

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 του Δασκάλου

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 του Δασκάλου

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

Δεκέμβριος 1998

Βιβλίο του Δασκάρου

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Συγγραφείς:

Νίκος Δαπόντες

Γιώργος Δάλκος

Ξένια Σιούτη

Γραφικά:

Κατερίνα Μήτση

Επιμέλεια:

Νίκος Δαπόντες

Γιάννης Κωτσάνης

Φιλολογική Επιμέλεια:

Γιώργος Δάλκος

Επιμέλεια Εκδοσης

Βάσω Τσόρλαλη

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ.
i Πρόλογος	4
ii Εισαγωγικό σημείωμα	5
1. Μια πρώτη γνωριμία με τη ΓΑΙΑ	7
1.1 Η σύλληψη της ιδέας	7
1.2 Οι τέσσερις μικρόκοσμοι	7
2. Παιδαγωγικές κατευθύνσεις	11
2.1 Παιδαγωγικές αρχές	11
2.2 Οι σχεδιαστικές αρχές του λογισμικού	12
2.3 Η παιδαγωγική αξιοποίηση του προγράμματος ΓΑΙΑ	13
3. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο περιβάλλον της ΓΑΙΑΣ	17
4. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ	21
4.1 Η ένταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία	21
4.2 Τα Φύλλα Εργασίας του μικρόκοσμου	23
5. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο NEWTON	29
5.1 Η ένταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία	29
5.2 Τα Φύλλα Εργασίας του μικρόκοσμου	32
5.3 Το προφίλ των δραστηριοτήτων του μικρόκοσμου NEWTON	43
5.4 Ο μικρόκοσμος NEWTON και οι μαθητές Γυμνασίου	44
6. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο GILBERT	48
6.1 Η ένταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία	48
6.2 Τα Φύλλα Εργασίας του μικρόκοσμου	49
6.3 Το προφίλ των δραστηριοτήτων του μικρόκοσμου GILBERT	52
6.4 Συνοδευτικό υλικό-ντοκουμέντα	53
7. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ	57
7.1 Η ένταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία	57
7.2 Τα Φύλλα Εργασίας του μικρόκοσμου	60
7.3 Η μέτρηση του μεγέθους της Γης: Η μέθοδος του Ερατοσθένη του Κυρηναίου	62
7.4 Η μέτρηση του μεγέθους της Γης με συνεργασία των μαθητών δύο σχολείων	65
7.5 Η προσομοίωση των μεθόδων στο τοπικό λογισμικό	67
8. Χρήσιμες διευθύνσεις στο Internet - Βιβλιογραφία	69

Πρόλογος

Το βιβλίο του δασκάλου έχει γραφτεί για να αποτελέσει συνοδευτικό υλικό του λογισμικού ΓΑΙΑ, και ελπίζουμε ότι θα βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς στο διδακτικό τους έργο. Σ' αυτό περιλαμβάνονται:

- Ένα εκτενές εισαγωγικό σημείωμα που παρέχει πληροφορίες για το περιεχόμενο της ΓΑΙΑΣ και τις παιδαγωγικές αρχές στις οποίες στηρίχτηκε η δημιουργία του.
- Περιγραφή των μαθητικών δραστηριοτήτων για κάθε μικρόκοσμο, που συνοδεύεται από τα σχετικά φύλλα εργασίας.
- Επιστημονικά και ιστορικά ντοκουμέντα, που συμπληρώνουν και εμπλουτίζουν τις γνώσεις των μαθητών για θέματα σχετικά με το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων. Τα ντοκουμέντα αυτά μπορεί κανείς να τα αναζητήσει και στο Internet, στον κόμβο της ΓΑΙΑΣ. Δραστηριότητες και ντοκουμέντα περιλαμβάνονται επίσης στο βιβλίο του μαθητή.

Οι διδάσκοντες θα ήταν σκόπιμο να μελετήσουν με προσοχή το βιβλίο του δασκάλου, πριν επιχειρήσουν να προσεγγίσουν διδακτικά το περιεχόμενο της ΓΑΙΑΣ. Με τον τρόπο αυτό θα κατανοήσουν τη “φιλοσοφία” των δημιουργών του λογισμικού και είναι πιθανότερο να πετύχουν στην προσπάθειά τους για μια αποτελεσματική διδασκαλία.

Εισαγωγικό σημείωμα

Για το επιστημονικό πνεύμα κάθε γνώση είναι απάντηση σε μια ερώτηση. Αν δεν υπάρξει ερώτημα, δεν υπάρχει επιστημονική γνώση. Τίποτα δεν είναι αυτονόητο. Τα πάντα οικοδομούνται.

Gaston Bachelar

Το “Βιβλίο του Δασκάλου” μαζί με το “Βιβλίο των Μαθητικών Δραστηριοτήτων” αποτελούν το κύριο συνοδευτικό υλικό του εκπαιδευτικού προγράμματος ΓΑΙΑ. Το βιβλίο του δασκάλου απευθύνεται στους καθηγητές των κλάδων ΠΕ3 και ΠΕ4, οι οποίοι αναλαμβάνουν συνήθως τη διδασκαλία των μαθημάτων της **Γεωγραφίας**, των **Μαθηματικών** και της **Φυσικής** στο Γυμνάσιο.

Το βιβλίο του δασκάλου, γενικά, έχει ένα ρόλο υποβοηθητικό σε ό,τι αφορά τη διδασκαλία στο νέο περιβάλλον μάθησης και μπορεί να θεωρηθεί βιβλίο αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, το ανά χείρας βιβλίο επιδιώκει:

- να ενημερώσει τους διδάσκοντες τόσο για την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στη διδακτική πράξη όσο και για την εκπαιδευτική φιλοσοφία του προγράμματος ΓΑΙΑ,
- να προτείνει τρόπους διδακτικής αξιοποίησης του προγράμματος σε συνδυασμό με το “Βιβλίο Μαθητικών Δραστηριοτήτων”,
- να διευρύνει τους σκοπούς της διδασκαλίας δίνοντας έμφαση σε ό,τι υποβαθμίζεται, για ποικίλους λόγους, στο παραδοσιακό περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης και να προσφέρει στον διδάσκοντα πρόσθετο εκπαιδευτικό υλικό.

Η συγγραφή του βιβλίου βασίζεται σε τρεις κατευθυντήριες ιδέες:

i. Στην αρχή της **“παιδαγωγικής ελευθερίας του διδάσκοντα”**, με την έννοια ότι, για να είναι αποτελεσματική -και ενδιαφέρουσα για τους μαθητές- η διδασκαλία, θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να είναι όχι μόνο επαρκώς ενημερωμένος, αλλά και να παίρνει πρωτοβουλίες στο πλαίσιο του Προγράμματος Σπουδών. Με άλλα λόγια, ο διδάσκων οφείλει να διευρύνει το ρόλο του, διατηρώντας τον έλεγχο και στο νέο περιβάλλον μάθησης.

ii. Στην αρχή της **“ενεργητικής μάθησης”**. Οι μαθητές πρέπει να παρακινούνται ώστε να συμμετέχουν ενεργητικά στις διάφορες φάσεις της διδασκαλίας. Τόσο η εργασία των μαθητών στο πληροφορικό περιβάλλον (πρόγραμμα στον υπολογιστή, αξιοποίηση των δυνατοτήτων του Internet) όσο και η φύση των προτεινόμενων δραστηριοτήτων επιβάλλουν την αλλαγή του ρόλου των μαθητών (εργασία με ομάδες, ενεργητική συμμετοχή στις δραστηριότητες της τάξης, επικοινωνία με μαθητές άλλων σχολείων και ανταλλαγή αποτελεσμάτων). Η διερεύνηση και ο πειραματισμός αποτελούν συστατικά στοιχεία του προγράμματος ΓΑΙΑ.

iii. Στην αρχή της **“πολλαπλότητας των διδακτικών προσεγγίσεων”**, επειδή καμιά προσέγγιση δεν μπορεί να είναι το ίδιο αποτελεσματική για όλες τις καταστάσεις. Το πείραμα, η επίλυση προβλημάτων στο περιβάλλον “χαρτί-μολύβι”, η παρουσίαση ενός μαθήματος στον κιμωλιοπίνακα, οι συνθετικές εργασίες, η ένταξη της ιστορίας των επιστημών στη διδακτική πράξη, οι ερωτήσεις που εκμαιεύουν τις λανθασμένες αναπαραστάσεις των μαθητών, το video, η προβολή διαφανειών και οι άλλες δοκιμασμένες διδακτικές πρακτικές δεν θα πάψουν να είναι στην ημερήσια διάταξη της διδασκαλίας. Όμως, το παιδαγωγικό πρόβλημα θα εξακολουθεί να αναφέρεται στην οργανική ένταξη του προγράμματος στη διδακτική πράξη. Το πρόγραμμα ΓΑΙΑ αντιμετωπίζει με έναν πρωτότυπο τρόπο τις νέες προκλήσεις στον τομέα της διδασκαλίας.

Ο χάρτης, η υδρόγειος σφαίρα, οι μαγνήτες και τα σιδηρορινίσματα, ο χάρακας και ο διαβήτης, το σχολικό εγχειρίδιο καθώς και η εργαστηριακή άσκηση και οι πειραματικές δραστηριότητες θα αξιοποιούνται μαζί με το περιβάλλον των νέων τεχνολογιών και των νέων προσεγγίσεων που προσφέρουν. Με την εισαγωγή της ΓΑΙΑΣ ενδιαφερόμαστε περισσότερο να εμπλουτίσουμε το μαθησιακό περιβάλλον στο σχολείο, εφόσον σήμερα δεχόμαστε ότι μόνο με την πολλαπλότητα των διδακτικών προσεγγίσεων μπορεί να ωφεληθεί πραγματικά ο μαθητής.

Θεωρούμε ότι το πρόγραμμα ΓΑΙΑ, εκπαιδευτικό λογισμικό με χαρακτήρα διαθεματικό, προσφέρει νέες δυνατότητες και εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία της Γεωγραφίας, των Μαθηματικών και της Φυσικής, σε επίπεδο Γυμνασίου.

Το πρόγραμμα ΓΑΙΑ (λογισμικό σε τοπικό και σε δικτυακό επίπεδο, εφοδιασμένο με δραστηριότητες σε μορφή “Φύλλων Εργασίας”) οικοδομήθηκε για να εξυπηρετήσει τους συγκεκριμένους σκοπούς του Προγράμματος ΣΕΙΡΗΝΕΣ (ΕΠΕΑΕΚ, Υποπρόγραμμα 1, Μέτρο 1.1β, Ενέργεια Β') και καλύπτει ένα πολύ μικρό μέρος του Προγράμματος Σπουδών (συνολικά 12 ώρες και για τις τρεις τάξεις του Γυμνασίου).

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα ΓΑΙΑ στοχεύει να:

- αποτελέσει ένα **διερευνητικό**, **διαθεματικό** και **διαδικτυακό** μαθησιακό περιβάλλον, παρακινώντας τους μαθητές να διερευνήσουν και να κατανοήσουν έννοιες της Γεωγραφίας, των Μαθηματικών και της Φυσικής, μέσα από τη χρήση κατάλληλων αναπαραστάσεων, και βοηθώντας τους να εκφράσουν τις ιδέες τους κατά την επίλυση προβλημάτων,
- παρακινεί τους μαθητές με κατάλληλη ανατροφοδότηση να **συνεργαστούν** μεταξύ τους (και εξ αποστάσεως μέσω δικτύου), να ανταλλάξουν και να συγκρίνουν δεδομένα (αποτελέσματα μετρήσεων, διατύπωση προβλημάτων, λύσεις προβλημάτων),
- ενθαρρύνει τον **πειραματισμό** με προσομοιώσεις καταστάσεων και φαινομένων,
- επιτρέπει την **αναζήτηση** πληροφοριών με συστήματα διαχείρισης βάσης δεδομένων, με σκοπό ο μαθητής να τις καταχωρίσει, να τις ταξινομήσει, να τις οργανώσει, να τις επεξεργαστεί και να τις αναλύσει,
- παρέχει δυνατότητα **ελέγχου** των γνώσεων των μαθητών με μηχανισμούς αυτοαξιολόγησης και ετεροαξιολόγησης.

Οι παραπάνω στόχοι επιδιώκεται να επιτευχθούν με την ένταξη στη διδασκαλία των τεσσάρων μικρόκοσμων (ΙΑΣΩΝ, NEWTON, GILBERT, ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ), που συνιστούν το πρόγραμμα ΓΑΙΑ.

Πεποίθησή μας είναι ότι στα χέρια του διδάσκοντα το πρόγραμμα μπορεί να αξιοποιηθεί με ποικίλους τρόπους, που να διευκολύνουν τόσο τον ίδιο όσο και τους μαθητές του. Στο βιβλίο του δασκάλου προτείνονται ορισμένες παιδαγωγικές προσεγγίσεις τις οποίες μπορεί να λάβει υπόψη ο διδάσκων **για να οικοδομήσει τη δική του διδακτική προσέγγιση**.

Μια παρατήρηση πιστεύουμε ότι είναι απολύτως αναγκαία:

Ας προχωρήσουμε στη χρήση του λογισμικού εφόσον αυτό συνοδεύεται από συγκεκριμένες δραστηριότητες (όπως αυτές που προτείνουμε στο βιβλίο των μαθητικών δραστηριοτήτων και αυτές που μπορεί να επινοήσει ο διδάσκων ή προτείνονται για διερεύνηση από τους μαθητές), οι οποίες εξυπηρετούν συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους. Σε μια δεύτερη φάση ας ενθαρρύνουμε τους μαθητές να πειραματιστούν και να δοκιμάσουν πιο ελεύθερα τις ιδέες τους, ας αναγνωρίσουμε στους μαθητές το δικαίωμα στο “λάθος”.

1. Μια πρώτη γνωριμία με τη ΓΑΙΑ

Το πρόγραμμα ΓΑΙΑ ανήκει στην κατηγορία του εκπαιδευτικού λογισμικού με διαθεματικό χαρακτήρα και ευνοεί τη διερευνητική μάθηση. Η δομή και το περιεχόμενό του ανταποκρίνονται στο σύγχρονο πνεύμα οργάνωσης του Προγράμματος Σπουδών (ΦΕΚ 238 και 241, 20 Σεπτεμβρίου 1996) του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, εφόσον εξυπηρετούν με τον καλύτερο τρόπο το γενικά αποδεκτό σκοπό της σφαιρικής προσέγγισης των θεμάτων και επιδιώκουν την πειραματική μέθοδο έρευνας.

- Ποια είναι η κατευθυντήρια ιδέα του προγράμματος ΓΑΙΑ;
- Ποιο είναι το περιεχόμενο κάθε μικρόκοσμου;

Οι απαντήσεις στα παραπάνω βασικά ερωτήματα θα βοηθήσουν τον διδάσκοντα να γνωρίσει καλύτερα το πλαίσιο μέσα στο οποίο αναπτύχθηκε το πρόγραμμα ΓΑΙΑ. Έτσι, θα είναι πιο εύκολη τόσο η ένταξή του στη σχολική πράξη όσο και η προσπάθεια για νέες παιδαγωγικές αναζητήσεις εκ μέρους του εκπαιδευτικού.

1.1 Η σύλληψη της ιδέας

Στην ιστορία του πολιτισμού, η ίδια η Γη αποτέλεσε αντικείμενο όχι μόνο στοχασμού αλλά και πρακτικών εφαρμογών. Πρόκειται για ένα αντικείμενο το οποίο εμπλέκεται σε ποικίλες επιστημονικές αναζητήσεις: από τη δορυφοροποίηση και τις τηλεπικοινωνίες μέχρι τη ναυσιπλοΐα, τους σεισμούς και τη μετεωρολογία. Στο παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών, η Γη αξιοποιείται ως αντικείμενο μελέτης μόνο όταν είναι τελείως απαραίτητο. Έτσι, οι σχετιζόμενες με τον πλανήτη Γη γνώσεις που αποκτούν τα παιδιά ηλικίας 11-14 χρόνων είναι όχι μόνο στατικές, αλλά επιπλέον παραμένουν **διάσπαρτες και ασύνδετες** μεταξύ τους. Σε επίπεδο Γυμνασίου, διαφορετικές γνωστικές περιοχές, όπως η Γεωγραφία, τα Μαθηματικά και η Φυσική, απαιτούν ή οικοδομούν έννοιες που σχετίζονται με διαφορετικές αναπαραστάσεις και μοντέλα της Γης, όπως είναι ο παγκόσμιος χάρτης και η υδρόγειος σφαίρα αλλά και το ουράνιο σώμα.

Όμως, εξαιτίας της αδυναμίας μας να πειραματιστούμε με τον πλανήτη μας (ουράνιο σώμα που περιφέρεται και περιστρέφεται, που έχει μαγνητικό πεδίο και ατμόσφαιρα, που έχει δομή στο εσωτερικό του), οι **μοντελοποιήσεις** και **προσομοιώσεις** θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες μέθοδοι προσέγγισης της Γης ως γνωστικού αντικειμένου. Επιπλέον, η αναζήτηση και η επεξεργασία στοιχείων για ορισμένα φαινόμενα που σχετίζονται με τη Γη καθιστούν αναγκαία την αξιοποίηση των υπηρεσιών του Internet, ενώ η προσέγγιση άλλων φυσικών φαινομένων επιβάλλει στους μαθητές ενός σχολείου να κάνουν μετρήσεις και να επικοινωνούν με μαθητές άλλων σχολείων (όπως το πρόγραμμα GLOBE - μετεωρολογικές μετρήσεις, το πρόγραμμα The Noon Observation Project - μέτρηση της ακτίνας της Γης). Τα παραπάνω μας οδήγησαν στην ιδέα να οικοδομήσουμε ένα λογισμικό το οποίο επιδιώκει να εξυπηρετήσει τη διδασκαλία μέσα από δραστηριότητες μοντελοποίησης όσο και από δραστηριότητες επικοινωνίας (δικτυακή διάσταση).

Σημείο αφετηρίας του προγράμματος ΓΑΙΑ είναι η διαπίστωση ότι η διδασκαλία με τα παραδοσιακά μέσα (κιμωλιοπίνακας, πειραματικές δραστηριότητες, επίλυση προβλημάτων στο περιβάλλον “χαρτί-μολύβι”) συναντά δυσκολίες και έχει τα όριά της. Με την κατάλληλη παιδαγωγική αξιοποίηση των νέων δυνατοτήτων που προσφέρουν οι υπολογιστικές και οι δικτυακές τεχνολογίες (προσομοιώσεις φαινομένων και αισθητοποίησή τους μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων, επικοινωνία με άλλους), επιδιώκεται η υπερνίκηση αυτών των εμποδίων.

1.2 Οι τέσσερις μικρόκοσμοι

Αντικείμενο πειραματισμού και διερεύνησης είναι η ίδια η Γη και φαινόμενα άμεσα σχετιζόμενα με αυτήν. Τα πιο κατάλληλα θέματα για μελέτη στο προτεινόμενο πληροφορικό περιβάλλον είναι:

- τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της Γης,
- ο υπολογισμός της ακτίνας της Γης,
- το γήινο μαγνητικό πεδίο και
- η κίνηση τεχνητών δορυφόρων γύρω από τη Γη.

Σε κάθε ένα από τα τέσσερα παραπάνω θέματα αντιστοιχεί και ένα περιβάλλον με τη μορφή μικρόκοσμου. Στον πρώτο μικρόκοσμο, με το όνομα ΙΑΣΩΝ, στην οθόνη εμφανίζεται η Γη και ένας “εξερευνητής” τον οποίο μπορεί ο μαθητής να χειριστεί δίνοντάς του εντολές με ένα ειδικά επινοημένο πιλοτήριο ή με το ποντίκι. Στο δεύτερο, με το όνομα ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ, δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να μετρήσουν την ακτίνα της Γης με τη μέθοδο του Ερατοσθένη. Στον τρίτο, με το όνομα GILBERT, ο εξερευνητής παίρνει τη

μορφή μαγνητικής βελόνας και επιτρέπει τη διερεύνηση του γήινου μαγνητικού πεδίου. Τέλος, στον τέταρτο μικρόκοσμο, με το όνομα NEWTON, ο εξερευνητής μετασχηματίζεται σε δορυφόρο της Γης.



Επομένως, το πληροφορικό περιβάλλον συνίσταται από τους τέσσερις μικρόκοσμους, οι οποίοι έχουν κεντρικό θέμα τη Γη και ενοποιητικά στοιχεία ορισμένες έννοιες κοινές για όλους τους μικρόκοσμους. Επιπλέον, η ενασχόληση των μαθητών με τους μικρόκοσμους εξυπηρετεί τους στόχους που αναφέρονται στη φυσιογνωμία της επιστήμης (μέθοδος - ιστορική εξέλιξη - αλληλεπίδραση με άλλα γνωστικά αντικείμενα). Ας δούμε τα βασικά χαρακτηριστικά “στοιχεία ταυτότητας” κάθε μικρόκοσμου χωριστά.

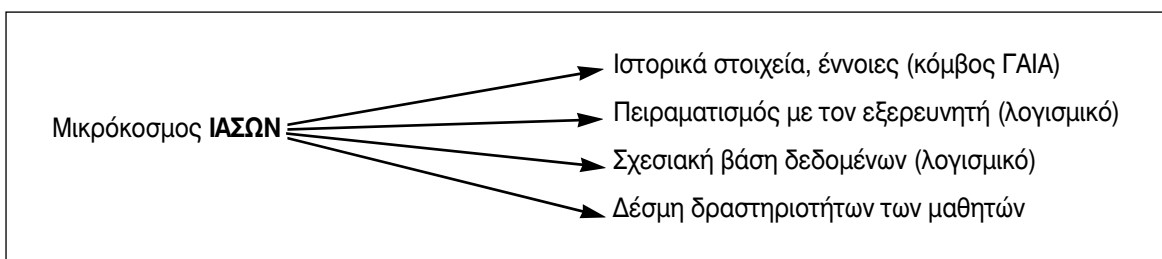
ΙΑΣΩΝ: Το περιβάλλον προσφέρει τη δυνατότητα στους μαθητές να πραγματοποιούν ταξίδια πάνω στη Γη, αξιοποιώντας τις δυνατότητες του εξερευνητή, μέσα από συγκεκριμένα καθήκοντα. Σε αυτόν το μικρόκοσμο ο μαθητής εξοικειώνεται με τις βασικές γεωγραφικές έννοιες του “χώρου” και του “χρόνου”, δίνοντας απάντηση στα ερωτήματα: πού βρίσκεται ένα σημείο και πότε συμβαίνει ένα γεγονός, με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Γης.

Ο μικρόκοσμος περιλαμβάνει ταυτόχρονες αναπαραστάσεις της Γης: το μοντέλο της σφαίρας και τον παγκόσμιο χάρτη. Καθώς ο εξερευνητής μετακινείται πάνω στη σφαίρα-Γη, αισθητοποιείται η μετακίνησή του στον επίπεδο χάρτη. Πρόκειται για ένα παράδειγμα αυτού που ονομάζουμε “**πολλαπλή αναπαράσταση - ση**” του ίδιου φαινομένου.

Σε μια άλλη περίπτωση, δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να αισθητοποιούν τις αλλαγές που γίνονται στους δύο κύκλους (παράλληλο και μεσημβρινό), με αλλαγή της θέσης του εξερευνητή στην περιοχή αναπαράστασης της γήινης σφαίρας. Οι αναπαραστάσεις αυτές βοηθούν στην κατανόηση γεωμετρικών εννοιών.

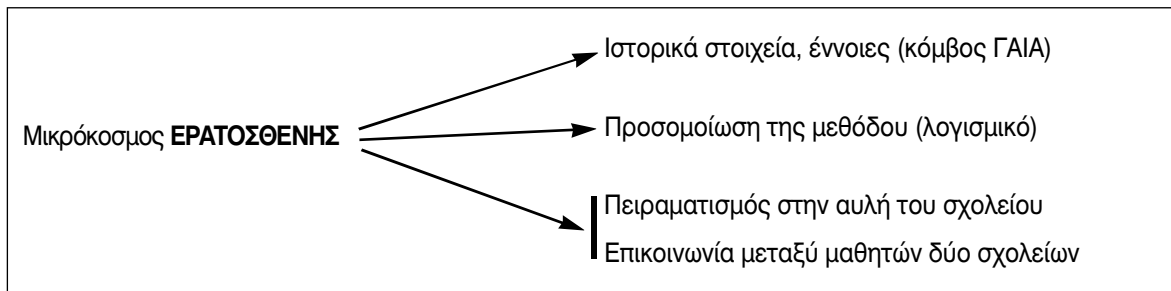
Επιπλέον, ο μικρόκοσμος συνοδεύεται από δραστηριότητες που παρουσιάζονται σε “φύλλα εργασίας” καθώς και από πρόσθετες πληροφορίες (Διαδίκτυο και σχεσιακές βάσεις δεδομένων).

Βασική συνιστώσα του μικρόκοσμου είναι μια σχεσιακή βάση δεδομένων, αναγκαία για την αναζήτηση πληροφοριών.



ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ: Προσφέρονται στους μαθητές δύο δυνατότητες υπολογισμού της ακτίνας της Γης. Στην πρώτη περίπτωση εξοικειώνονται με τη μέθοδο του Αλεξανδρινού Ερατοσθένη. Στη δεύτερη, απαιτείται η συνεργασία μαθητών από δύο διαφορετικά σχολεία που βρίσκονται σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη. Ο μικρόκοσμος έχει τα χαρακτηριστικά ενός “**δικτυακού μικρόκοσμου**” με την έννοια ότι οι μαθητές διαφορετικών σχολείων, μετά από συνεννόηση, ανταλλάσσουν τα αποτελέσματα μετρήσεων και οδηγούνται στη λύση του κοινού προβλήματος (μέτρηση της ακτίνας της Γης).

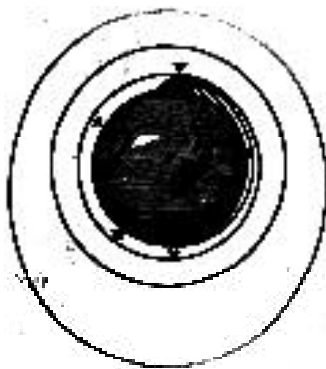
Ο μικρόκοσμος ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ -κατεχοχόν δικτυακός μικρόκοσμος- αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα (project), εφόσον απαιτεί από τους μαθητές όχι μόνο να γνωρίσουν τη μέθοδο του Ερατοσθένη, αλλά και να συνεργαστούν μεταξύ τους για την πραγματοποίηση μετρήσεων, και να επικοινωνήσουν με άλλους μαθητές, έχοντας κοινό σκοπό. Η ιστορική μέθοδος του Ερατοσθένη, καθώς και η μέθοδος που απαιτείται για τη μέτρηση της ακτίνας της Γης από ομάδες μαθητών δύο διαφορετικών σχολείων παρουσιάζονται αναλυτικά στο δίκτυο (κόμβος ΓΑΙΑ). Όμως, οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν με την προσομοίωση τόσο της ιστορικής μεθόδου όσο και με τη δεύτερη μέθοδο.



GILBERT: Σε αυτόν το μικρόκοσμο, το μοντέλο που χρησιμοποιούμε είναι αυτό της Terrela (μοντέλο της Γης-μαγνήτη), όπως προτάθηκε από τον Αγγλο Gilbert το 1600. Με τη βοήθεια του “εξερευνητή”, ο οποίος παίρνει τη μορφή μαγνητικής βελόνας (ανιχνευτής του γήινου μαγνητικού πεδίου), οι μαθητές μπορούν να αισθητοποιήσουν τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου και να εστιάσουν την προσοχή τους στις ιδιότητές του.



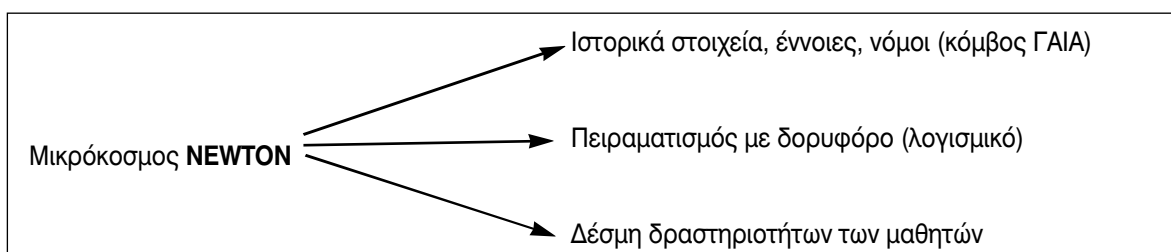
Η επιλογή και η μετακίνηση της βελόνας γύρω από το μοντέλο της Γης γίνονται με άμεσο χειρισμό (με κλικ και σύρσιμο του ποντικιού). Σε μια άλλη περιοχή, ο μαθητής μπορεί να αισθητοποιήσει το μαγνητικό πεδίο ενός ή δύο μαγνητών με τη βοήθεια ενός μεγάλου αριθμού μαγνητικών βελονών. Ο μικρόκοσμος συνοδεύεται από “Ντοκουμέντα” (ιστορικά στοιχεία, έννοιες) και δραστηριότητες σχετικές με το θέμα.



Σχήμα: δορυφοροποίηση (Νεύτων)

NEWTON: Η ιδέα προέρχεται από το γνωστό νοητικό πείραμα του Νεύτωνα σχετικά με τη δορυφοροποίηση. Σε μια περιοχή εργασίας έχουμε το ουράνιο σώμα Γη και έναν εξερευνητή να παίρνει τη μορφή δορυφόρου. Ο μαθητής επιλέγει τη θέση του δορυφόρου και με άμεσο χειρισμό προσδιορίζει την επιθυμητή ταχύτητα (κάνοντας κλικ και σύρσιμο με το ποντίκι στην άκρη του διανύσματος της ταχύτητας). Μπορεί να παρακολουθεί την κίνηση του δορυφόρου όχι μόνο σ’ αυτήν την περιοχή εργασίας αλλά και σε μια δεύτερη περιοχή (παράθυρο), όπου δίνεται έμφαση στην τροχιά. Εδώ, ο μαθητής μπορεί να “**ανακρίνει την κίνηση**”, με την έννοια ότι του δίνεται η δυνατότητα να ζητάει τη σχεδίαση της ταχύτητας. Έμφαση δίνεται στη **στροβοσκοπική αναπαράσταση** της κίνησης (κίνηση με ίχνη).

Επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα να παρακολουθεί ταυτόχρονα την κίνηση του δορυφόρου πάνω από διάφορες περιοχές της Γης, σε έναν παγκόσμιο χάρτη.



Ας συνοψίσουμε:

- Όλοι οι μικρόκοσμοι συνοδεύονται από “Ντοκουμέντα” (κόμβος ΓΑΙΑ) και έναν μικρόκοσμο πειραματισμού (τοπικό λογισμικό). Κοινό στοιχείο όλων είναι η Γη και καθένας έχει το δικό του “εξερευνητή” με διαφορετική μορφή.

- Πυρήνας κάθε μικρόκοσμου είναι μια σειρά ειδικά επινοημένων δραστηριοτήτων. Κάθε δραστηριότητα, όπως θα δούμε παρακάτω, αποτελείται από τρία βασικά μέρη: i) το πεδίο εμπειρικής αναφοράς, ii) το πεδίο δράσεων και ερωτημάτων και iii) το πεδίο ελέγχου (επιβεβαίωσης των απαντήσεων).

- Αξίζει να σημειωθεί ότι ο μικρόκοσμος ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ είναι κατεχοχόν δικτυακός. Ο μαθητής εξοικειώνεται με τις μεθόδους μέτρησης της ακτίνας της Γης σε περιβάλλον προσομοίωσης και στη συνέχεια κάνει μετρήσεις ο ίδιος στην αυλή του σχολείου. Η επικοινωνία με μαθητές άλλων σχολείων επιβάλλεται από την ίδια τη φύση του προβλήματος.

- Οι μικρόκοσμοι έχουν χαρακτηριστικά και εφαρμογές που βασίζονται στη διαλογική επικοινωνία με άμεσο χειρισμό (direct manipulation). Με τα menus, τα οπτικοποιημένα κουμπιά (buttons), τα διαλογικά κουτιά (dialog boxes) και γενικά τις βασισμένες σε διαλογικά γραφικά εικονίδια τεχνικές, δημιουργείται ένα φιλικό, εύκολα προσπελάσιμο και εξερευνησιμο περιβάλλον εργασίας.

- Όλοι οι μικρόκοσμοι πειραματισμού έχουν οικοδομηθεί με βάση την ιδέα των πολλαπλών αναπαραστάσεων. Είναι σημαντική η διαπίστωση ότι η εξοικείωση με τα φαινόμενα, τις έννοιες, τους νόμους, τις τεχνικές και με στοιχεία που συνιστούν τη φυσιογνωμία της επιστήμης, μπορεί να γίνει εφόσον ο μαθητής περνάει από τη μια αναπαράσταση στην άλλη.

- Ο διδάσκων μπορεί να προτείνει στους μαθητές του “συνθετικές εργασίες” με βάση το υλικό των “Ντοκουμένων” και των μικρόκοσμων πειραματισμού.

Το πρόγραμμα ΓΑΙΑ δίνει την ευκαιρία στον διδάσκοντα να μετατοπίσει το κέντρο βάρους των διδακτικών στόχων
από το “ΓΝΩΡΙΖΩ ΟΤΙ”
στο “ΓΝΩΡΙΖΩ ΠΩΣ” και
στο “ΓΝΩΡΙΖΩ ΠΟΤΕ ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ” να χρησιμοποιώ μια έννοια, ένα νόμο ή μια τεχνική.

Συγκεντρωτικός πίνακας: Τα “στοιχεία ταυτότητας” των τεσσάρων μικρόκοσμων

Μικρόκοσμος	Φαινόμενα	Πολλαπλές αναπαραστάσεις	Άμεσος χειρισμός	Εξερευνητής
ΙΑΣΩΝ	Κίνηση ενός αντικειμένου στην επιφάνεια της Γης.	<ul style="list-style-type: none">• Η Γη-σφαίρα• Παγκόσμιος χάρτης• Μεσημβρινοί και παράλληλοι	<ul style="list-style-type: none">• Μετακίνηση εξερευνητή	Αεροπλάνο
NEWTON	Κίνηση ενός δορυφόρου	<ul style="list-style-type: none">• Η Γη-σφαίρα• Παγκόσμιος χάρτης• Στροβοσκοπική αναπαράσταση• Ταχύτητα, δύναμη	<ul style="list-style-type: none">• Θέση και ταχύτητα του δορυφόρου	Δορυφόρος
GILBERT	Αισθητοποίηση του γήινου μαγνητικού πεδίου	<ul style="list-style-type: none">• Γη και βελόνες• Μαγνήτης και βελόνες	<ul style="list-style-type: none">• Μετακίνηση του εξερευνητή	Μαγνητική βελόνα
ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ	Μετακίνηση μιας ράβδου στην επιφάνεια της Γης και αλλαγή του μήκους της.	<ul style="list-style-type: none">• Ηλιακές ακτίνες πέφτουν στη Γη• Ράβδος και σκιά της• Μαθηματικές σχέσεις	<ul style="list-style-type: none">• Θέση και ύψος της ράβδου	Ράβδος

2. Παιδαγωγικές κατευθύνσεις

Η ΓΑΙΑ αποτελεί εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο, από παιδαγωγική άποψη, έχει σχεδιαστεί με βάση τη γνωστική προσέγγιση και τη θεωρία του εποικοδομητισμού. Σύμφωνα με τη γνωστική ψυχολογία, η γνωστική δομή είναι ένα οργανωμένο σύστημα νοητικών δραστηριοτήτων. Νέα δεδομένα, τα οποία προσεγγίζουν την υπάρχουσα δομή, ενσωματώνονται με ένα μηχανισμό αφομοίωσης που φιλτράρει τα δεδομένα μέσα από τις υπάρχουσες δομές και έτσι δημιουργεί νέες, στις οποίες οικοδομείται η νέα γνώση. Η διαδικασία αυτή έχει ονομαστεί εποικοδομητισμός (constructivism).

Η ηλικία των μαθητών και το νοητικό τους επίπεδο αποτελούν δεδομένα που είναι ιδιαίτερα σημαντικά, εφόσον το μαθησιακό υλικό που προσφέρεται στους μαθητές πρέπει να είναι ανάλογο με το στάδιο της πνευματικής τους ανάπτυξης. Στην προκειμένη περίπτωση, τα παιδιά που θα ασχοληθούν με το πρόγραμμα είναι 11-15 χρόνων, και κατά τον Piaget βρίσκονται στο στάδιο των τυπικών νοητικών ενεργειών ή των μορφοποιημένων λειτουργιών. Στο στάδιο αυτό αναπτύσσονται η λογική σκέψη, η ικανότητα σχηματοποίησης θεωριών, η αντίληψη που στηρίζεται στο συμβολισμό, η ικανότητα κατανόησης γεωμετρικών σχέσεων και η χρήση θεωρημάτων. Στην ηλικία αυτή προσεγγίζονται οι έννοιες της σχετικότητας, της ισορροπίας και της αντιστοιχίας μεταξύ αντιλήψεων, πράξεων και αντιδράσεων του ανθρώπου και αναπτύσσεται η λογική σκέψη, με τη διατύπωση υποθέσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

2.1 Παιδαγωγικές αρχές

Βασική παιδαγωγική θέση στην οποία στηρίζεται η ΓΑΙΑ είναι ότι η παραδοσιακή διδασκαλία μπορεί να οδηγήσει στη μάθηση, όχι όμως απαραίτητα στη μάθηση μέσα από διαδικασίες διερεύνησης. Στο παραδοσιακό σχολείο η διαδικασία της μάθησης αποτελεί συνήθως για το μαθητή μια υπόθεση “μοναχική” και ξένη προς τα προσωπικά του ενδιαφέροντα, μια διαδικασία που προωθεί την αποστήθιση πληροφοριών, απαραίτητων για την επιτυχία, στο πλαίσιο της αξιολόγησής του. Λύση θα μπορούσε να προσφέρει η δόμηση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος πλούσιου σε προκλήσεις για δράση, στο οποίο ο ίδιος ο μαθητής θα αυτενεργεί και δεν θα αποτελεί παθητικό αποδέκτη της “από καθέδρας” διδασκαλίας. Με την αποδοχή των βασικών αυτών θέσεων, στο πρόγραμμα της ΓΑΙΑΣ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην παροχή κινήτρων για καλλιέργεια των αυθεντικών δημιουργικών δραστηριοτήτων του μαθητή και στη σταδιακή οικοδόμηση της γνώσης μέσω του πειραματισμού.

Η ΓΑΙΑ προτείνει την προσέγγιση των διδακτικών αντικειμένων μέσα από μια διαδικασία ανακάλυψης και διερεύνησης, που προωθείται από τους τέσσερις μικρόκοσμους και τα ανάλογα εργαλεία. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να προσδιορίσουν τα δεδομένα ενός προβλήματος, να αναχθούν στη θεωρία, να διατυπώσουν υποθέσεις και να πειραματιστούν, προσπαθώντας να δώσουν λύσεις με άμεση προσωπική συμμετοχή και έχοντας τη δυνατότητα επαλήθευσης των υποθέσεων που έχουν κάνει.

Μια από τις θεμελιώδεις αρχές της γνωστικής προσέγγισης που προωθείται με το εκπαιδευτικό λογισμικό της ΓΑΙΑΣ είναι η διαθεματικότητα, ως στρατηγική ανάπτυξης των Προγραμμάτων Σπουδών στο σχολείο. Σήμερα αποτελεί ζητούμενο η προοδευτική κατάργηση των ορίων μεταξύ των επιστημών ή τουλάχιστον η δημιουργία ανοιγμάτων που θα επιτρέπουν στους μαθητές να κινούνται ελεύθερα από τον ένα τομέα στον άλλο και να επιλέγουν ανάμεσα από διάφορους συνδυασμούς. Το πρόγραμμα ΓΑΙΑ συμβάλλει σημαντικά στην επίτευξη αυτού του στόχου, με τη διαθεματική προσέγγιση τριών επιστημονικών περιοχών: της Γεωγραφίας, των Μαθηματικών και της Φυσικής. Ταυτόχρονα συμβάλλει στην αποκάλυψη της σχέσης που υπάρχει μεταξύ των Φυσικών Επιστημών και της καθημερινής πράξης και της σημασίας των επιστημονικών γνώσεων στη σύγχρονη ζωή. Εξάλλου, η ενασχόληση με τους μικρόκοσμους προωθεί τη βιωματική προσέγγιση της γνώσης, ενώ ταυτόχρονα απαιτεί από τους μαθητές τη σύνδεση συμβολικών και λειτουργικών αναπαραστάσεων, καθώς επίσης τη διατήρηση στη μνήμη εικονικών αναπαραστάσεων, που εύκολα μπορούν να ανακαλούνται στο μέλλον.

Είναι προφανές ότι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διδακτική αξιοποίηση του προγράμματος στην τάξη αποτελεί όχι μόνο ο παιδαγωγικός σχεδιασμός αλλά και η κατάλληλη εφαρμογή του. Για τη διδασκαλία της ΓΑΙΑΣ, υιοθετούνται οι παρακάτω αρχές της διδακτικής διαδικασίας, που απορρέουν από την αποδοχή των βασικών θέσεων της γνωστικής προσέγγισης:

- Ενθάρρυνση των μαθητών.
- Προώθηση της έννοιας της αλληλεπίδρασης με τη συνεργασία των μαθητών.
- Παροχή ευκαιριών για πρωτοβουλίες, για ανάπτυξη της περιέργειας και της ανεξάρτητης σκέψης.
- Αποδοχή όλων των απαντήσεων των μαθητών, έστω και λανθασμένων.

- Χρησιμοποίηση ενεργητικών μεθόδων διδασκαλίας με έμφαση στην παρατήρηση και τον πειραματισμό.
- Έμφαση στην ανάπτυξη των βασικών ποιοτικών εννοιών.
- Έμφαση στο περιεχόμενο και τη διαδικασία της μετάδοσης των γνώσεων (και όχι στους διδακτικούς στόχους).
- Προσεκτικός σχεδιασμός των διδακτικών αντικειμένων και της διαδικασίας, ώστε να μην είναι ούτε πολύ δύσκολα και να προκαλούν τρόμο ούτε πολύ εύκολα και να προκαλούν ανία.
- Προσφορά των διδακτικών αντικειμένων με τη μορφή προβληματικών καταστάσεων.

2.2 Οι σχεδιαστικές αρχές του λογισμικού

Στην περίπτωση της χρησιμοποίησης των νέων τεχνολογιών, το εκπαιδευτικό περιβάλλον προσδιορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το διαθέσιμο λογισμικό. Το γεγονός αυτό έχει ως συνέπεια να μην είναι πια ο εκπαιδευτικός μοναδική πηγή γνώσεων και αποκλειστικός διαχειριστής της νέας πληροφορίας. Κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας με τη χρησιμοποίηση διερευνητικού λογισμικού, το ίδιο το λογισμικό παρέχει ευκαιρίες για πειραματισμό και δοκιμή μιας ποικιλίας μεθόδων και τεχνικών, για την επίλυση ενός προβλήματος. Με αυτόν τον τρόπο το λογισμικό δεν περιορίζεται στο να υπαγορεύει μια σειρά συγκεκριμένων βημάτων τα οποία οδηγούν σίγουρα στη λύση του προβλήματος. Προωθείται έτσι η διερευνητική μάθηση (exploratory learning), η ανάπτυξη τεχνικών επίλυσης προβλημάτων (problem solving) και η μέθοδος project-based learning.

Το λογισμικό της ΓΑΙΑΣ αποτελεί ένα περιβάλλον το οποίο:

- Επιτρέπει την εναλλαγή των ρόλων μαθητή-διδάσκοντα.
- Υποστηρίζει την ανάπτυξη “ανοιχτών” ή και “κλειστών” εργασιών, για διαφορετικές επιδιώξεις, διαφορετικές ηλικίες, διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις, και είναι προσαρμόσιμο σε διαφορετικές εκπαιδευτικές ανάγκες.
- Επιτρέπει την ομαδική ή συνεργατική διδασκαλία.

Οι γενικές και ειδικές αρχές στις οποίες στηρίχτηκε ο σχεδιασμός του λογισμικού της ΓΑΙΑΣ είναι οι εξής:

- Η **διαλογικότητα** ως σύνολο από μετρήσιμες ιδιότητες, όπως: “χρόνος εργασίας”, “αμεσότητα”, “ανάδραση” (feedback) κ.τ.λ. Η διαλογικότητα σχετίζεται με τη συχνότητα εισόδου δεδομένων από τον μαθητή, το εύρος των επιλογών που έχει και τον αντίκτυπο των επιλογών και των ενεργειών του σ’ όλη τη διάρκεια της διαδικασίας.
- Η **καθοδηγούμενη αποτυχία**, που σχετίζεται με την ενεργοποίηση κινήτρων μάθησης ύστερα από μια αποτυχία σε μια διεργασία κατανόησης. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να πειραματιστούν αντιμετωπίζοντας συνειδητά το ενδεχόμενο της αποτυχίας και να μάθουν απ’ αυτή. Έτσι περιορίζεται η σημασία της “μίας και σωστής απάντησης” και ενθαρρύνεται η διατύπωση δημιουργικών υποθέσεων, ανεξάρτητα από την ορθότητά τους.
- Η **προσομοίωση**, που προωθεί την έννοια της μάθησης μέσα από συγκεκριμένες καταστάσεις. Στις κανονικές συνθήκες εργασίας μέσα στην τάξη, με τις τεχνικές προσομοίωσης επιδιώκεται η “μίμηση” συνθηκών, όπου οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους για να αναπαραγάγουν μια εμπειρία παρόμοια με την πραγματικότητα.
- Η **ανάκληση** πληροφοριών που έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να διατηρηθούν, εφόσον εξαρτώνται από την πρακτική άσκηση του μαθητή σε ένα ρεαλιστικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τις παραπάνω γενικές σχεδιαστικές αρχές αλλά και τους μαθησιακούς στόχους που πρέπει να επιδιωχθούν, στο πρόγραμμα της ΓΑΙΑΣ δίνεται έμφαση στα παρακάτω:

- Στην ενσωμάτωση της προς διερεύνηση γνώσης μέσα στο λογισμικό, με τρόπο ευέλικτο.
- Στην αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητή και υπολογιστή.
- Στην εύκολη χρήση του λογισμικού.
- Στη δυνατότητα χρήσης και διασύνδεσης πολλαπλών αναπαραστάσεων.
- Στη συνέργια με άλλες εφαρμογές (βάση δεδομένων κ.τ.λ.).
- Στον άμεσο χειρισμό που βοηθά τη διερεύνηση συνόλου αντικειμένων.
- Στους μαθησιακούς και γνωστικούς στόχους του λογισμικού (χαρακτήρας διαθεματικός, δικτυακός), που ενθαρρύνουν την επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των μαθητών.

Ακολουθώντας τις παιδαγωγικές και σχεδιαστικές αρχές του λογισμικού, όπως έχουν εκτεθεί παραπάνω, θεωρούμε ότι συμβάλλουμε θετικά στην αντιμετώπιση βασικών προβλημάτων του σύγχρονου σχολείου και στην ιδέα της οικοδόμησης του σχολείου του μέλλοντος.

2.3 Η παιδαγωγική αξιοποίηση του προγράμματος ΓΑΙΑ

Η ένταξη των νέων τεχνολογιών στο ελληνικό σχολείο, για να είναι οργανική και ολοκληρωμένη με φυσικό τρόπο, θα πρέπει να δίνει απαντήσεις στα πιο σημαντικά και κρίσιμα ερωτήματα που σχετίζονται κυρίως με την εκπαιδευτική θεωρία και τη διδακτική πράξη.

Η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών (υπολογιστές πολυμέσων, Internet) στην εκπαίδευση συνιστά καινοτομική παρέμβαση. Συνεπώς, η περιγραφή του τρόπου εισαγωγής του εκπαιδευτικού λογισμικού ΓΑΙΑ στη διδακτική πράξη οφείλει να έχει ως σημείο αφετηρίας αυτήν ακριβώς την ιδέα της καινοτομικής παρέμβασης. Από την άλλη μεριά, η εισαγωγή του λογισμικού στην τάξη δεν καταργεί τα δοκιμασμένα μέσα διδασκαλίας. Γι' αυτό το λόγο, **η ένταξη του λογισμικού** πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε να συνδυάζεται κατάλληλα τόσο με το πείραμα στο εργαστήριο -και με τα άλλα παραδοσιακά εποπτικά μέσα- όσο και με το παραδοσιακό περιβάλλον "χαρτί-μολύβι".

Πριν από την εισαγωγή του λογισμικού στη σχολική τάξη θα πρέπει να σκεφτούμε όλες τις παραμέτρους του προβλήματος, όπως συνοψίζεται στο ερώτημα:

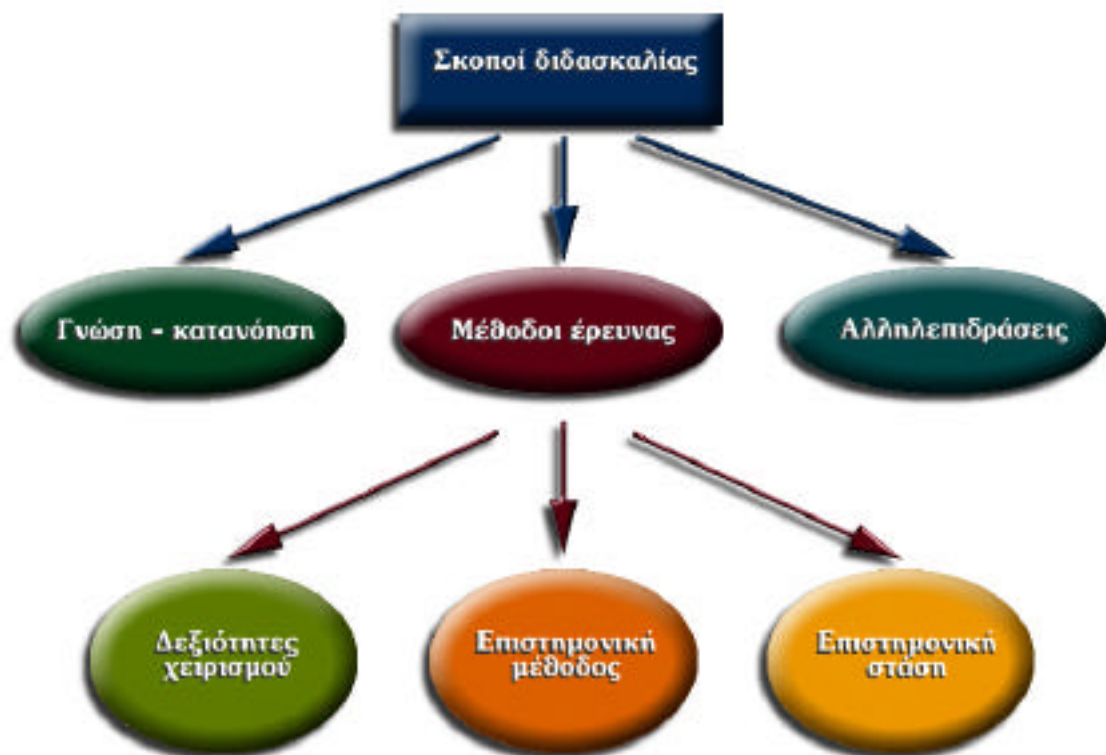
πώς μπορώ να αξιοποιήσω το λογισμικό στην τάξη μου ώστε να εξοικειωθούν οι μαθητές με τις έννοιες, τους νόμους και τις τεχνικές, σύμφωνα με τους σκοπούς του Προγράμματος Σπουδών;

Στο δεύτερο κεφάλαιο επιχειρούμε να απαντήσουμε στο ερώτημα και να διατυπώσουμε συγκεκριμένες προτάσεις αναφορικά με:

- τις παιδαγωγικές αναζητήσεις (η διαθεματική προσέγγιση της διδασκαλίας, η διερευνητική μάθηση και η πειραματική μέθοδος έρευνας, η εργασία των μαθητών με ομάδες, τα "νοητικά σχήματα" των μαθητών, ο ρόλος των διδασκόντων),
- τη δομή και το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού λογισμικού ΓΑΙΑ.

Οι παιδαγωγικές αναζητήσεις στο πλαίσιο του προγράμματος ΓΑΙΑ

Η διδασκαλία ενός μαθήματος βασίζεται στο Πρόγραμμα Σπουδών (σκοποί και περιεχόμενο). Μια εξέταση των σκοπών της διδασκαλίας (των Μαθηματικών, της Γεωγραφίας και της Φυσικής στο Γυμνάσιο), σε τελευταία ανάλυση, καταλήγει στο να διακρίνουμε τρεις βασικές κατηγορίες σκοπών σύμφωνα με το διάγραμμα:



Το σχολικό εγχειρίδιο, πρώτα απ' όλα, επιχειρεί να εξυπηρετήσει ορισμένους μόνο από τους παραπάνω σκοπούς (οι δεξιότητες χειρισμού και οι επιστημονικές στάσεις δεν μαθαίνονται από το εγχειρίδιο). Το εγχειρίδιο απευθύνεται στους μαθητές και αποτελεί ένα σημαντικό (βοηθητικό) παιδαγωγικό μέσο που έχει στη διάθεσή του ο διδάσκων. Σ' αυτό το βιβλίο προτείνεται μία και μοναδική διδακτική προσέγγιση ενός γνωστικού αντικείμενου και καθορίζεται το πλαίσιο αναφοράς της διδασκαλίας.

Από την άλλη, για να έχει θετικά αποτελέσματα η διδασκαλία μας, οφείλει να είναι ένα σύνολο οργανωμένων και μεθοδικών ενεργειών του διδάσκοντα, που να στοχεύουν στη δημιουργία τέτοιων συνθηκών (διδακτικών καταστάσεων), ώστε να διευκολύνουν την εκμάθηση ενός γνωστικού αντικείμενου από τους μαθητές. Κάθε διδασκαλία περιλαμβάνει τρεις συγκεκριμένες συνιστώσες ή πόλους: τους μαθητές, τη γνωστική περιοχή και τον διδάσκοντα ("παιδαγωγικό τρίγωνο"):



Μια προσεκτική μελέτη του συστήματος διδασκαλία οδηγεί στο συμπέρασμα της ύπαρξης ποικίλων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των τριών πόλων. Οι νέοι όροι θεωρούνται αναγκαίοι, αν επιθυμούμε μια πιο συγκροτημένη επικοινωνία με τους άλλους διδάσκοντες του σχολείου μας ή άλλων σχολείων.

α) Τα "νοητικά σχήματα" των μαθητών

Ένα από τα γνωστά πορίσματα της Γνωστικής Ψυχολογίας είναι ότι ο μαθητής δεν αποτελεί "λευκό χαρτί" που θα το γεμίσει ο διδάσκων με τη διδασκαλία του. Τα τελευταία χρόνια πολυάριθμες έρευνες σε όλο τον κόσμο αποκάλυψαν ότι οι μαθητές έρχονται στην τάξη φέρνοντας στις αποσκευές τους λανθασμένες νοητικές αναπαραστάσεις ή νοητικά μοντέλα ασύμβατα με αυτά της επιστημονικής κοινότητας. Τις περιπτώσεις αυτές η διδασκαλία οφείλει να λάβει σοβαρά υπόψη, μια και οι έρευνες αποκαλύπτουν ότι έχουν μια εκπληκτική σταθερότητα. Στην πράξη, ο διδάσκων υποχρεώνεται να συμπεριλάβει στη διδασκαλία του και **ειδικούς στόχους για την υπερνίκηση των εμποδίων** που συναντούν οι μαθητές. Το πρόγραμμα ΓΑΙΑ μπορεί να βοηθήσει προς αυτήν την κατεύθυνση με δύο τρόπους: με την πολλαπλότητα των αναπαραστάσεων καθώς και τον άμεσο χειρισμό των αντικειμένων, και με τις προτεινόμενες δραστηριότητες.

β) Ο διδακτικός μετασχηματισμός

Σημείο αφετηρίας της διδασκαλίας μιας σειράς γνωστικών αντικειμένων (έννοιες, νόμοι, θεωρίες) είναι το Πρόγραμμα Σπουδών. Ο διδάσκων, παίρνοντας υπόψη και τον τρόπο παρουσίασης αυτών των γνωστικών αντικειμένων στο σχολικό εγχειρίδιο, ετοιμάζει το δικό του πλάνο διδασκαλίας. Γι' αυτόν το σκοπό ο διδάσκων επιστρατεύει τις γνώσεις του για τον κόσμο και αναζητά εκείνα τα μέσα (πειράματα, ερωτήσεις και προβλήματα) και τις προσεγγίσεις που θα τον εξυπηρετήσουν.

Κατά την εφαρμογή του προγράμματος ΓΑΙΑ στο σχολικό περιβάλλον, ο διδακτικός μετασχηματισμός περνάει στα χέρια του διδάσκοντα, εφόσον του δίνονται ευκαιρίες ώστε να αναπτύξει πρωτοβουλίες με κριτήριο τις ανάγκες των μαθητών του. Μια απ' αυτές τις πρωτοβουλίες είναι η αναζήτηση μιας διαθεματικής προσέγγισης της διδασκαλίας. Οι εμπλεκόμενοι, διδάσκοντες και μαθητές, αναλαμβάνουν να επιλύσουν προβλήματα χωρίς να αναρωτιούνται αν αυτά που κάνουν κάθε φορά είναι "Γεωγραφία, Μαθηματικά, Φυσική ή Ιστορία". Ο διαθεματικός χαρακτήρας του προγράμματος, μαζί με

την αλλαγή του περιβάλλοντος μάθησης, μας υποχρεώνει να επινοήσουμε νέες δραστηριότητες, πιο σύνθετες και πιο ενδιαφέρουσες από τις παραδοσιακές, ειδικά για τη διδασκαλία με τη χρήση των μικρόκοσμων της ΓΑΙΑ.

γ) Το διδακτικό συμβόλαιο

Με τον όρο διδακτικό συμβόλαιο εννοούμε το σύνολο των κανόνων που διέπουν τις σχέσεις των μαθητών με τον διδάσκοντα. Συνήθως, αυτοί οι κανόνες αναφέρονται στο ρόλο των διδασκόντων και διδασκομένων μέσα στη σχολική τάξη, όπως παραδοσιακά τον γνωρίζουμε.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σημασία που δίνεται στο “λάθος”. Στο πρόγραμμα ΓΑΙΑ το “λάθος” αξιοποιείται και γίνεται συστατικό στοιχείο της διδασκαλίας και μάθησης. Τόσο ο διδάσκων όσο και οι διδασκόμενοι θα πρέπει να πειστούν ότι υπάρχουν καταστάσεις στη διδασκαλία όπου το “λάθος” επιτρέπεται, και συνεπώς δεν “βαθμολογείται”. Στο περιβάλλον της ΓΑΙΑΣ η ανάδειξη των λαθών και η συζήτησή τους είναι μια από τις κορυφαίες στιγμές της διδασκαλίας στην αίθουσα πληροφορικής, αφορμή για κοινωνικογνωστικές συγκρούσεις. Επιπλέον, με το να φροντίζουμε να δίνονται δραστηριότητες που επιτρέπουν εναλλακτικές προσεγγίσεις, οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις ποικίλες διαδρομές που μπορεί να ακολουθεί η ανθρώπινη σκέψη, για να οδηγηθεί στην επίλυση ενός προβλήματος.

Εκτός από την ανάδειξη και την αξιοποίηση των λαθών, σημαντική θεωρείται τόσο η εργασία των μαθητών με ομάδες όσο και η επικοινωνία των μαθητών διαφορετικών σχολείων. Στο σημερινό σχολείο οι μαθητές βρίσκονται μπροστά σε μια αντίφαση. Από τη μια το σχολείο προσδοκά από αυτούς να μάθουν μόνοι τους, και από την άλλη μελλοντικά θα τους ζητηθεί να ενεργοποιήσουν τις νοητικές τους ικανότητες στο πλαίσιο ενός καθήκοντος που μοιράζονται μαζί με άλλους. Το μοίρασμα αναφέρεται στο γεγονός ότι η ενεργοποίηση διανέμεται σε πολλά ανεξάρτητα άτομα.

Όσον αφορά την επικοινωνία μεταξύ μαθητών, η διδακτική προσέγγιση της ΓΑΙΑΣ βασίζεται στον κατεχόμενη δικτυακό μικρόκοσμο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ.

δ) Ο υπολογιστής ως καταλύτης για αλλαγές

Η παιδαγωγική αναζήτηση των τρόπων ένταξης του λογισμικού στη σχολική τάξη (εργαστήριο πληροφορικής) μπορεί να βασιστεί στα στοιχεία του διευρυμένου “παιδαγωγικού τριγώνου” και στους σκοπούς της διδασκαλίας. Οφείλουμε να απαντήσουμε σε ερωτήματα σχετιζόμενα με το διδακτικό συμβόλαιο, όπως:

- ποιος ο ρόλος του διδάσκοντα σε ένα περιβάλλον διερευνητικής μάθησης;
- ποιος ο ρόλος των μαθητών;
- και σε ερωτήματα αναφορικά με το διδακτικό μετασχηματισμό, όπως:
- ποια η διδακτική παρέμβαση του διδάσκοντα;

Η πιο σημαντική αλλαγή αναφέρεται στο σκηνικό της διδασκαλίας. Οι μαθητές εγκαταλείπουν τη σχολική τάξη με τα θρανία σε σειρές και μεταβαίνουν σε ένα εργαστήριο υπολογιστών. Εκεί, καλούνται **να εργαστούν σε ομάδες** των δύο ή τριών ατόμων, έχοντας ως αφετηρία συγκεκριμένες δραστηριότητες. Ο διδάσκων, από μεταδότης γνώσεων σε μια μετωπική διδασκαλία, θα πρέπει να γίνει διευκολυντής ή διαμεσολαβητής. Η διδακτική παρέμβασή του αναφέρεται στην επιλογή των δραστηριοτήτων, στην παρακίνηση των μαθητών του και στην παρακολούθηση της πορείας τους. Ιδιαίτερα σημαντική είναι **η φάση ολοκλήρωσης**, κατά την οποία οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν τόσο για τις δυσκολίες που συνάντησαν όσο και για τις απαντήσεις που έδωσαν στα ερωτήματα των δραστηριοτήτων. Σ’ αυτήν τη φάση ο διδάσκων αναλαμβάνει το ρόλο του συντονιστή της συζήτησης και φροντίζει να παρακινεί τους μαθητές του.

Στον παρακάτω πίνακα προβάλλονται παραστατικά οι διαφορές ανάμεσα στο παραδοσιακό και στο πληροφορικό (ψηφιακό) περιβάλλον μάθησης, μέσα από τις απαντήσεις στα ερωτήματα: Πώς τα παιδιά μαθαίνουν, τι μαθαίνουν και με ποιον μαθαίνουν στο σημερινό και στο πληροφορικό περιβάλλον;

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι Μια αντιπαράθεση της σημερινής με την επιθυμητή κατάσταση (το όραμα)

ΤΑ ΠΑΙΔΙΑ	Στο σημερινό περιβάλλον	Στο νέο επιθυμητό περιβάλλον
ΠΩΣ Μαθαίνουν; (ΣΥΝΘΗΚΕΣ)	<p>Ο διδάσκων οφείλει να είναι: <u>μεταδότης γνώσεων</u></p> <p>Ο μαθητής είναι: <u>παθητικός</u> (δασκαλοκεντρική προσέγγιση)</p> <p>Η εργαστηριακή άσκηση και τα εποπτικά μέσα απουσιάζουν</p> <p>Κυριαρχεί το περιβάλλον <u>Χαρτί-μολύβι</u> και ο κιμωλιοπίνακας</p>	<p>Ο διδάσκων πρέπει να είναι: <u>διαμεσολαβητής</u></p> <p>Ο μαθητής παρακινείται ώστε να είναι: <u>ενεργητικός</u> (μαθητοκεντρική προσέγγιση)</p> <p>Η εργαστηριακή άσκηση και τα εποπτικά μέσα αποκτούν προνομιούχο θέση</p> <p>Ο υπολογιστής εντάσσεται στη διδασκαλία, προωθώντας τη διερεύνηση μέσω προσομοιώσεων Οι δραστηριότητες είναι πιο πολύπλοκες (πολλαπλές αναπαραστάσεις)</p>
ΤΙ Μαθαίνουν; (ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ)	<p>Ό,τι από παράδοση επινοήθηκε να μαθαίνουν οι μαθητές σε περιβάλλον χαρτί-μολύβι</p> <p>Απουσιάζει η διασύνδεση των γνώσεων</p>	<p>Προσεγγίζοντας τα διδακτικά αντικείμενα διερευνητικά, μαθαίνουν πώς να μαθαίνουν</p> <p>Επιβάλλεται η διαθεματική προσέγγιση των γνωστικών αντικειμένων</p>
ΜΕ ΠΟΙΟΝ Μαθαίνουν; (ΠΟΛΥΠΛΟΤΗΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΩΝ)	<p>Η μάθηση περιορίζεται στο σχολείο</p> <p>Η επικοινωνία μεταξύ των μαθητών δεν θεωρείται αναγκαία</p> <p>Η εργασία με ομάδες δεν θεωρείται αναγκαία</p>	<p>Είναι εφικτή η επικοινωνία μεταξύ μαθητών διαφορετικών σχολείων (κοινότητες μάθησης με χρήση του Διαδικτύου)</p> <p>Η εργασία με ομάδες επιβάλλεται</p>

Από την αντιπαράθεση των στοιχείων του πίνακα είναι φανερό ότι ο υπολογιστής δρα ως **καταλύτης** για αλλαγές στην ίδια τη σχολική πρακτική. Όμως, σημείο αφετηρίας θα εξακολουθεί να παραμένει η υπάρχουσα κατάσταση διδασκαλίας (συνθήκες, μέσα).

Τι λένε οι διδάσκοντες και οι ερευνητές για τη χρήση των νέων τεχνολογιών στο σχολικό περιβάλλον;

- “Η χρήση της τεχνολογίας μου επιτρέπει να οργανώνω έτσι τις δραστηριότητες των μαθητών, ώστε να εργάζονται ανεξάρτητα και καμιά φορά σε μικρές ομάδες. Έτσι, μου μένει χρόνος να ασχολούμαι με τις ανάγκες των μαθητών μου.”
- “Η αρχή του τέλους της μοναξιάς του εκπαιδευτικού είναι όταν βρεθεί με άλλους, όταν αισθανθεί ότι αποτελεί μέλος μιας ομάδας με κοινούς στόχους.”
- “Οι νέες τεχνολογίες βοηθούν τον διδάσκοντα να επαναπροσδιορίσει το ρόλο του.”
- “Με τη χρήση της τεχνολογίας, από σοφός της έδρας έγινα διευκολυντής, συνεργάτης και καθοδηγητής των μαθητών μου.”
- “Τώρα, δεν χάνω το χρόνο μου μπροστά στην τάξη μου ούτε οι μαθητές μου διαβάζουν από ένα βιβλίο. Έγινα διευκολυντής, παρατηρητής, διαχειριστής και αξιολογητής. Από την άλλη, άλλαξαν και οι μαθητές μου: έγιναν συνεργάτες και δάσκαλοι.”
- “Αυτά που κάνω τώρα είναι διαφορετικά. Οι στόχοι μου άλλαξαν επειδή τώρα προσέχω περισσότερο τη διαδικασία απόκτησης των γνώσεων και όχι το αποτέλεσμα.”

3. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο περιβάλλον της ΓΑΙΑΣ

Μπορεί τα Προγράμματα Σπουδών να αλλάζουν, αλλά η επίλυση προβλημάτων θα εξακολουθεί να αποτελεί ένα γενικό και μόνιμο καθήκον, άρρηκτα δεμένο με τις διαδικασίες μάθησης. Ας μην ξεχνάμε ότι η επίλυση προβλημάτων εξυπηρετεί τους σκοπούς της διδασκαλίας και προτείνεται στα Προγράμματα Σπουδών ως εναλλακτική διδακτική προσέγγιση.

Τι είναι πρόβλημα;

Μια από τις βασικές αρχές οικοδόμησης του εκπαιδευτικού πακέτου ΓΑΙΑ είναι η ιδέα ότι οι δραστηριότητες που το συνοδεύουν οφείλουν να έχουν δύο χαρακτηριστικά:

- α) Να είναι **ειδικά επινοημένες** (προβληματικές) καταστάσεις για το πληροφορικό περιβάλλον και
- β) Να βασίζονται στο γνωστό περιβάλλον χαρτί-μολύβι και να το διευρύνουν.

Πριν αναφερθούμε στην πρότασή μας για τη δομή και το περιεχόμενο των μαθητικών δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της ΓΑΙΑΣ, θα πρέπει να αναφερθούμε γενικότερα στο ερώτημα: **τι είναι πρόβλημα;**

Η απουσία συμφωνίας ενός ορισμού του όρου πρόβλημα είναι πηγή ποικίλων συγχύσεων. Μια πρώτη έρευνα για το ζήτημα αυτό μας έδωσε μια ποικιλία ορισμών. Τους παραθέτουμε και στη συνέχεια τους σχολιάζουμε.

Πρώτος ορισμός: Κάποιος αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα όταν έχει ένα στόχο τον οποίο δεν μπορεί να προσεγγίσει απευθείας (Kaney, 1986).

Ο Jackson (1985) συνοψίζει τον παραπάνω ορισμό ως εξής:

$$\text{Πρόβλημα} = \text{Στόχοι} + \text{Εμπόδια}$$

Δεύτερος ορισμός: Κάποιος αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα όταν θέλει “κάτι” αλλά δεν γνωρίζει ποιες ενέργειες πρέπει να κάνει για να το πετύχει (Newell and Simon, 1972).

Τρίτος ορισμός: Οποτεδήποτε υπάρχει χάσμα ανάμεσα σ’ αυτό που είσαι τώρα και σ’ αυτό που θα ήθελες να είσαι και δεν γνωρίζεις τον τρόπο για να καλύψεις αυτό το χάσμα, τότε αντιμετωπίζεις ένα πρόβλημα (Hayes, 1980).

Οι παραπάνω ορισμοί μοιάζουν στο ότι δεν εστιάζουν καθόλου στη φύση αυτού καθαυτού του προβλήματος, αλλά εντοπίζουν το ενδιαφέρον τους στην απόσταση ανάμεσα στο πρόβλημα και στην έλλειψη μιας κατάλληλης μεθόδου επίλυσής του.

Ο γενικός ορισμός του “προβλήματος”

Στα πλαίσια της διδασκαλίας θεωρούμε ότι μπορεί να δοθεί ένας ορισμός του προβλήματος:

Με τον όρο πρόβλημα χαρακτηρίζουμε ένα **καθήκον** το οποίο απαιτεί **ανάλυση και συλλογισμό** προς επίτευξη ενός **σκοπού**. Αυτή η ανάλυση και ο συλλογισμός βασίζονται στην κατανόηση της γνωστικής περιοχής, στην οποία εντάσσεται το συγκεκριμένο καθήκον.

Ένα πρόβλημα δεν μπορεί να επιλυθεί με ανάκληση ή αναπαραγωγή.

Με τον όρο **επίλυση ενός προβλήματος** εννοούμε τη διαδικασία με την οποία ο λύτης παράγει μια αποδεκτή λύση του προβλήματος.

Το διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά τον ορισμό του όρου “πρόβλημα”.



Στο διάγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε τις συνιστώσες του προβλήματος και τον τρόπο που αυτές συνδέονται μεταξύ τους.

Δεν πρέπει να συγχέουμε την ευρετική στρατηγική με την αλγοριθμική. Αλγόριθμος είναι ένα σύνολο κανόνων που, αν τους ακολουθήσουμε, θα παράγουν αυτόματα τη σωστή λύση (για παράδειγμα, ο κανόνας του παραλληλογράμμου, οι κανόνες του πολλαπλασιασμού). Αντίθετα, οι ευρετικές στρατηγικές συγκεντρώνουν ένα σύνολο κανόνων: είναι “τακτικές” έρευνας και λύσης, σχετικά εύκολα εφαρμόσιμες. Ενώ ο αλγόριθμος εγγυάται την επιτυχία, αυτό δεν συμβαίνει με την ευρετική στρατηγική.

Ποια είναι η δομή και το περιεχόμενο των μαθητικών δραστηριοτήτων;

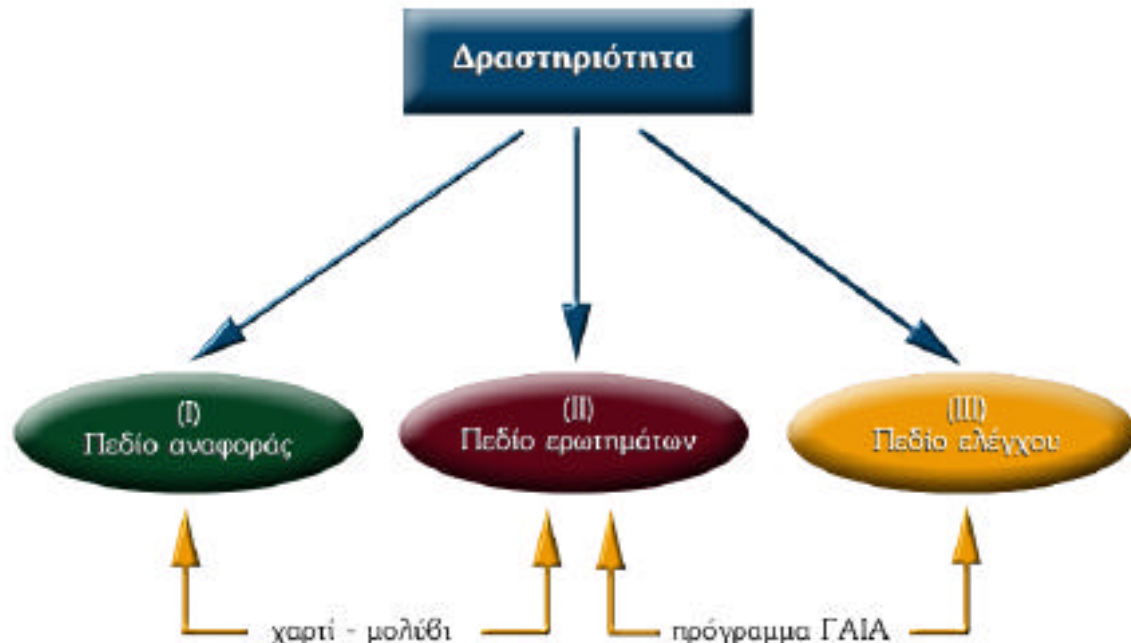
Στο πλαίσιο του προγράμματος ΓΑΙΑ προτείνουμε δραστηριότητες που έχουν επινοηθεί ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις ενός περιβάλλοντος με συνθήκες σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής (σύμφωνα με τις προδιαγραφές των εργαστηρίων του ΟΔΥΣΣΕΑ) και να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών. Οι μαθητικές δραστηριότητες παρουσιάζονται με τη μορφή **“φύλλων εργασίας”**, ώστε να επιτυγχάνεται εύκολα η μετάβαση από το οικείο περιβάλλον χαρτί-μολύβι στο νέο πληροφορικό περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης.

Οι προτεινόμενες δραστηριότητες εξυπηρετούν ορισμένους γενικούς σκοπούς της διδασκαλίας των μαθημάτων (Γεωγραφίας, Φυσικής, Μαθηματικών) στο Γυμνάσιο και αφορούν το διερευνητικό και διαθεματικό πρόγραμμα ΓΑΙΑ. Οι μαθητές επιδιώκεται:

- να ολοκληρώσουν την **οικοδόμηση των εννοιών** που διδάχθηκαν στο πλαίσιο της παραδοσιακής διδασκαλίας,
- να εξοικειωθούν με την **πειραματική μέθοδο έρευνας**,
- να αποκτήσουν την **ικανότητα επίλυσης προβλημάτων** (χρήση στρατηγικών),
- να **πειραματιστούν** με ιδέες που δεν είναι δυνατόν να ελεγχθούν στο εργαστήριο (νοητικά πειράματα),
- να γνωρίσουν την **εξέλιξη των ιδεών** (στοιχεία από την ιστορία των Μαθηματικών και της Φυσικής),
- να ασκηθούν στη διαδικασία της **εργασίας με ομάδες** και στην **επικοινωνία** με άλλους μαθητές,
- να γνωρίσουν συγκεκριμένα **εργαλεία των νέων τεχνολογιών** (σχεσιακή βάση δεδομένων, αναζήτηση πληροφοριών στο Διαδίκτυο, επικοινωνία με το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο).

Οι δραστηριότητες των μαθητών οικοδομούνται έτσι ώστε να ικανοποιούν τις τρεις κατευθυντήριες ιδέες: την αρχή της παιδαγωγικής ελευθερίας των διδασκόντων, την αρχή της ενεργητικής μάθησης και την αρχή της πολλαπλότητας των διδακτικών προσεγγίσεων. Κάθε μικρόκοσμος συνοδεύεται από μια δέσμη δραστηριοτήτων που ο διδάσκων επιλέγει για τη δική του τάξη και, σε μερικές περιπτώσεις, μετά από συνεννόηση με άλλους διδάσκοντες του σχολείου του.

Σε όλες τις περιπτώσεις, κάθε δραστηριότητα συγκροτείται από τρία βασικά μέρη ή πεδία, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους όπως φαίνεται στο διάγραμμα:



Η λογική αυτής της συγκεκριμένης δομής των δραστηριοτήτων πηγάζει τόσο από την **ανάγκη να καθοδηγούνται οι μαθητές στην εργασία τους** όσο και από την ιδέα ότι θα πρέπει οι μαθητές να κατανοήσουν ότι **η επίλυση ενός προβλήματος απαιτεί τη σχεδίαση ενός πλάνου**, με το οποίο αντιμετωπίζεται μια προβληματική κατάσταση (πεδίο αναφοράς και πεδίο ερωτημάτων, μέσα για την επίλυση και αξιολόγηση της λύσης). Θα χρειαστεί να δώσουμε ορισμένες διευκρινίσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά των δραστηριοτήτων που είναι κατάλληλες για ένα περιβάλλον διερεύνησης.

(I) Το πεδίο αναφοράς της δραστηριότητας συνιστά μια απαραίτητη εισαγωγή στο θέμα με το οποίο πρόκειται να ασχοληθούν οι μαθητές. Βασικός σκοπός του είναι να δημιουργεί κίνητρα μάθησης στους μαθητές, με το να αναφέρεται σε μια κατάσταση όσο γίνεται πιο ελκυστική και ενδιαφέρουσα για μαθητές του Γυμνασίου, μια κατάσταση που να εξάπτει τη φαντασία τους. Επιπλέον, η περιγραφή της κατάστασης οφείλει να είναι τέτοια ώστε να παρακινεί τους μαθητές να ενεργοποιούν τις “γνώσεις τους για τον κόσμο” και να τους προετοιμάζει για τη φάση των ερωτημάτων που πρόκειται να ακολουθήσουν. Το πεδίο αναφοράς, σε συνδυασμό με την προσδοκία των μαθητών να συνεργαστούν και να αναπαραστήσουν την προτεινόμενη κατάσταση για να πετύχουν τελικά τη λύση ενός προβλήματος, βοηθά τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν ότι έχουν να κάνουν με ένα “δικό τους” πρόβλημα και όχι με κάτι που τους δίνεται στα πλαίσια μιας αξιολόγησης.

Τέλος, αξιωματικά ότι κάθε δραστηριότητα συνοδεύεται από το δικό της τίτλο, ο οποίος ανταποκρίνεται στο περιεχόμενο της δραστηριότητας ή συνοψίζει μία ενδιαφέρουσα ιδιότητα. Για παράδειγμα, στο μικρόκοσμο NEWTON οι τίτλοι είναι: “Η μέρα και η νύχτα από δορυφόρο”, “Η ελλειπτική τροχιά ενός δορυφόρου” ή ακόμα “Προβλέψτε την κίνηση...”.

(II) Το πεδίο ερωτημάτων εμπεριέχει ερωτήματα τα οποία απευθύνονται στους μαθητές και μπορεί να αφορούν:

- περιγραφή μιας κατάστασης,
- μετρήσεις,
- προβλέψεις,
- αναζητήσεις στοιχείων,
- δράσεις.

Οι απαντήσεις μπορεί να δίνονται τόσο στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι όσο και στην οθόνη του υπολογιστή. Το πεδίο ερωτημάτων ή δραστηριότητας περιορίζεται από τις δυνατότητες που μας παρέχουν οι τέσσερις μικρόκοσμοι και από τη φαντασία μας ως δημιουργών δραστηριοτήτων, ειδικά επινοημένων για την ένταξη του προγράμματος στη σχολική πράξη.

(III) Το πεδίο ελέγχου συνιστά μια σημαντική στιγμή στην επίλυση ενός προβλήματος. Σ' αυτή τη φάση ζητείται από τους μαθητές να επιβεβαιώσουν την ορθότητα μιας απάντησης ή μιας ενέργειάς τους. Με άλλα λόγια τους δίνεται η ευκαιρία να ξανασκεφτούν την πορεία της λύσης τους (στο χώρο λύσης του προβλήματος) ή να εξετάσουν εναλλακτικούς τρόπους λύσης ενός προβλήματος. Η ενασχόληση των μαθητών με τέτοιας μορφής δραστηριότητες προσφέρει τη δυνατότητα να αποκτήσουν ικανότητες οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία των "μεταγνώσεων" ή "γνώσεων ελέγχου". Η σημασία τους έχει τονιστεί από έρευνες που αναφέρονται στους συλλογισμούς που κάνουν οι αρχάριοι και οι ειδήμονες όταν λύνουν προβλήματα.

Οι προτεινόμενες δραστηριότητες μπορεί να έχουν την παραπάνω δομή αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι έχουν και μια άκαμπτη γραμμική σειρά παρουσίασης. Απεναντίας, οι δραστηριότητες ζητούν από τους μαθητές να ασχοληθούν με ποικίλα καθήκοντα όπως: να απαντήσουν σε ερωτήματα στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι, να μεταβούν στο Διαδίκτυο για να επαληθεύσουν μια απάντησή τους ή να πάρουν πρόσθετες πληροφορίες, να συζητήσουν με τους συμμαθητές τους, να επικοινωνήσουν με μαθητές άλλων σχολείων, να πραγματοποιήσουν μια μέτρηση. Με κάθε δραστηριότητα επιδιώκεται μια δέσμη στόχων που μπορεί να ανήκουν στο γνωστικό ή στο συναισθηματικό τομέα.

4. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ

- Κατάλληλες για τη διδασκαλία: κυρίως της Γεωγραφίας Α' τάξης και των Μαθηματικών Α' τάξης

4.1 Η ένταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία

Ο ΙΑΣΩΝ είναι ο κατεξοχήν διαθεματικός μικρόκοσμος της ΓΑΙΑΣ για τη διδασκαλία γεωγραφικών και μαθηματικών εννοιών που περιλαμβάνονται στο αναλυτικό πρόγραμμα της Α' Γυμνασίου. Αξιοποιεί τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών και του Διαδικτύου και προσφέρει στο μαθητή τη δυνατότητα να πειραματιστεί σχετικά με την προσομοίωση ταξιδιών γύρω από τη Γη, σε ένα περιβάλλον ευχάριστο και λειτουργικό. Έρχεται να καλύψει τις ανάγκες για πειραματισμό και διερεύνηση ορισμένων εννοιών που με τα παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας μεταφέρονται στο μαθητή με έναν αφηρημένο και φορμαλιστικό τρόπο. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα της διδασκαλίας στο σχολείο, και επομένως μπορεί να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στα χέρια του διδάσκοντα.

Περιέχει τρεις περιοχές εργασίας, οι οποίες δίνουν τρεις διαφορετικές αναπαραστάσεις του πλανήτη Γη, έτσι ώστε ο μαθητής να μπορεί να παρακολουθήσει την κίνηση του εξερευνητή (π.χ. αεροπλάνο) στον παγκόσμιο χάρτη, στον επίπεδο χάρτη αλλά και στη γεωμετρική αναπαράσταση της τομής του επιπέδου του Ισημερινού με τη Γη και του πρώτου μεσημβρινού με τη Γη. Αντικείμενο πειραματισμού είναι ο εξερευνητής, ο οποίος κινείται πάνω στην επιφάνεια της Γης είτε με το ποντίκι είτε με τη βοήθεια των οργάνων του χειριστηρίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ: Η ένταξη του μικρόκοσμου ΙΑΣΩΝ στη διδασκαλία

	Χρόνος ένταξης στο σχολικό εργαστήριο	Ώρες διδασκαλίας (εργαστήριο και Διαδίκτυο)	Γνωστικά αντικείμενα	Οι μαθητικές δραστηριότητες
Γεωγραφία Α' τάξης	Ενότητα 8: Ο πλανήτης Γη	3	<ul style="list-style-type: none">• γεωγραφικό μήκος• γεωγραφικό πλάτος• ισημερινός• πρώτος μεσημβρινός• παράλληλοι• μεσημβρινοί• αλλαγή ώρας• υδρόσφαιρα• λιθόσφαιρα	1η, 2η, 3η, 4η, 5η
Μαθηματικά Α' τάξης	Μετά τη διδασκαλία των ανάλογων ποσών	1	<ul style="list-style-type: none">• Αντιστρόφως ανάλογα ποσά• Κλίμακες• Μονάδες μέτρησης χρόνου και απόστασης• Έννοια της γωνίας ως ποσότητα στροφής• Περίμετρος κύκλου	6η, 2η

Σύνολο ωρών διδασκαλίας με το μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ : 4

3 ώρες Γεωγραφία Α' τάξης και 1 ώρα Μαθηματικά Α' τάξης

Στο μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ ο μαθητής μπορεί να προκαλέσει, με κατάλληλο χειρισμό, την κίνηση του εξερευνητή και να πραγματοποιήσει ταξίδια πάνω στην επιφάνεια της Γης. Επίσης έχει πρόσβαση σε πλούσιες γεωγραφικές πληροφορίες από τη σχεσιακή βάση δεδομένων που υπάρχει στο Διαδίκτυο. Οι δραστηριότητες που προτείνονται είναι ενδεικτικές. Με κανέναν τρόπο δεν αποσκοπούν στον περιορισμό της φαντασίας και της δημιουργικότητας του διδάσκοντα, αλλά **στόχο έχουν να δείξουν τους διαφορετικούς τρόπους που μπορεί να σκεφτεί ο εκπαιδευτικός για να αναπτύξει δικές του δραστηριότητες**. Οι δραστηριότητες δίνονται στο μαθητή σε φύλλα εργασίας, τα οποία περιέχουν, με τη μορφή ερωτημάτων, τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει ο μαθητής για να κάνει τη δραστηριότητα. Σε κάθε φύλλο υπάρχει ο κατάλληλος χώρος για να γράφει ο μαθητής νόμους ή κανόνες που ανακάλυψε μέσα από πειραματισμό με την κίνηση του εξερευνητή, αλλά και μέσα από παρατήρηση της κίνησης στις διάφορες περιοχές εργασίας. Σε πολλές περιπτώσεις ζητείται από τον ίδιο το μαθητή να επαληθεύσει τα αποτελέσματα που βρήκε ή να επιβεβαιώσει τις υποθέσεις που έκανε μετά από επιλογή στοιχείων που βρίσκονται στη βάση δεδομένων. Η επεξεργασία στοιχείων από τη βάση λειτουργεί θετικά για τους μαθητές όχι μόνο επειδή προωθεί την κριτική σκέψη, αλλά και επειδή συμβάλλει στη βελτίωση του επιπέδου επικοινωνίας.

Παρατηρήσεις :

1. Η 1η, 2η και 3η δραστηριότητα γίνονται σε δυο από τις περιοχές εργασίας του μικρόκοσμου: στον Παγκόσμιο Χάρτη και στις Τομές. Η τρίτη περιοχή είναι ελαχιστοποιημένη. Στόχος αυτών των δραστηριοτήτων είναι οι μαθητές να:
 - εξοικειωθούν με τις λειτουργίες του μικρόκοσμου,
 - συνδέσουν τις τρεις αναπαραστάσεις (αριθμητική ένδειξη στο χειριστήριο, γωνία στην περιοχή εργασίας “Τομές” και αποστάσεις (τόξων) στον παγκόσμιο χάρτη) του γεωγραφικού μήκους και γεωγραφικού πλάτους ενός τόπου στην επιφάνεια της Γης,
 - κατανοήσουν την κίνηση ενός αεροπλάνου με τη χρήση των γεωγραφικών συντεταγμένων,
 - συνδέσουν την έννοια της γωνίας, που έχουν διδαχτεί με τον Ευκλείδειο στατικό ορισμό (δηλ. ως τομή δυο ημιεπιπέδων), με το δυναμικό αναλυτικό ορισμό της (ως ποσότητας στροφής). Η δραστηριότητα στηρίζεται στην εξαγωγή συμπερασμάτων που σχετίζονται με τις έννοιες γεωγραφικό μήκος και πλάτος, μέσα από τον πειραματισμό με τον εξερευνητή-αεροπλάνο, την παρατήρηση και την επαλήθευση των υποθέσεων.
2. Η 4η και 5η δραστηριότητα γίνονται στις εξής περιοχές εργασίας: Παγκόσμιο Χάρτη και Επίπεδο Χάρτη. Η Τρίτη περιοχή είναι ελαχιστοποιημένη. Στόχος αυτών των δραστηριοτήτων είναι οι μαθητές να:
 - χρησιμοποιήσουν γεωγραφικές έννοιες που έχουν ήδη διδαχτεί, για να πραγματοποιήσουν ένα ταξίδι,
 - συλλέξουν τα απαραίτητα στοιχεία από τη σχεσιακή βάση δεδομένων του ΙΑΣΩΝΑ για να κατασκευάσουν ένα χάρτη.Η δραστηριότητα αυτή δεν έχει στόχο την κατανόηση εννοιών αλλά τη χρήση ήδη γνωστών εννοιών σε μια προσομοίωση πραγματικής κατάστασης, που είναι ένα ταξίδι με τη βοήθεια του μικρόκοσμου. Ιδιαίτερο βάρος δίνεται στην επιλογή και επεξεργασία δεδομένων από τη βάση, μια διαδικασία που προωθεί την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης.
3. Η 6η δραστηριότητα γίνεται στο ίδιο υπολογιστικό περιβάλλον με τις 4η και 5η. Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι η κατανόηση και εφαρμογή της έννοιας της κλίμακας στην κατασκευή ενός χάρτη. Η έννοια της κλίμακας είναι πολύ βασική λόγω των πολλών εφαρμογών της και διδάσκεται τόσο στα Μαθηματικά όσο και στη Γεωγραφία της Α΄ Γυμνασίου. Στην κατανόησή της με θεωρητικό τρόπο, (δηλ. μέσα από την ερμηνεία της) που γίνεται με τα παραδοσιακά μέσα (στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι), οι μαθητές συναντούν προβλήματα, διότι πρέπει να εφαρμόσουν αφηρημένους κανόνες χωρίς να έχουν τη δυνατότητα πειραματισμού. Στο περιβάλλον όμως του ΙΑΣΩΝΑ δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να κάνουν οι ίδιοι πειράματα και να δουν μέσα από αυτά, και όχι μόνο μέσα από μαθηματικούς τύπους, τη χρήση της κλίμακας. Μάλιστα, μέσα από τα πειράματα καλούνται να βρουν οι ίδιοι τους τύπους που ισχύουν για τις κλίμακες, και στη συνέχεια να τους επαληθεύσουν.
4. Ο μικρόκοσμος θα μπορούσε να αξιοποιηθεί και από τον διδάσκοντα τη Φυσική στη Βαθμιαία Γυμνασίου στην ενότητα “Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση”.

4.2 Τα Φύλλα Εργασίας του Μικρόκοσμου

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 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 Γκρήνουιτς (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 (πρωτεύουσα, 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 αεροπλανάκι 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 αεροπλανάκι 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 αεροπλανάκι 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	
30.000km	

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

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

Απόσταση	Απόσταση σε cm
12.000km	
30.000km	

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 απάντησή σας.

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

5. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο NEWTON

- Κατάλληλες για τη διδασκαλία: κυρίως της Φυσικής Γ' τάξης και της Γεωγραφίας Β' τάξης.
- Προτάσεις για δημιουργία δραστηριοτήτων στα Μαθηματικά Γ' τάξης.

5.1 Η ένταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία

Η χρησιμοποίηση του μικρόκοσμου NEWTON στην αίθουσα πληροφορικής του σχολείου εξυπηρετεί τους στόχους της διδασκαλίας σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα της Φυσικής και της Γεωγραφίας, αλλά και τους διευρύνει τόσο προς την κατεύθυνση της διαθεματικής προσέγγισης και της εργασίας με ομάδες, όσο και της χρήσης σύγχρονων εργαλείων έρευνας (τεχνητοί δορυφόροι, Διαδίκτυο). Είναι ευνόητο ότι με τη χρήση του νέου περιβάλλοντος (τοπικό λογισμικό για προσομοιώσεις, κόμβος της ΓΑΙΑ και Internet) το περιεχόμενο διευρύνεται τουλάχιστον ως προς τον ποιοτικό χαρακτήρα του και, σε ορισμένες περιπτώσεις, μετασχηματίζεται ο τρόπος παρουσίασής του.

Ο μικρόκοσμος NEWTON μπορεί να οικοδομήθηκε με σκοπό να εξυπηρετήσει κυρίως τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής της Γ' Γυμνασίου, αλλά, στο πλαίσιο μιας διαθεματικής προσέγγισης, αποδεικνύεται κατάλληλος και για τη διδασκαλία της Γεωγραφίας του Γυμνασίου. Έτσι, οι δέκα προτεινόμενες δραστηριότητες -ειδικά επινοημένες για το πρόγραμμα ΓΑΙΑ και με τη δομή που τεκμηριώθηκε θεωρητικά- αναφέρονται στο φαινόμενο κίνηση ενός δορυφόρου, το οποίο θεωρείται ότι προσφέρεται για την εξοικείωση των μαθητών με βασικές έννοιες του γνωστικού πεδίου της Μηχανικής, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη θεμελίωση της σχέσης δύναμης και μεταβολής της ταχύτητας. Όμως, οι τρεις πρώτες δραστηριότητες θα μπορούσαν να δοθούν στους μαθητές της Β' Γυμνασίου κατά τη διδασκαλία του μαθήματος της Γεωγραφίας, σε συνδυασμό με το μικρόκοσμο ΙΑΣΩΝ. Η βασική ιδέα είναι ότι οι μαθητές, αφού εξοικειωθούν αρχικά με δραστηριότητες που σχετίζονται με την κίνηση ενός δορυφόρου γύρω από τον πλανήτη Γη, μπορεί να οδηγηθούν στη συνέχεια σε δραστηριότητες παρατήρησης διαφόρων περιοχών της Γης από τεχνητό δορυφόρο (δίνεται η σχετική διεύθυνση στο Internet). Πρόκειται για εμπλουτισμό της διδασκαλίας της Γεωγραφίας, εφόσον ζητείται από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν συγκεκριμένη διεύθυνση στο Internet, με σκοπό να μελετήσουν από φωτογραφίες δορυφόρων τα κύρια χαρακτηριστικά των γεωγραφικών στοιχείων της Ευρώπης και να αποκτήσουν σαφή αντίληψη της θέσης της, όπως προβλέπει το πρόγραμμα σπουδών (ΦΕΚ 241, 20 Σεπτεμβρίου 1996).

Σε ό,τι αφορά το περιεχόμενο της Φυσικής, το αναλυτικό πρόγραμμα προβλέπει τη διδασκαλία των εννοιών της ταχύτητας, επιτάχυνσης και δύναμης σε φαινόμενα όπως η ευθύγραμμη και η κυκλική κίνηση. Από τους νόμους που μας ενδιαφέρουν εδώ, στο σχολικό βιβλίο (ενότητα 6η) έμφαση δίνεται στο νόμο της αδράνειας ο οποίος όμως περιορίζεται σε φαινόμενα εργαστηρίου. Ένας από τους στόχους της διδασκαλίας με το πρόγραμμα ΓΑΙΑ είναι η διεύρυνση του πεδίου αναφοράς σε φαινόμενα όπως η αδρανειακή κίνηση στο διάστημα.

Από την άλλη, ενώ σύμφωνα με το πρόγραμμα διδάσκεται η κυκλική κίνηση των τεχνητών δορυφόρων (ενότητα 7η) και γίνεται αναφορά στη δύναμη που ασκείται στο δορυφόρο από τη Γη, δεν γίνεται καμία αναφορά στους τρεις νόμους του Κέπλερ και στο νόμο της παγκόσμιας έλξης. Έτσι, απουσιάζουν παντελώς και τα στοιχεία από την ιστορική εξέλιξη των ιδεών, τα οποία σχετίζονται με την επιστημονική επανάσταση της εποχής του Γαλιλαίου και του Νεύτωνα.

Με το μικρόκοσμο NEWTON δίνεται μοναδική ευκαιρία στους μαθητές να ολοκληρώσουν τις γνώσεις που απέκτησαν στις γυμνασιακές τους σπουδές, αλλά και να τις διευρύνουν σε τομείς που παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Επιπλέον, η προτεινόμενη ποιοτική προσέγγιση των νόμων προετοιμάζει καλύτερα τους μαθητές για την παρακολούθηση μαθημάτων στο Λύκειο.

Ο μικρόκοσμος NEWTON θα μπορούσε να φανεί χρήσιμος και στον εκπαιδευτικό που διδάσκει τα Μαθηματικά της Γ' τάξης Γυμνασίου για τη διδασκαλία των διανυσμάτων (έννοια διανύσματος, συνιστώσες διανύσματος), αν οι μαθητές έχουν ήδη χρησιμοποιήσει το ίδιο λογισμικό στο μάθημα της Φυσικής Γ' Γυμνασίου. Αυτό μπορεί να γίνει, εφόσον τα διανύσματα προβλέπεται να διδαχτούν στο προτελευταίο κεφάλαιο σύμφωνα με το διδακτικό εγχειρίδιο Μαθηματικών Γ' Γυμνασίου (εκδ. 1998). Η άσκηση 5 της σελίδας 247 μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για τη διδασκαλία (μία διδακτική ώρα) των διανυσμάτων.

Οπωσδήποτε ο μικρόκοσμος μπορεί να αποτελέσει και πρόσθετη πηγή έμπνευσης για την οργάνωση νέων δραστηριοτήτων από τους διδάσκοντες. Αφορμή γι' αυτό είναι η δυνατότητα που προσφέρει το πρόγραμμα για αναπαράσταση των διανυσμάτων της ταχύτητας (και των συνιστωσών της) καθώς και της κεντρομόλου δύναμης σε κάθε χρονική στιγμή. Τα ερωτήματα μπορεί να αναφέρονται σε σχεδίαση διανυσμάτων, στις έννοιες ίσα διανύσματα, αντίθετα διανύσματα, σύγκριση διανυσμάτων.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα μαθήματα και οι αντίστοιχες δραστηριότητες που προτείνονται για ανάπτυξη με το πρόγραμμα ΓΑΙΑ.

ΠΙΝΑΚΑΣ: Η ένταξη του μικρόκοσμου NEWTON στη διδασκαλία

	Χρόνος ένταξης στο σχολικό εργαστήριο	Ώρες διδασκαλίας (εργαστήριο και Διαδίκτυο)	Γνωστικά αντικείμενα	Οι μαθητικές δραστηριότητες
Φυσική Γ' τάξης	Μετά τη διδασκαλία της κυκλικής κίνησης	3	<ul style="list-style-type: none"> • Διανύσματα και συνιστώσες • Σχέση δύναμης και μεταβολής ταχύτητας • Κυκλική κίνηση • Αδρανειακή κίνηση • Δορυφοροποίηση • Στοιχεία από την ιστορία των επιστημών 	1η, 2η, 3η, 4η, 5η, 6η, 7η, 8η, 9η, 10η
Γεωγραφία Β' τάξης	Ενότητα 2: Μελέτη του χάρτη της Ευρώπης	1	<ul style="list-style-type: none"> • Θέση, σχήμα και διαστάσεις της Ευρώπης • Διερεύνηση της Γης (ήπειροι, χώρες, ωκεανοί) από ψηλά • Η Ευρώπη την ημέρα και τη νύχτα (φωτογραφίες από δορυφόρο) 	1η, 2η, 3η
Μαθηματικά Γ' τάξης	Κεφάλαιο 9: Τα διανύσματα	1	<ul style="list-style-type: none"> • Διανύσματα • Συνιστώσες 	Άσκηση 5 του σχολικού εγχειριδίου

Σύνολο ωρών διδασκαλίας με το μικρόκοσμο NEWTON: **4**

3 ώρες Φυσική Γ' τάξης και **1 ώρα Γεωγραφία** Β' τάξης

(προαιρετικά, μετά από συνεργασία Μαθηματικού και Φυσικού, **1 ώρα Μαθηματικά** Β' τάξης)

Παρατηρήσεις:

1. Με το μικρόκοσμο NEWTON μας δίνεται η ευκαιρία να διδάξουμε στοιχεία από τη Γεωγραφία Β' τάξης με γνώμονα τις τρεις δραστηριότητες οι οποίες προβλέπουν τη σύνδεση με το Internet. Η διδασκαλία αυτή μπορεί να συνδυαστεί με τις ώρες που προβλέπονται για την αξιοποίηση του μικρόκοσμου ΙΑΣΩΝ στο μάθημα της Γεωγραφίας. Οι μικρόκοσμοι έχουν ως κοινό θέμα ορισμένα φαινόμενα σχετιζόμενα με τη Γη, και γι' αυτό ονομάστηκαν διασυνδεδεμένοι μικρόκοσμοι.
2. Οι δέκα δραστηριότητες προτείνονται αποκλειστικά για τη διδασκαλία της Φυσικής και της Γεωγραφίας. Οι διδάσκοντες τα Μαθηματικά της Γ' τάξης μπορούν, σε συνεργασία με τον καθηγητή της Φυσικής, να προχωρήσουν και στη διδασκαλία που προτείνουμε για τα διανύσματα, εφόσον επινοήσουν τις κατάλληλες για τις ανάγκες των μαθητών τους δραστηριότητες. Είναι μιας πρώτης τάξεως ευκαιρία για συνεργα-

σία των Μαθηματικών και των Φυσικών όχι μόνο του ίδιου σχολείου αλλά και διαφορετικών σχολείων, τα οποία χρησιμοποιούν το πρόγραμμα ΓΑΙΑ στη διδασκαλία.

3. Μια πρώτη δοκιμασία του μικρόκοσμου NEWTON με μαθητές της Α' Γυμνασίου έδειξε ότι δεν έχουμε τα θετικά αποτελέσματα που έχει ο μικρόκοσμος ΙΑΣΩΝ. Έτσι, αποφεύγουμε να τον χρησιμοποιήσουμε με μαθητές της Α' τάξης του Γυμνασίου. Παρ' όλα αυτά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στο εργαστήριο πληροφορικής για να μελετήσουν οι μαθητές συγκεκριμένες φωτογραφίες περιοχών της Γης (από δορυφόρους) και για να "δουν" τις περιοχές του πλανήτη Γη (ή του παγκόσμιου χάρτη) που έχουν μέρα και τις περιοχές που έχουν νύχτα.
4. Το εκπαιδευτικό υλικό που προτείνεται στον κόμβο της ΓΑΙΑ (μαζί με τις επιλεγμένες διευθύνσεις του Internet) καθώς και αυτό που προτείνεται στη βιβλιογραφία προσφέρονται για συνθετικές-δημιουργικές εργασίες που ο χαρακτήρας τους είναι διαθεματικός. Αυτό δίνει μια καλή ευκαιρία στους διδάσκοντες διαφορετικών ειδικοτήτων να συνεργαστούν και να καθοδηγήσουν αποτελεσματικά τους μαθητές. Ας μην ξεχνάμε ότι για τους μαθητές υπάρχουν ενδιαφέροντα για μελέτη θέματα και όχι περιχαράκωσεις των μαθημάτων σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα.



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 κίνηση 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. Επινόηστε 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).

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

E. 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.

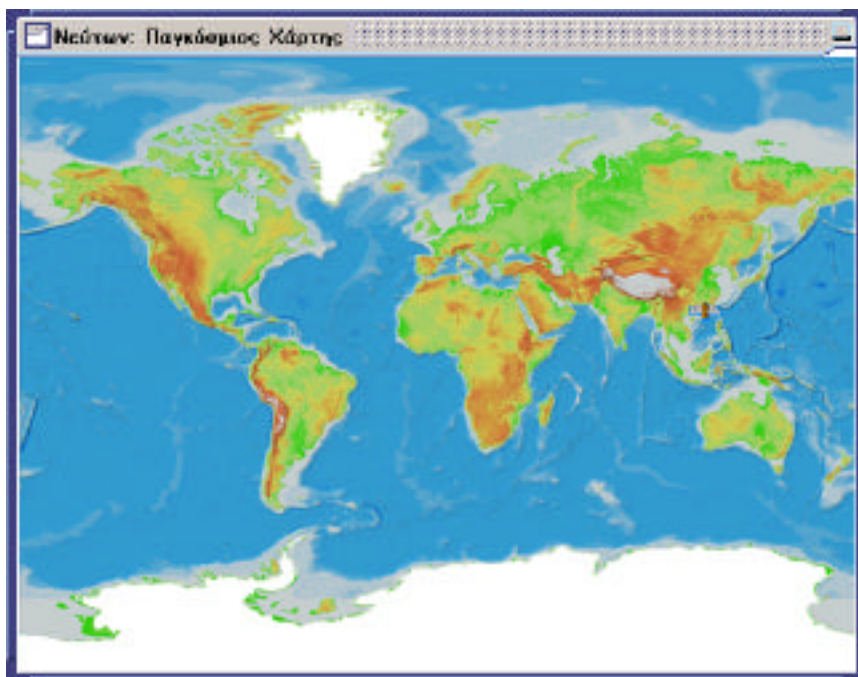
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

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 ΓΑΙΑΣ 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.

.....

.....

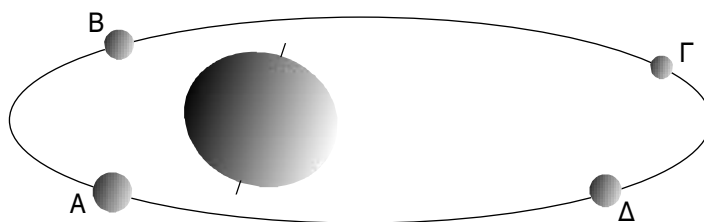
.....

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.

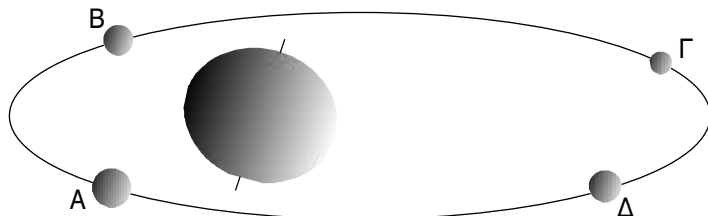
.....
.....
.....
.....

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

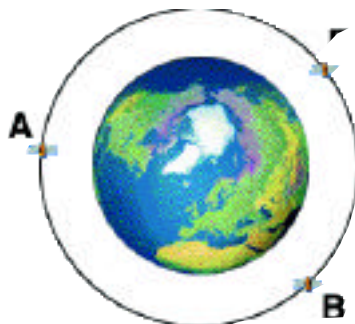
Πραγματοποιήστε την κίνηση ενός δορυφόρου σε κλειστή τροχιά και προσπαθήστε να επαληθεύσετε τους νόμους του Κέπλερ.

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 A, B 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 B. 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 A, B και Γ. Διατυπώστε έναν κανόνα για τη δύναμη που ασκείται στο δορυφόρο που πραγματοποιεί κυκλική κίνηση.

.....

.....

.....

.....

B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

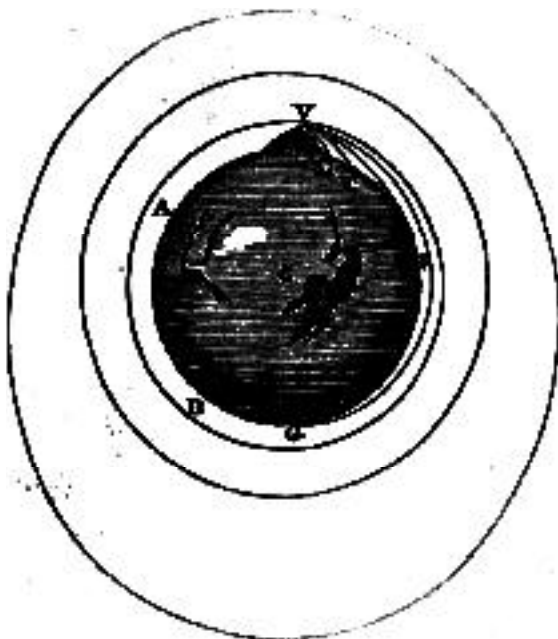
1. Αφού επιλέξετε την κίνηση δορυφόρου στο επίπεδο του Ισημερινού, πραγματοποιήστε την κίνησή του. Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.
2. Πραγματοποιήστε και άλλες κινήσεις (κυκλικής τροχιάς). 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;

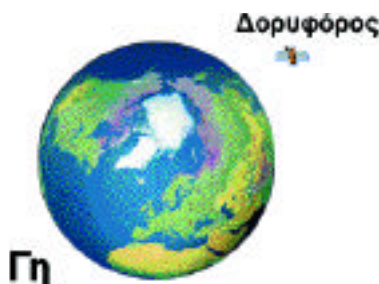
.....
.....
.....

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.

.....

.....

.....

.....

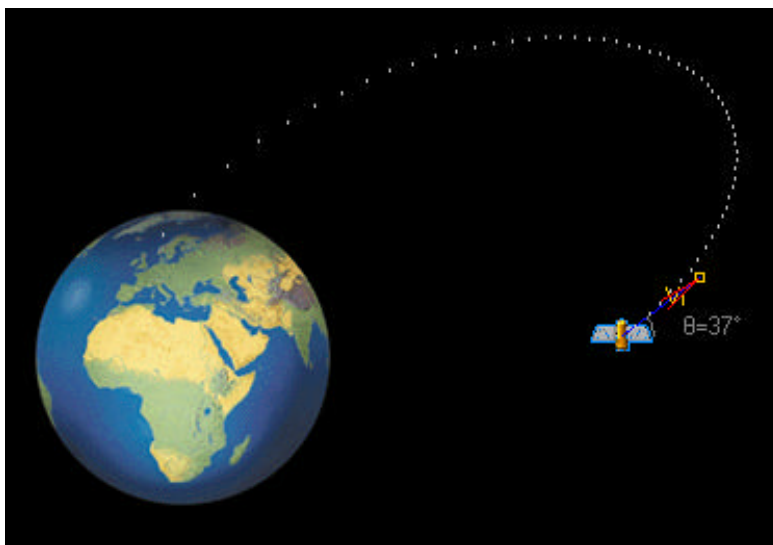
.....

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.

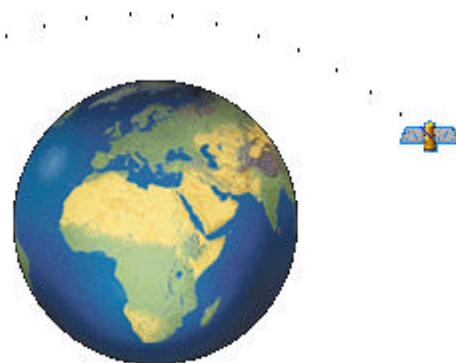
Ενεργοποιήστε την περιοχή όπου αναπαριστάνεται η κίνηση του δορυφόρου και με τα κατάλληλα κουμπιά επιβεβαιώστε την ορθότητα των απαντήσεών σας.

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.

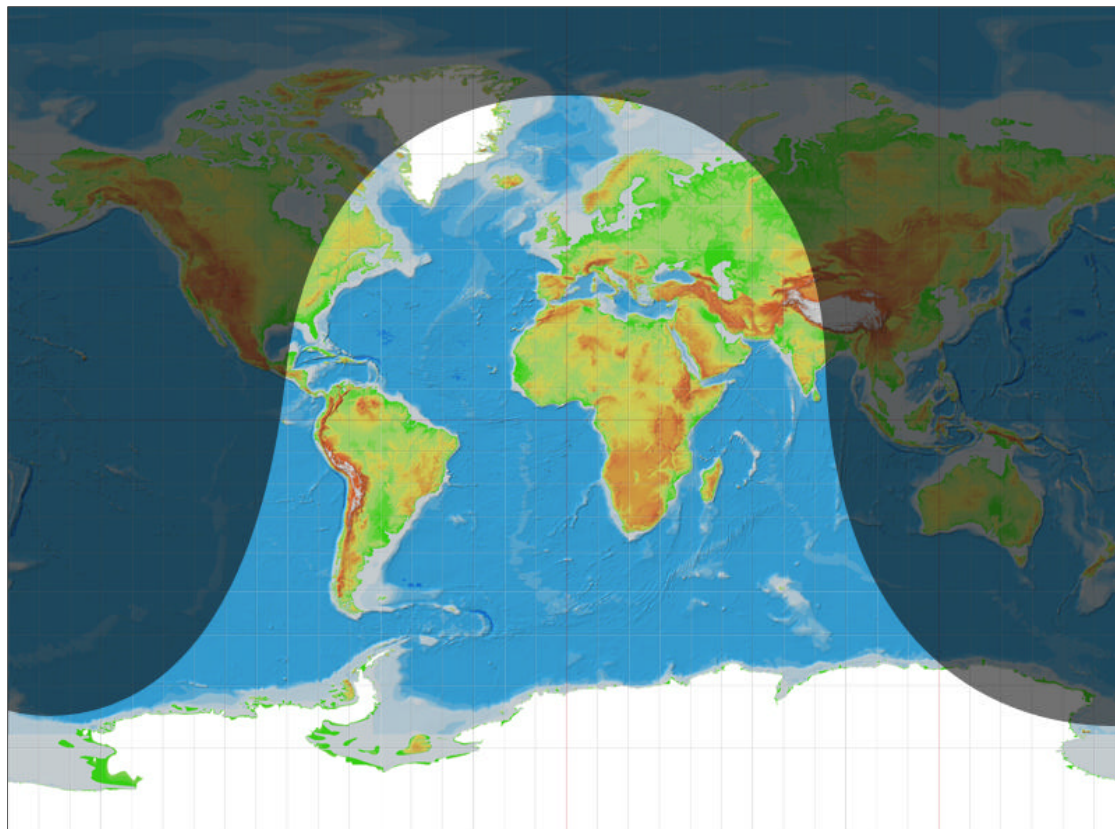
B. Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου NEWTON

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.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3



Η εικόνα αυτή είναι από τον δορυφόρο TELESAT-5 που βρίσκεται σε 35.891km πάνω από την επιφάνεια της γης.

(Η σελίδα αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για σχολιασμό από τους μαθητές)

5.3 Το προφίλ των δραστηριοτήτων του μικρόκοσμου NEWTON

Οι δέκα προτεινόμενες δραστηριότητες είναι ενδεικτικές των δυνατοτήτων του μικρόκοσμου, που εστιάζει στο φαινόμενο “κίνηση ενός δορυφόρου”. Ο διδάσκων μπορεί να επινοήσει τις δικές του δραστηριότητες για τη διδασκαλία συγκεκριμένων εννοιών και νόμων και να τις προτείνει στους μαθητές του. Θεωρούμε ότι είναι σημαντικό στη διαδικασία της μάθησης να προτείνουμε και στους μαθητές να οργανώσουν ελεύθερα τις δικές τους δραστηριότητες, αφού πρώτα τις συζητήσουν συλλογικά. Στη συνέχεια θα μπορούσαν να τις στείλουν στους μαθητές άλλων σχολείων, εφόσον έχει εκδηλωθεί το ανάλογο ενδιαφέρον. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι ένας ιδανικός τρόπος για την προτεινόμενη ανταλλαγή δραστηριοτήτων. Με το ίδιο μέσο, οι διδάσκοντες Φυσική, Μαθηματικά και Γεωγραφία σε διαφορετικά σχολεία, μπορούν να ανταλλάσσουν δραστηριότητες και εμπειρίες από τη διδασκαλία με το πρόγραμμα ΓΑΙΑ.

Είναι ενδιαφέρον να κάνουμε μια “ακτινογραφία” των προτεινόμενων δραστηριοτήτων ως προς τα βασικά γνωστικά αντικείμενα (έννοιες, νόμους και αναπαραστάσεις) ή τις ικανότητες που απαιτούνται από τους μαθητές.

Για τις δραστηριότητες -που απευθύνονται σε μαθητές της Γ' τάξης Γυμνασίου- διακρίνουμε συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα όπως είναι η τροχιά, η στροβοσκοπική αναπαράσταση μιας κίνησης, η αδρανειακή κίνηση, η δορυφοροποίηση και οι νόμοι του Κέπλερ. Το φαινόμενο κίνηση ενός δορυφόρου θεωρείται ότι προσφέρεται για τη θεμελίωση της σχέσης ανάμεσα στη δύναμη και τη μεταβολή της ταχύτητας.

Από την άλλη, είναι δυνατόν να διακρίνουμε τις δραστηριότητες με κριτήριο την απαιτούμενη ικανότητα που ζητείται από τους μαθητές, όπως:

να παρατηρούν, να περιγράφουν, να εξηγούν και να προβλέπουν.

Εκτός από αυτές τις βασικές ικανότητες, θα μπορούσαμε να προσδιορίσουμε και νέους στόχους, οι οποίοι επιβάλλονται από το ίδιο το περιβάλλον. Για παράδειγμα, ο μαθητής να μπορεί να χειρίζεται εύκολα το διάνυσμα της ταχύτητας, έτσι ώστε να αλλάζει το μέτρο και την κατεύθυνσή του, όπως αυτός επιθυμεί. Ακόμα, ο μαθητής θα αναγνωρίσει ότι η στροβοσκοπική αναπαράσταση μιας κίνησης (κίνηση με ίχνη που αφήνει το κινητό σε ίσα χρονικά διαστήματα) μας βοηθάει να απαντάμε σε ερωτήματα που σχετίζονται με την ταχύτητα του αντικειμένου. Τέλος, η ενασχόληση των μαθητών με τις προτεινόμενες δραστηριότητες ενισχύει βασικές ιδέες των φυσικών όπως, για παράδειγμα, ότι η ταχύτητα και η δύναμη είναι στιγμιαία μεγέθη. Με τις προτεινόμενες δραστηριότητες απαιτείται από τους μαθητές να ασχολούνται ενεργά με συγκεκριμένα καθήκοντα. Γενικά, επιδιώκεται οι μαθητές να εξοικειωθούν αποκλειστικά με τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των κινήσεων. Σε καμία δραστηριότητα δεν ζητείται από τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τις αλγεβρικές εκφράσεις των νόμων που διέπουν την κίνηση ενός δορυφόρου.

Το πιο σημαντικό, όμως, από παιδαγωγική σκοπιά, είναι η ανάγκη να ασκηθούν οι μαθητές στο να εργάζονται σε ομάδες και να εξοικειωθούν με τον πειραματικό έλεγχο των ιδεών τους με διαμεσολαβητή όχι μόνο τον διδάσκοντα αλλά και το μικρόκοσμο των προσομοιώσεων.

Το φαινόμενο κίνηση ενός δορυφόρου παρουσιάζεται μόνο στο σύστημα {πλανήτης Γη - δορυφόρος} και {πλανήτης Αφροδίτη - δορυφόρος}. Και στις δύο περιπτώσεις ο πλανήτης θεωρείται ακίνητος, ενώ ο δορυφόρος μπορεί να είναι μικρός ή μεγάλος (ο μεγάλος έχει διπλάσια μάζα).

5.4 Ο μικρόκοσμος NEWTON και οι μαθητές Γυμνασίου

Οι έρευνες στη Διδακτική αλλά και οι έμπειροι διδάσκοντες έχουν εντοπίσει τις λανθασμένες αναπαραστάσεις των μαθητών αναφορικά με τα φυσικά φαινόμενα. Στο μικρόκοσμο NEWTON πρέπει να έχουμε υπόψη ότι οι δυσκολίες των μαθητών αναφέρονται στο νόμο της αδράνειας, στην ταχύτητα και την επιτάχυνση, στις έννοιες δύναμη και βάρος. Στον πίνακα συνοψίζονται τα νοητικά σχήματα των μαθητών και η σκέψη του Φυσικού.

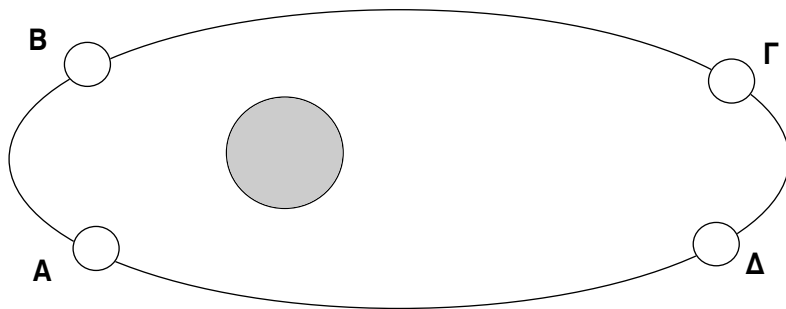
ΠΙΝΑΚΑΣ: Τα νοητικά σχήματα των μαθητών και η σκέψη του Φυσικού

	Νοητικά σχήματα	Η σκέψη του Φυσικού
<p>Η διανυσματικότητα της ταχύτητας.</p> <p>Επιτάχυνση που δεν επιταχύνει.</p> <p>Η ομαλή κυκλική κίνηση είναι... επιταχυνόμενη.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Η ταχύτητα είναι “κάτι” που περιγράφει το “πόσο γρήγορα” και μόνον αυτό. • Η επιτάχυνση είναι “κάτι” που επιταχύνει, συνεπάγεται δηλαδή αύξηση της ταχύτητας. • Εφόσον μια κίνηση είναι ομαλή δεν μπορεί να είναι επιταχυνόμενη. 	<ul style="list-style-type: none"> • Η ταχύτητα είναι μέγεθος διανυσματικό. Η ταχύτητα της φυσικής δεν είναι μόνο ποσότητα, έχει και κατεύθυνση ώστε, εφόσον αλλάζει η κατεύθυνσή της, να μεταβάλλεται ακόμα και αν η τιμή της δεν έχει αυξομειωθεί. • Υπάρχει επιτάχυνση (κεντρομόλος) η οποία προκαλεί μεταβολή της ταχύτητας χωρίς να την αυξομειώνει. • Κατά την ομαλή κυκλική κίνηση απαιτείται (κεντρομόλος) επιτάχυνση.
Ο νόμος της αδράνειας (πρώτος νευτωνικός νόμος της κίνησης)	Κανένα αντικείμενο δεν μπορεί να κινείται χωρίς να το “βοηθάει” κάποια δύναμη.	Οποιοδήποτε αντικείμενο είναι δυνατόν να κινείται (με σταθερή ταχύτητα) χωρίς να ασκείται πάνω του καμία δύναμη.
Η έννοια/μέγεθος δύναμη	<ul style="list-style-type: none"> • Η δύναμη είναι αιτία κίνησης. • Υπάρχει πάντα μία δύναμη κατά την κατεύθυνση της κίνησης (κινούσα δύναμη). • Ένα κινούμενο σώμα “έχει” δύναμη. 	<ul style="list-style-type: none"> • Η δύναμη δεν είναι αιτία της κίνησης, είναι αιτία μεταβολής της κίνησης. • Η δύναμη δεν προκαλεί ταχύτητα, προκαλεί επιτάχυνση. • Ένα κινούμενο αντικείμενο έχει ορμή και κινητική ενέργεια.
Η έννοια/μέγεθος βάρος	<ul style="list-style-type: none"> • Άλλο βάρος και άλλο δύναμη της βαρύτητας. Η δύναμη βαρύτητας σχετίζεται με την πτώση, ενώ το βάρος σχετίζεται με τα αντικείμενα τα οποία νιώθουμε βαριά. • Το βάρος ενός μήλου είναι η ελκτική δύναμη την οποία ασκεί η γη, δηλαδή το έδαφος, κάτω από το μήλο. 	<ul style="list-style-type: none"> • Βάρος και δύναμη βαρύτητας είναι η ίδια έννοια. Η δύναμη “βάρος” ευθύνεται και για την καμπύλωση της τροχιάς μιας πέτρας, ενός τεχνητού δορυφόρου, της Σελήνης. • Το βάρος του μήλου είναι η ελκτική δύναμη την οποία ασκεί στο μήλο ο πλανήτης Γη.

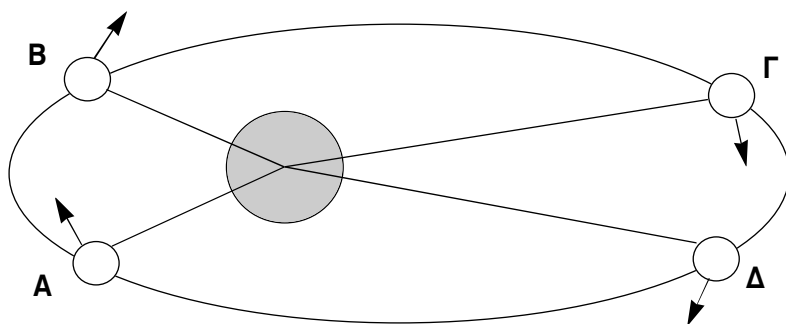
Εκτός από τις λανθασμένες αναπαραστάσεις που παρουσιάζονται στον πίνακα, η έρευνα αποκαλύπτει και άλλες δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές. Πρόκειται για τα καθήκοντα στα οποία τους ζητείται να σχεδιάσουν :

- την τροχιά
 - το διάνυσμα της ταχύτητας ή της δύναμης σε φαινόμενα τα οποία δεν τους είναι οικεία.
- Ας δούμε ορισμένα παραδείγματα.

α) Σε μια δραστηριότητα δόθηκε η τροχιά ενός δορυφόρου γύρω από τη Γη και ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν την ταχύτητα του δορυφόρου σε ορισμένες θέσεις.



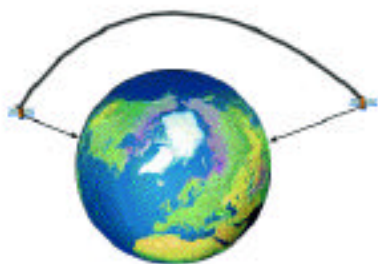
Οι περισσότεροι μαθητές έδωσαν τη σωστή απάντηση για την ταχύτητα και τη δύναμη αλλά ορισμένοι απάντησαν όπως στο σχήμα:



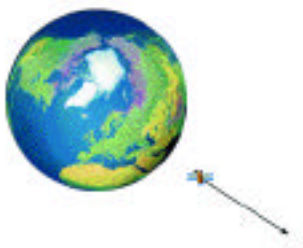
Το ενδιαφέρον σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι ότι δεν εφαρμόζεται ο κανόνας: “το διάνυσμα της ταχύτητας είναι πάντα εφαπτόμενο στην τροχιά”, αλλά ότι οι μαθητές μεταφέρουν μια σωστή ιδέα που ισχύει στην κυκλική κίνηση στην περίπτωση της ελλειπτικής τροχιάς.

β) Η δύναμη που ασκείται στο δορυφόρο, γενικά, σχεδιάζεται σωστά, εκτός από κάποιες περιπτώσεις στις οποίες η δύναμη φαίνεται να προσδιορίζεται από στοιχεία της κατάστασης:

Οι μαθητές σχεδιάζουν τη δύναμη που ασκείται στο δορυφόρο έτσι ώστε να σταματάει ακριβώς στην επιφάνεια της Γης. Σύμφωνα με τους ερευνητές, στη Διδακτική της Φυσικής “η αναπαράσταση των αντικειμένων και των δυνάμεων στον ίδιο γραφικό χώρο οδηγεί αναγκαστικά σε αδιέξοδα” και, γι’ αυτό το λόγο, προτείνουν να βοηθήσουμε τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν “τη διαφορετική φύση της τοπολογικής αναπαράστασης των αντικειμένων από αυτή της ανυσματικής αναπαράστασης των δυνάμεων”.

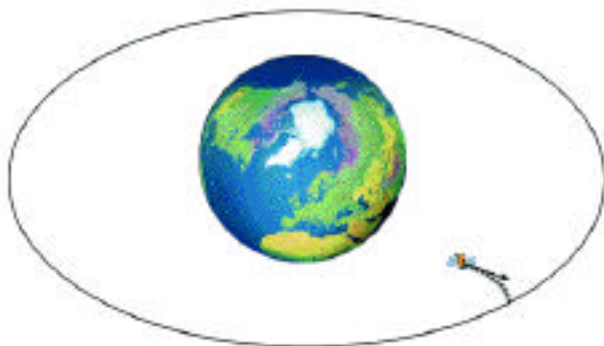


γ) Σε μια άλλη δραστηριότητα, κατά τη δοκιμασία του προγράμματος, ζητήθηκε από τους μαθητές να προβλέψουν την κίνηση ενός δορυφόρου που εκτοξεύεται -από ορισμένο ύψος πάνω από την επιφάνεια της Γης- κατακόρυφα, με κάποια ταχύτητα.



Ορισμένοι μαθητές θεώρησαν ότι με αυτήν την κατακόρυφη ταχύτητα ο δορυφόρος θα ανέλθει σε κάποιο ύψος και στη συνέχεια θα στρίψει, έτσι ώστε να πραγματοποιήσει μια κλειστή τροχιά. Μάλλον έμειναν στην έννοια “δορυφόρος” (αντικείμενο που διαγράφει κλειστή τροχιά γύρω από τη Γη) και αγνόησαν το δεδομένο ότι εκτοξεύεται με κατακόρυφη ταχύτητα.

Το σχήμα της τροχιάς, όπως παρουσιάστηκε από αυτούς τους μαθητές, δίνεται στην εικόνα:



Μπορούν οι μαθητές να επιβεβαιώσουν την ορθότητα της απάντησής τους κάνοντας χρήση του λογισμικού;

Η απάντηση είναι καταφατική.

Οι μαθητές, αφού πραγματοποιήσουν την κίνηση και διαπιστώσουν ότι η συμπεριφορά του δορυφόρου δεν είναι η αναμενόμενη, τότε διαγράφουν την κυκλική τροχιά και σημειώνουν:

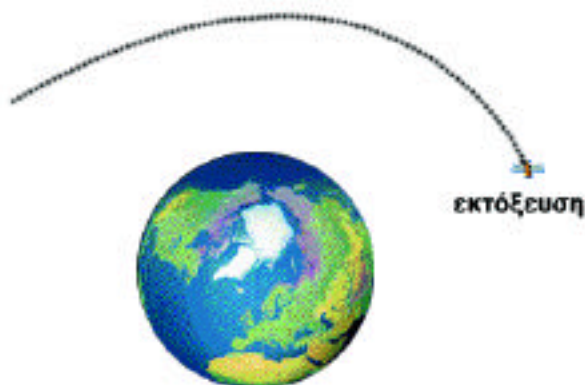
Μαθητής Α:

“Ο δορυφόρος θα συνεχίσει την κατεύθυνση της εκτόξευσης και, όταν τελειώσει αυτή η κατεύθυνση, θα επιστρέψει στη Γη.”

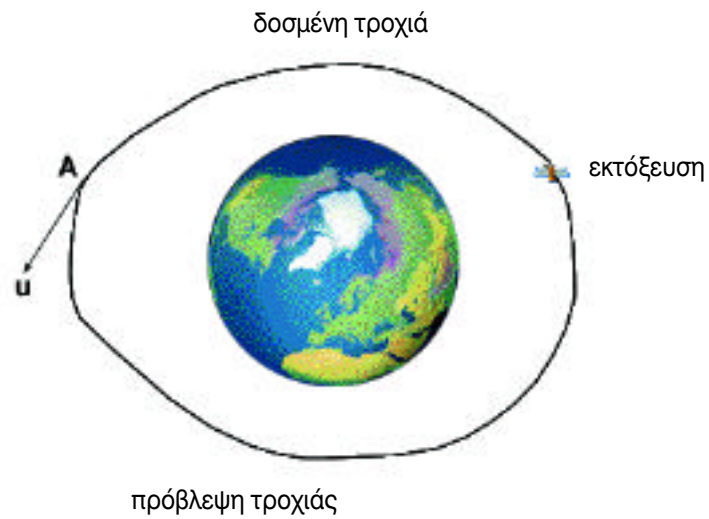
Μαθητής Β:

“Στο ανώτερο σημείο η Γη λόγω της έλξης της θα σταματήσει το δορυφόρο και θα τον τραβήξει πάνω της, με αποτέλεσμα την πρόσκρουσή του με τη Γη.”

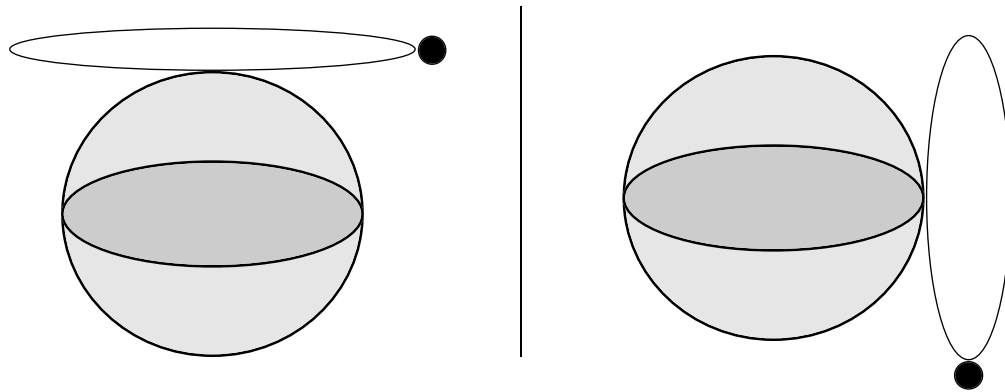
δ) Σε μίαν άλλη δραστηριότητα δόθηκε στους μαθητές ένα μόνο μέρος της τροχιάς ενός δορυφόρου και τους ζητήθηκε να προβλέψουν τη συνέχεια της κίνησης, σχεδιάζοντας την τροχιά. Τους ζητήθηκε, επίσης, να σχεδιάσουν την ταχύτητα του δορυφόρου τη στιγμή της εκτόξευσης και τη στιγμή που βρίσκεται στο άλλο άκρο της τροχιάς του.



Διαπιστώθηκε ότι κάποιοι μαθητές σκέφτονται ότι η τροχιά πρέπει να είναι οπωσδήποτε κλειστή, δηλαδή ο δορυφόρος να επιστρέφει στο σημείο εκτόξευσης. Μπορεί, βέβαια, να σκέφτηκαν ότι εφόσον αναφερόμαστε σε “δορυφόρο”, αυτός οφείλει να περιφέρεται και να μην μπορεί να ξεφύγει από την έλξη της Γης. Το ζήτημα είναι ότι απουσιάζει από τους συλλογισμούς τους **η ιδέα του να ελέγχουν την ορθότητα μιας απάντησής τους με άλλο πρόσφορο τρόπο**. Έτσι, οι μαθητές σχεδιάζουν την ταχύτητα του δορυφόρου (στο σημείο Α) σύμφωνα με την τροχιά που σχεδίασαν. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα:



ε) Τέλος, σε μια δραστηριότητα στην οποία δόθηκαν οι θέσεις του δορυφόρου πάνω από την επιφάνεια της Γης (σχεδιασμένης με τον Ισημερινό) και ζητήθηκε η σχεδίαση της τροχιάς του δορυφόρου, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές “δυσκολεύονται” να σχεδιάσουν την τροχιά του δορυφόρου. Στο σχήμα δίνεται μια απρόσμενη απάντηση.



6. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο GILBERT

• Κατάλληλες για τη διδασκαλία της Φυσικής Γ' τάξης

6.1 Η ένταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία

Η χρησιμοποίηση του μικρόκοσμου GILBERT εξυπηρετεί με τον καλύτερο τρόπο τους στόχους της διδασκαλίας, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα της Φυσικής της Γ' τάξης Γυμνασίου (27η ενότητα - Μαγνητικό πεδίο και 28η ενότητα - Μαγνητικό φάσμα και Μαγνητικό πεδίο της Γης). Με τη χρήση του νέου περιβάλλοντος (τοπικό λογισμικό για προσομοιώσεις, κόμβος της ΓΑΙΑ) το περιεχόμενο διευρύνεται τόσο με την ένταξη στοιχείων από την ιστορία των επιστημών όσο και με τον πειραματισμό με το μοντέλο της Γης ως μαγνήτη.

Το πείραμα στη διδασκαλία θεωρείται “εκ των ων ουκ άνευ”. Με άλλα λόγια είναι ανάγκη οι μαθητές να πειραματιστούν οπωσδήποτε με ένα μαγνήτη και να παρατηρήσουν τη συμπεριφορά μιας μαγνητικής βελόνας (ανιχνευτής μαγνητικού πεδίου) που τοποθετείται σε διαφορετικά σημεία γύρω απ' αυτόν. Αλλά, το πείραμα με το οποίο αισθητοποιείται το μαγνητικό φάσμα ενός ή δύο μαγνητών με τη χρήση ενός μεγάλου αριθμού μαγνητικών βελονών δεν περιλαμβάνεται στο ρεπερτόριο των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Στο μικρόκοσμο GILBERT, στο τοπικό λογισμικό, προσφέρεται η δυνατότητα στο μαθητή να χειριστεί έναν ή περισσότερους ανιχνευτές σε διαφορετικά περιβάλλοντα (έναν ή δύο μαγνήτες, η ίδια η Γη) και να παρακολουθήσει τη συμπεριφορά τους. Σ' αυτόν το μικρόκοσμο ρόλο εξερευνητή παίζει μια μαγνητική βελόνα, την οποία μπορεί ο μαθητής να μεταφέρει με κλικ και σύρσιμο. Στην περίπτωση ενός ή δύο μαγνητών, σε μια δεύτερη περιοχή, αισθητοποιείται το μαγνητικό φάσμα, με τη βοήθεια ενός μεγάλου αριθμού μαγνητών. Επιπλέον, με τη δυνατότητα που παρέχεται στο μαθητή να μετακινεί τους μαγνήτες, ανοίγεται ένα νέο πεδίο έρευνας.

Στο περιβάλλον του μικρόκοσμου, στον κόμβο της ΓΑΙΑ, οι μαθητές έχουν στη διάθεσή τους τρία κείμενα-ντοκουμέντα. Το πρώτο απευθύνεται σε μικρούς μαθητές και έχει ως κεντρικό θέμα τις προκαταλήψεις των ανθρώπων για τις μαγικές ιδιότητες των μαγνητικών δυνάμεων. Το δεύτερο κείμενο προέρχεται από τον κόσμο της λογοτεχνίας και είναι ένα απόσπασμα από το γνωστό βιβλίο του Umberto Eco “Το όνομα του ρόδου”. Τέλος, το τρίτο κείμενο παρουσιάζει με συνοπτικό τρόπο την έννοια του μοντέλου, δίνοντας συγκεκριμένα παραδείγματα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα γνωστικά αντικείμενα και οι αντίστοιχες δραστηριότητες που προτείνονται για τη διδασκαλία με το πρόγραμμα ΓΑΙΑ.

ΠΙΝΑΚΑΣ: Η ένταξη του μικρόκοσμου GILBERT στη διδασκαλία

	Χρόνος ένταξης στο σχολικό εργαστήριο	Ώρες διδασκαλίας (εργαστήριο και Διαδίκτυο)	Γνωστικά αντικείμενα	Οι μαθητικές δραστηριότητες
Φυσική Γ' τάξης	<ul style="list-style-type: none">Κατά τη διδασκαλία του μαγνητικού πεδίου, των δυναμικών γραμμών και του μαγνητικού φάσματος.Κατά τη διδασκαλία του μαγνητικού πεδίου της Γης.	1	<ul style="list-style-type: none">Η μαγνητική βελόνα ως ανιχνευτής μαγνητικού πεδίουΔυναμικές γραμμέςΜαγνητικό φάσμαΈνταση μαγνητικού πεδίουΠροσανατολισμός μαγνητικής βελόναςΟμογενές και ανομοιογενές μαγνητικό πεδίοΣτοιχεία από την ιστορία των επιστημών (το μοντέλο - Γη του Gilbert)	1η, 2η, 3η,

Οι τρεις προτεινόμενες δραστηριότητες έχουν ως αναφορά την ανίχνευση του γήινου μαγνητικού πεδίου, καθώς και του πεδίου ενός ή δύο μαγνητών. Πριν οι μαθητές ανατρέξουν στο μικρόκοσμο με τους μαγνήτες, οφείλουν να έχουν εξοικειωθεί με τη μαγνητική βελόνα, να έχουν αντιληφθεί τον τρόπο που προσανατολίζεται όταν βρεθεί σε ανομοιογενές ή ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η θεωρία των δύο πόλων είναι ικανοποιητική για το επίπεδο των μαθητών και το περιεχόμενο του διδακτικού εγχειριδίου.

Ακολουθούν τρεις δραστηριότητες με τη μορφή φύλλων εργασίας. Σ' αυτές θα πρέπει να προσθέσουμε και κάποιες ιδέες για την ανάθεση συνθετικών εργασιών.

6.2 Τα Φύλλα Εργασίας του Μικρόκοσμου

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

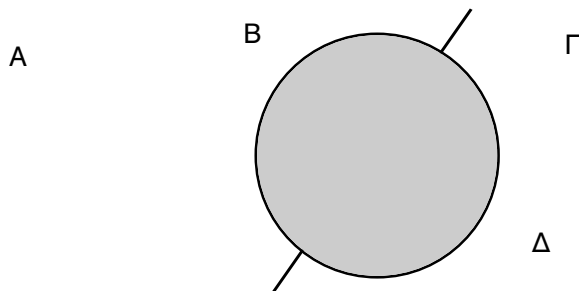
Τίτλος δραστηριότητας: Ο προσανατολισμός της μαγνητικής βελόνας

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. 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).

.....

.....

.....

.....

.....

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

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

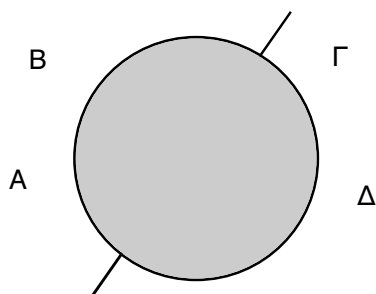
Τίτλος δραστηριότητας: Το φάσμα του γεωμαγνητικού πεδίου

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

A. Στο φύλλο εργασίας

Τα ερωτήματα.

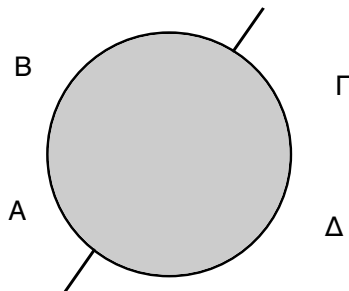
α) Ποια θα είναι η διάταξη αυτών των μαγνητικών βελονών;



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 απαντήσεών 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.

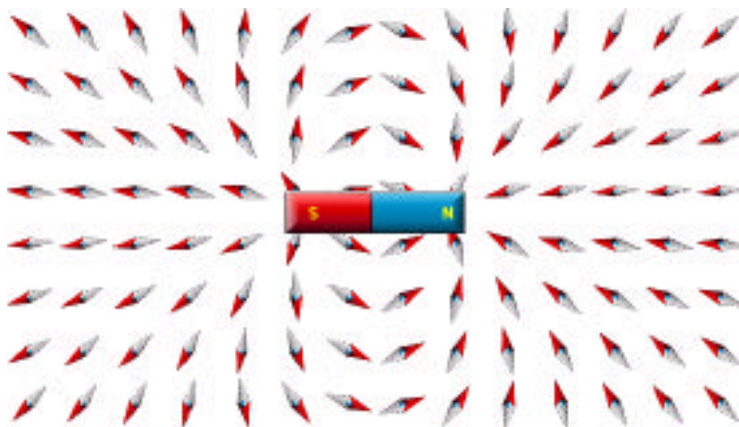
Γ. Συζητήστε, με την καθοδήγηση του καθηγητή σας, τις απαντήσεις που δόθηκαν από τις διάφορες ομάδες.

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.

6.3 Το προφίλ των δραστηριοτήτων του μικρόκοσμου GILBERT

1. Οι τρεις προτεινόμενες δραστηριότητες είναι ενδεικτικές των δυνατοτήτων του μικρόκοσμου που εστιάζει στο φαινόμενο “προσανατολισμός μαγνητικής βελόνας”. Ο διδάσκων μπορεί να επινοήσει τις δικές του για τη διδασκαλία συγκεκριμένων εννοιών και ιδιοτήτων και να τις προτείνει στους μαθητές του. Βέβαια, όπως και στους άλλους μικρόκοσμους, μπορούμε να προτείνουμε και στους μαθητές να επινοήσουν τις δικές τους δραστηριότητες, με σκοπό να απαντήσουν σε ερωτήματά τους ή απλά να παρατηρήσουν “τι συμβαίνει αν...”.

Μια “ακτινογραφία” των προτεινόμενων δραστηριοτήτων μπορεί να γίνει ως προς τα βασικά γνωστικά αντικείμενα (έννοιες, ιδιότητες και αναπαραστάσεις) ή τις ικανότητες που επιδιώκεται να αναπτύξουν οι μαθητές. Για τις δραστηριότητες -που απευθύνονται σε μαθητές της Γ' τάξης Γυμνασίου- στο μικρόκοσμο GILBERT διακρίνουμε συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα όπως είναι ο προσανατολισμός μιας μαγνητικής βελόνας, η δυναμική γραμμή, η ένταση του μαγνητικού πεδίου (ποιοτικά). Από την άλλη, διακρίνουμε τις δραστηριότητες με κριτήριο τις ικανότητες που επιχειρείται να αναπτύξουν οι μαθητές, όπως: να παρατηρούν, να περιγράφουν, να εξηγούν και να προβλέπουν.

2. Τα τρία μικρά κείμενα (Ντοκουμέντα) που υπάρχουν και στον κόμβο της ΓΑΙΑ, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στην τάξη.

Το κείμενο με τίτλο Παλιές αντιλήψεις για το μαγνητισμό μπορεί να συνοδεύεται από ερωτήματα, όπως:

- Γράψτε έναν τίτλο που να εκφράζει όσο γίνεται καλύτερα το κείμενο.
- Γράψτε μια σύντομη περίληψη του κειμένου.
- Ποιες από τις ιδέες του κειμένου σάς έκαναν μεγαλύτερη εντύπωση; Γιατί;
- Για ποιο λόγο προσέφυγε στο πείραμα ο Ντελλαπόρτα;
- Ποιες ιδιότητες των μαγνητών παρουσιάζονται στο κείμενο;

Το κείμενο με τίτλο Ο μαγνητισμός στη λογοτεχνία περιέχει αρκετά στοιχεία από το μαγνητισμό. Θα μπορούσαμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να διαβάσουν το κείμενο και να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως:

- Γράψτε έναν τίτλο που να εκφράζει όσο γίνεται καλύτερα το κείμενο.
- Πώς εξηγούσαν κατά το μεσαίωνα την “προτίμηση” της μαγνητικής βελόνας να στρέφεται προς το Βορρά;
- Ποιοι τρόποι προσανατολισμού παρουσιάζονται στο κείμενο;
- Ποιο τρόπο πρότεινε ο πρωταγωνιστής για να βγουν από το λαβύρινθο;

3. Μια πρόκληση για συνεργασία με άλλους ή πώς ο μικρόκοσμος GILBERT μπορεί να θεωρηθεί “δικτυακός”;

Ο υπολογισμός της έντασης του μαγνητικού πεδίου της Γης θα μπορούσε να αποτελεί δραστηριότητα παρόμοια με αυτή του υπολογισμού της ακτίνας της Γης, όπως περιγράφεται στο μικρόκοσμο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ. Σκοπός της προτεινόμενης πειραματικής δραστηριότητας θα είναι η επιβεβαίωση από τους μαθητές του γεγονότος ότι υπάρχει μαγνητικό πεδίο με ένταση η οποία είναι διαφορετική σε κάθε τόπο. Όσο πιο απομακρυσμένοι είναι οι τόποι, τόσο μεγαλύτερη είναι και η διαφορά των εντάσεων. Οι μαθητές διαφορετικών σχολείων, αφού πρώτα συνεννοηθούν μεταξύ τους, μετρούν την ένταση του μαγνητικού πεδίου με τη βοήθεια μιας ευαίσθητης μαγνητικής βελόνας, κρεμασμένης από νήμα, και ενός μαγνήτη.

Σχετικό μέτρο της έντασης παρέχει ο αριθμός των ταλαντώσεων που κάνει η μαγνητισμένη βελόνα σε ένα λεπτό της ώρας.

Η μέθοδος παρουσιάζεται στο Internet (www.wested.org/tales).

Πριν οι μαθητές προχωρήσουν, με την καθοδήγηση των διδασκόντων, στη μέτρηση του μαγνητικού πεδίου στον τόπο τους, σε πρώτο επίπεδο μελέτης θα γνωρίσουν την ιστορική εξέλιξη των ιδεών για το μαγνητισμό, με σημείο αφετηρίας το μοντέλο του Gilbert για τη συμπεριφορά της Γης ως μαγνήτη. Επιπλέον, με τον εξερευνητή να παίρνει τη μορφή μαγνητικής βελόνας, οι μαθητές εξερευνούν τόσο το μαγνητικό πεδίο της Γης (μετακινούν τον εξερευνητή γύρω από τη Γη) όσο και το μαγνητικό πεδίο μαγνήτη (δεύτερη αναπαράσταση). Στο μικρόκοσμο αυτό έχουμε δύο αναπαραστάσεις του μαγνητικού πεδίου που οι μαθητές διερευνούν (ιδέα αναλογικών μοντέλων). Ταυτόχρονα, προτείνουμε την προβολή του μαγνητικού φάσματος σε οθόνη, με τη χρήση του προβολέα (γνωστό πείραμα επίδειξης).

Η αναλογία μπορεί να συνεχιστεί με την παρουσίαση του **μαγνητικού πεδίου** ενός **σωληνοειδούς**. Έτσι θα αποκτήσουν και νόημα οι δυναμικές γραμμές ενός μαγνητικού πεδίου (για περισσότερα παραπέμπουμε στο εξαιρετικό βιβλίο των A. Einstein and L. Infeld με τίτλο “Η εξέλιξη των ιδεών στη φυσική”).

6.4 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 σφιγτά”.

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 εμπόδιζε 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 κάνει 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 καταφέρω να θυμηθώ καλά τον κανόνα, ή ίσως για να περιπλανηθείς σε ένα λαβύρινθο χρειάζεσαι μια καλή Αριάδη 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 ένιωσε 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, ή 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.

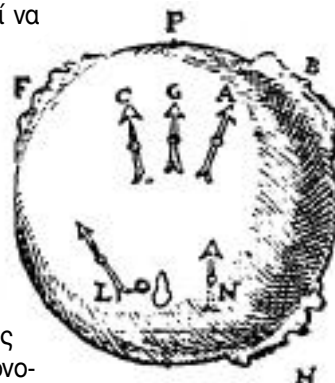
Παρακάτω παραθέτουμε διάφορα μοντέλα, για να γίνει κατανοητό το “μοντέλο” στην πιο γενική του έννοια, και στη συνέχεια δίνουμε μερικές εφαρμογές των μοντέλων.

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, torpilles, 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 τριανάκι; Καταβάλλει μια διανοητική προσπάθεια για να καταλάβει τον κόσμο, την υλική πραγματικότητα, όχι όμως μέσα από μian άμεση παρατήρηση του κόσμου, αλλά με την βοήθεια ενός μοντέλου της πραγματικότητας, π.χ. την κούκλα που είναι το μοντέλο του ανθρώπου, το μικρό τραίνο-παιχνίδι που είναι το μοντέλο ενός τραίνου. 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”.

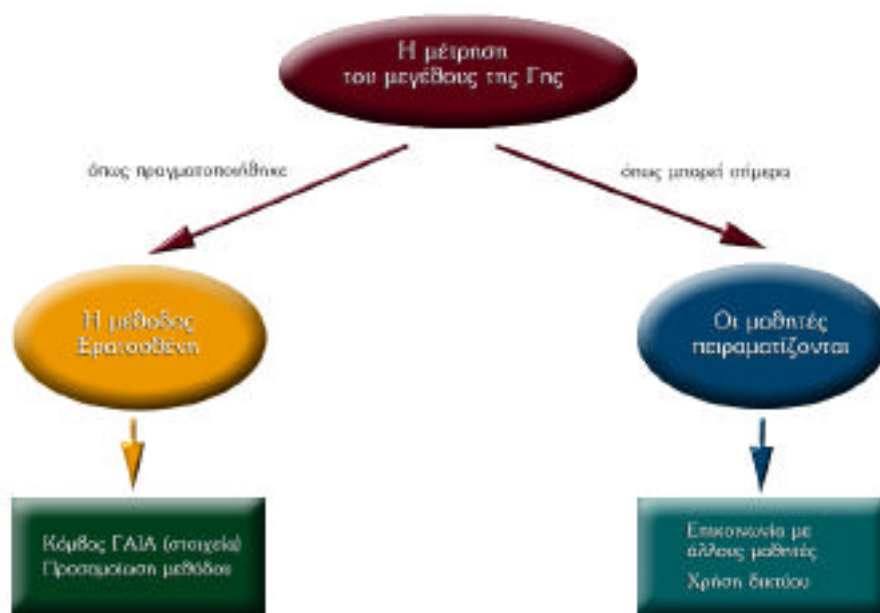
7. Οι μαθητικές δραστηριότητες στο μικρόκοσμο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ

7.1 Ενταξη του μικρόκοσμου στη διδασκαλία

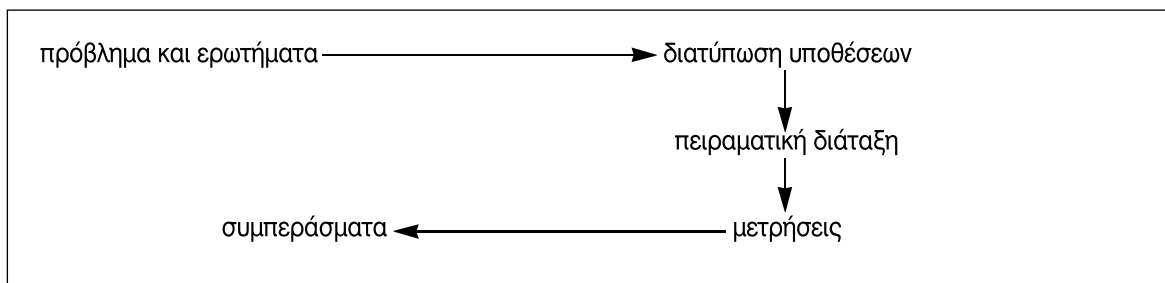
- Κατάλληλες κυρίως για τη διδασκαλία των Μαθηματικών Β' τάξης Γυμνασίου
- Πρόταση για αξιοποίηση του μικρόκοσμου στο μάθημα της Φυσικής Β' τάξης
- Εναλλακτική πρόταση για συνεργατική διδασκαλία Μαθηματικού και Φυσικού στη Β' τάξη Γυμνασίου

Η μέθοδος που χρησιμοποίησε ο **Ερατοσθένης ο Κυρηναίος** υπάρχει στο διδακτικό εγχειρίδιο των Μαθηματικών Β' τάξης ως "Ιστορικό σημείωμα". Σε αυτό περιγράφεται συνοπτικά μόνο η ιστορική μέθοδος, με σκοπό οι μαθητές να γνωρίσουν τη μέθοδο και να εξοικειωθούν με τη χρήση των αναγκαίων μαθηματικών εργαλείων. Με άλλα λόγια απουσιάζει μια πρόταση για το πώς θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε μια μέθοδο ώστε να μετρήσουμε σήμερα το μήκος της περιφέρειας της Γης, και αυτό να γίνει με τα απλούστερα μέσα. Η δυνατότητα επικοινωνίας των μαθητών με το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο θα βοηθήσει προς αυτήν την κατεύθυνση.

Στο διάγραμμα παρουσιάζεται συνοπτικά ο ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ ώστε να έχουμε ολοκληρωμένη εικόνα για το τι μπορεί να μας προσφέρει.



Η χρησιμοποίηση του μικρόκοσμου ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ εξυπηρετεί τους στόχους της διδασκαλίας των μαθηματικών αλλά και τους διευρύνει με το να προτείνει τη συμμετοχή των μαθητών στην πρακτική διαδικασία της μέτρησης. Έτσι, ο μικρόκοσμος προσφέρει μιας πρώτης τάξεως ευκαιρία στους μαθητές να ασχοληθούν έμπρακτα με μια δραστηριότητα που έχει όλα τα χαρακτηριστικά της **πειραματικής μεθόδου έρευνας**:



Με αυτήν την έννοια ο μικρόκοσμος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά και από τον διδάσκοντα τη Φυσική της Β' τάξης Γυμνασίου με αφορμή τη διδασκαλία των εννοιών "ακτίνα φωτός", παράλληλη δέσμη ακτίνων" και "σκιά", στο κεφάλαιο της οπτικής. Μια **συνεργασία των εκπαιδευτικών** που διδάσκουν

στην ίδια τάξη Μαθηματικά και Φυσική θα πρόσφερε στους μαθητές πολύ περισσότερα στην εξοικείωσή τους με στοιχεία της επιστημονικής μεθόδου έρευνας.

Ο μικρόκοσμος ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ συνιστά ένα περιβάλλον διδασκαλίας και μάθησης ευνοϊκό για να αποκτήσουν οι μαθητές μια εικόνα για το **τι είναι επιστημονική μέθοδος έρευνας**, με αφορμή μια από τις πιο σημαντικές στιγμές της ιστορίας των ιδεών.

Σ' αυτόν θα χρησιμοποιήσουν **στοιχεία από την ιστορία της επιστημονικής σκέψης**, θα αναζητήσουν πληροφορίες πέρα από το βιβλίο τους, θα πειραματιστούν οι ίδιοι στην αυλή του σχολείου τους και θα χρειαστεί να επικοινωνήσουν με άλλους για να οδηγηθούν στη λύση ενός προβλήματος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται με τη μορφή “σεναρίων ένταξης” τα μαθήματα και τα αντίστοιχα γνωστικά αντικείμενα που προτείνονται για τη διδασκαλία με το πρόγραμμα ΓΑΙΑ.

ΠΙΝΑΚΑΣ: Πρώτο σενάριο ένταξης του ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ στη διδακτική πράξη, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα των μαθηματικών.

	Χρόνος ένταξης στο σχολικό εργαστήριο	Ώρες διδασκαλίας (εργαστήριο και Διαδίκτυο)	Γνωστικά αντικείμενα	Οι μαθητικές δραστηριότητες
Μαθηματικά Β' τάξης	Μετά τη διδασκαλία του όγδοου κεφαλαίου, με αφορμή το ιστορικό σημείωμα (σελ. 290-291).	2 στο εργαστήριο 1 στην αυλή του σχολείου Σύνολο: 3 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> Κατακόρυφος σε έναν τόπο Επίκεντρος γωνία Μήκος κύκλου Μήκος τόξου Μέθοδος έρευνας Στοιχεία από την ιστορία των ιδεών 	1η, 2η

ΠΙΝΑΚΑΣ: Δεύτερο σενάριο ένταξης του ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ στη διδακτική πράξη (με διεύρυνση του αναλυτικού προγράμματος της Φυσικής και εφόσον οι μαθητές έχουν ήδη εξοικειωθεί με το πρόγραμμα, σύμφωνα με το πρώτο σενάριο).

	Χρόνος ένταξης στο σχολικό εργαστήριο	Ώρες διδασκαλίας (εργαστήριο και Διαδίκτυο)	Γνωστικά αντικείμενα	Οι μαθητικές δραστηριότητες
Φυσική Β' τάξης	Κατά τη διδασκαλία της οπτικής.	2 στο εργαστήριο 1 στην αυλή του σχολείου Σύνολο: 3 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> Κατακόρυφος σε έναν τόπο Φωτεινή ακτίνα Παράλληλη δέσμη ακτίνων Σκιά Έμμεση μέτρηση Πειραματική μέθοδος έρευνας Στοιχεία από την ιστορία των ιδεών 	1η, 2η

ΠΙΝΑΚΑΣ: Τρίτο σενάριο ένταξης του ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗ στη διδακτική πράξη (μετά από συνεννόηση και συνεργασία των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Μαθηματικά και Φυσική στο ίδιο τμήμα της Β' τάξης).

	Χρόνος ένταξης στο σχολικό εργαστήριο	Ώρες διδασκαλίας (εργαστήριο και Διαδίκτυο)	Γνωστικά αντικείμενα	Οι μαθητικές δραστηριότητες
Μαθηματικά και Φυσική Β' τάξης	Προς το τέλος της σχολικής χρονιάς.	2 στο εργαστήριο 1 στην αυλή του σχολείου Σύνολο: 3 ώρες	<ul style="list-style-type: none"> • Επίκεντρος γωνία • Μήκος κύκλου • Μήκος τόξου • Φωτεινή ακτίνα • Παράλληλη δέσμη ακτίνων • Σκιά • Έμμεση μέτρηση • Πειραματική μέθοδος έρευνας • Στοιχεία από την ιστορία των ιδεών 	Δημιουργία δραστηριοτήτων σε συνεργασία του Μαθηματικού και του Φυσικού (προσαρμογή ή τροποποίηση των προτεινόμενων δραστηριοτήτων).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η ιστορική μέθοδος του Ερατοσθένη καθώς και η μέθοδος που απαιτείται για τη μέτρηση της ακτίνας της Γης από ομάδες μαθητών δύο διαφορετικών σχολείων. Οι μαθητές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα στοιχεία με τη μετάβασή τους στο δίκτυο (κόμβος ΓΑΙΑ).

Η παρουσίαση θα ολοκληρωθεί με την περιγραφή της προσομοίωσης των δύο μεθόδων στο τοπικό λογισμικό.

7.2 Τα Φύλλα Εργασίας του Μικρόκοσμου

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 κατακόρυφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου 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 κατακόρυφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου 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 Ένας τόπος. 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, μεγαλώστε το μήκος της. Τι διαπιστώνετε

ι) για το μήκος της σκιάς και

ιι) για τη γωνία της κατακόρυφου με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου;

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

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 Ήλιου;

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

γ) Αν ϕ_1 και ϕ_2 είναι οι γωνίες που σχηματίζουν οι κατακόρυφες με τη διεύθυνση των ακτίνων του Ήλιου, 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;

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

Γ. 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.

7.3 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 εσφολκωμένη 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, πιο μεγάλη μέρα του έτους), το ηλιακό φως έπεφτε στο νερό του πηγαδιού, χωρίς να σχηματίζει καμιά σκιά.

Η ανάγνωση των γεγονότων:

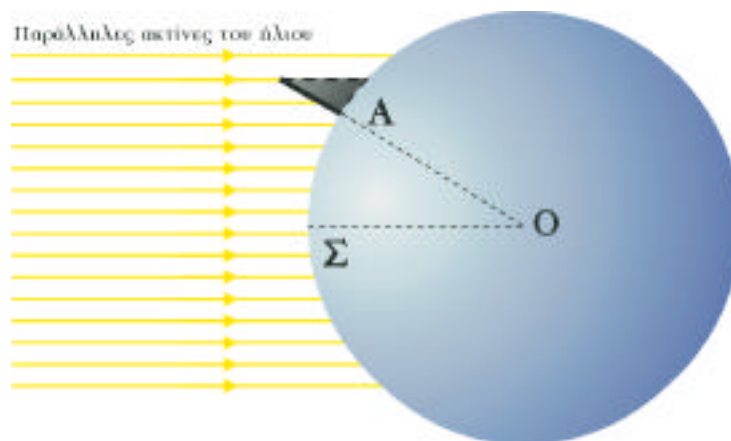
Υποθέτουμε ότι η Γη είναι σφαιρική. Ο Ήλιος βρίσκεται πολύ μακριά από τη Γη ώστε οι ακτίνες του φτάνουν σε αυτήν σχεδόν παράλληλες. Η Συήνη βρίσκεται στον τροπικό της Γης. Οι ακτίνες του Ήλιου έχουν την ίδια διεύθυνση με την κατακόρυφο στον τόπο αυτό, το μεσημέρι του θερινού ηλιοστασίου.

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 Ηλίου 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 (A) 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, ΣO , μπορεί να υπολογιστεί αν γνωρίζουμε:

- α) το μήκος του τόξου ΣA (απόσταση Συήνης - Αλεξάνδρειας) και
- β) τη γωνία $\Sigma O A$ = 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.

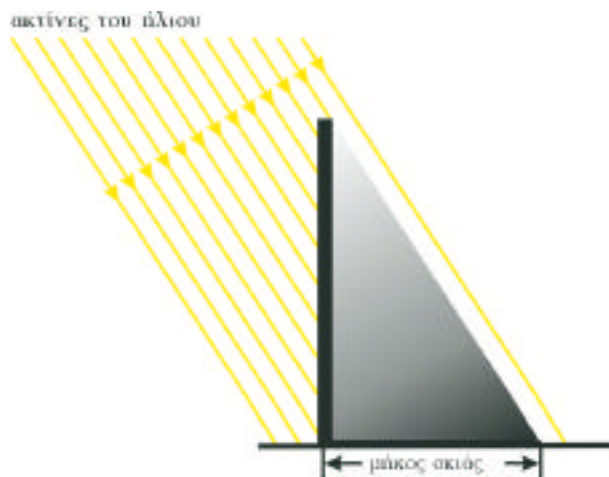
Οι μετρήσεις:

- 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 χιλιόμετρα. 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.

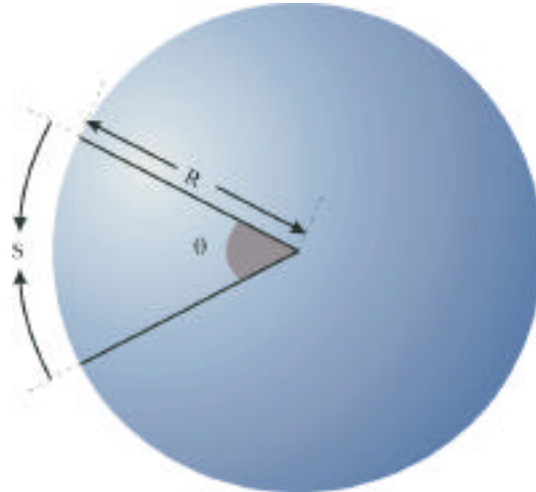


Ο Ερατοσθένης μέτρησε τη γωνία θ και βρήκε ότι είναι 7,2 περίπου μοίρες. Επομένως, 7,2 μοίρες είναι και η επίκεντρη γωνία του τόξου ΣΑ.

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:

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

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

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 $7^\circ 2'$. Έτσι, ο Ερατοσθένης υπολόγισε το μήκος της περιφέρειας της Γης σε 250.000 στάδια.

7.4 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).

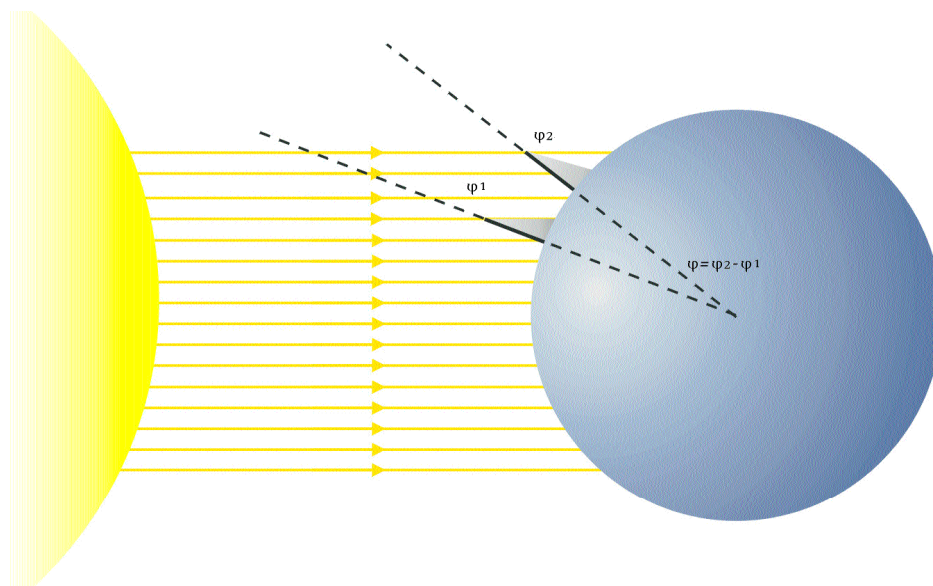
Το σημαντικό στη μέθοδό του είναι η διαφορά στο μήκος της σκιάς, το μεσημέρι της συγκεκριμένης ημέρας.

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

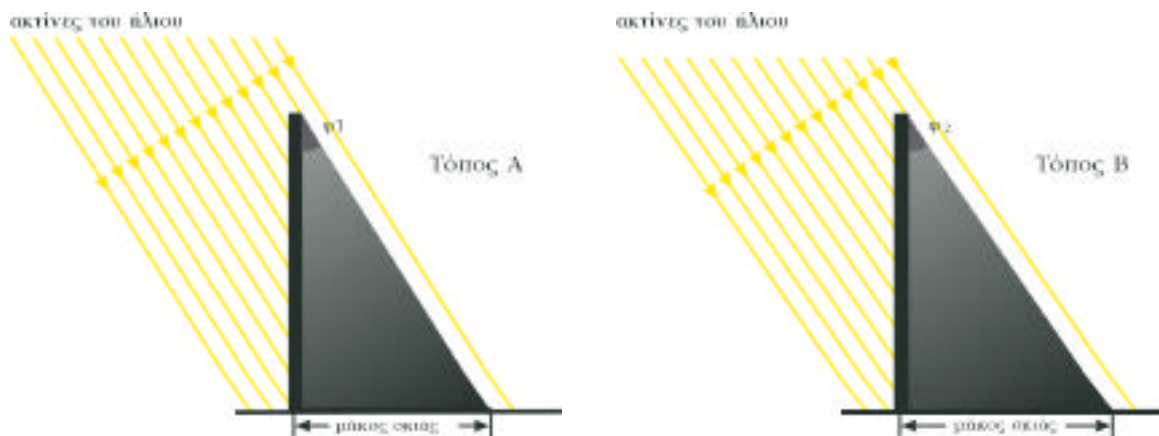
Η ιδέα:

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:

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

$$\Pi = 360^\circ / \varphi_2 - \varphi_1$$

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:

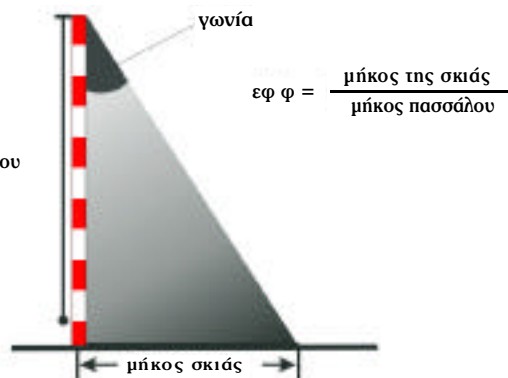
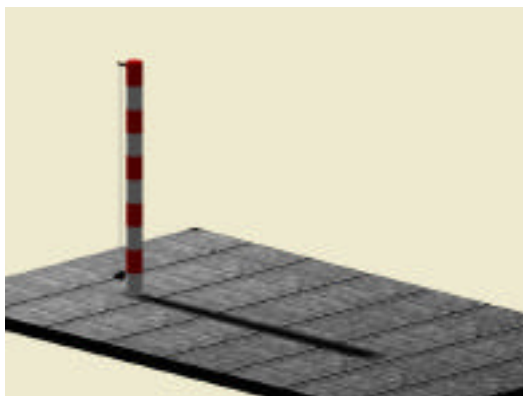
α) Μέτρηση της απόστασης (s) μεταξύ των δύο ελληνικών πόλεων.

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 επίκεντρος γωνία που βαίνει στο τόξο των δύο πόλεων θα είναι $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$.

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.

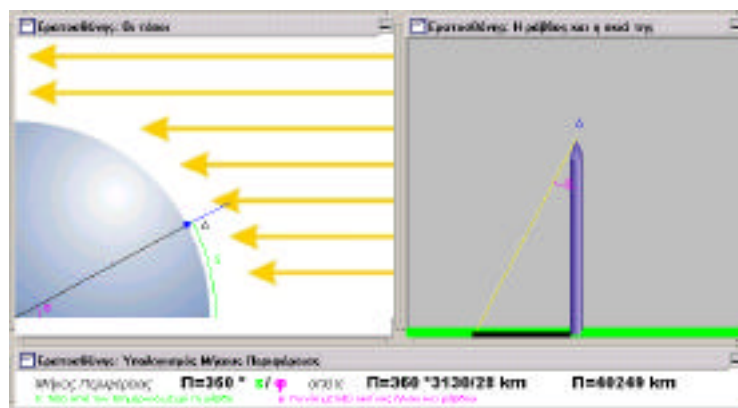
Η σχετική έρευνα στο Internet δείχνει ότι η μέτρηση της ακτίνας της Γης αποτελεί ένα προσφιλές διαθεματικό αντικείμενο που απαιτεί τη συνεργασία μαθητών από δύο τουλάχιστον διαφορετικά σχολεία. Ένας σχετικά μεγάλος αριθμός σχολείων από ολόκληρο τον κόσμο συμμετέχει κάθε χρόνο στο πρόγραμμα με την ονομασία **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>

7.5 Η προσομοίωση των μεθόδων στο τοπικό λογισμικό

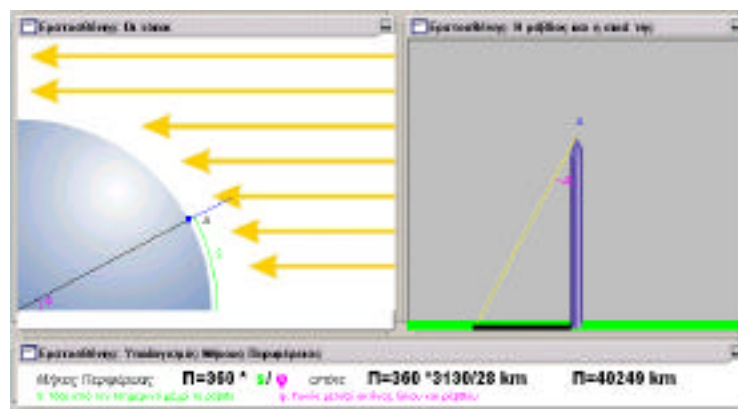
Μετά την περιγραφή των μεθόδων στο περιβάλλον χαρτί-μολύβι οι μαθητές μπορούν να προχωρήσουν στη διερεύνηση των μεθόδων στο τοπικό λογισμικό του μικρόκοσμου ΕΡΑΤΟΣΘΕΝΗΣ. Το περιβάλλον προσφέρει δύο επιλογές.

- 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 έναν τρίτο, υπολογίζεται το μήκος της περιφέρειας.



[Το s είναι το τόξο από τον Ισημερινό μέχρι τη ράβδο-τύλο 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-τύλων και $\phi = \phi_2 - \phi_1$ όπου ϕ γωνία ίση με την επίκεντρο στον κύκλο (πρώτη περιοχή) και ϕ_1, ϕ_2 οι γωνίες ράβδου και ακτίνας.]

INTERNET

- [1] Πύραυλοι και μοντέλα πυραύλων:
<http://members.aol.com/voraze/toc.html>
- [2] Μια σύντομη ιστορία των πυραύλων:
<http://members.aol.com/voraze/history.html>
- [3] Οι νόμοι του Κέπλερ:
<http://www.cvc.org/science/kepler.htm>
- [4] Η Γη από δορυφόρο:
<http://earthrise.sdsc.edu/cgi-bin/er/>
- [5] Η Γη από δορυφόρο:
<http://www.fourmilab.ch/earthview/satellite.html>
- [6] <http://www.wested.org/tales>
(Οι μαθητές διαφορετικών σχολείων, αφού πρώτα συνεννοηθούν μεταξύ τους, μετρούν την ένταση του μαγνητικού πεδίου με τη βοήθεια μιας ευαίσθητης μαγνητικής βελόνας κρεμασμένης από νήμα, και ενός μαγνήτη. Σχετικό μέτρο της έντασης παρέχει ο αριθμός των ταλαντώσεων που κάνει η μαγνητισμένη βελόνα σε ένα λεπτό της ώρας).
- [7] Για τον προσανατολισμό με πυξίδα:
<http://www.uio.no/~kjetikj/compass/>
- [8] Οι 191 χώρες των Ηνωμένων Εθνών:
<http://www.gsn.org/gsn/cb97/maps.html>
- [9] Μαθήματα Φυσικής:
<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/>
- [10] Ιστορικά στοιχεία για τον Νεύτωνα:
<http://wwwcn.cern.ch/%7Emcnab/Newtonia>
- [11] Η μεταρρύθμιση στις επιστήμες και στα μαθηματικά: το πρόγραμμα 2061:
<http://www.project2061.aaas.org/>
- [12] Η διεύθυνση του περιοδικού NATIONAL GEOGRAPHIC:
<http://www.nationalgeographic.com/xpeditions>
- [13] Εντυπωσιακά πειράματα φυσικής για την τάξη ή για το εργαστήριο, ιδέες για πειράματα με απλά μέσα και μοντελοποιήσεις φαινομένων:
<http://www.physics.bu.edu/~duffy/>
- [14] Πλούσιο υλικό από την ιστορία των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών:
<http://www.maths.tcd.ie/pub/>
- [15] Ό,τι θα θέλατε να μάθετε για το χρόνο (ιστορικό, συσκευές, ζώνες ώρας..):
<http://www.physics.nist.gov/genint/time/>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1. **Βεργανελάκης Α.** Ανατομία του σήμερα. Ο άνθρωπος με τον άνθρωπο - Ο άνθρωπος με τη φύση, εκδ. Τυπωθήτω - Γ. Δαρδανός, Αθήνα, 1996. Αναφορά στη "γαία" ως ζωντανό οργανισμό (σελ. 63-65).
- 2. **Ρέντζος Γ.** Γεωγραφική εκπαίδευση, εκδ. Επικαιρότητα, Αθήνα, 1984.
- 3. **Θεοδοσίου Σ. - Δανέζης Μ.** Μετρώντας τον άχρονο χρόνο. Ο χρόνος στην αστρονομία, εκδ. Δίαυλος, Αθήνα, 1994.
- 4. **Δημητριάδης Γ.** Γεωγραφία Νεωτερική, επιμέλεια Αικ. Κουμαριανού, εκδ. Ερμής, Αθήνα, 1988.
- 5. **Δαπόντες Ν.** Ένα πείραμα ηλικίας 300 ετών, Φυσικός κόσμος, τεύχος 100, 1984.
- 6. **Einstein A., Infeld L.** Η εξέλιξη των ιδεών στη φυσική, μετάφραση-συμπλήρωμα Ευτ. Μπιτσάκη, εκδ. ΔΩΔΩΝΗ, Αθήνα 1978.
- 8. **Osserman R.** Η Ποίηση του Σύμπαντος, μετάφραση Γ. Γεωργακόπουλος, εκδ. ΚΑΤΟΠΤΡΟ, Αθήνα 1998.
- 9. **The Open University**, Μέτρηση του ηλιακού συστήματος, μετάφραση Γ. Μπαρουξής, εκδ. Π. ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΟΣ, Αθήνα 1986.
- 10. **Kline M.** Τα Μαθηματικά στο Δυτικό πολιτισμό, μετ. Σ. Μαρκέτος, εκδ. ΚΩΔΙΚΑΣ, χ.χ.ε.
- 11. **Chalmers A.** Τι είναι αυτό που το λέμε επιστήμη, μετάφραση Τ. Τσιαντούλας, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 1996.

12. **The Open University** , Σεισμικά κύματα και το εσωτερικό της Γης. Η Γη ως μαγνήτης. Μετάφραση Γ. Μπαρουξής, εκδ. Π. ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΟΣ, Αθήνα 1986.
13. **Φάρινγκτον Β** , Η επιστήμη στην Αρχαία Ελλάδα, μετάφραση Ν. Ραΐση, εκδ. ΚΑΛΒΟΣ, Αθήνα 1969.
14. **Jacob C.** Γεωγραφία και Εθνογραφία στην Αρχαία Ελλάδα, μετάφραση Ε. Τουνταςάκη, εκδ. Gutenberg, Αθήνα 1997.
15. **Hawking S.** Το χρονικό του χρόνου, μετάφραση Κ. Χάρακας, εκδ. ΚΑΤΟΠΤΡΟ, Αθήνα 1991.
16. **Shu F.** Αστροφυσική. Δομή και εξέλιξη του Σύμπαντος. Τόμος 1, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1991.
17. **Bernal J.** Η επιστήμη στην ιστορία, μετάφραση Ε. Μπιτσάκη, εκδ. ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ, Αθήνα 1983.
18. **Αριστοτέλους** , Φυσική ακρόασις (Τα φυσικά) μετάφραση Κ. Δ. Γεωργούλη, εκδ. ΠΑΠΑΔΗΜΑ, Αθήνα 1972.
19. **Narlikar J.** Η ελαφρότητα της βαρύτητας, μετάφραση Π. Τραυλός, εκδ. ΤΡΟΧΑΛΙΑ, Αθήνα 1989.
20. **Κουλαϊδής Β.** (επιμέλεια). Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου. Γνωστική, επιστημολογική και διδακτική προσέγγιση. Εκδ. Gutenberg, Αθήνα, 1994.
21. **Driver R.** και άλλοι. Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες, εκδ. Ένωση Ελλήνων Φυσικών - ΤΡΟΧΑΛΙΑ, Αθήνα.
22. **Αριστοτέλους** , Περί Ουρανού, μετάφραση Π. Π. Παναγιώτου, εκδ. ΝΕΑ ΣΥΝΟΡΑ-Α. ΛΙΒΑΝΗ, Αθήνα, 1989.
23. **Lemeignan G., Weil-Barais A.** Η οικοδόμηση των εννοιών στη φυσική. Η διδασκαλία της μηχανικής. Επιμέλεια-μετάφραση Νίκος Δαπόντες και Αγγελική Δημητρακοπούλου, εκδ. ΤΥΠΩΘΗΤΩ. Γιώργος Δαρδανός, Αθήνα 1997.
24. **Χριστοδουλίδη Π.** , Η εξήγηση στην επιστήμη και η έννοια του μοντέλου, εκδ. ΕΓΝΑΤΙΑ, Θεσσαλονίκη 1983.
25. **Westfall R.** Η συγκρότηση της σύγχρονης επιστήμης, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1993.
26. **Βοσνιάδου Σ.** (επιμέλεια) Κείμενα εξελικτικής Ψυχολογίας, Β' τόμος, Σκέψη, εκδ. Gutenberg, Αθήνα, 1992.
27. **Couderc P.** Η ιστορία της Αστρονομίας, μετάφραση Κ. Κυριακόπουλος, σειρά "Τι πρέπει να ξέρω;" εκδ. ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ, Αθήνα 1964.
28. **Kuscer S.- Podreka E.** , Το ταγκό της Γης, απόδοση στα Ελληνικά: Ανδρέας Ιωάννου Κασσέτας, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 1996.
29. **Couper H.-Henbest N.** , Ανακαλύπτω το Σύμπαν, απόδοση στα ελληνικά Δ. Θεοδωρακάτος, εκδ. ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ, Αθήνα 1994.
30. **Farndon J.** , Ανακαλύπτω τη Γη, απόδοση στα ελληνικά Π. Παπακωνσταντίνου, εκδ. ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ, Αθήνα 1993.
31. **Ortoli S. - Witkowski N.** , Η μπανιέρα του Αρχιμήδη, απόδοση: Ανδρέας Ι. Κασσέτας, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 1997.
32. **ΥΠΕΠΘ-Παιδαγωγικό Ινστιτούτο** , Συμπληρωματικές οδηγίες για τη διδασκαλία των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Χημείας στην Α' Λυκείου, ΟΕΔΒ, Αθήνα 1997.
33. **March R.** , Φυσική για ποιητές, μετάφραση Κ. Μεργιά, εκδ. ΔΙΑΥΛΟΣ, Αθήνα 1996.
34. **Τσιώλης Δ.** , Το τσίρκο της φυσικής. Πειράματα και άλλες δραστηριότητες φυσικής, εκδ. ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 1996.
35. **NATIONAL GEOGRAPHIC** , ΕΛΛΑΔΑ, τόμος 1, Νο. 1 , Οκτ. 1998.
36. **Ανδρέου Α.** (επιμέλεια) Η διδασκαλία της Ιστορίας και της Γεωγραφίας στο Δημοτικό σχολείο, εκδ. Ο.Ι.Ε.Λ.Ε-Σ.Ι.Ε.Λ., Αθήνα 1995.
37. **Οικονόμου Ε.** , Η φυσική σήμερα, τόμος Ι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1990.
38. **Γεωργόπουλος Α.** , ΓΗ, ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης, εκδ. Gutenberg, Αθήνα 1998.
39. **Κασσέτας Ι.Α.** , Το φάντασμα του Λεονάρντο. Σκέψεις και ημέρες ενός φυσικού, εκδ. ΚΑΤΟΠΤΡΟ, Αθήνα 1989.
40. **Κοντοράτος Α.** , Το συναρπαστικό ταξίδι στο φεγγάρι. Από τη φαντασία του Ιουλίου Βερν στην πραγματικότητα του Απόλλωνα, εκδ. Καστανιώτη, Αθήνα 1980.
41. **The Open University** , Νοημοσύνη και δημιουργικότητα, μετάφραση Γ. Μπαρουξής, εκδ. Π. ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΟΣ, Αθήνα 1987.
42. **Παπαμιχαήλ Γ.** , Μάθηση και κοινωνία. Η εκπαίδευση στις θεωρίες της γνωστικής ανάπτυξης, εκδ. ΟΔΥΣΣΕΑΣ, Αθήνα 1988.
43. **Polya G.** , Πώς να το λύσω; μετάφραση Λάμπης Σιαδήμας, εκδ. Σπηλιώτη, χ.χ.ε.
44. **Καλαβάσης Φ. - Μειάρης Μ.** , (επιμέλεια) Θέματα Διδακτικής των μαθηματικών, εκδ. Προτάσεις, Αθήνα 1992.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ

1. **Θεοδοσίου Σ. - Δανέζης Μ.** Μετρώντας τον άχρονο χρόνο. Ο χρόνος στην αστρονομία, εκδ. Δίαυλος, Αθήνα, 1994.
2. **Couderc P.** Η ιστορία της Αστρονομίας, μετάφραση Κ. Κυριακόπουλος, σειρά "Τι πρέπει να ξέρω;" εκδ. ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ, Αθήνα 1964.
3. **Kuscer S.- Podreka E.** , Το ταγκό της Γης, απόδοση στα Ελληνικά Ανδρέας Ιωάννου Κασσέτας, εκδ. Σαββάλας, Αθήνα 1996.
4. **Couper H.-Henbest N.** , Ανακαλύπτω το Σύμπαν, απόδοση στα ελληνικά Δ. Θεοδωρακάτος, εκδ. ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ, Αθήνα 1994.
5. **Famdon J.** , Ανακαλύπτω τη Γη, απόδοση στα ελληνικά Π. Παπακωνσταντίνου, εκδ. ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ, Αθήνα 1993.
6. **Δαπόντες Ν.** Ένα πείραμα ηλικίας 300 ετών, Φυσικός κόσμος, τεύχος 100, 1984
7. **The Open University** , Μέτρηση του ηλιακού συστήματος, μετάφραση Γ'. Μπαρουξής, εκδ. Π. ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΟΣ, Αθήνα 1986.
8. **Τσιώλης Δ.** , Το τσίρκο της φυσικής. Πειράματα και άλλες δραστηριότητες Φυσικής, εκδ. ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 1996.
9. **NATIONAL GEOGRAPHIC** , ΕΛΛΑΔΑ, τόμος 1, Νο. 1 , Οκτ. 1998.
10. **Κοντοράτος Α.** , Το συναρπαστικό ταξίδι στο φεγγάρι. Από τη φαντασία του Ιουλίου Βερν στην πραγματικότητα του Απόλλωνα, εκδ. Καστανιώτη, Αθήνα 1980.