ή το άλμα εις ύψος, τη σφαιροβολία ή το ακόντιο, την άρση βαρών, το ποδόσφαιρο και όλα τα άλλα ομαδικά αγωνίσματα.... Παρακολουθούμε την τεράστια προσπάθεια που κάνουν οι αθλητές για να υπερνικήσουν τις αόρατες δυνάμεις που ασκεί η Γη, όπως και κάθε άλλο ουράνιο σώμα όχι μόνο στην επιφάνειά του, αλλά και έξω από αυτή.

Για να κατανοήσουμε κάθε φυσικό φαινόμενο που δεν είναι άμεσα ορατό και επαληθεύσιμο, η παρατήρηση, η δημιουργική σκέψη αλλά και η φαντασία είναι τα εργαλεία που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και πέτυχε να μάθει τα μυστικά του κόσμου που μας περιβάλλει. Ο Ισαάκ Νεύτων είναι για μας ένα παράδειγμα επιστήμονα που εφάρμοσε αυτόν τον κανόνα. Φανταστείτε τον τη στιγμή που, κάτω από μια μηλιά, παρατηρεί τα ώριμα μήλα να πέφτουν στο έδαφος, και συνειδητοποιεί την αόρατη δύναμη της βαρύτητας.



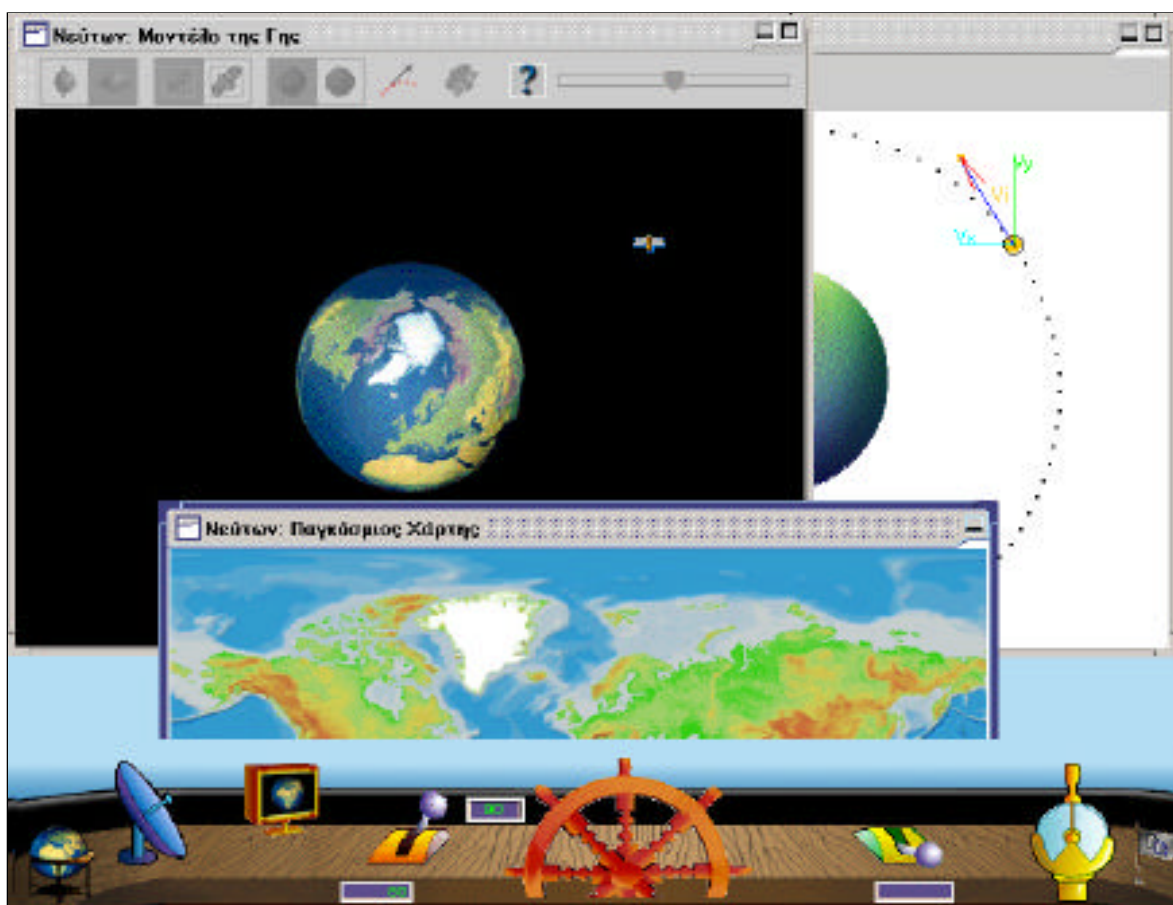
Η επιστημονική σκέψη όμως, στους νεότερους χρόνους, δεν αρκείται σε μια ανακάλυψη που έχει εφαρμογή μόνο στο άμεσο περιβάλλον της Γης. Για να γίνει αποδεκτή, απαιτείται η επαλήθευσή της σε κάθε ουράνιο σώμα, και γι' αυτό είναι ανάγκη να την εντάξουμε σε μια γενικότερη επιστημονική θεωρία. Έτσι, ο Νεύτων κατέληξε στη διατύπωση των νόμων για την παγκόσμια έλξη, και όχι μόνο για την έλξη της Γης.

Ποια είναι όμως η πρακτική χρησιμότητα μιας τέτοιας σπουδαίας ανακάλυψης; Για αρκετό διάστημα η θεωρία του Νεύτωνα κέντριζε μόνο τη φαντασία των συγγραφέων. Ο Ιούλιος Βερν σχεδίασε φανταστικά ταξίδια από τη Γη στη Σελήνη και από τη Σελήνη στη Γη, ή ταξίδια γύρω από τη Γη, και όλα αυτά φαίνονταν σαν παραμύθια που ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθούν. Όμως, στον αιώνα που διανύουμε, όλες οι απίθανες αυτές ιστορίες έγιναν πραγματικότητα. Η φαντασία έδωσε τροφή στην επιστημονική σκέψη, όπως η επιστημονική σκέψη είχε πλουτίσει τη φαντασία !!!

Έτσι, σήμερα μπορούμε να κάνουμε ταξίδια γύρω από τη Γη με τα πιο σύγχρονα διαστημόπλοια, ενώ ταυτόχρονα στέλνουμε σχεδόν καθημερινά δορυφόρους να περιστρέφονται γύρω από τη Γη, και να συγκεντρώνουν για τον πλανήτη μας κάθε είδους πληροφορίες. Γιατί οι δορυφόροι, όπως εξάλλου και τα μήλα του Νεύτωνα, υπακούουν στους ίδιους αιώνιους νόμους της παγκόσμιας έλξης.

Τι είδους κινήσεις κάνουν οι δορυφόροι; Θα θέλαμε να οδηγήσουμε έναν από αυτούς; Ποια τροχιά θα ακολουθούσε; Σε ποιο ύψος πρέπει να βρίσκεται; Πώς εκτοξεύεται και πώς παραμένει στην τροχιά που θέλουμε; Σε τέτοια ερωτήματα, είναι αλήθεια, δύσκολα θα δίνουμε μια απάντηση, ακόμα κι αν διαθέταμε απεριόριστη φαντασία. Μπορούμε όμως να κάνουμε κάτι πιο εύκολο. Να χρησιμοποιήσουμε τον υπολογιστή μας και να κά-
νουμε ένα ταξίδι στο μικρόκοσμο NEWTON !!!

4.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο NEWTON



Η αρχική σελίδα οθόνης του μικρόκοσμου NEWTON. Με τη βοήθεια του πιλοτηρίου μπορούμε να οδηγήσουμε ένα δορυφόρο, πραγματοποιώντας τις δραστηριότητες που ακολουθούν.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Τίτλος δραστηριότητας: Ο δορυφόρος και ο παγκόσμιος χάρτης (I)

Η περιγραφή. Ένας δορυφόρος διαγράφει μια τροχιά γύρω από τη Γη. Ας υποθέσουμε ότι η τροχιά αυτή ανήκει στο επίπεδο του γήινου Ισημερινού.

A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα. Σας ζητούμε

α) Να σχεδιάσετε τον Ισημερινό της Γης και την τροχιά του δορυφόρου.



β) Να καταγράψετε τις περιοχές από τις οποίες διέρχεται διαδοχικά ο δορυφόρος που πραγματοποιεί μια περιφορά. Θα διευκολυνθείτε αν φανταστείτε την κίνηση του δορυφόρου στον παγκόσμιο χάρτη.

.....
.....
.....

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε την κίνησή του. Παρακολουθήστε προσεκτικά την κίνηση του δορυφόρου.

Μπορείτε να ενεργοποιήσετε την περιοχή όπου εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά της κίνησης και να επιβεβαιώσετε την ορθότητα της απάντησής σας για την τροχιά του δορυφόρου.

Στη συνέχεια, μπορείτε να ενεργοποιήσετε την περιοχή όπου εμφανίζεται ο παγκόσμιος χάρτης, για να επιβεβαιώσετε την απάντησή σας στο δεύτερο ερώτημα.

Γ. Συνδεθείτε στο Internet με το πάτημα του κατάλληλου κουμπιού.

Στη διεύθυνση <http://www.fourmilab.ch/earthview/satellite.html> θα μπορείτε να επιλέξετε το δορυφόρο από τον οποίο θα εντοπίσετε διάφορες περιοχές της Γης.

Δ. Επινοήστε τις δικές σας δραστηριότητες

Σε συνεργασία με τους άλλους μαθητές της ομάδας σας και βασιζόμενοι σε όσα κάνατε μέχρι τώρα, επινοήστε μια δική σας δραστηριότητα (περιγραφή μιας κατάστασης - ερωτήματα - επιβεβαίωση).

.....
.....
.....
.....

Ε. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Τίτλος δραστηριότητας: Ο δορυφόρος και ο παγκόσμιος χάρτης (II)

Η περιγραφή. Ένας δορυφόρος διαγράφει μια τροχιά γύρω από τη Γη. Ας υποθέσουμε ότι ο δορυφόρος αυτός είναι πολικός.

A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα. Σας ζητούμε:

α) Να σχεδιάσετε την τροχιά του πολικού δορυφόρου.



β) Να καταγράψετε τις περιοχές από τις οποίες διέρχεται διαδοχικά ο δορυφόρος που πραγματοποιεί μια περιφορά. Θα διευκολυνθείτε αν φανταστείτε την κίνηση του δορυφόρου στον παγκόσμιο χάρτη.

.....

.....

.....

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

Αφού επιλέξετε την κίνηση πολικού δορυφόρου, πραγματοποιήστε την κίνησή του.

Παρακολουθήστε προσεκτικά την κίνηση του δορυφόρου.

Μπορείτε να ενεργοποιήσετε την περιοχή όπου εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά της κίνησης και να επιβεβαιώσετε την ορθότητα της απάντησής σας για την τροχιά του δορυφόρου.

Στη συνέχεια, μπορείτε να ενεργοποιήσετε την περιοχή όπου εμφανίζεται ο παγκόσμιος χάρτης, για να επιβεβαιώσετε την απάντησή σας στο δεύτερο ερώτημα.

Γ. Επινοήστε τη δική σας δραστηριότητα

Σε συνεργασία με τους άλλους μαθητές της ομάδας σας και βασιζόμενοι σε όσα κάνατε μέχρι τώρα, επινοήστε μια δική σας δραστηριότητα (περιγραφή μιας κατάστασης - ερωτήματα - επιβεβαίωση).

.....

.....

.....

.....

Δ. **Συζητήστε**, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

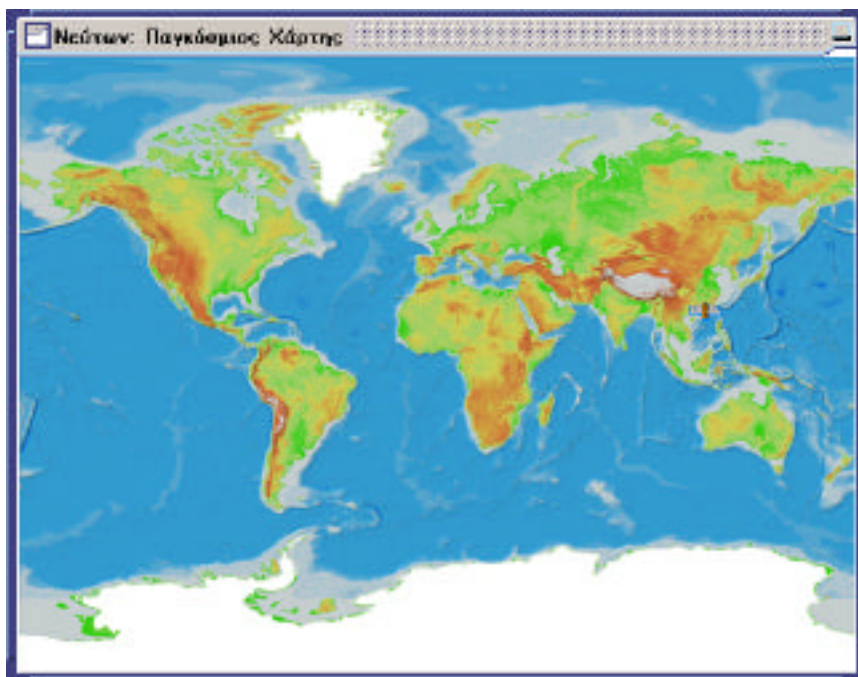
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

Τίτλος δραστηριότητας: Η μέρα και η νύχτα από δορυφόρο

Η περιγραφή. Η Γη διαγράφει μια τροχιά, περίπου κυκλική γύρω από τον Ήλιο. Οι περιοχές της γήινης επιφάνειας που δεν φωτίζονται από τις ηλιακές ακτίνες έχουν νύχτα. Από ένα δορυφόρο της Γης μπορούμε να έχουμε μια φωτογραφία στην οποία να διακρίνονται οι περιοχές που έχουν νύχτα και οι περιοχές που έχουν ημέρα.

A. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε την κίνησή του και ενεργοποιήστε την περιοχή όπου εμφανίζεται ο παγκόσμιος χάρτης.



Το ερώτημα. Σας ζητούμε να οριοθετήσετε στον παγκόσμιο χάρτη την περιοχή της Γης που έχει νύχτα. Γράψτε την απάντησή σας.

.....
.....
.....
.....

B. Μεταβείτε στον κόμβο της ΓΑΙΑ με το πάτημα του κατάλληλου κουμπιού. Στα στοιχεία για τους τεχνητούς δορυφόρους θα βρείτε μια διεύθυνση στο Internet όπου μπορείτε να δείτε τις περιοχές νύχτας-ημέρας τόσο στον πλανήτη Γη όσο και στον παγκόσμιο χάρτη. Επιβεβαιώστε την ορθότητα της απάντησής σας. Δικαιολογήστε την.

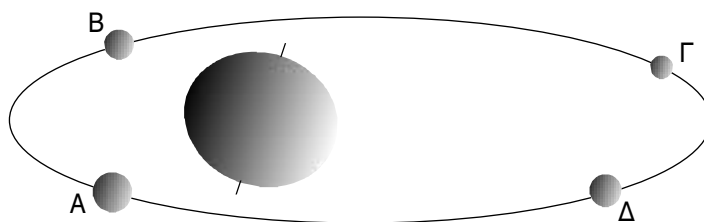
.....
.....
.....

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

Τίτλος δραστηριότητας: Η ελλειπτική τροχιά ενός δορυφόρου

Η περιγραφή. Ένας τεχνητός δορυφόρος βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τη Γη, όπως δείχνεται στο σχήμα.



A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

- α) Να σχεδιάσετε με ένα βέλος την ταχύτητα του δορυφόρου, όταν περνάει από τις θέσεις Α, Β, Γ και Δ.
- β) Να σχεδιάσετε με ένα βέλος τη δύναμη που ασκείται στο δορυφόρο, τη στιγμή που περνάει από τις θέσεις Α, Β, Γ και Δ.
- δ) Σε ποια θέση ασκείται στο δορυφόρο:
 - i) η μεγαλύτερη δύναμη από τη Γη;
 - ii) η μικρότερη δύναμη από τη Γη;

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

1. Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε την κίνησή του. Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.
2. Πραγματοποιήστε και άλλες κινήσεις, με σκοπό να διατυπώσετε έναν κανόνα για τη σχεδίαση της ταχύτητας του δορυφόρου. Κάνετε το ίδιο για το διάνυσμα της δύναμης που ασκείται στο δορυφόρο.

i) Διατυπώστε ένα γενικό κανόνα για τη σχεδίαση της ταχύτητας στα διάφορα σημεία της τροχιάς.
.....
.....
.....
.....

- ii) Διατυπώστε ένα γενικό κανόνα για τη σχεδίαση της δύναμης που ασκείται στο δορυφόρο.

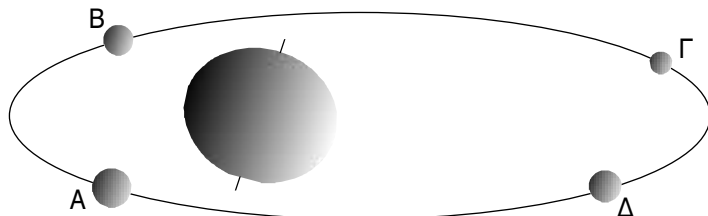
.....
.....
.....
.....

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5

Τίτλος δραστηριότητας: Οι τρεις νόμοι του Κέπλερ

Η περιγραφή. Ένας τεχνητός δορυφόρος βρίσκεται σε τροχιά γύρω από τη Γη, όπως δείχνεται στο σχήμα.



A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα

- α) Σε ποια περιοχή κινείται
- ι) με μεγαλύτερη ταχύτητα;
 - ιι) με μικρότερη ταχύτητα;
- β) Σε ποια θέση η ταχύτητα του δορυφόρου γίνεται μέγιστη;
Σε ποια θέση η ταχύτητα του δορυφόρου γίνεται ελάχιστη;

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

1. Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε την κίνησή του από μια θέση πάνω από τη γήινη επιφάνεια.
Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.
2. Πραγματοποιήστε και άλλες κινήσεις (ελλειπτικής τροχιάς) με σκοπό να διατυπώσετε έναν κανόνα για τις περιοχές όπου η ταχύτητα του δορυφόρου είναι μεγαλύτερη.

Γ. Μεταβείτε στον κόμβο της ΓΑΙΑΣ με το πάτημα του κατάλληλου κουμπιού. Θα βρείτε ενδιαφέροντα στοιχεία για την κίνηση ενός δορυφόρου γύρω από τη Γη. Ιδιαίτερα, μελετήστε τους τρεις νόμους του Κέπλερ.

Δ. Επιστροφή στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

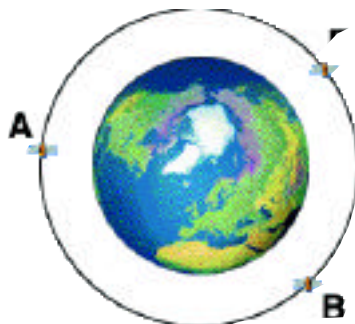
Πραγματοποιήστε την κίνηση ενός δορυφόρου σε κλειστή τροχιά και προσπαθήστε να επαληθεύσετε τους νόμους του Κέπλερ.

Ε. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες σχετικά με τα παραπάνω θέματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6

Τίτλος δραστηριότητας: Η κυκλική κίνηση ενός δορυφόρου

Η περιγραφή. Ένας τεχνητός δορυφόρος βρίσκεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη, όπως δείχνεται στο σχήμα.



A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

- α) Σχεδιάστε με ένα βέλος την ταχύτητα του δορυφόρου στις θέσεις Α, Β και Γ. Διατυπώστε έναν κανόνα για την ταχύτητα του δορυφόρου που πραγματοποιεί κυκλική κίνηση.

.....

.....

.....

.....

- β) Σχεδιάστε την ταχύτητα του δορυφόρου όταν βρίσκεται σε μια θέση πολύ κοντά στη θέση Β. Κάνετε το ίδιο για τις άλλες δύο θέσεις. Στη συνέχεια σχεδιάστε τη μεταβολή της ταχύτητας σε κάθε περίπτωση. Ποιο είναι το συμπέρασμά σας;

- γ) Στο παραπάνω σχήμα, σχεδιάστε τις δυνάμεις που ασκούνται στο δορυφόρο στις θέσεις Α, Β και Γ. Διατυπώστε έναν κανόνα για τη δύναμη που ασκείται στο δορυφόρο που πραγματοποιεί κυκλική κίνηση.

.....

.....

.....

.....

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

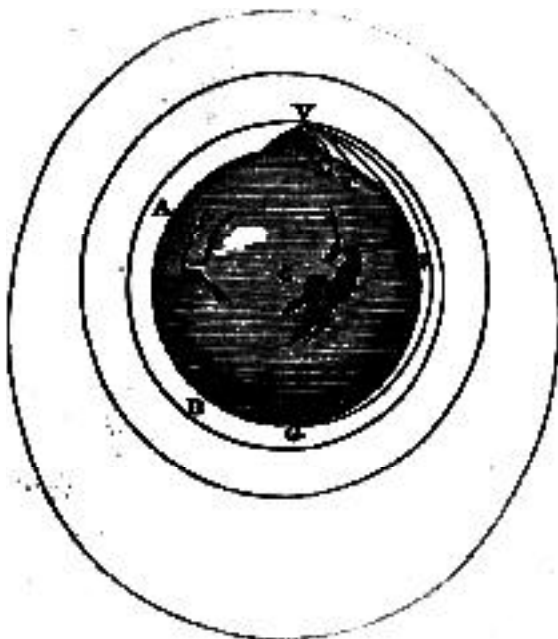
1. Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε την κίνησή του. Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.
2. Πραγματοποιήστε και άλλες κινήσεις (κυκλικής τροχιάς). Βρείτε έναν τρόπο να επιβεβαιώσετε το δεύτερο νόμο του Κέπλερ.
3. Τοποθετήστε το δορυφόρο πάνω από την επιφάνεια της Γης, σε ύψος ίσο με την ακτίνα της Γης. Βρείτε έναν τρόπο να μετρήσετε την περίοδο περιστροφής του δορυφόρου.

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες σχετικά με τα παραπάνω θέματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 7

Τίτλος δραστηριότητας: Το νοητικό πείραμα του Νεύτωνα

Η περιγραφή. Ας φανταστούμε ότι βρισκόμαστε στην κορυφή ενός ψηλού βουνού, όπως δείχνεται στο σχήμα. Αν εκτοξεύσουμε οριζόντια μια πέτρα, αυτή θα ακολουθήσει μια καμπύλη τροχιά και θα πέσει στη Γη. Αν η πέτρα εκτοξευτεί με μεγαλύτερη ταχύτητα, θα πάει μακρύτερα πριν ξαναπέσει στη Γη. Υποθέστε τώρα ότι μπορούμε να εκτοξεύουμε πέτρες σε οριζόντια διεύθυνση με όλο και μεγαλύτερη ταχύτητα. Το αποτέλεσμα αναπαριστάται στο σχέδιο του Νεύτωνα.



A. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

1. Επιβεβαιώστε την περιγραφή του νοητικού πειράματος.
(Αντί για πέτρα, πραγματοποιήστε την κίνηση ενός δορυφόρου από το ίδιο πάντα ύψος αλλά με διαφορετική ταχύτητα).

2. Πραγματοποιήστε το νοητικό πείραμα εκτοξεύοντας το δορυφόρο από κάποιο ύψος, για το οποίο συμφωνούν όλες οι ομάδες. Σημειώστε το ύψος και την ταχύτητα που απαιτείται για τη δορυφοροποίηση.

.....
.....
.....

3. Μπορείτε να επιλέξετε την Αφροδίτη ως πλανήτη και να πραγματοποιήσετε το νοητικό πείραμα δορυφοροποίησης σε αυτόν τον πλανήτη. Ποια η διαφορά από τη δορυφοροποίηση στον πλανήτη Γη;

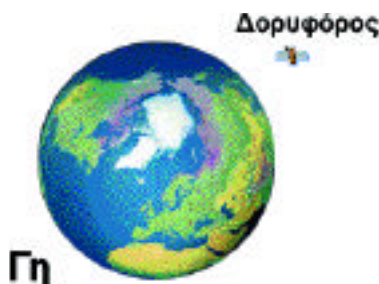
.....
.....
.....

B. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες σχετικά με τα παραπάνω θέματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 8

Τίτλος δραστηριότητας: Κίνηση χωρίς δύναμη

Η περιγραφή. Ένας τεχνητός δορυφόρος βρίσκεται σε κυκλική τροχιά γύρω από τη Γη, όπως δείχνεται στο σχήμα.



A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

α) Περιγράψτε την κίνηση του δορυφόρου με όρους της φυσικής.

.....

.....

.....

β) Υποθέστε ότι η Γη παύει να έλκει το δορυφόρο τη στιγμή που αυτός περνάει από τη θέση του σχήματος. Σχεδιάστε την τροχιά της κίνησης του δορυφόρου.

Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

1. Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε μια κυκλική κίνηση.

Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.

2. Πραγματοποιήστε και άλλη κίνηση. Κάποια στιγμή, με το κατάλληλο κουμπί, “ακυρώστε” τη δύναμη που ασκεί η Γη στο δορυφόρο και παρατηρήστε την κίνησή του.

Διατυπώστε το συμπέρασμά σας.

.....

.....

.....

.....

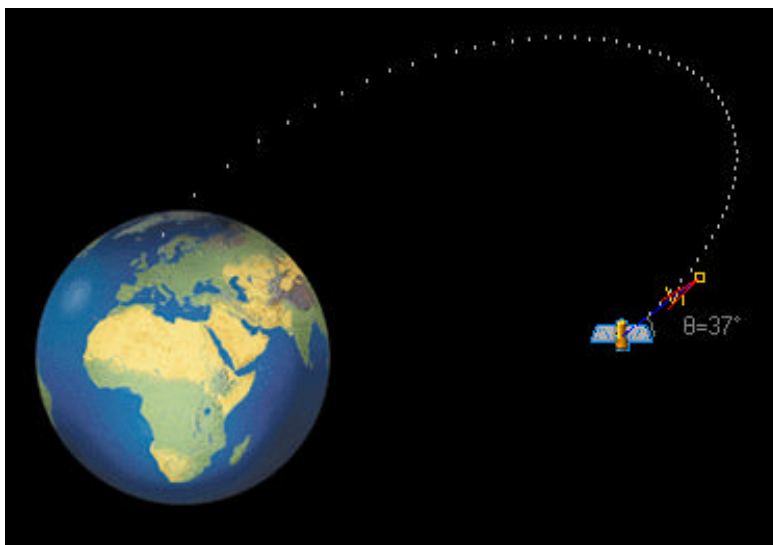
.....

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες σχετικά με τα παραπάνω θέματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 9

Τίτλος δραστηριότητας: Η κίνηση δορυφόρου σε παραβολική τροχιά.

Η περιγραφή. Ένας τεχνητός δορυφόρος βρίσκεται σε τροχιά όπως δείχνεται στο σχήμα.



A. Στο Φύλλο Εργασίας

Τα ερωτήματα.

α) Περιγράψτε την κίνηση του δορυφόρου με όρους της Φυσικής.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

β) Σχεδιάστε την ταχύτητα του δορυφόρου σε τρία διαφορετικά σημεία της τροχιάς.

γ) Σχεδιάστε τη δύναμη που ασκείται στο δορυφόρο από τη Γη στο πιο απομακρυσμένο από τη Γη σημείο της τροχιάς.

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε μια παρόμοια κίνηση.

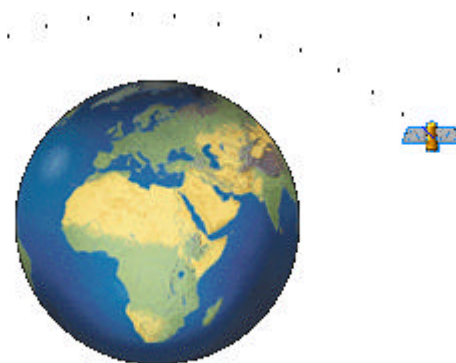
Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες σχετικά με τα παραπάνω θέματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 10

Τίτλος δραστηριότητας: Προβλέψτε την κίνηση...

Η περιγραφή. Ένας τεχνητός δορυφόρος βρίσκεται σε τροχιά, όπως αυτή του σχήματος. Πρόκειται για ένα μόνο τμήμα της τροχιάς.



A. Στο Φύλλο Εργασίας

Τα ερωτήματα.

α) Περιγράψτε την κίνηση του δορυφόρου με όρους της Φυσικής.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

β) Σχεδιάστε την ταχύτητα του δορυφόρου σε τρία διαφορετικά σημεία της τροχιάς.

γ) Ολοκληρώστε την κίνηση σχεδιάζοντας τα ίχνη του κινητού.

Υποθέστε ότι παύει να ασκείται δύναμη στο δορυφόρο από τη Γη. Ολοκληρώστε την κίνηση σχεδιάζοντας τα ίχνη του κινητού.

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε μια παρόμοια κίνηση.

Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.

Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες σχετικά με τα παραπάνω θέματα.

4.2 Τα “στοιχεία ταυτότητας” μίας έννοιας και πέντε νόμων

Η έννοια/μέγεθος ταχύτητα (v)

Η έννοια “στιγμιαία ταχύτητα” απουσιάζει παντελώς από την αριστοτελική Φυσική. Πρώτος ο Γαλιλαίος συλλαμβάνει καθαρά την ιδέα της στιγμιαίας ταχύτητας, κατά τη μελέτη της πτώσης των σωμάτων. Το πρόβλημα, όμως, της δημιουργίας ενός μεγέθους, το οποίο να περιγράφει το ρυθμό μετακίνησης ενός αντικειμένου σε μια στιγμή, λύθηκε με την επινόηση της μαθηματικής έννοιας “παράγωγος”.



Ορίζεται: γενικά ως ρυθμός μεταβολής της θέσης.
στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ως πηλίκο της μετατόπισης προς τον αντίστοιχο χρόνο.

Εκφράζει: το “πόσο γρήγορα” κινείται το αντικείμενο και
το “προς τα πού” κινείται το αντικείμενο.

Μετρίεται: με μετροταινία και χρονόμετρο.

Υπολογίζεται: αν διαθέτουμε τη στροβοσκοπική αναπαράσταση (τα ίχνη που αφήνει το σημειακό αντικείμενο σε ίσα χρονικά διαστήματα) μιας κίνησης.

Έχει ως μονάδα μέτρησης: στο S.I το 1 m/s .

Χαρακτηριστικές ταχύτητες: φωτός 300.000 km/s , ήχου (στον αέρα) 340 m/s , Γης (στο περιήλιο) 30 km/s , Διαφυγής ενός αντικειμένου (από τη Γη) $11,2 \text{ km/s}$ ή 40320 km/h , Διαφυγής ενός αντικειμένου (από τη Σελήνη) $2,3 \text{ km/s}$, Αφροδίτης (στο περιήλιο) 35 km/s , Διαφυγής ενός αντικειμένου (από την Αφροδίτη) $10,3 \text{ km/s}$, Αρη (στο περιήλιο) 26 km/s , Διαφυγής ενός αντικειμένου (από τον Αρη) $11,2 \text{ km/s}$.

Ο νόμος της αδράνειας (πρώτος νευτώνικός νόμος της κίνησης)

Από την ιστορία των επιστημονικών ιδεών

- Σύμφωνα με τη φυσική του Αριστοτέλη υπάρχουν δύο ξεχωριστοί κόσμοι, ο ουράνιος και ο υποσεληνιακός, και επομένως δύο αντίστοιχες “φυσικές”.
- Στο πλαίσιο της αριστοτελικής φυσικής η “αδρανειακή κίνηση” (κίνηση χωρίς δύναμη) είναι αδιανόητη για τα επίγεια. Αντίθετα, η αδρανειακή κίνηση είναι κατανοητή μόνο για τα ουράνια αντικείμενα, που διαγράφουν κυκλικές κινήσεις με ομοιόμορφη ταχύτητα (“τέλειες κινήσεις”).
- Για τον Γαλιλαίο η αδρανειακή κίνηση για τα ουράνια σώματα είναι δυνατή. Αυτά κινούνται κυκλικά και δεν απαιτείται δύναμη. Με άλλα λόγια, ο Γαλιλαίος αρνείται ότι στους πλανήτες ασκούνται δυνάμεις από απόσταση, γι’ αυτόν η ομαλή κυκλική κίνηση είναι “φυσική”.
- Ο Νεύτων αρνείται τη διάκριση σε νόμους επίγειους και σε νόμους ουράνιους. Ενισχύεται η ιδέα της δράσης από απόσταση. Οι δυνάμεις ανάμεσα στους πλανήτες είναι ίδιου χαρακτήρα με εκείνες που έλκουν τα μήλα προς τη Γη.
- Η διατύπωση του νόμου της αδράνειας (πρώτου νόμου της κίνησης) από τον Νεύτωνα:

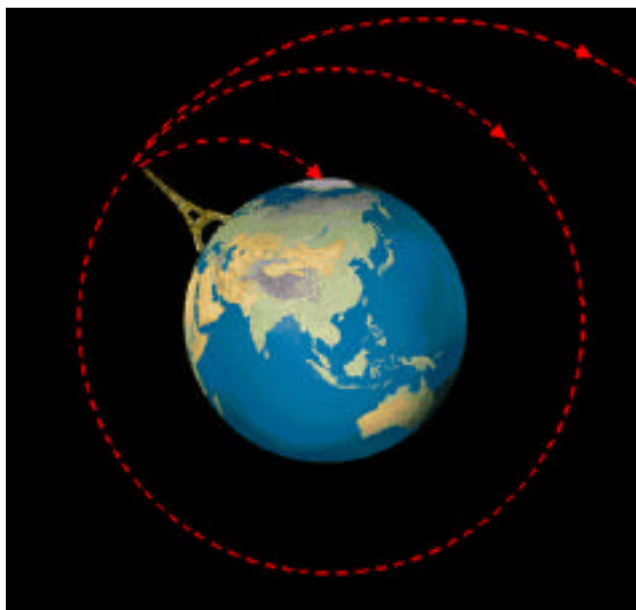
“Κάθε σώμα διατηρεί την κατάσταση ακινησίας ή ευθύγραμμης ομαλής κίνησης, εφόσον δεν ασκείται σε αυτό δύναμη”.

Ο νόμος της αδράνειας ισχύει όχι μόνο για τα επίγεια αλλά για κάθε σώμα στο σύμπαν.

Ο νόμος της Παγκόσμιας έλξης

Από την ιστορία των επιστημονικών ιδεών

- Σύμφωνα με τη φυσική του Αριστοτέλη υπάρχουν δύο ξεχωριστοί κόσμοι, ο **ουράνιος** και ο **υποσεληνιακός**, και επομένως δύο αντίστοιχες “φυσικές”.
- Τα ουράνια αντικείμενα διαγράφουν κυκλικές κινήσεις με ομοιόμορφη ταχύτητα (“τέλειες κινήσεις”).
- Ο Γαλιλαίος αρνείται ότι στους πλανήτες ασκούνται δυνάμεις από απόσταση, γι’ αυτόν η ομαλή κυκλική κίνηση είναι “φυσική”.
- Το 1600 ο William Gilbert στο βιβλίο του “Περί Μαγνητών” υποστήριξε την ιδέα μιας δράσης από απόσταση. Αντίθετα από το Γαλιλαίο, ο Κέπλερ υποστήριζε την ύπαρξη μιας δύναμης από απόσταση, κατ’ αναλογία με τις μαγνητικές δυνάμεις.
- Ο Νεύτων αρνείται τη διάκριση σε νόμους επίγειους και σε νόμους ουράνιους. Ενισχύεται η ιδέα της δράσης από απόσταση. Οι δυνάμεις ανάμεσα στους πλανήτες είναι ίδιου χαρακτήρα με εκείνες που έλκουν τα μήλα προς τη Γη.
- Ο Νεύτων **διατυπώνει την υπόθεση ότι η Γη ασκεί δύναμη από απόσταση στη Σελήνη**. Με αφετηρία την ιδέα ότι η δύναμη αυτή ελαττώνεται ανάλογα με το τετράγωνο της απόστασης της Σελήνης από το κέντρο της Γης, **επαληθεύει την υπόθεσή του**.



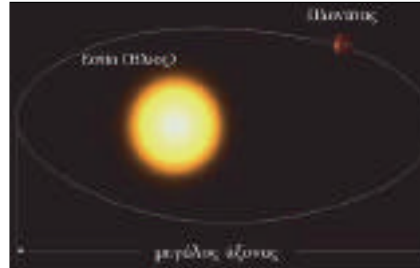
Ο πρώτος νόμος του Κέπλερ

Δημοσιεύτηκε στο βιβλίο “Astronomia Nova” (Νέα Αστρονομία, 1609) του Ιωάννη Κέπλερ (Johannes Kepler 1571-1630) μαζί με το δεύτερο νόμο του Κέπλερ.

Αναφέρεται: στη φύση των τροχιών των πλανητών και των δορυφόρων.

Απαντά στο ερώτημα: Ποιο είναι το είδος της τροχιάς των πλανητών;

Διατυπώνεται με λόγια: Οι πλανήτες διαγράφουν ελλειπτικές τροχιές με τον Ήλιο στη μια εστία της έλλειψης.



Ανακαλύφθηκε: μετά από τη διατύπωση της θεωρίας του Κοπέρνικου για το πλανητικό σύστημα και την επεξεργασία μεγάλου αριθμού δεδομένων από τις παρατηρήσεις -χωρίς τηλεσκόπιο- του Δανού αστρονόμου Τύχο Μπράχε (Tycho Brahe, 1546-1601).

Η διατύπωση του πρώτου νόμου έσπασε τα δεσμά με την παραδοσιακή αστρονομία, που απέδιδε προνομιούχο θέση στην ομαλή κυκλική κίνηση.

Σχόλια:

α. Με τον πρώτο νόμο ο Κέπλερ έσπασε τα δεσμά της Αστρονομίας με την κυκλική τροχιά. Στη θέση των κυκλικών τροχιών και των επίκυκλων του Πτολεμαϊκού συστήματος ο Κέπλερ έβαλε την ελλειπτική τροχιά.

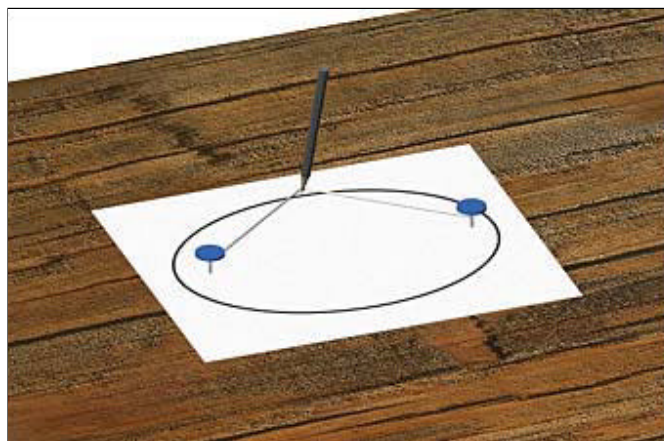
β. Ο πρώτος νόμος του Κέπλερ ισχύει και σήμερα. Προκύπτει από το νόμο της Παγκόσμιας έλξης που διατύπωσε ο Ισαάκ Νεύτων (Isaac Newton, 1642-1727).

Πώς μπορούμε να σχεδιάσουμε μία έλλειψη στο χαρτί;

Χρειαζόμαστε δύο πινέζες, ένα κομμάτι σπάγγο και ένα μολύβι.

Δένουμε τις άκρες του σπάγγου στις δύο πινέζες και τις καρφώνουμε στην επιφάνεια που επιθυμούμε να σχεδιάσουμε την έλλειψη. Με ένα μολύβι τεντώνεται ο σπάγγος και σχεδιάζεται η έλλειψη, όπως δείχνεται στο σχήμα. Οι θέσεις των δύο πινεζών αντιστοιχούν στις δύο εστίες της έλλειψης.

Με ποιους τρόπους μπορείτε να αλλάζετε το σχήμα της έλλειψης; Σε ποια περίπτωση η έλλειψη εκφυλίζεται σε κύκλο;



Ο δεύτερος νόμος του Κέπλερ

Ονομάζεται και νόμος των εμβαδών. Δημοσιεύτηκε στο βιβλίο “Astronomia Nova” (Νέα Αστρονομία, 1609) του Ιωάννη Κέπλερ (Johannes Kepler 1571-1630) μαζί με τον πρώτο νόμο του Κέπλερ.

Αναφέρεται: Στη σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα του πλανήτη και την απόστασή του από τον Ήλιο στο ηλιοκεντρικό σύστημα.

Απαντά στο ερώτημα: Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα των πλανητών, των δορυφόρων και των κομητών, καθώς διαγράφουν ελλειπτικές τροχιές;

Διατυπώνεται με λόγια: Η “ακτίνα” που ενώνει τον Ήλιο με τον πλανήτη, σαρώνει ίσα εμβαδά σε ίσα χρονικά διαστήματα.

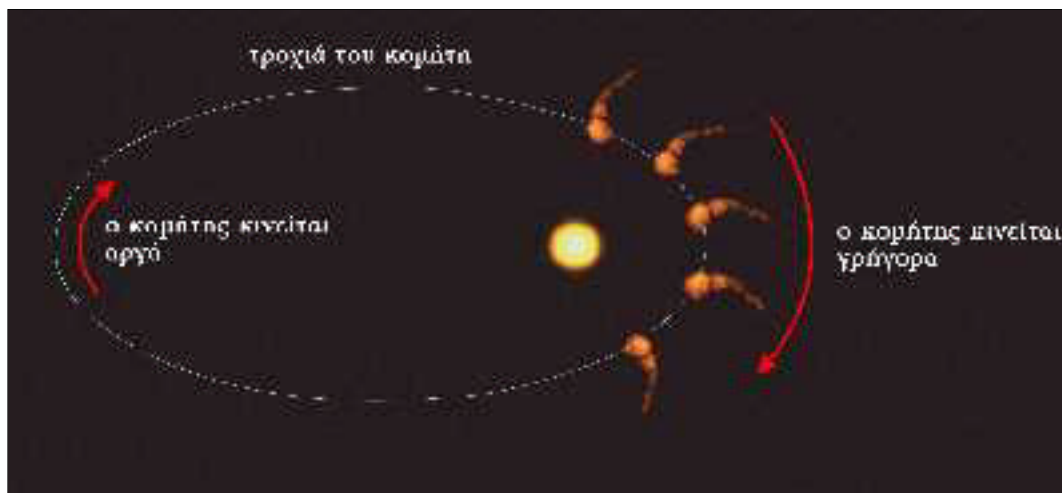
Μας εξυπηρετεί: στο να προβλέπουμε την ταχύτητα ενός πλανήτη σε σχέση με την απόστασή του από τον Ήλιο: ένας πλανήτης ή ένας κομήτης κινείται πιο γρήγορα όταν βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τον Ήλιο και πιο αργά σε πιο μακρινή απόσταση απ’ αυτόν.

Σχόλια:

α) Σε αντικατάσταση της ομοιομορφίας της κυκλικής κίνησης, ο Κέπλερ θεωρούσε ότι ο δεύτερος νόμος προσφέρει μια νέα ομοιομορφία: ίσα εμβαδά σάρωσης σε ίσους χρόνους.

β) Ο δεύτερος νόμος του Κέπλερ μπορεί να προκύψει από το νόμο της Παγκόσμιας έλξης που διατύπωσε ο Ισαάκ Νεύτων (Isaac Newton, 1642-1727).

Πώς κινείται ένας κομήτης;



Ο τρίτος νόμος του Κέπλερ

Δημοσιεύτηκε στο βιβλίο *Harmonice Mundi* (Αρμονία του Κόσμου, 1619) του Ιωάννη Κέπλερ (Johannes Kepler 1571-1630). Ονομάζεται και νόμος της αρμονίας.

Οι άλλοι δύο νόμοι, ο πρώτος και ο δεύτερος νόμος του Κέπλερ, είναι προγενέστεροι.

Αναφέρεται: Στη σύνδεση ανάμεσα στη διάρκεια κίνησης του πλανήτη, καθώς περιφέρεται γύρω από τον Ήλιο, και στο μέγεθος της τροχιάς.

Απαντά στο ερώτημα: Ποιοι πλανήτες κινούνται πιο γρήγορα ή πιο αργά ;

Διατυπώνεται με λόγια: Το τετράγωνο της χρονικής διάρκειας περιφοράς κάθε πλανήτη (T) είναι ανάλογο προς τον κύβο της μέσης απόστασης του πλανήτη από τον Ήλιο (A).

Όσο πιο μακριά βρίσκεται ένας πλανήτης από τον Ήλιο, τόσο πιο αργά κινείται, αλλά σύμφωνα με μια συγκεκριμένη μαθηματική σχέση $T^2 = A^3$.

Την εποχή του Κέπλερ γνωστοί ήταν έξι πλανήτες: **Ερμής, Αφροδίτη, Γη, Άρης, Δίας και Κρόνος**. Στον πίνακα δίνονται οι χρόνοι περιφοράς με μονάδα το γήινο έτος, και οι μέσες αποστάσεις τους από τον Ήλιο, με μονάδα μέτρησης την απόσταση Γης - Ήλιου.

Πλανήτης	(A) Μέση απόσταση πλανήτη από Ήλιο (με μονάδα την απόσταση Γης - Ήλιου)	(T) Χρόνος μιας περιφοράς (με μονάδα το έτος της Γης)
Ερμής	0.39	0.24
Αφροδίτη	0.72	0.61
Γη	1.00	1.00
Άρης	1.52	1.88
Δίας	5.20	11.86
Κρόνος	9.53	29.5

Θα χρειαστείτε κομπιουτεράκι για να δείξετε ότι ισχύει ο τρίτος νόμος του Κέπλερ για τους έξι πλανήτες. Όμως, ο νόμος είναι γενικός. Ισχύει και για τους τρεις πλανήτες, Ουρανό, Ποσειδώνα και Πλούτωνα (που ανακαλύφθηκαν αργότερα από τον Κέπλερ), όπως δείχνεται στο διάγραμμα.

5. GILBERT: “ΒΛΕΠΟΝΤΑΣ” ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΓΗΣ

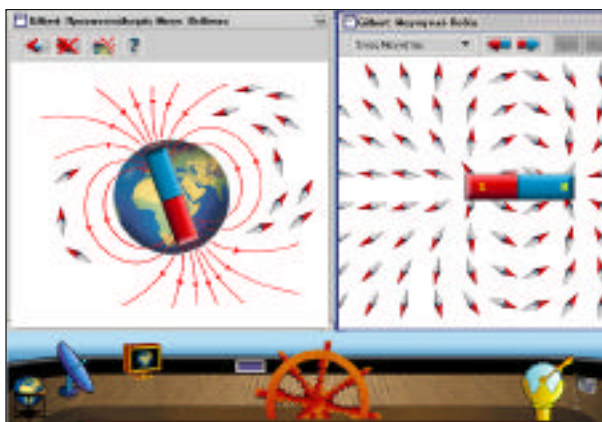
Μπορούμε να φανταστούμε τη Γη σαν ένα τεράστιο μαγνήτη; Είναι δυνατό να γίνουν ορατά τα μαγνητικά κύματα που εκπέμπονται από αυτή; Ποιες επιδράσεις ασκούνται πάνω και έξω από τη Γη λόγω της ύπαρξης του μαγνητικού πεδίου; Μπορούμε, με κάποιο τρόπο, να εκμεταλλευτούμε αυτή την ιδιότητα της Γης;

Απαντήσεις στα συγκεκριμένα ερωτήματα μπορούμε να δώσουμε αν χρησιμοποιήσουμε τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, αν κάνουμε υποθέσεις και κατόπιν επιχειρήσουμε να τις επαληθεύσουμε. Για το σκοπό αυτό, πολλές φορές είναι απαραίτητο να πειραματιστούμε με τη Γη - και επειδή κάτι τέτοιο μπορεί να είναι αδύνατο, χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε μια μικρογραφία της, ένα μοντέλο της. Αυτό τον τρόπο εξάλλου χρησιμοποίησε και ο Gilbert, μια υδρόγειο σφαίρα με άξονα ένα ραβδόμορφο μαγνήτη, και έτσι μπόρεσε να εξηγήσει την ιδιότητα που έχει η μαγνητική βελόνα να στρέφεται πάντα προς το βορρά.

Στην εποχή του Gilbert, οι προσπάθειες που γίνονταν για να εξηγηθούν φαινόμενα σχετικά με το μαγνητικό πεδίο της Γης, δηλαδή με την ιδιότητα της μαγνητικής βελόνας, στηρίζονταν πολλές φορές σε μεσαιωνικές προλήψεις και προκαταλήψεις. Πίστευαν, για παράδειγμα, ότι το σκόρδο επηρεάζει τη συμπεριφορά της μαγνητικής βελόνας. Για αυτό έπρεπε να το αποφεύγουν οι ναυτικοί, αφού, αν το έτρωγαν, η δράση του θα αποπροσανατόλιζε τη ναυτική πυξίδα και θα αποτύγχαναν να φτάσουν στον προορισμό τους. Ένα απλό πείραμα που έκανε ο Μπατίστα Ντελλαπόρτα απέδειξε ότι το σκόρδο και η δράση του δεν έχουν, φυσικά, σχέση με τη συμπεριφορά της μαγνητικής βελόνας. Ωστόσο οι προλήψεις δεν ξεριζώνονται εύκολα, για αυτό και ο επιστημονικός τρόπος σκέψης, η έρευνα και ο πειραματισμός συνάντησαν πολλά εμπόδια μέχρι να επικρατήσουν.

Στο μικρόκοσμο Gilbert μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα μοντέλο της Γης, στο οποίο προβάλλονται τα χαρακτηριστικά της ως μαγνήτη. Μπορούμε να “δούμε” το μαγνητικό πεδίο της, να πειραματιστούμε και να καταλάβουμε καλύτερα τις μαγνητικές δυνάμεις που κάθε στιγμή ασκούνται γύρω μας, παρ’ ό,τι δεν είναι δυνατό να τις νιώσουμε με τις αισθήσεις μας.

5.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο GILBERT



Η αρχική σελίδα του μικρόκοσμου GILBERT. Με τη βοήθεια των βελονών και των μαγνητών μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τις δραστηριότητες που ακολουθούν.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

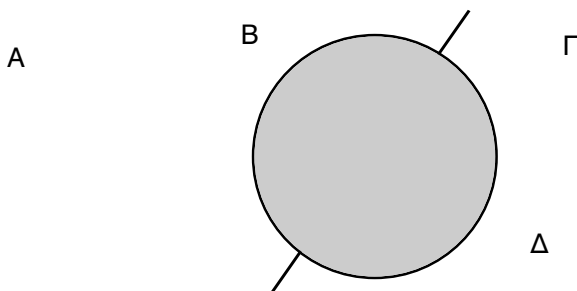
Τίτλος δραστηριότητας: Ο προσανατολισμός της μαγνητικής βελόνας

Η περιγραφή. Σύμφωνα με τον Gilbert, η Γη συμπεριφέρεται όπως ένας ραβδόμορφος μαγνήτης. Μια μαγνητική βελόνα τοποθετείται στις θέσεις Α, Β, Γ και Δ γύρω από τη Γη.

Α. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

α) Ποιος είναι ο προσανατολισμός της μαγνητικής βελόνας στις διάφορες θέσεις;



β) Σε ποια από τις παραπάνω θέσεις η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι

i) πιο ισχυρή;

ii) πιο ασθενής;

.....
.....

Β. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου Gilbert

α) Επιλέξτε μια μαγνητική βελόνα και τοποθετήστε την στη θέση Α.

Επιβεβαιώστε την ορθότητα της απάντησής σας.

Κάνετε το ίδιο για τις υπόλοιπες θέσεις.

β) Με κλικ και σύρσιμο προσπαθήστε να απομακρύνετε αργά-αργά μια μαγνητική βελόνα από τη Γη. Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας.

.....
.....
.....
.....
.....

Γ. Επνοήστε τις δικές σας δραστηριότητες

Σε συνεργασία με τους άλλους μαθητές της ομάδας σας και βασιζόμενοι σε όσα κάνατε μέχρι τώρα, επινοήστε μια δική σας δραστηριότητα (περιγραφή μιας κατάστασης - ερωτήματα - επιβεβαίωση).

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Δ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

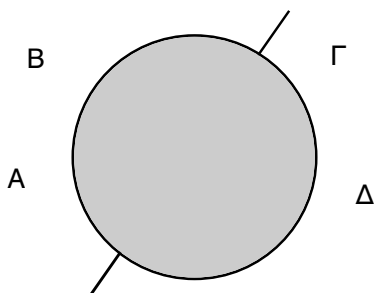
Τίτλος δραστηριότητας: Το φάσμα του γεωμαγνητικού πεδίου

Η περιγραφή. Φανταστείτε ότι έχετε τη δυνατότητα να τοποθετήσετε γύρω από τη Γη ένα μεγάλο αριθμό μαγνητικών βελονών.

A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

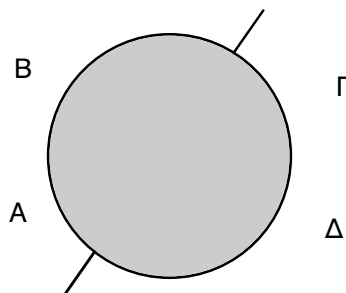
α) Ποια θα είναι η διάταξη αυτών των μαγνητικών βελονών;



β) Αν τοποθετήσετε μια μαγνητική βελόνα στον Ισημερινό, σε ποια θέση θα ηρεμήσει;

.....
.....

γ) Βασιζόμενοι στη διάταξη των μαγνητικών βελονών, φτιάξτε το μαγνητικό φάσμα γύρω από τη Γη.



δ) Διατυπώστε το συμπέρασμά σας για το φάσμα του γεωμαγνητικού πεδίου.

.....
.....
.....
.....

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου Gilbert

α) Ενεργοποιήστε ένα μεγάλο αριθμό μαγνητικών βελονών και τοποθετήστε τους γύρω από τη Γη. Επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεων που δώσατε παραπάνω.

β) Ενεργοποιήστε την περιοχή που εμφανίζει ένα ραβδόμορφο μαγνήτη και πολλές μαγνητικές βελόνες. Συγκρίνετε το μαγνητικό φάσμα με αυτό που δημιουργήσατε γύρω από τη Γη.

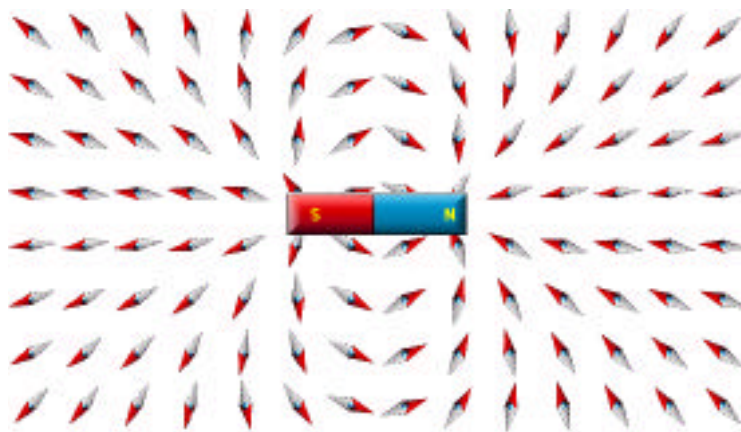
Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

Τίτλος δραστηριότητας: Το μαγνητικό φάσμα ενός ή δύο μαγνητών

Η περιγραφή. Διαθέτετε ένα ραβδόμορφο μαγνήτη και γύρω από αυτόν πολλές μαγνητικές βελόνες, οι οποίες βρίσκονται σε συγκεκριμένες θέσεις και μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα γύρω από κατακόρυφο άξονα.

A. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου Gilbert



Αν μετακινηθεί ο μαγνήτης σε μια απόσταση προς τα δεξιά ποια θα είναι η νέα διάταξη των μαγνητικών βελονών;

Σε ποια περίπτωση το μαγνητικό πεδίο, σε κάποια περιοχή, είναι κατά προσέγγιση ομογενές;

.....

.....

.....

Η περιγραφή. Διαθέτετε δύο ραβδόμορφους μαγνήτες και γύρω από αυτούς πολλές μαγνητικές βελόνες οι οποίες βρίσκονται σε συγκεκριμένες θέσεις και μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα γύρω από κατακόρυφο άξονα.



Να διακρίνετε δύο διαφορετικές διατάξεις και να σχεδιάσετε το μαγνητικό φάσμα.

Επιβεβαιώστε την ορθότητα της απάντησής σας.

Σε ποια περιοχή έχουμε ομογενές μαγνητικό πεδίο;

.....

.....

.....

.....

Αν απομακρυνθούν οι μαγνήτες τι δεν θα αλλάξει;

.....

.....

B. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

5.2 Συνοδευτικό υλικό για το μαγνητισμό

Παλιές αντιλήψεις για το μαγνητισμό

Στο 16ο αιώνα, πέρα από τις καινούριες ιδέες που προωθούσε η Αναγέννηση, ήταν ακόμη πολύ διαδεδομένες μεγάλες προκαταλήψεις - κληρονομιά του Μεσαίωνα. Την εποχή εκείνη γνώριζαν την ιδιαίτερη δύναμη που είχε μια συγκεκριμένη πέτρα που ονομαζόταν **μαγνητίτης**.



Αυτή η πέτρα τραβούσε μικρά κομμάτια σιδήρου. Είχαν παρατηρήσει ότι αν κρεμούσαν από ένα νήμα ένα μακρόστενο κομμάτι μαγνητίτη, αυτό έπαιρνε τη **διεύθυνση Βορράς - Νότος**, και είχαν επίσης καταφέρει να κατασκευάσουν πυξίδες που χρησιμοποιούσαν οι ναυτικοί για να βρίσκουν την πορεία τους.

Μια από τις πολύ διαδεδομένες ιδέες της εποχής ήταν ότι η παρουσία του σκόρδου στερούσε από τους μαγνήτες την παράξενη δύναμή τους. Διηγούνταν μάλιστα ότι οι ναυτικοί δεν έτρωγαν ούτε σκόρδο ούτε κρεμμύδι, από φόβο μήπως αποπροσανατολίσουν την πυξίδα.

Για να διαπιστώσει κατά πόσο όλα αυτά ήταν αλήθεια, ο Μπατίστα Ντελλαπόρτα πήγε και βρήκε τους ναυτικούς στο λιμάνι. Ας ακούσουμε τον ίδιο: “Όταν ρώτησα τους ναυτικούς αν ήταν σωστό πως δεν έτρωγαν σκόρδο γι’ αυτό το λόγο, μου απάντησαν ότι αυτά ήταν γελοία παραμύθια και ότι προτιμούσαν να πεθάνουν παρά να στερηθούν το σκόρδο και το κρεμμύδι”.

Αλλά ο Ντελλαπόρτα κάνει κάτι παραπάνω από το να συγκεντρώνει μαρτυρίες. Για να αποδείξει ότι αυτή η ιδέα είναι λανθασμένη, κάνει ο ίδιος ένα **πείραμα**: τρίβει μια μαγνητισμένη βελόνα με σκόρδο και διαπιστώνει ότι αυτό δεν αλλάζει καθόλου τη μαγνητική της δύναμη.

Η προσφυγή στο πείραμα, για να αποδειχτεί κατά πόσο οι ιδέες είναι σωστές ή λανθασμένες, έχει πολύ μεγάλη σημασία και χαρακτηρίζει την πρακτική του σύγχρονου επιστήμονα. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι ο Ντελλαπόρτα βοήθησε να προχωρήσουν οι σύγχρονες ιδέες και μέθοδοι, που ήταν καινούριες για την εποχή του.

Αλλά υπήρξε ο ίδιος νεωτεριστής σε όλα τα πράγματα;

Στην ερώτηση: “Γιατί ένας μαγνητίτης τραβάει ένα μικρό κομμάτι σιδήρου;” ο Ντελλαπόρτα απαντάει:

“Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει μια τέτοια συμπάθεια ανάμεσά τους, ώστε όταν πλησιάσουμε το μαγνήτη στο μικρό κομμάτι σιδήρου αυτό αρχίζει να κινείται και τρέχει να τον συναντήσει για να το αγκαλιάσει σφιχτά”.

Όπως πολλοί από τους συγχρόνους του, ο Ντελλαπόρτα πιστεύει ότι ο μαγνήτης παίζει κάποιο ρόλο στην αγάπη, έχει, για παράδειγμα, τη δύναμη να συμφιλιώνει τον άντρα με τη γυναίκα του. Όλοι οι σοφοί, μεταξύ των οποίων και ο Gilbert, χαρακτηρίζουν τα λόγια του Ντελλαπόρτα “φλυαρίες γριάς μάγισσας”.

(Απόσπασμα από το βιβλίο του Umberto Eco “Το όνομα του ρόδου”)

“Εψαχνα έναν τρόπο για να προσανατολιστούμε στο λαβύρινθο. Δεν είναι εύκολο να γίνει, μα θα ήταν αποτελεσματικό... Εξάλλου η έξοδος είναι στον ανατολικό πύργο, κι αυτό το ξέρουμε. Υποθέστε τώρα, ότι έχουμε μια μηχανή που μας λέει πού βρίσκεται ο Βορράς. Τι θα συνέβαινε;”

“Φυσικά, θα αρκούσε να στρίψουμε προς τα δεξιά και θα κατευθυνόμασταν προς την Ανατολή. Ή θα αρκούσε να προχωρήσουμε αντίθετα και θα ξέραμε ότι πηγαίνουμε προς το νότιο πύργο. Ακόμη όμως και αν παραδεχτούμε ότι υπάρχει μια τέτοια μαγεία, ο λαβύρινθος, μόλις θα προχωρούσαμε προς Ανατολάς θα συναντούσαμε έναν τοίχο που θα μας εμποδίζει να προχωρήσουμε ίσια, και θα χάναμε πάλι το δρόμο μας...” θα παρατηρούσα.



“Ναι αλλά η μηχανή που σου λέω θα έδειχνε πάντα την κατεύθυνση του Βορρά, ακόμα κι όταν αλλάζαμε πορεία και σε κάθε σημείο θα μας έλεγε από πού να στρίψουμε”.

“Θα ήταν θαύμα. Θα έπρεπε όμως να έχουμε μια τέτοια μηχανή και αυτή να μπορεί ν’ αναγνωρίζει το Βορρά τη νύχτα και μέσα σε κλειστό χώρο, χωρίς να βλέπει ούτε τον Ήλιο ούτε τ’ αστέρια... Και νομίζω ότι ούτε ο Βάκων σας θα είχε μια τέτοια μηχανή” γέλασα.

“Κι όμως, κάνεις λάθος”, είπε ο Γουλιέλμος, “γιατί μια παρόμοια μηχανή κατασκευάστηκε και τη χρησιμοποίησαν μερικοί ναυσιπλόοι. Δεν χρειάζεται τ’ αστέρια ή τον Ήλιο, γιατί αντλεί τη δύναμή της από μια θαυμαστή πέτρα, σαν αυτή που είδαμε στο θεραπευτήριο του Σεβερίνου, αυτή που **τραβά το σίδερο**. Τη μελέτησαν ο Βάκων και ένας Πικαρδός μάγος, ο **Πέτρος της Μαρικούρ**, που περιέγραψε τις πολλαπλές της χρήσεις”.

“Τι θαυμαστό πράγμα!” αναφώνησα. “Γιατί όμως η βελόνα δείχνει προς το Βορρά; Η πέτρα τραβάει το σίδερο, το είδα, και πιστεύω ότι μια τεράστια ποσότητα σιδήρου θα τραβάει την πέτρα. Άρα... άρα εκεί που είναι ο **πολικός αστέρας** στα απώτατα όρια της σφαίρας, υπάρχουν μεγάλα μεταλλεία σιδήρου!”

“Πάμε λοιπόν να πάρουμε την πέτρα του Σεβερίνου, ένα δοχείο και νερό, και έναν φελλό...”, είπα ενθουσιασμένος.

“Ήρεμα, ήρεμα” είπε ο Γουλιέλμος. “Δεν ξέρω γιατί, αλλά δεν έχω δει ποτέ μηχανή, όσο τέλεια κι αν την περιγράφουν οι φιλόσοφοι, να είναι τέλεια η μηχανική της λειτουργία. Ενώ το κλαδευτήρι του χωρικού, που κανείς φιλόσοφος δεν περιέγραψε, λειτουργεί όπως πρέπει... Φοβάμαι ότι αν τριγυρνάμε στο λαβύρινθο κρατώντας στο ένα χέρι το λυχνάρι και στο άλλο ένα δοχείο γεμάτο νερό... Περίμενε, μου ήρθε μια άλλη ιδέα. Η μηχανή θα έδειχνε το Βορρά ακόμα κι αν ήμασταν έξω από το λαβύρινθο έτσι;”

“Ναι, μα τότε δεν θα μας χρησίμευε γιατί θα είχαμε τον Ήλιο και τ’ αστέρια...”, είπα.

“Το ξέρω, το ξέρω. Αφού όμως η μηχανή δουλεύει και μέσα και έξω, γιατί να μην κάνεις το ίδιο και το κεφάλι μας;”

“Το κεφάλι μας; Και βέβαια δουλεύει και απέξω, και μάλιστα απέξω ξέρουμε κάλλιστα τον προσανατολισμό του Οικοδομήματος! Μα όταν είμαστε μέσα δεν καταλαβαίνουμε τίποτα!”

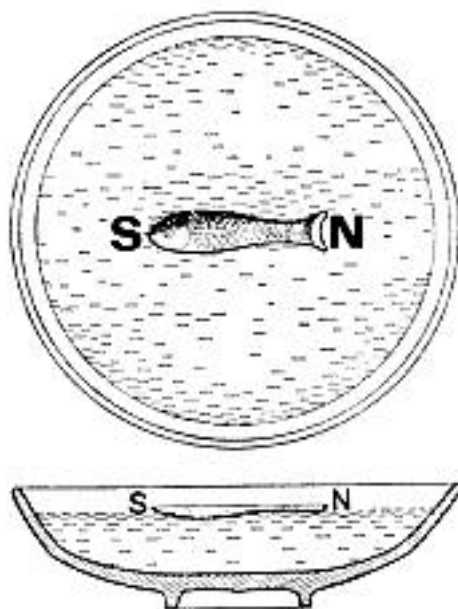
“Ακριβώς. Ξέχασέ την όμως τη μηχανή. Οι σκέψεις για τη μηχανή με οδήγησαν να αναλογιστώ τους νόμους της φύσης και του σκέπτεσθαι. Το ζήτημα είναι: πρέπει να βρούμε απέξω τον τρόπο να περιγράψουμε το πώς είναι το Οικοδόμημα από μέσα..”.

“Πώς;”.

“Άσε με να σκεφτώ, δεν πρέπει να είναι τόσο δύσκολο...”

“Και η μέθοδος που λέγατε εχθές; Δεν θέλατε να διασχίσετε τον λαβύρινθο κάνοντας σημάδια με κάρβουνο;”.

“Όχι”, είπε “όσο το σκέπτομαι, τόσο λιγότερο με πείθει. Ίσως δεν καταφέρνω να θυμηθώ καλά τον κανόνα, ή ίσως για να περιπλανηθείς σε ένα λαβύρινθο χρειάζεσαι μια καλή Αριάδνη που θα σε περιμένει στην πόρτα κρατώντας την άκρη του μίτου. Δεν υπάρχουν όμως νήματα τόσο μακριά. Κι αν υπήρχαν ακόμα, θα σήμαινε (οι μύθοι λένε συχνά την αλήθεια) ότι δεν μπορείς να βγεις από ένα λαβύρινθο χωρίς εξωτερική βοήθεια. Επομένως, οι νόμοι του έξω είναι όμοιοι με τους νόμους του έσω. Όπως λέει ο Αβερρόης, μόνο οι μαθηματικές επιστήμες ταυτίζουν τα καθ’ ημάς πράγματα με αυτά που είναι γνωστά κατ’ απόλυτον τρόπο”.



A. Εισαγωγή

Από τα σχολικά θρανία, μελετώντας τη φυσική, βρισκόμαστε μπροστά σε ένα γοητευτικό κόσμο μοντέλων, ίσως χωρίς να το υποψιαζόμαστε. Ποιος δεν ένωσε ικανοποίηση ακούγοντας το δάσκαλό του να λέει πως το πιο μικρό κομματάκι της ύλης, το άτομο, μοιάζει με το πλανητικό μας σύστημα; Πόση έκπληξη δεν αισθανθήκαμε, μαθαίνοντας ότι υπάρχουν πολλά ατομικά μοντέλα (Δημόκριτου, Dalton, Bohr) ή ακούγοντας για το μοντέλο του διαστελλόμενου σύμπαντος;

Καθώς διαβαίνουμε τα μονοπάτια της φυσικής, συναντάμε μερικά πολύπλοκα μοντέλα, το καθένα με ιδιαίτερη σημασία και χρήση. Έτσι μιλάμε για το μοντέλο (πρότυπο) μηχανισμού της θερμικής αγωγιμότητας των μετάλλων, το μοντέλο της κινητικής θεωρίας των αερίων, το απλουστευμένο μοντέλο του κρυσταλλικού στερεού, τα μοντέλα του πυρήνα κ.ά.

Τι σημαίνει όμως ο όρος μοντέλο και ποιος ο ρόλος του στην Επιστήμη; Ποια η ανάγκη εισαγωγής του στην ανάπτυξη των φυσικών θεωριών; Ποιους όρους πρέπει να συγκεντρώνει ένα μοντέλο ώστε να εκπληρώνει το διδακτικό και παιδαγωγικό του ρόλο;

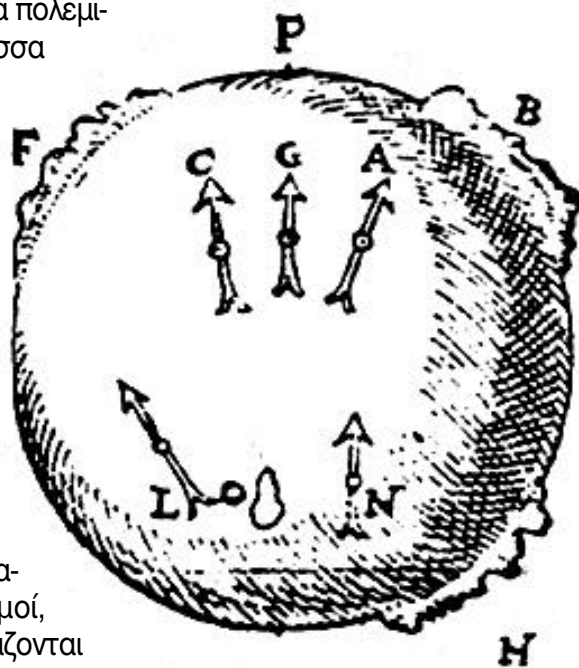
Η έννοια μοντέλο ή πρότυπο είναι τόσο παλιά όσο και η ίδια ή φιλοσοφική σκέψη. Τη συναντάμε από την αρχαία φιλοσοφία (από τους Προσωκρατικούς ως τους Στωικούς), μέχρι και τη σύγχρονη σκέψη.

Για την έρευνα των φυσικών φαινομένων του περιβάλλοντος κόσμου, η επιστήμη δημιουργεί μοντέλα. Αυτό επιβάλλεται όχι μόνο από την επιστημονική αναγκαιότητα αλλά και από την έμφυτη παρόρμηση του ανθρώπου για μίμηση, με την αίσθηση της αναλογίας. Στην κοινωνική συμπεριφορά τούτο εκφράζεται με διάφορες μορφές τέχνης όπως είναι το θέατρο, η ζωγραφική ή η γλυπτική.

Παρακάτω παραθέτουμε διάφορα μοντέλα, για να γίνει κατανοητό το “μοντέλο” στην πιο γενική του έννοια, και στη συνέχεια δίνουμε μερικές εφαρμογές των μοντέλων.

B. Μερικά γενικά μοντέλα

1. Το 1870 το βρετανικό ναυτικό ναυπήγησε ένα πολεμικό πλοίο, το “Captain”. Στην ανοιχτή θάλασσα το πλοίο με τους 523 άντρες πλήρωμα, βυθίστηκε αψάνδρο. Κανένας δεν το περίμενε αυτό, εκτός από τον ναυτικό W. Read, ο οποίος προηγουμένως είχε κάνει πειράματα με ένα μοντέλο του πλοίου και είχε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι θα βυθιζόταν. Οι λόρδοι του ναυτικού στάθηκαν δύσπιστοι στον επιστήμονα που “έπαιξε με ένα παιχνίδι” -το μοντέλο του Captain- μικροσκοπικό αντίγραφο του πραγματικού. Δεν πέρασαν πολλά χρόνια και το μοντέλο στάθηκε αναμφίβολα το βοήθημα των μηχανικών και των επιστημόνων. Αεροπλάνα, μηχανήματα, παγοθραυστικά, υδροηλεκτρικοί σταθμοί, πύραυλοι, τορπίλες, φράγματα, κατασκευάζονται



με την βοήθεια των φυσικών μοντέλων. Αυτά μιμούνται σε μικροσκοπική κλίμακα τις πραγματικές κατασκευές, τα όργανα μετρήσεων, τις μηχανές κ.ά.

2. Τι κάνει ένα παιδί που παίζει με μια κούκλα ή ένα ηλεκτρικό τραινάκι; Καταβάλλει μια διανοητική προσπάθεια για να καταλάβει τον κόσμο, την υλική πραγματικότητα, όχι όμως μέσα από μίαν άμεση παρατήρηση του κόσμου, αλλά με την βοήθεια ενός μοντέλου της πραγματικότητας, π.χ. την κούκλα που είναι το μοντέλο του ανθρώπου, το μικρό τρένο-παιχνίδι που είναι το μοντέλο ενός τρένου. Μεγαλώνοντας, το παιδί συλλαμβάνει κατά τρόπο παραστατικό τη Γη, βλέποντας την υδρόγειο σφαίρα. Έτσι η υδρόγειος σφαίρα είναι ένα μοντέλο που διευκολύνει το παιδί να αποκτήσει μια σχηματική αλλά ολοκληρωμένη εικόνα της Γης, που θα δυσκολευόταν με διαφορετικό τρόπο να συλλάβει.
3. Οι φυσικοί φιλόσοφοι της αρχαιότητας μας έδωσαν γοητευτικά μοντέλα του κόσμου. Καθένα από αυτά στηρίζεται πάνω στη σύλληψη ενός βασικού στοιχείου, του οποίου οι μετασχηματισμοί εξηγούν τα φαινόμενα του εξωτερικού κόσμου. Έτσι, βασικό στοιχείο για τον Θαλή είναι το νερό, για τον Αναξίμανδη ο αέρας, για τον Ηράκλειτο η φωτιά. Εδώ, το ερμηνευτικό μοντέλο του κόσμου είναι το ίδιο. Είτε έχουμε να κάνουμε με το νερό, τη φωτιά ή τον αέρα, ο μηχανισμός της ερμηνείας μας ακολουθεί τον ίδιο δρόμο: “ανασυνθέτει τον κόσμο παίρνοντας ως βάση μια πρωταρχική ύλη”.
4. Ο καθένας μας γνωρίζει το μεγάλο έργο “Στοιχεία” του Ευκλείδη. Σε αυτό μιλάει για γεωμετρικά σημεία, επιφάνειες, κύβους και σφαίρες. Μήπως κανείς έχει δει ποτέ στη ζωή του ένα αντικείμενο πραγματικό, υλικό, που να είναι σφαίρα με την έννοια της γεωμετρίας; Ίσως κάποιος νομίζει ότι ένας κρύσταλλος από αλάτι είναι κύβος. Δεν έχει παρά να τον κοιτάξει με φακό και θα δει ότι κάνει λάθος. Ο κύβος του αλατιού δεν είναι καθόλου κύβος! Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, η αλήθεια είναι η απόλυτη συμφωνία ανάμεσα στην εκφωνούμενη πρόταση και τα πραγματικά γεγονότα. Τότε η Ευκλείδεια γεωμετρία δεν είναι “αληθινή” με την έννοια του Αριστοτέλη. Και όμως, παρ’ όλα αυτά, είναι πολύτιμο όργανο που χωρίς αυτήν κανένας βιοτέχνης, κανένας τεχνίτης, κανένας αστρονόμος δεν μπορεί να δουλέψει. Δεχόμαστε λοιπόν ότι: “Η Ευκλείδεια γεωμετρία είναι ένα μοντέλο της πραγματικότητας. Δεν είναι απλά μια περιγραφή της πραγματικότητας, αλλά ένα μοντέλο πρώτης τάξεως”.

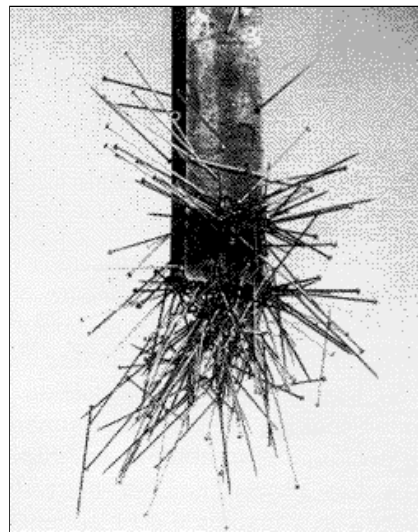
1. Οι μαγνήτες έχουν ποικίλες μορφές

Ο φυσικός μαγνήτης είναι ένα ορυκτό του σιδήρου (μαγνητίτης, Fe_3O_4). Υπάρχει σε αφθονία στη φύση, κυρίως στη Σουηδία και τη Νορβηγία.

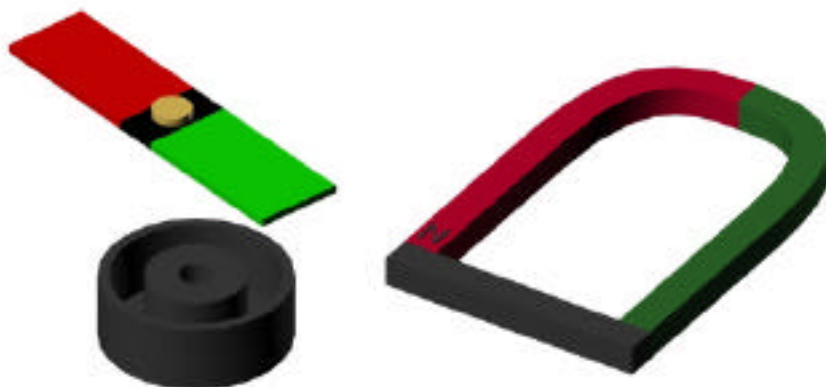
Ο φυσικός μαγνήτης χαρακτηρίζεται από την ιδιότητά του να έλκει το σίδηρο και άλλα μέταλλα, όπως κοβάλτιο και νικέλιο. Η μελέτη των ιδιοτήτων του μπορεί να γίνει στο εργαστήριο με τη βοήθεια τεχνητών μαγνητών ποικίλων μορφών (ραβδόμορφος, πεταλοειδής, βελόνα).

Υπάρχουν μαγνήτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε διάφορες συσκευές (δυναμό ποδηλάτου, μεγάφωνο, γαλβανόμετρο).

Κάθε μαγνήτης έχει οπωσδήποτε δύο πόλους ή έναν άρτιο αριθμό πόλων.



Ο φυσικός μαγνήτης



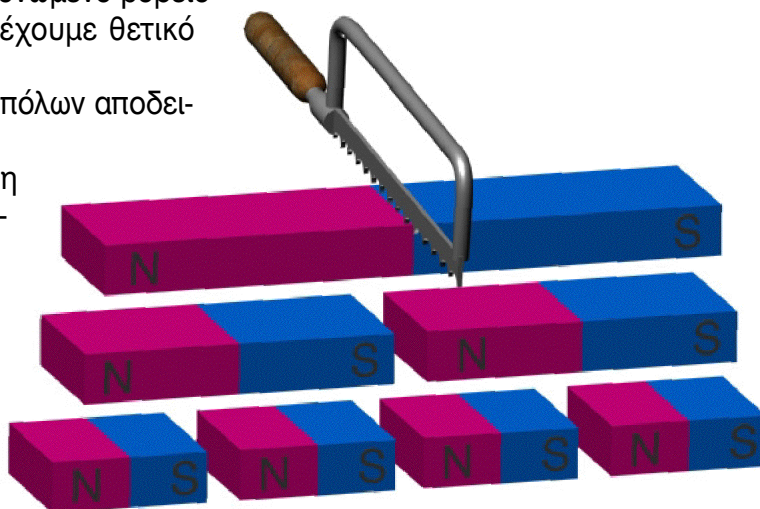
2. Οι μαγνήτες έχουν δύο πόλους

Κάθε ραβδόμορφος μαγνήτης έχει δύο πόλους.

- Τι θα συμβεί αν επιχειρήσουμε να διαχωρίσουμε τους πόλους ενός ραβδόμορφου μαγνήτη;
- Γιατί να μην έχουμε έναν απομονωμένο βόρειο ή νότιο πόλο, όπως ακριβώς έχουμε θετικό και αρνητικό φορτίο;

Κάθε προσπάθεια διαχωρισμού των πόλων αποδεικνύεται μάταιη.

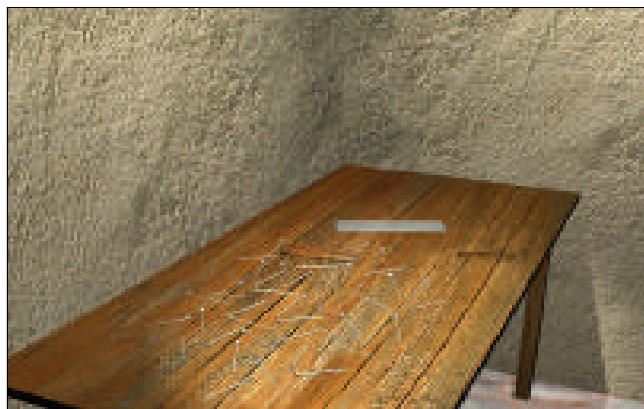
Δοκιμάστε κόβοντας ένα μαγνήτη (όπως αυτός της πόρτας του ψυγείου) σε μικρότερους. Εύκολα μπορείτε να διαπιστώσετε ότι ένας νέος βόρειος και νότιος πόλος δημιουργείται στο σημείο θραύσης. Τώρα έχουμε δύο νέους μαγνήτες αντί του αρχικού. Το ίδιο γίνεται αν συνεχίσετε να κόβετε στα δύο κάθε νέο μαγνήτη.





3. Οι μαγνήτες έλκουν αντικείμενα

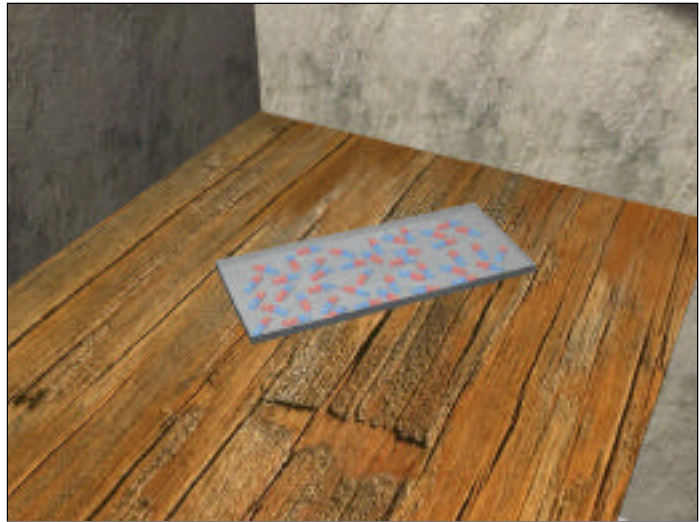
Το γεγονός. Πλησιάζουμε ένα κομμάτι σιδήρου σε μικρά καρφάκια. Τα τελευταία μένουν “ασυγκίνητα”.



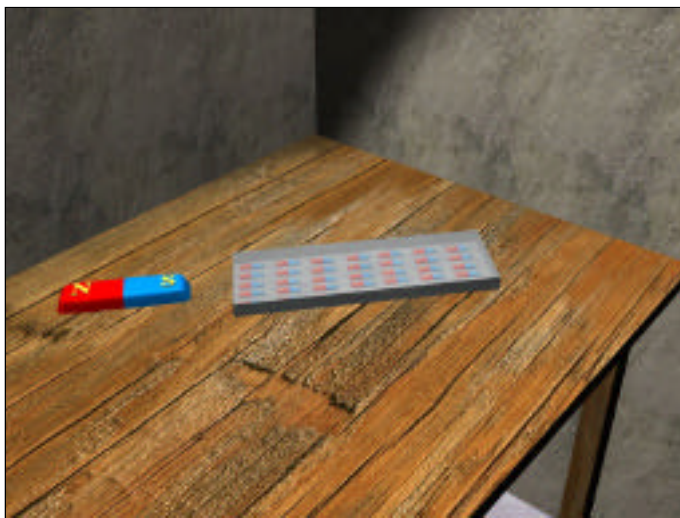
Αν πλησιάσουμε, χωρίς να αγγίξουμε, ένα μαγνήτη, τότε ο σίδηρος έλκει τα μικρά καρφάκια.

Πώς εξηγείται το φαινόμενο;

Ένα μοντέλο που μας επιτρέπει να προβλέπουμε: Θεωρούμε ότι ένα κομμάτι σιδήρου ή χάλυβα αποτελείται από έναν πολύ μεγάλο αριθμό μικρών μαγνητών με τυχαίο προσανατολισμό των πόλων τους.



Κομμάτι σιδήρου



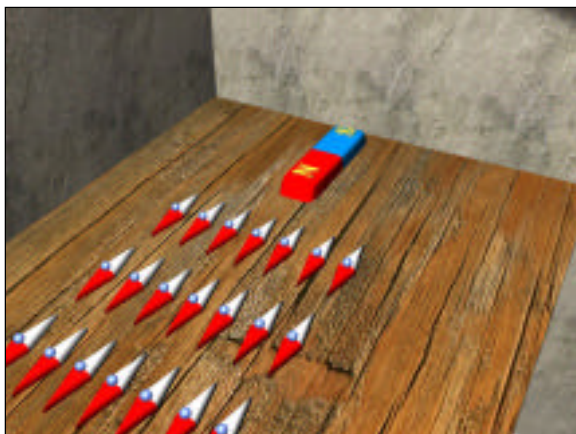
Κομμάτι σιδήρου μαγνητισμένο

Αν πλησιάσουμε στο σίδηρο ένα μαγνήτη, τότε, το κομμάτι του σιδήρου γίνεται μαγνήτης, επειδή οι μικροσκοπικοί μαγνήτες προσανατολίζονται.

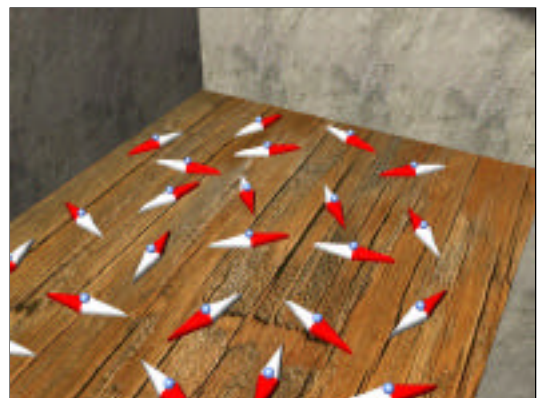
Η μαγνήτιση του σιδήρου έγινε χωρίς επαφή (μαγνήτιση με επαγωγή).

Ένα απλό πείραμα:

Τοποθετούμε στο τραπέζι ένα μεγάλο αριθμό μικρών πυξίδων. Διαπιστώνουμε ότι οι βελόνες έχουν τυχαίο προσανατολισμό.



Βελόνες μαγνητικές προσανατολισμένες



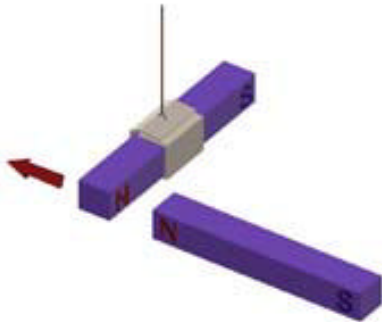
Βελόνες μαγνητικές απροσανατόλιστες

Πλησιάζουμε το βόρειο πόλο ενός μαγνήτη. Οι βελόνες προσανατολίζονται όπως στο σχήμα:

4. Οι μαγνήτες έλκονται και απωθούνται

Είναι εύκολο να επαληθεύσουμε πειραματικά στο εργαστήριο τη γνωστή ιδιότητα των μαγνητών “οι ομώνυμοι πόλοι απωθούνται και οι ετερόνυμοι έλκονται”, που εκφράζει μια όψη του φαινομένου μαγνητική αλληλεπίδραση. Με δύο πειραματικές διατάξεις μπορούμε να επαληθεύσουμε αυτή τη μαγνητική αλληλεπίδραση των μαγνητών.

Πρώτη πειραματική διάταξη



Αυτό που κάνουμε

Διαθέτουμε δύο μαγνήτες.

Κρεμάμε τον ένα με λεπτό νήμα. Κρατώντας τον άλλο με το χέρι πλησιάζουμε το ένα άκρο του σε καθένα από τα άκρα του κρεμασμένου.

Επαναλαμβάνουμε το ίδιο με το άλλο άκρο.

Αυτό που διαπιστώνουμε

Ο μαγνήτης προσανατολίζεται. Αν ο πόλος του ενός μαγνήτη είναι βόρειος (N) και ο άλλος νότιος (S), τότε διαπιστώνεται έλξη. Οι ετερόνυμοι πόλοι έλκονται. Αν οι δύο πόλοι είναι ομώνυμοι, τότε οι μαγνήτες απωθούνται.

Δεύτερη πειραματική διάταξη

Αυτό που κάνουμε

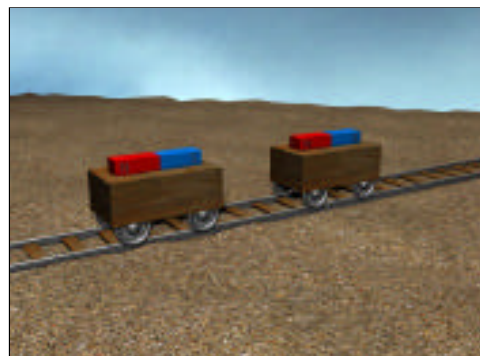
Σε κάθε βαγονάκι τοποθετούμε έναν ραβδόμορφο μαγνήτη. Τα βαγονάκια είναι ακίνητα πάνω στις ράγες. Σπρώχνουμε ελαφρά το ένα προς τη μεριά του άλλου.

Αλλάζουμε την κατεύθυνση των πόλων και επαναλαμβάνουμε το ίδιο.

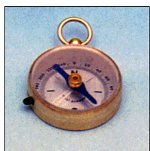
Αυτό

που διαπιστώνουμε

Το αρχικά ακίνητο πλησιάζει ή απομακρύνεται ανάλογα με το αν οι πόλοι των δύο μαγνητών είναι ετερόνυμοι ή ομώνυμοι.

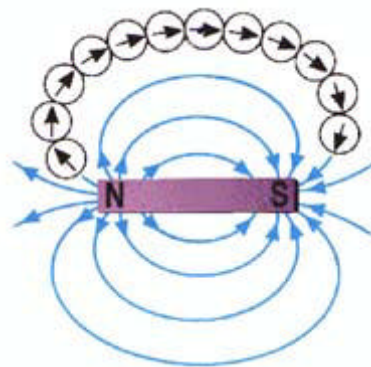


5. Οι μαγνήτες προσανατολίζονται



Οι δύο πόλοι, ο βόρειος και ο νότιος, παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στον προσανατολισμό της μαγνητικής βελόνας.

Ας φανταστούμε ένα μαγνήτη με τη μορφή μαγνητικής βελόνας. Όταν αυτή βρεθεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο, τότε, σε κάθε πόλο της ασκείται μια δύναμη. Οι δύο αυτές δυνάμεις τείνουν να προσανατολίσουν τη βελόνα έτσι ώστε η κατεύθυνσή της από το νότιο πόλο προς το βόρειο να συμπίπτει με την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου. Η προσανατολισμένη βελόνα “αποτυπώνει” σε αυτήν την περιοχή την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου.



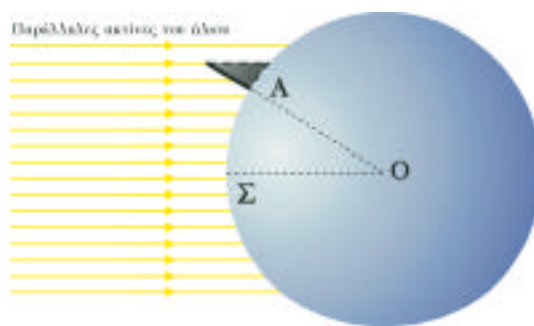
6. ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ: Η ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

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 από 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 Συήνη (σημερινό Ασουάν που βρίσκεται περίπου 800 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 σκιές. 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 Συήνης 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 εμείς 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;



6.1 Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο του Ερατοσθένη

Σήμερα, μπορούμε να κάνουμε και εμείς πειράματα όπως αυτό του Ερατοσθένη, με τη βοήθεια του υπολογιστή μας αλλά και τη συνεργασία άλλων μαθητών, που ασχολούνται με το ίδιο πρόβλημα, σε άλλες περιοχές της Ελλάδας, οποιαδήποτε μέρα του έτους. Ο μικρόκοσμος ΕΡΑΤΟ ΣΘΕΝΗΣ μας δίνει 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!!!

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Τίτλος δραστηριότητας: Πώς ο Ερατοσθένης μέτρησε το μέγεθος της Γης;

A. Μεταβείτε στον κόμβο της ΓΑΙΑ: Μελετήστε προσεκτικά το κείμενο “Η μέτρηση του μεγέθους της Γης: Η μέθοδος του Ερατοσθένη του Κυρηναίου”, ώστε να απαντήσετε στα ερωτήματα που ακολουθούν.

B. Στο φύλλο εργασίας

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;

.....
.....
.....

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

.....
.....
.....

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

.....
.....
.....

Γ. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

Για να πειραματιστείτε με τη μέθοδο του Ερατοσθένη επιλέξτε έναν τόπο. Μετακινήστε τη ράβδο πάνω στην επιφάνεια της Γης και παρατηρήστε τη σκιά της στη διπλανή περιοχή. Τι διαπιστώνετε για το μήκος της σκιάς;

.....
.....
.....

Με τη ράβδο σε ορισμένο τόπο, μεγαλώσετε το μήκος της. Τι διαπιστώνετε:

ι) για το μήκος της σκιάς και

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

.....
.....

Δ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις διαπιστώσεις σας.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Τίτλος δραστηριότητας: Πώς με τη συνεργασία μαθητών άλλων σχολείων μπορείτε να μετρήσετε το μέγεθος της Γης;

A. Μεταβείτε στον κόμβο της ΓΑΙΑ: Μελετήστε προσεκτικά το κείμενο “Η μέτρηση του μεγέθους της Γης: με συνεργασία των μαθητών δύο σχολείων” ώστε να απαντήσετε στα ερωτήματα που ακολουθούν.

B. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα

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

.....
.....
.....

β) Ποιες είναι οι παραδοχές που κάνουμε για τις ακτίνες του Ηλίου;

.....
.....
.....

γ) Αν φ_1 και φ_2 είναι οι γωνίες που σχηματίζουν οι κατακόρυφες με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ηλίου, πόση είναι η επίκεντρος γωνία που βαίνει στο τόξο των δύο τόπων;

.....
.....
.....

δ) Αν η απόσταση δύο σχολείων είναι s και η επίκεντρος γωνία είναι φ , πώς μπορούμε να υπολογίσουμε την ακτίνα της Γης;

.....
.....
.....

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

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;

.....
.....
.....

Πειραματιστείτε με διαφορετικούς τόπους και σημειώστε τις τιμές των δύο γωνιών.

Δ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις διαπιστώσεις σας.

Στη συνέχεια σχεδιάστε ένα πλάνο δουλειάς, ώστε να μετρήσετε την ακτίνα της Γης σε συνεργασία με άλλους μαθητές.

6.2 Η μέτρηση του μεγέθους της Γης: η μέθοδος του Ερατοσθένη του Κυρηναίου (230 π.Χ.)

Την εποχή κατά την οποία ο Ισπανός θαλασσοπόρος **Χριστόφορος Κολόμβος** (1451-1506) επιχείρησε τον περίπλου της Γης, οι χάρτες απεικόνιζαν τη Γη σαν να ήταν επίπεδη.

Το 1492, ο Κολόμβος, στηριζόμενος τόσο στην πεποίθησή του ότι η Γη είναι στρογγυλή όσο και στις εκτιμήσεις των Γεωγράφων της εποχής του για το μέγεθος της Γης, πίστεψε ότι έφτασε στην Ιαπωνία όταν αντίκρισε τις ακτές του Νέου Κόσμου.



Τριάντα χρόνια μετά, ένας άλλος θαλασσοπόρος, ο Μαγγελάνος, κατόρθωσε να πραγματοποιήσει τον περίπλου της Γης. Η υπόθεση ότι η Γη είναι στρογγυλή, για πρώτη φορά επιβεβαιώθηκε και στην πράξη. Από τότε ξεκίνησε μια εκστρατεία για την εξερεύνηση του άγνωστου μέχρι τότε πλανήτη Γη.

Σήμερα, οι φωτογραφίες της Γης από δορυφόρους την απεικονίζουν σαν μια μεγάλη σφαίρα. Μετρήσεις εκπληκτικής ακρίβειας που βασίζονται σε φωτογραφίες δορυφόρων επιβεβαιώνουν την υπόθεση ότι η Γη είναι εξογκωμένη στον Ισημερινό.

Πώς, όμως, οι άνθρωποι κατόρθωσαν να εκτιμήσουν το μέγεθος της Γης, από τη στιγμή που είναι αδύνατη η άμεση μέτρηση;

Τι χρειαζόταν να γνωρίζουν και να μετρήσουν άμεσα ώστε να υπολογίσουν την ακτίνα της Γης;

Ο Αριστοτέλης για πρώτη φορά υπολόγισε την περιφέρεια της Γης σε 400.000 στάδια, χωρίς όμως να παρουσιάζει τα τεκμήριά του. Ο πρώτος άνθρωπος που συνέλαβε την ιδέα της μέτρησης και την πραγματοποίησε με επιτυχία ήταν ο Έλληνας αστρονόμος, μαθηματικός και γεωγράφος Ερατοσθένης ο Κυρηναίος (περίπου 275-197 π.Χ.). Έχει ενδιαφέρον να παρακολουθήσουμε αναλυτικά το ιστορικό της μεθόδου που ακολούθησε ο Ερατοσθένης.

Ο γεωγραφικός χώρος:

Δύο πόλεις της Αιγύπτου, γύρω στο 230 π.Χ. Η Αλεξάνδρεια στις εκβολές του Νείλου και η Συήνη (το σημερινό Ασουάν).

Ο Ερατοσθένης εργαζόταν στη Βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας.

Τα γεγονότα:

Σε έναν πάπυρο ο Ερατοσθένης διάβασε κάτι που τράβηξε την προσοχή του. Στη Συήνη, το μεσημέρι της μέρας του θερινού ηλιοστασίου (21 Ιουνίου, την πιο μεγάλη μέρα του έτους), το ηλιακό φως έπεφτε στο νερό του πηγαδιού, χωρίς να σχηματίζει καμιά σκιά.

Η ανάγνωση των γεγονότων:

Υποθέτουμε ότι η Γη είναι σφαιρική. Ο Ήλιος βρίσκεται πολύ μακριά από τη Γη ώστε οι ακτίνες του φτάνουν σε αυτήν σχεδόν παράλληλες. Επομένως, 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:

Εφόσον η Αλεξάνδρεια βρίσκεται βορειότερα της Συήνης και μάλιστα βρίσκεται στον ίδιο περίπου μεσημβρινό με αυτήν, ένας πάσσαλος ή ένας οβελίσκος θα παρουσιάζει στην περιοχή αυτή κάποιο 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 στη Συήνη δεν θα δημιουργούσε σκιά.

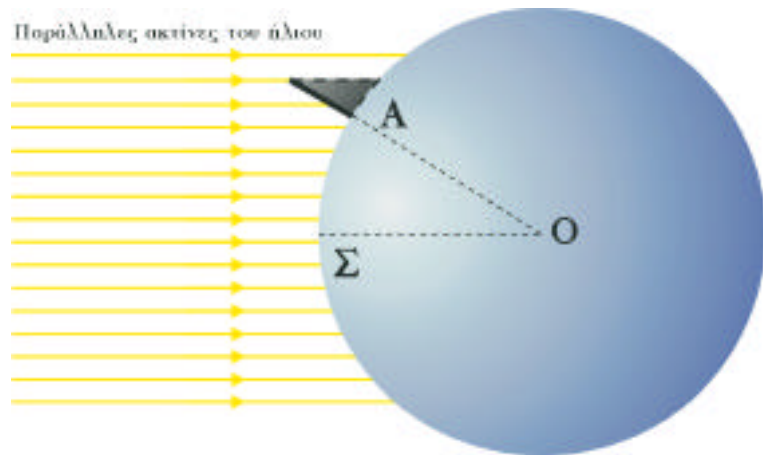
Η γεωμετρία και η θεωρητική σκέψη:

Ένα σχήμα που αναπαριστάει τη Γη, τις ακτίνες του Ήλιου και τις δύο πόλεις μπορεί να αποκαλύψει τις 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 κατακόρυφου 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 κατακόρυφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου.

Η προσπάθεια να δοθεί απάντηση σε καθένα από τα ερωτήματα αυτά συνιστά ένα πρόβλημα προς επίλυση. Και τα δύο αναφέρονται σε μετρήσεις μεγεθών: μιας απόστασης και μιας γωνίας.

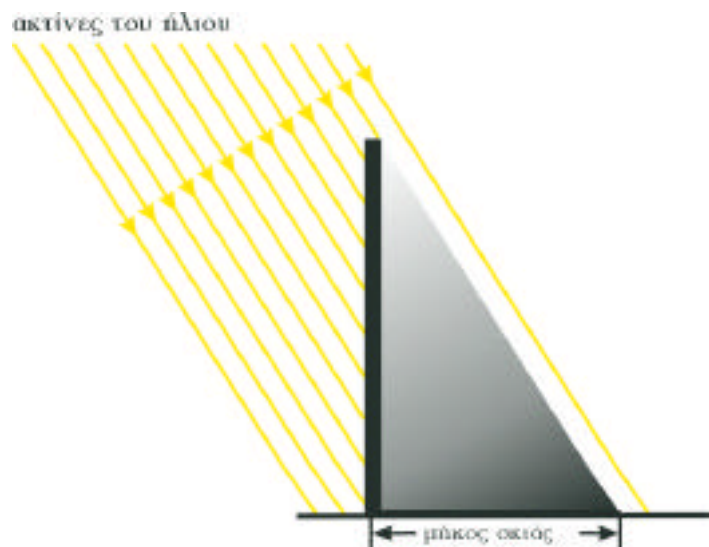


Οι μετρήσεις:

α. Η απόσταση Αλεξάνδρειας-Συήνης θα έπρεπε να μετρηθεί με κάθε δυνατή ακρίβεια. Ο Ερατοσθένης γνώριζε ότι η απόσταση μεταξύ των δύο πόλεων ήταν περίπου 805 χιλίόμετρα. Σύμφωνα με μαρτυρίες, ο Ερατοσθένης ανέθεσε σε κάποιον επαγγελματία “βηματιστή” να διατρέξει την απόσταση και να την μετρήσει.

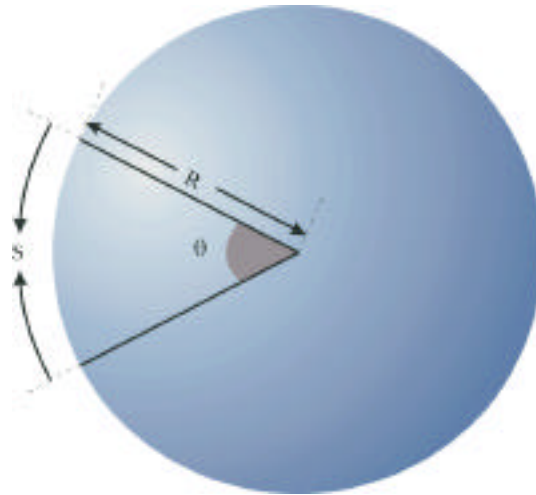
β) Η γωνία μπορεί να μετρηθεί εύκολα.

Χρειαζόμαστε 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.



Ο Ερατοσθένης μέτρησε τη γωνία θ και βρήκε ότι είναι 7,2 περίπου μοίρες. Επομένως, 7,2 μοίρες είναι και η επίκεντρη γωνία του τόξου ΣΑ.

Στην Αλεξάνδρεια, το μήκος της σκιάς γίνεται ολοένα μικρότερο καθώς πλησιάζει το μεσημέρι, χωρίς όμως να μηδενίζεται. Αντίθετα, στη Συήνη, το μήκος της σκιάς ολοένα μικραίνει, μέχρι που εξαφανίζεται, το μεσημέρι. Αυτή η διαφορά έδωσε στον Ερατοσθένη άλλο ένα επιχείρημα που ενισχύει την υπόθεση ότι η Γη είναι σφαιρική.



Οι υπολογισμοί:

Η γωνία των 7,2 μοιρών ($= 1/50$ των 360 μοιρών της γήινης περιφέρειας) αντιστοιχεί σε μήκος τόξου 805 χιλιομέτρων. Επομένως, το μήκος της περιφέρειας της Γης είναι 50×805 χιλιόμετρα = 40.250 χιλιόμετρα.

(Αν χρησιμοποιήσουμε τη σχέση που υπάρχει στο σχολικό βιβλίο θα έχουμε:

$$\text{Μήκος της περιφέρειας} \quad \Pi = 360 \text{ s} / \theta$$

$$\text{ή } \Pi = 360 \cdot 805 / 7,2 \quad \text{οπότε } \Pi = \mathbf{40.250 \text{ χιλιόμετρα}}$$

Την εποχή του Ερατοσθένη μονάδα μέτρησης των αποστάσεων ήταν το στάδιο.

Η απόσταση Αλεξάνδρεια-Συήνη είχε υπολογιστεί ότι ήταν 5.000 στάδια, ενώ η γωνία βρέθηκε να είναι 7 μοίρες και 2'. Έτσι, ο Ερατοσθένης υπολόγισε το μήκος της περιφέρειας της Γης σε 250.000 στάδια.

6.3 Η μέτρηση του μεγέθους της Γης: με συνεργασία των μαθητών δύο σχολείων

Ο Ερατοσθένης ο Κυρηναίος μας πρόσφερε μια απλή μέθοδο με την οποία μπορούμε να μετρήσουμε το μήκος της περιφέρειας (Βορρά-Νότου) της Γης. Μας δίδαξε τη μέθοδο για τις δικές του συνθήκες (μέτρηση της σκιάς ενός πασσάλου το μεσημέρι της μέρας του θερινού ηλιοστασίου, μέτρηση της απόστασης Αλεξάνδρειας-Συήνης).

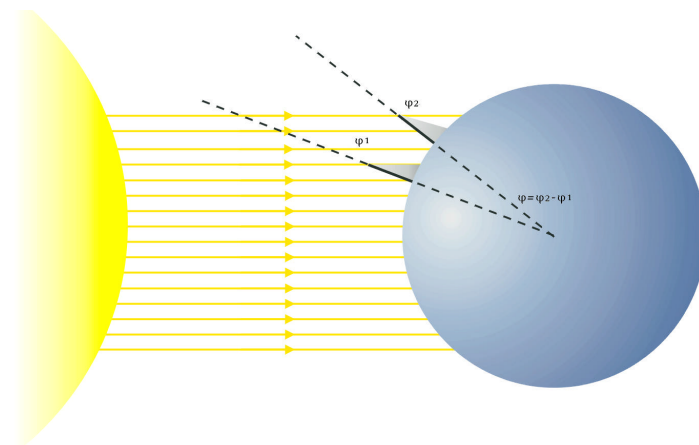
Το σημαντικό στη μέθοδό του είναι η διαφορά στο μήκος της σκιάς, το μεσημέρι της συγκεκριμένης ημέρας.

Σήμερα, πώς θα μπορέσουμε να αξιοποιήσουμε τη μέθοδό του ώστε να μετρήσουμε, για άλλη μια φορά, το μήκος της γήινης περιφέρειας;

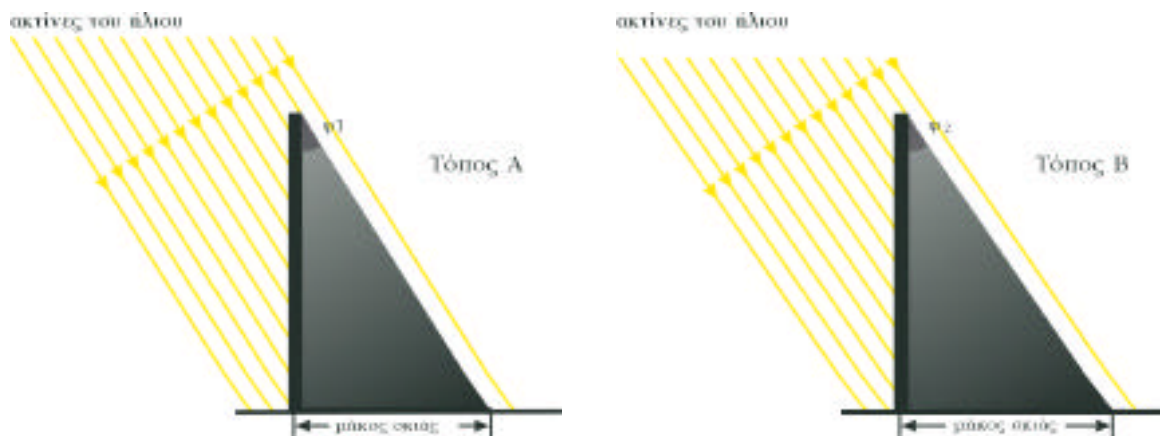
Η ιδέα:

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 κατακόρυφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου παρουσιάζονται με δυσανάλογα μεγάλο μέγεθος, για να υπάρχει ευκρίνεια στο σχήμα.

- Οι δύο τόποι στον ίδιο μεσημβρινό
- Οι ακτίνες του Ήλιου 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:

$$\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Γνωρίζουμε ότι το μήκος της περιφέρειας του μεσημβρινού δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi = \frac{(360^\circ) \times (\text{μήκος τόξου μεταξύ των δύο τόπων})}{\text{επίκεντρο γωνία } \varphi}$$

$$\Pi = 360 \text{ s} / \varphi_2 - \varphi_1$$

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

α) Μέτρηση της απόστασης (s) μεταξύ των δύο τόπων.

β) Μέτρηση της γωνίας φ_1 στον ένα τόπο.

γ) Μέτρηση της γωνίας φ_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:

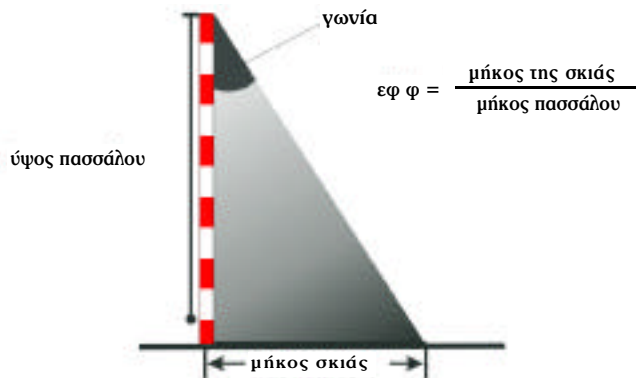
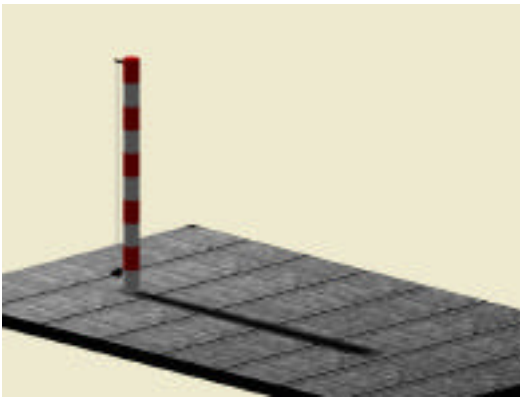
“ Η μέτρηση του μήκους της περιφέρειας της Γης απαιτεί τη συνεργασία δύο ομάδων μαθητών σε δύο διαφορετικούς τόπους. Ο υπολογισμός είναι δυνατός μόνο αν γίνει ανταλλαγή των δεδομένων των μετρήσεων κάθε ομάδας. Ο από κοινού σχεδιασμός και η επικοινωνία των μαθητών σε όλες τις φάσεις του σχεδίου κρίνονται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

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, αν μετρήσουμε το μήκος της σκιάς το μεσημέρι.

Για να υπολογίσουμε τη γωνία φ πρέπει να διαιρέσουμε τη μήκος της σκιάς με το μήκος του πασσάλου. Έτσι, βρίσκουμε την εφαπτομένη της γωνίας. Από πίνακες τριγωνομετρικών αριθμών ή με το κομπιουτεράκι, 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 ϕ_1 και ϕ_2 είναι οι γωνίες, τότε, η επίκεντρη γωνία που βαίνει στο τόξο των δύο πόλεων θα είναι $\phi = \phi_2 - \phi_1$.

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. Καταλήγουμε, επομένως, στη λύση του προβλήματος.

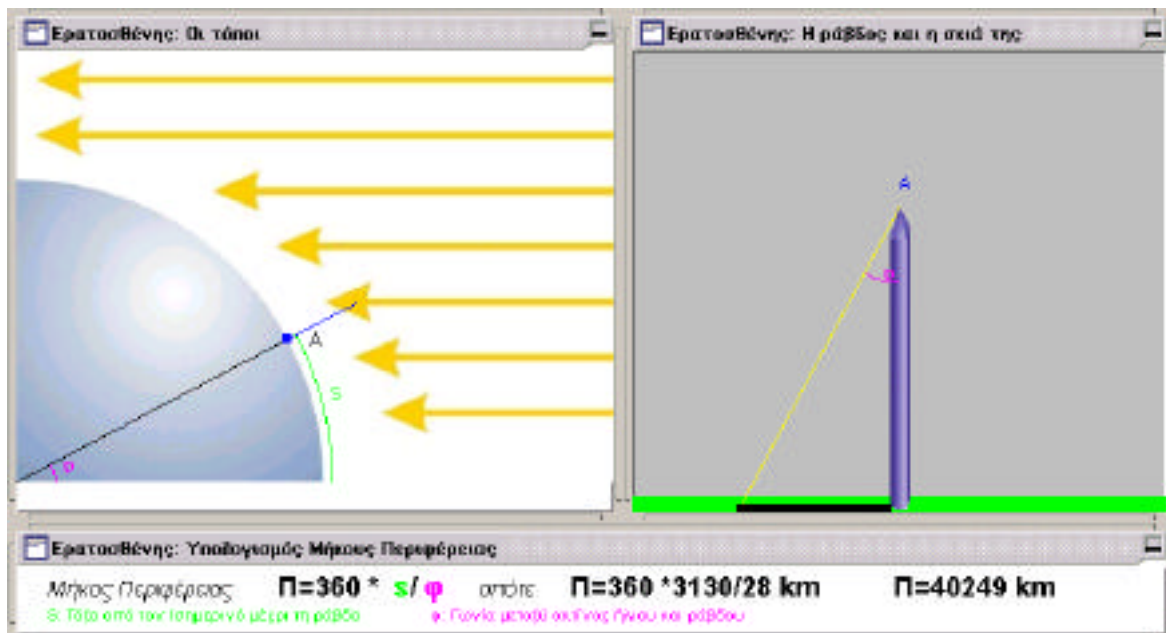
Η σχετική έρευνα στο Internet δείχνει ότι η μέτρηση της ακτίνας της Γης αποτελεί ένα προσφιλές διαθεματικό αντικείμενο που απαιτεί τη συνεργασία μαθητών από δύο τουλάχιστον διαφορετικά σχολεία. Ένας σχετικά μεγάλος αριθμός σχολείων από ολόκληρο τον κόσμο συμμετέχει κάθε χρόνο στο πρόγραμμα με την ονομασία **NOON OBSERVATION PROJECT**. Για το πλούσιο υλικό και τις σχετικές οδηγίες μπορείτε να απευθυνθείτε στη διεύθυνση:

<http://www.ed.uiuc.edu/courses/satex-sp95/noon-project>

6.4 Η προσομοίωση των μεθόδων στο τοπικό λογισμικό

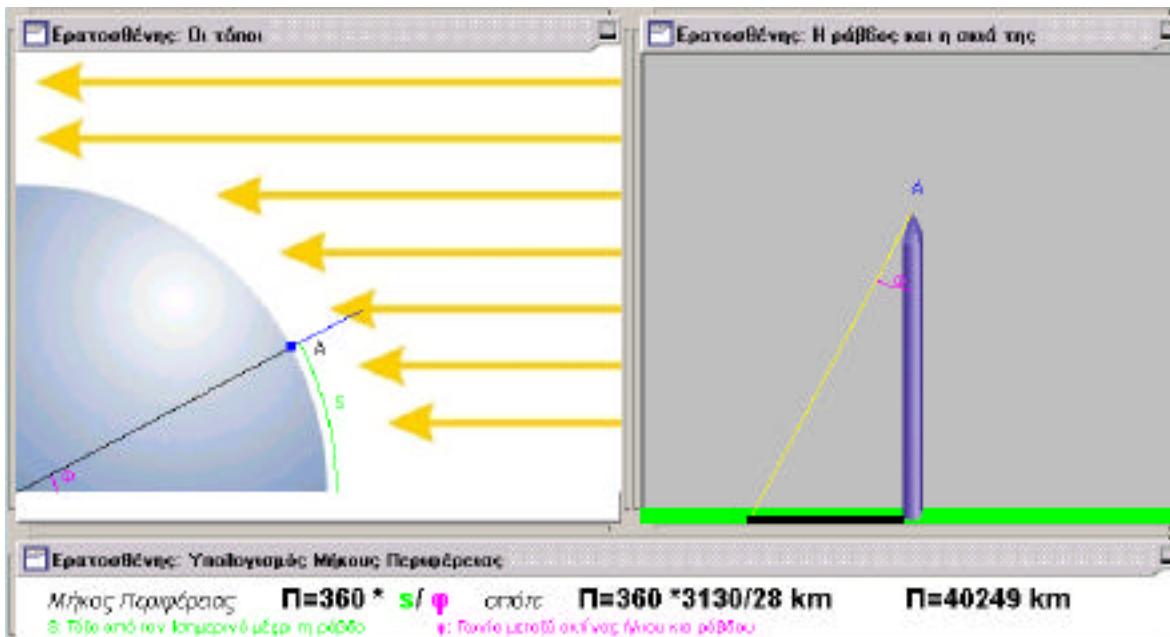
Μετά την περιγραφή των μεθόδων στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι οι μαθητές μπορούν να προχωρήσουν στη διερεύνηση των μεθόδων στο τοπικό λογισμικό του μικρόκοσμου ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ. Το περιβάλλον προσφέρει δύο επιλογές.

- Στην πρώτη, με την επιλογή Ένας τόπος, ο μαθητής μπορεί να αλλάζει τη θέση μιας ράβδου σε ένα μεσημβρινό της Γης, καθώς και το ύψος της. Σε ένα δεύτερο παράθυρο διαπιστώνονται οι αλλαγές στη σκιά της ράβδου και, σε ένα τρίτο, υπολογίζεται το μήκος της περιφέρειας.



[Το s είναι το τόξο από τον Ισημερινό μέχρι τη ράβδο-στυλό και ϕ η γωνία στο τρίγωνο που είναι ίση με την επίκεντρο στον κύκλο (πρώτη περιοχή)]

- Στη δεύτερη, με την επιλογή Δύο τόποι, μπορούμε να αλλάζουμε τις σχετικές θέσεις δύο ράβδων. Στο διπλανό παράθυρο μπορούμε να παρακολουθούμε τις αλλαγές ενώ σε ένα τρίτο υπολογίζεται το μήκος της περιφέρειας.



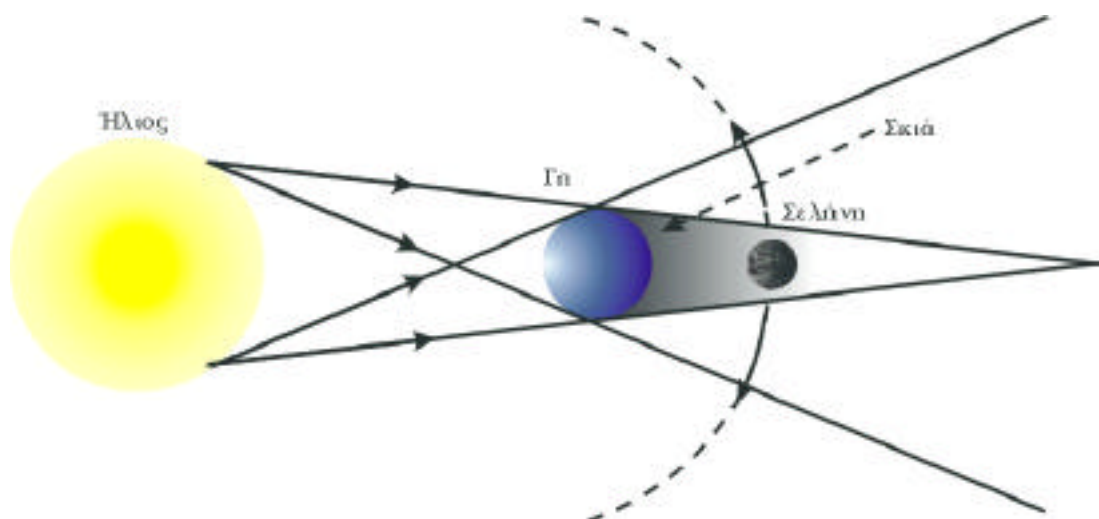
[Το s είναι το τόξο μεταξύ των δύο ράβδων-στύλων και $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ όπου φ γωνία ίση με την επίκεντρο στον κύκλο (πρώτη περιοχή) και φ_1 , φ_2 οι γωνίες ράβδου και ακτίνας.]

Το σχήμα της Γης

Στα μάτια των ανθρώπων η Γη φαίνεται να είναι επίπεδη λόγω της μεγάλης έκτασης που έχει. Μια πρώτη ένδειξη ότι η Γη έχει σχήμα σφαίρας προέκυψε από την παρατήρηση ότι ο ορίζοντας έχει κυκλικό σχήμα. Όμως, τα πρώτα στοιχεία για το σχήμα της Γης δεν προέκυψαν από συστηματικές παρατηρήσεις της ίδιας της Γης, αλλά μάλλον από παρατηρήσεις του έναστρου ουρανού. Με άλλα λόγια απάντηση στο ερώτημα “ποιο είναι το σχήμα της Γης;” παίρνουμε μόνον αν στρέψουμε το ενδιαφέρον μας σε φαινόμενα πέρα από την ίδια τη Γη.

Δύο είναι οι σημαντικές παρατηρήσεις που μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η Γη δεν μπορεί να είναι επίπεδη:

Πρώτη παρατήρηση: Το φαινόμενο “έκλειψη της Σελήνης” κατά το οποίο ο Ήλιος, η Γη και η Σελήνη βρίσκονται στην ίδια ευθεία. Κατά τη διάρκεια της έκλειψης, η Γη εμποδίζει το φως του Ήλιου να φτάσει στη Σελήνη.



Σε μια σεληνιακή έκλειψη διαπιστώνεται ότι η σκιά της Γης που σαρώνει βαθμιαία την επιφάνεια της Σελήνης, έχει σχήμα κυκλικό. Στηριζόμενος σε αυτήν τη διαπίστωση, ο Έλληνας φιλόσοφος **Αριστοτέλης** (384-322 π.Χ.) οδηγήθηκε στην ιδέα ότι η Γη έχει σχήμα σφαίρας.

Οι φωτογραφίες μάς αποκαλύπτουν με σαφήνεια το κυκλικό σχήμα της σκιάς.

Δεύτερη παρατήρηση: Ένας παρατηρητής του έναστρου ουρανού που ταξιδεύει νότια, βλέπει τους γνωστούς αστερισμούς να εμφανίζονται χαμηλότερα στον ουρανό. Αντίθετα, οι αστερισμοί του νότου, εμφανίζονται ψηλότερα. Η ιδέα της επίπεδης Γης δεν συμφωνεί με τα εμπειρικά δεδομένα που προέρχονται από την παρατήρηση του ουρανού.

Το φαινόμενο ερμηνεύεται μόνο αν δεχτούμε την υπόθεση ότι η Γη είναι σφαίρα.

Η παραδοχή της υπόθεσης ότι η Γη πρέπει να είναι σφαίρα μπορεί να είναι σημαντική αλλά η πρόκληση βρίσκεται στο ερώτημα “πόσο μεγάλη είναι η Γη;”. Η απάντηση δόθηκε από τον Ερατοσθένη, ο οποίος μέτρησε το μέγεθος της Γης.

Ο γνώμονας: ένα πολύτιμο όργανο παρατήρησης

Ο γνώμονας:

- είναι μια ράβδος που μπορεί να τοποθετηθεί κατακόρυφα σε επίπεδο έδαφος,
- μας επιτρέπει να παρακολουθούμε τη σκιά που σχηματίζει ο γνώμονας, καθώς ο Ήλιος τον φωτίζει στη διάρκεια της καθημερινής πορείας του στον ουρανό,
- μας εξυπηρετεί να προσδιορίζουμε:
 - α) το μεσημέρι (όταν η σκιά του γνώμονα έχει το μικρότερο μήκος),
 - β) τον άξονα Βορρά - Νότου (το μεσημέρι, η σκιά του γνώμονα δείχνει το βορρά και επομένως λειτουργεί ως πυξίδα),
 - γ) το θερινό και το χειμερινό ηλιοστάσιο.

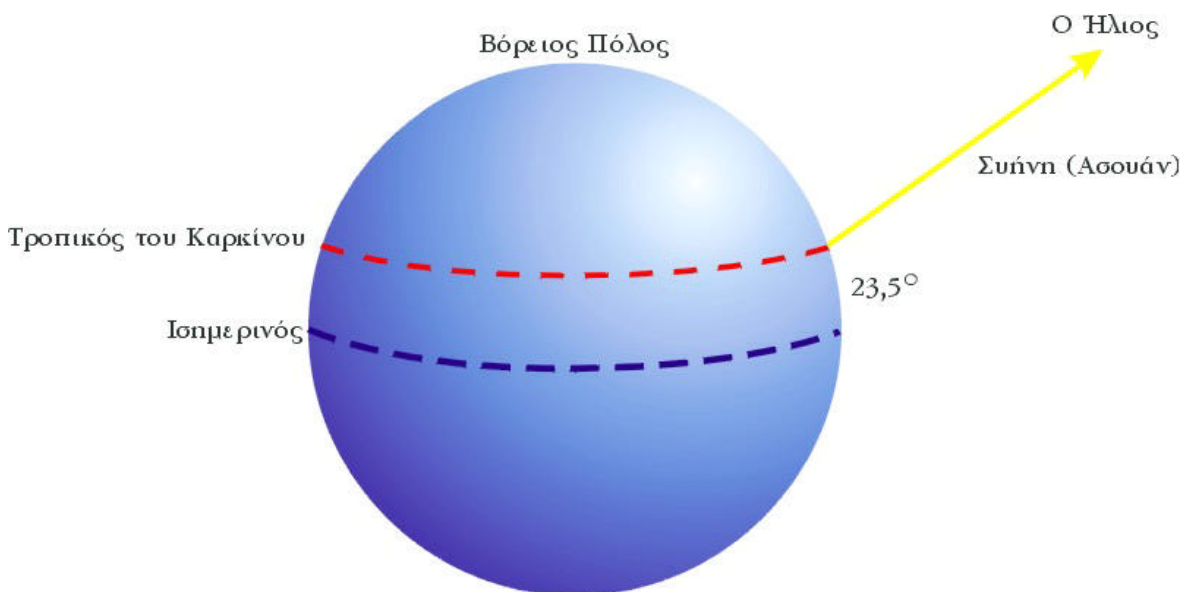
Ως όργανο παρατήρησης, ο γνώμονας αξιοποιήθηκε από τον Ερατοσθένη, στην προσπάθειά του να μετρήσει το μέγεθος της Γης.

Τροπικός του Καρκίνου

Τροπικός του Καρκίνου ονομάζεται ο παράλληλος κύκλος της γήινης σφαίρας με γεωγραφικό πλάτος 23.5 μοίρες.

Σε κάθε τόπο που βρίσκεται στον Τροπικό του Καρκίνου ο Ήλιος περνάει από το ψηλότερο σημείο του τόπου (Ζενίθ) το μεσημέρι του θερινού ηλιοστασίου.

Η πόλη Συήνη (Ασουάν) της Αιγύπτου βρίσκεται νότια της Αλεξάνδρειας, περίπου στον Τροπικό του Καρκίνου.

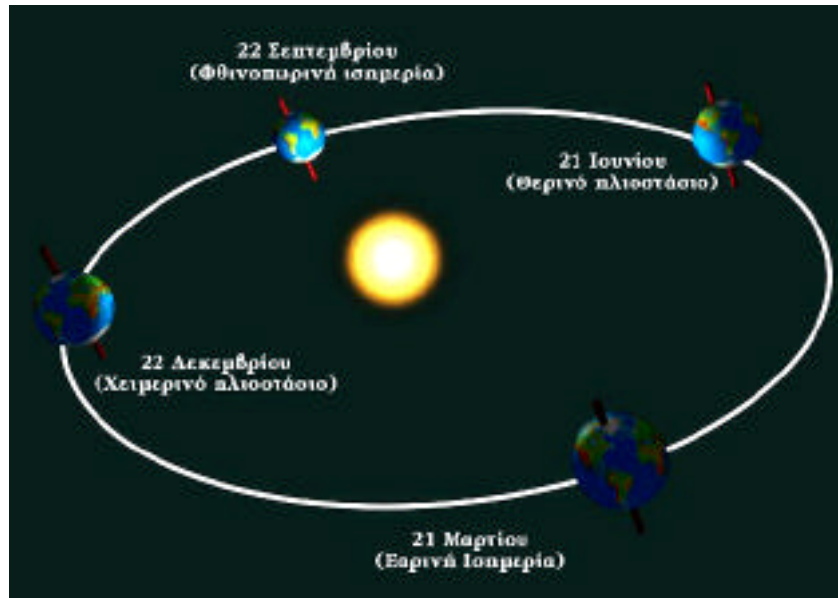


Χάρη στο προνόμιο αυτό του Ασουάν ο **Ερατοσθένης** κατόρθωσε να μετρήσει το μέγεθος της Γης.

Τα ηλιοστάσια

Με τη βοήθεια του γνώμονα, μπορούμε να προσδιορίσουμε δύο ενδιαφέρουσες ημέρες του έτους, το θερινό και το χειμερινό ηλιοστάσιο.

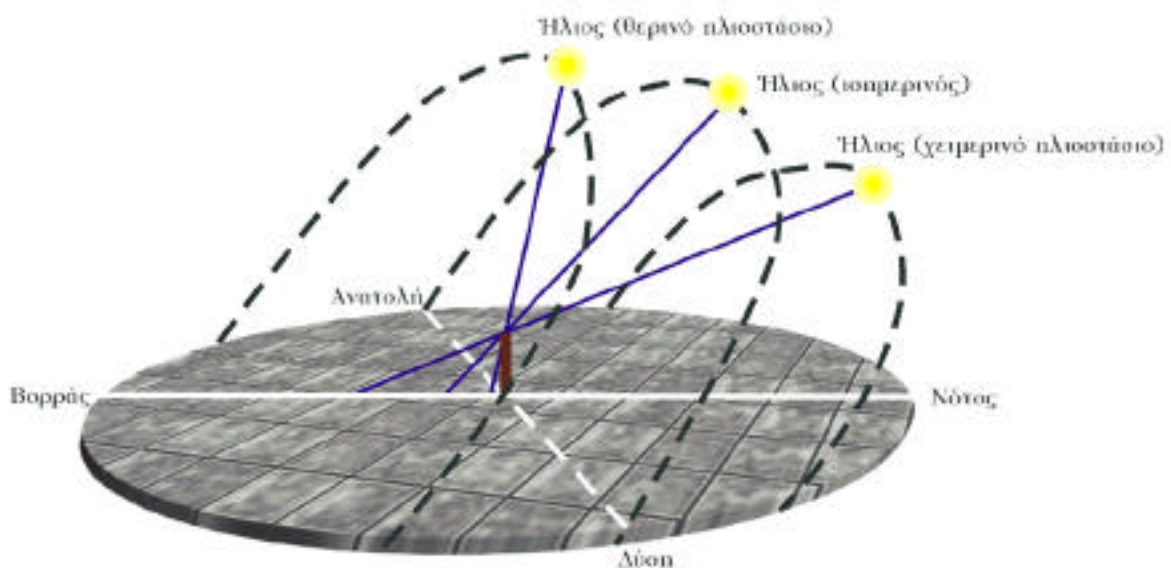
Στο σχήμα παριστάνεται η σκιά του γνώμονα το μεσημέρι σε τέσσερις διαφορετικές ημερομηνίες: το θερινό ηλιοστάσιο, τις ισημερίες και το χειμερινό ηλιοστάσιο.

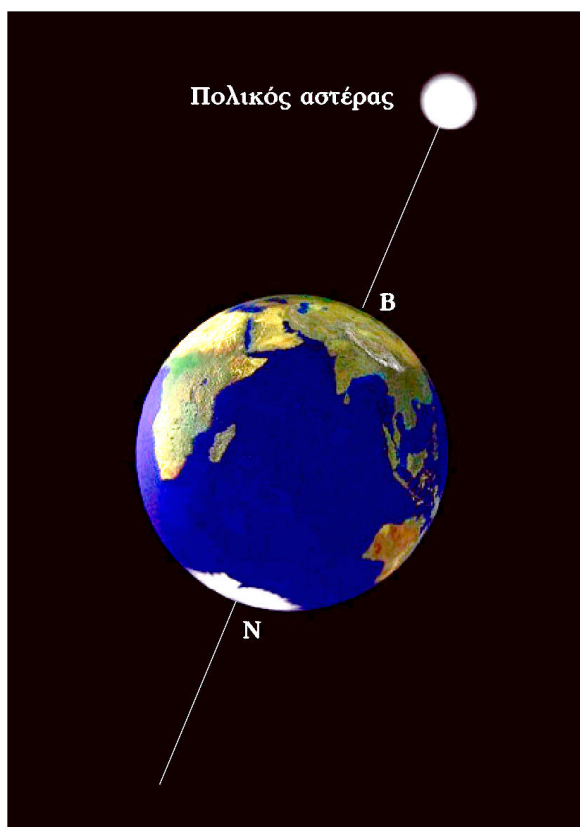


Κατά το **θερινό ηλιοστάσιο** ο Ήλιος βρίσκεται στην ψηλότερη θέση του, και η μεσημεριανή σκιά του γνώμονα έχει το μικρότερο μήκος της.

Κατά το **χειμερινό ηλιοστάσιο** ο Ήλιος βρίσκεται στη χαμηλότερη θέση του, και η μεσημεριανή σκιά του γνώμονα έχει το μεγαλύτερο μήκος της.

Ο άξονας της Γης παρουσιάζει μια σταθερή κλίση. Τον Ιούνιο, το βόρειο ημισφαίριο βρίσκεται απέναντι στον Ήλιο. Αντίθετα, το Δεκέμβριο, το νότιο ημισφαίριο βρίσκεται απέναντι στον Ήλιο.





Ο πολικός αστέρας, το αστέρι του βορρά

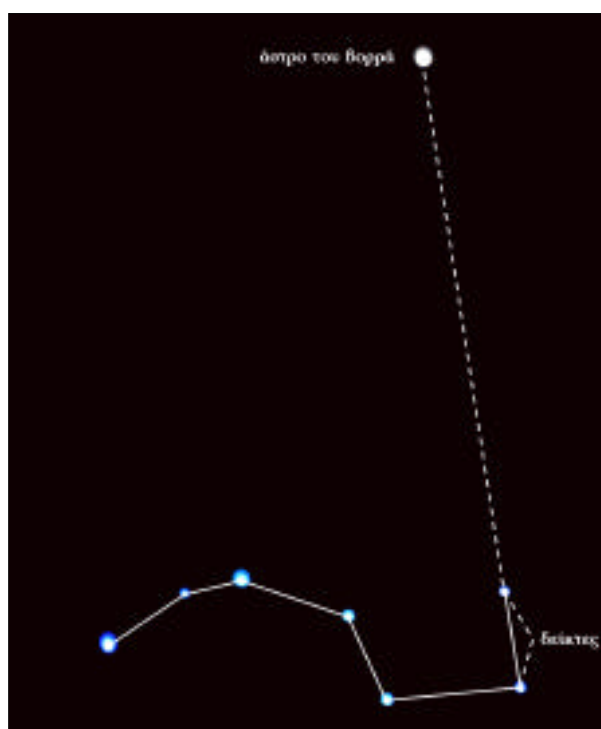
Παρατηρώντας τα αστέρια μια ξάστερη νύχτα, θα διαπιστώσετε ότι αυτά κινούνται στον ουρανό. Αυτό οφείλεται στο ότι η Γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονα περιστροφής, ο οποίος ενώνει το βόρειο και το νότιο πόλο.

Όμως, υπάρχει ένα αστέρι το οποίο παραμένει ακίνητο, σχεδόν κατακόρυφα πάνω από το βόρειο πόλο. Αν φανταστούμε την προέκταση του άξονα περιστροφής της Γης θα φτάσουμε στο αστέρι που ονομάζεται πολικός αστέρας. Σήμερα, Πολικός αστέρας είναι ο Αλφα της Μικρής Αρκτου. Πριν από τη χρησιμοποίηση της μαγνητικής πυξίδας, ο πολικός αστέρας ήταν η μοναδική ένδειξη του βορρά.

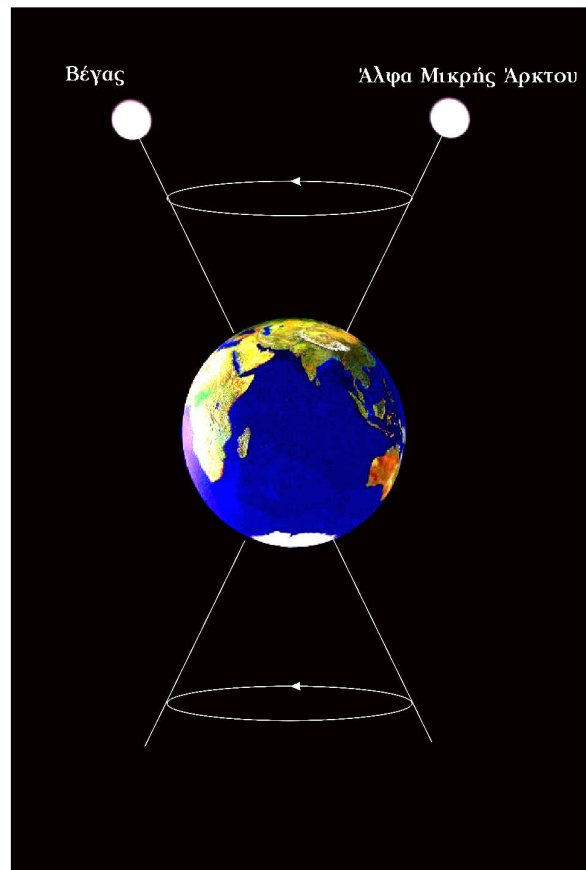
Ο Πολικός αστέρας φαίνεται πάντα στο ίδιο σημείο του ουρανού, είναι αστέρι το οποίο δεν ανατέλλει ούτε δύει.

Η ακινησία του Πολικού αστέρα μας εξυπηρετεί να προσανατολιζόμαστε τις νύχτες. Πώς βρίσκουμε τον Πολικό αστέρα;

Θα πρέπει να είμαστε στην εξοχή μια ξάστερη νύχτα σε μια χώρα του Βόρειου ημισφαιρίου και να αναζητήσουμε τον αστερισμό της Μεγάλης Αρκτου που περιέχει έναν λαμπρό σχηματισμό αστέρων που θυμίζει “κατσαρόλι”. Δύο αστέρια αυτού του αστερισμού, ο Ντουμχέ και ο Μεράκ, αποτελούν τους δείκτες για να εντοπίσουμε τον Πολικό αστέρα, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Σήμερα, ο Πολικός αστέρας είναι ο Άλφα της Μικρής Αρκτού. Μετά 13.000 χρόνια ο Πολικός αστέρας θα βρίσκεται στο μέρος ενός άλλου αστέρα που ονομάζεται Βέγας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο άξονας περιστροφής της Γης δεν διατηρεί τον ίδιο προσανατολισμό. Κάθε 26.000 χρόνια ο Πολικός άξονας διαγράφει κυκλική τροχιά στον ουρανό (μεταπτωτική κίνηση).



Πώς μπορούμε να βρούμε το γεωγραφικό πλάτος του τόπου μας;

Μια νύχτα με έναστρο ουρανό εντοπίζουμε τον Πολικό Αστέρα. Στη συνέχεια υπολογίζουμε το ύψος του (δηλαδή τη γωνιακή απόσταση του Πολικού Αστέρα από τη γραμμή του ορίζοντα). Αυτό το ύψος εκφράζει το γεωγραφικό πλάτος του τόπου της παρατήρησης.

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 Ήλιου.

Όταν μετράμε το μήκος σκιάς το μεσημέρι, αυτό θα παίρνει τη μικρότερη τιμή της.