

«Το Πείραμα Επίδειξης ως εργαλείο Διερευνητικής Μάθησης».
Η περίπτωση της “Ποιοτικής και Ποσοτικής Μελέτης Γραφικών
Αναπαραστάσεων” στην Ευθύγραμμη Κίνηση.
Μια Διδακτική Προσέγγιση με “εργαλείο” τον ηλεκτρικό χρονομετρητή με
χαρτοταινία»

Δρ. ΔΗΜΗΤΡΗΣ Κ. ΜΠΟΤΣΑΚΗΣ

Φυσικός / Διδάκτωρ Κοινωνικής Θεωρίας και Έρευνας

Σχολικός Σύμβουλος Φυσικών Επιστημών / ΠΔΕ Βορείου Αιγαίου

Περίληψη

Οι σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις της μάθησης και της διδασκαλίας, παρέχουν στους εκπαιδευτικούς προκλήσεις για αναβάθμιση της μαθησιακής και διδακτικής διαδικασίας ιδιαίτερα στον τομέα των φυσικών επιστημών. Στον τομέα αυτόν, οι «*μαθησιακές δυσκολίες*» και οι υπάρχουσες «*παρανοήσεις*» των μαθητών και μαθητριών αποτελούν ένα ιδιαίτερα σημαντικό εμπόδιο στη μαθησιακή διαδικασία. Έχει διαπιστωθεί, από έρευνες στο χώρο τόσο των επιστημών της Αγωγής και της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες προσπαθώντας να ερμηνεύσουν τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, διαμορφώνουν, κυρίως μέσω της εμπειρίας τους, αλλά και της κοινωνικής τους αλληλεπίδρασης, διάφορα νοητικά σχήματα τα οποία είναι, γενικά, ασύμβατα με την τρέχουσα επιστημονική γνώση (Driver et al. 1985). Πρόκειται δηλαδή για τις «*παρανοήσεις*» οι οποίες αποτελούν τις βαθιά ριζωμένες εκείνες πεποιθήσεις με ιδιαίτερα μεγάλη ερμηνευτική δύναμη για τους μαθητές (Duit, 1995). Αποτελούν ολοκληρωμένα και με εσωτερική συνοχή νοητικά σχήματα ερμηνείας του πραγματικού κόσμου (Driver, 1995). Οι μαθητές κατανοούν τις «*ασυνέπειες*» των παλιών αντιλήψεών τους και οικοδομούν νέες, συμβατές με την επιστημονική πραγματικότητα, μέσα από τη διαδικασία της γνωστικής σύγκρουσης και της εννοιολογικής αλλαγής (Κόμης κ.ά, 2004), μέσω των διευκολυντών της μάθησης και των πολιτιστικών εργαλείων του κοινωνικού της πλαισίου.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική προσέγγιση, με την αξιοποίηση της εργαστηριακής διαδικασίας, αναφορικά με την ποιοτική και ποσοτική μελέτη των γραφικών αναπαραστάσεων (διαγραμμάτων) στην ευθύγραμμη κίνηση, στο μάθημα της Φυσικής Α΄ τάξης Λυκείου, καθώς και τα αποτελέσματα και οι διαδικασίες της εφαρμογής της διαδικασίας αυτής, σε μια αλληλουχία «*βημάτων*» η οποία ακολουθεί αρχές της ομαδοσυνεργατικής διερευνητικής μάθησης.

Λέξεις κλειδιά:

Παρανοήσεις, ποιοτική-ποσοτική μελέτη, γραφικές αναπαραστάσεις

«The Demonstration Experiment as Inquiry Learning tool».
The case of "Qualitative and Quantitative Study Graphic Representation"
in linear motion.
A Teaching Approach "tool" electrical timer to tape.

Dimitris C. Botsakis
Physicist / PhD in Social Theory and Research
School Advisor Science / North Aegean

Summary

Modern pedagogical approaches to learning and teaching, provide teachers with challenges to upgrade the learning and teaching process especially in the natural sciences. In this area, the "learning difficulties" and existing "misunderstanding" of male and female students constitute a significant obstacle in the learning process. It has been found from research in the area of both the sciences of Education and Science Education that pupils trying to explain various natural phenomena, form, mainly through their experience, but also their social interaction, various mental schemata which are generally incompatible with current scientific knowledge (Driver et al. 1985). It is about the "misunderstanding" which are deeply rooted those beliefs with a particularly strong explanatory power for students (Duit, 1995). They are integrated and coherent cognitive interpretation patterns of the real world (Vosniadou. 1994, Driver, 1995). Students understand the "inconsistencies" of the old perceptions and build new, compatible with scientific fact, through the process of cognitive conflict and conceptual change (Earl et al, 2004), through the facilitator of learning and cultural tools its social context (Raptis and Raptis, 2006). This paper presents a didactic approach, the use of laboratory procedure regarding the qualitative and quantitative study of the graphic representations (diagrams) in rectilinear motion, the course Physics A' high school class, and the results and processes of implementation this process, a sequence of "steps" which follows the principles of teamwork exploratory learning.

Keywords:

Misconceptions, qualitative-quantitative study, graphical representations

Εισαγωγή

Σε ένα σχολείο που εφαρμόζει την παραδοσιακή διδασκαλία, η διαδικασία της μάθησης συνήθως για το μαθητή αποτελεί μια υπόθεση ξένη προς αυτόν και τα προσωπικά του ενδιαφέροντα, αποτελεί δηλαδή τη διαδικασία που προωθεί γενικά την αποστήθιση των πληροφοριών που είναι απαραίτητες στον μαθητή όσον αφορά την «επιτυχία» του στο πλαίσιο της αξιολόγησής του.

Ζητούμενο αποτελεί προφανώς, μια λύση η οποία να μπορεί να προσφέρει στην κατεύθυνση της δόμησης ενός τέτοιου μαθησιακού περιβάλλοντος για τον μαθητή έτσι ώστε να του παρέχει ένα περιβάλλον «πλούσιο» σε προκλήσεις για τη δική του δράση, ένα περιβάλλον δηλαδή, στο οποίο ο μαθητής να μπορεί να αυτενεργεί και να μην είναι απλά ο παθητικός αποδέκτης της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Αν και δεν υπάρχει ένα καθιερωμένο πρωτόκολλο ή στρατηγική χρήσης της διερευνητικής μεθόδου μάθησης και διδασκαλίας, θεωρείται ωστόσο ως βασικό της στοιχείο η εκκίνηση από μια ερώτηση που μπορεί να τεθεί είτε από τον μαθητή είτε από τον καθηγητή.

Ο Αριστοτέλης καθόρισε τις βασικές αρχές των Φυσικών Επιστημών και για το λόγο αυτόν θεωρείται ως ο πατέρας των Φυσικών Επιστημών καθώς διατύπωσε ότι:

- χρησιμοποιούμε μόνο «*μετρήσιμα μεγέθη / έννοιες*»
- η «*αλήθεια*» και το «*σωστό*» είναι «*μόνο*» αυτό που «*συμβαίνει / παρατηρείται / μετριέται*» στη φύση.

και αυτό ακριβώς το σημείο καθιστά προφανές ότι οι Φυσικές Επιστήμες είναι το κατεξοχήν αντικείμενο όπου η μέθοδος της διερευνητικής διδασκαλίας και μάθησης μπορεί να δείξει όλη της την αποτελεσματικότητα. Εκτός από το σημείο της διατήρησης της όλης αναζήτησης μέσω ερωτήσεων και απαντήσεων μέσα στο πλαίσιο του επιστημονικού παραδείγματος, ο καθηγητής οφείλει να διαμορφώνει τη συμπεριφορά του και τις παρεμβάσεις του στο να υποκινεί τη συμμετοχή των μαθητών του.

Η αποδοχή των βασικών αυτών θέσεων, αναφορικά με τις αναπαραστάσεις δίνει έμφαση στην παροχή κινήτρων, αφενός μεν για την καλλιέργεια αυθεντικών δημιουργικών δραστηριοτήτων από τον μαθητή αφετέρου δε για τη σταδιακή οικοδόμηση της γνώσης, μέσω της ενεργού συμμετοχής του μαθητή, με βασικό παράγοντα στη διευκόλυνση αυτού του τρόπου οργάνωσης και καθοδήγησης της μαθησιακής διαδικασίας στην τάξη να αποτελεί η τροποποίηση του ρόλου του δασκάλου από «*φορέα γνώσης*» σε «*συντονιστή ενεργειών*» και «*δραστηριοτήτων*» του μαθητή.

Ο καθηγητής πρέπει να έχει πολύ καλή γνώση τόσο του αντικειμένου του όσο και της διερευνητικής μεθοδολογίας για να καταφέρει να επιβλέπει /επιτυγχάνει μια παραγωγική διερευνητική διδασκαλία. Πειράματα επίδειξης μπορεί να χρησιμοποιεί τόσο η δασκαλοκεντρική όσο και η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας. Η ουσιαστική διαφορά έγκειται στη συμμετοχή των μαθητών στην αναζήτηση. Αυτή η συμμετοχή μπορεί να είναι πραγματική μέσα από την εκτέλεση των πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές ή στην περίπτωση δύσκολων/επικίνδυνων πειραμάτων οι μαθητές υποδεικνύουν στον καθηγητή τις πειραματικές κινήσεις. Οι πολυάριθμες προσομοιώσεις πειραματικών/φυσικών φαινομένων διευκολύνουν τη διερευνητική μεθοδολογία επειδή δεν χρειάζεται πλέον οι μαθητές να υποδεικνύουν τις πειραματικές κινήσεις στον καθηγητή αλλά να τις κάνουν οι ίδιοι στον υπολογιστή τους και να βλέπουν άμεσα το αποτέλεσμα.

Στόχος της διερευνητικής μάθησης, είναι η μετατόπιση του βάρους της διδασκαλίας στη διδακτική διαδικασία με διερευνητικές μεθόδους ώστε ο μαθητής να μάθει «*πώς να μαθαίνει*» μόνος του. Ο εκπαιδευτικός επικεντρώνει τη διδασκαλία του, σε ομαδο-συνεργατικές διερευνητικές μεθόδους διδασκαλίας ώστε να υπάρχει προσωπική εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία της γνώσης.

Οι αναπαραστάσεις των φυσικών φαινομένων και των καταστάσεων και προβλημάτων, μας δίνουν τη δυνατότητα για την παιδαγωγική αξιοποίηση

του λάθους, την ανάπτυξη της εποπτείας με βοήθεια των πολλαπλών αναπαραστάσεων, την επεξεργασία των δεδομένων, την επικοινωνία με τους άλλους, τη δημιουργία μιας κοινότητας που μαθαίνει «*πώς να μαθαίνει*», τη δυνατότητα πολλών επιλογών εκ μέρους και των μαθητών και των διδασκόντων, με τα προηγούμενα να είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που μπορούν να επιτευχθούν με τη χρήση των αναπαραστάσεων.

Ο τρόπος εισαγωγής αναπαραστατικού εκπαιδευτικού λογισμικού στη εκπαιδευτική διαδικασία και στη διδακτική πράξη, οφείλει να περιέχει ως βασικό σημείο αφετηρίας του την ιδέα της καινοτόμου εκπαιδευτικής παρέμβασης, χωρίς όμως να δημιουργεί την «*παρενέργεια*» να καταργεί στην τάξη τα δοκιμασμένα μέσα διδασκαλίας και για το λόγο αυτόν η ένταξη ενός τέτοιου λογισμικού στην διδακτική πράξη πρέπει να γίνεται με τρόπο έτσι ώστε να μπορεί να συνδυάζεται κατάλληλα τόσο με το πείραμα στο εργαστήριο όσο και με τα άλλα παραδοσιακά εποπτικά μέσα αλλά και με το παραδοσιακό περιβάλλον «*χαρτί - μολόβι*». Το εκπαιδευτικό λογισμικό με χρήση αναπαραστάσεων αποτελεί το μαθησιακό περιβάλλον της ανοικτής διερεύνησης.

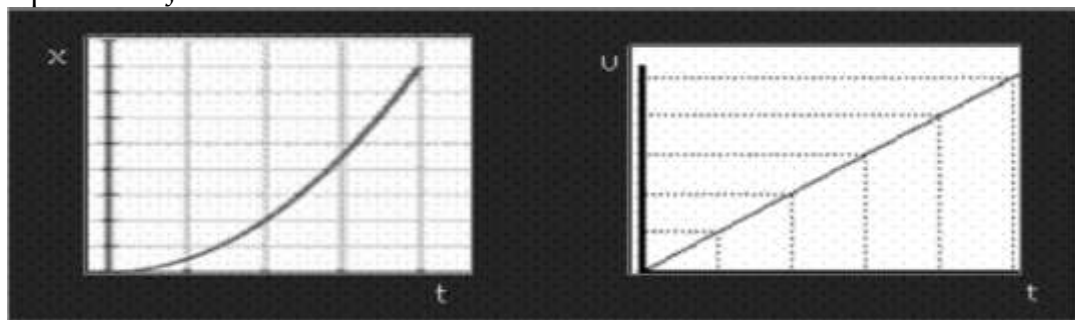
Η έννοια «*συνεργατική μάθηση*» έρχεται στο προσκήνιο ως η καταλυτική πρόταση με σαφή τόσο την θεωρητική υποδομή όσο και την ερευνητική στήριξη, με τις αντίστοιχες έρευνες των τελευταίων ετών να δείχνουν ότι το συνεργατικό μοντέλο της μάθησης λαμβάνει πλέον τη μορφή ενός οργανωμένου παιδαγωγικού κινήματος το οποίο μας οδηγεί σε ολοένα και καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και ευνοεί την ανάπτυξη τόσο της σκέψης όσο και της κοινωνικότητας των παιδιών συμβάλλοντας σε καλύτερη παιδαγωγική διαχείριση της ανομοιογένειας του μαθητικού πληθυσμού.

Η Διδακτική Προσέγγιση

Διδακτικοί Στόχοι:

Να εξοικειωθούν οι μαθητές/μαθήτριες με:

1. τη χρήση του ηλεκτρικού χρονομετρητή με χαρτοταινία,
2. τη μέτρηση του μήκους - απόστασης,
3. την ιδέα ότι κάθε «*αλγεβρική συνάρτηση*» έχει τη δική της «*εικόνα*» σε σύστημα αξόνων, την «*γραφική παράσταση*» και έτσι οι αλγεβρικές συναρτήσεις: $x=1/2at^2$ και $v=at$ έχουν ως εικόνα τους, αντίστοιχα, τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις:



4. τη μέτρηση του χρόνου - χρονικής διάρκειας
5. την κατασκευή και μελέτη (ποιοτική - ποσοτική), γραφικών παραστάσεων,

6. την κατασκευή και μελέτη των γραφικών παραστάσεων: «θέσης - χρόνου» και «ταχύτητας - χρόνου».

Συναρμολογούμε:

- Με τον ένα σφικτήρα στερεώνουμε τον ηλεκτρικό χρονομετρητή στην άκρη του πάγκου,
- Καρφιτσώνουμε με την καρφίτσα τον κυκλικό δίσκο κάτω από τη ροδέλα στίξης του ηλεκτρικού χρονομετρητή (στον κολλημένο δίσκο από φελλό που υπάρχει εκεί) κατά τρόπο που να μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα,
- Περνάμε την επιμήκη χαρτοταινία δια μέσου των δύο οδηγών του ηλεκτρικού χρονομετρητή κατά τρόπο που να εφάπτεται κάτω από τη ροδέλα στίξης, ρυθμίζοντας τη καθαρότητα των κουκίδων που καταγράφονται στην χαρτοταινία με τη βοήθεια μιας κατάλληλης βίδας.

Διαδικασία:

Ενημερώνουμε τα παιδιά να έχουν μαζί τους, ο κάθε ένας, ένα τετράδιο εργασίας, ένα (1) φύλλο χαρτί milimetre A4 και ένα διαφανές φύλλο A4.

Όταν μπουν στο εργαστήριο χωρίζουμε τους μαθητές/τριες σε ομάδες (ο αριθμός των ατόμων κάθε ομάδας είναι από 4 έως 6). Η κάθε ομάδα κάθεται στον εργαστηριακό πάγκο όπου έχουμε συναρμολογήσει τον ηλεκτρικό χρονομετρητή.

Στον πάγκο υπάρχουν:

- ✓ αμαξίδιο (ηλεκτρικό) ή εναλλακτικά ένα αμαξίδιο (εργαστηρίου) με έμβολο και ένα αμαξίδιο απλό (εργαστηρίου)
- ✓ ηλεκτρικός χρονομετρητής ο οποίος φέρει μία η δύο κυλινδρικές μπαταρίες των 1,5V, τύπου D (μεγάλες του εμπορίου),
- ✓ τρία (3) κομμάτια επιμήκους χαρτοταινίας, πλάτους 13mm και μήκους περίπου 1m έως 1,5m το κάθε ένα,
- ✓ χάρτινος κυκλικός δίσκος, διαμέτρου περίπου 5cm, καρφίτσα, κολλητική ταινία (σελοτέηπ) η κόλλα και ψαλίδι,
- ✓ σφικτήρας τύπου G και διπλός σφικτήρας με τροχαλία,
- ✓ νήμα μήκους 1m έως 1,5m (το μήκος εξαρτάται από το μήκος του πάγκου συν την απόσταση πτώσης του βαριδίου από την αρχική θέση μέχρι το πάτωμα) και
- ✓ ένα βαρίδιο 100gr.

Προετοιμασία:

1. Ενημερώνουμε τους μαθητές/τριες:

- για τον τρόπο λειτουργίας του ηλεκτρικού χρονομετρητή,
- ότι, στην χαρτοταινία καταγράφονται τα «χτυπήματα» της γραφίδας του χρονομετρητή, τα λεγόμενα «τικ»,
- ότι, η γραφίδα του χρονομετρητή «χτυπά» 50 «τικ» σε κάθε sec,
- ότι, το κάθε «τικ» είναι μια «κουκίδα» πάνω στη χαρτοταινία,

2. Συζητούμε, με τους μαθητές/τριες για:

- την αντιστοίχιση των Χρονικών Διαστημάτων (Δt), σε κάποιο «πακέτο χρόνου» - «αριθμού τικ», που θα χρησιμοποιήσουμε σε μονάδες S.I. (sec),
- τα αντίστοιχα Διαστήματα Μήκους - Μετατοπίσεις (Δx), που θα χρησιμοποιήσουμε σε μονάδες S.I. (m), την αντιστοίχιά τους στο «πακέτο χρόνου» - «αριθμός τικ» που θα μας δώσει τα αντίστοιχα «πακέτα μήκους» με το κόψιμο της χαρτοταινίας,

Δραστηριότητα 1η:

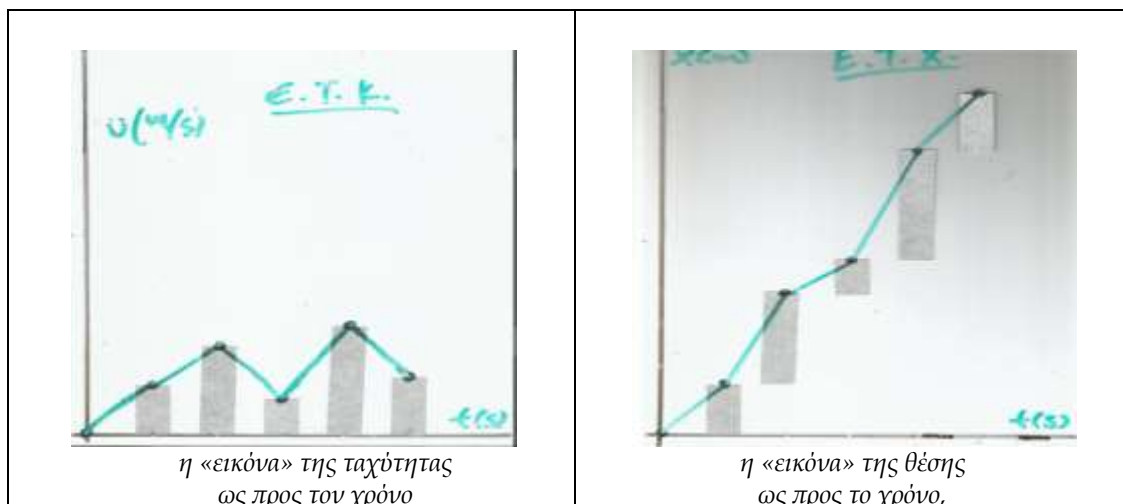
«προσεγγίζοντας μια Ευθύγραμμη Τυχαία Κίνηση»

Διδακτικοί στόχοι:

- να μάθουν οι μαθητές/τριες τη «χρήση» του ηλεκτρικού χρονομετρητή με χαρτοταινία και να μπορούν να «κατασκευάσουν» το ίχνος ευθύγραμμης τυχαίας κίνησης (ΕΤΚ) σε χαρτοταινία,
- να αντιστοιχίσουν, από τις κουκίδες, τα «πακέτα χρόνου - χρονικές στιγμές t », άρα και τις «θέσεις x » στις οποίες βρίσκεται διαδοχικά το κινητό και τα «χρονικά διαστήματα Δt » με αριθμό των «τικ», άρα και τις «μετατοπίσεις Δx » και να κατασκευάσουν, με τη χρήση της χαρτοταινίας, τις γραφικές παραστάσεις: «ταχύτητας-χρόνου» και «θέσης-χρόνου»,
- να επιβεβαιώσουν πειραματικά, ότι, σε κάθε Ευθύγραμμη Κίνηση, τα «φυσικά μεγέθη» της «ταχύτητας» και της «θέσης», έχουν τη «γεωμετρική εικόνα» τους, τις γραφικές παραστάσεις και να κάνουν τους πίνακες τιμών και να σχεδιάσουν τις γραφικές παραστάσεις «θέσης-χρόνου» και «ταχύτητας-χρόνου», σε χαρτί milimetre.

Διαδικασία:

- Θέτουμε σε λειτουργία τον ηλεκτρικό χρονομετρητή και ταυτόχρονα τραβάμε με το χέρι μας την χαρτοταινία οπότε αποτυπώνεται μια «Ευθύγραμμη Τυχαία Κίνηση», (ΕΤΧ),
- Αντιγράφουμε τα σημεία, ίχνη, σε δεύτερη χαρτοταινία και κόβουμε τις χαρτοταινίες στα αντίστοιχα κομμάτια και κολλάμε τα κομμάτια της κάθε χαρτοταινίας, με τον κατάλληλο τρόπο, πάνω σε διαφάνειες (δυο) Α4 και σημειώνουμε, ένα «ίχνος» στο τέλος κάθε ταινίας και ενώνουμε τα «ίχνη» με μια συνεχή γραμμή, έτσι ώστε να προκύψουν:

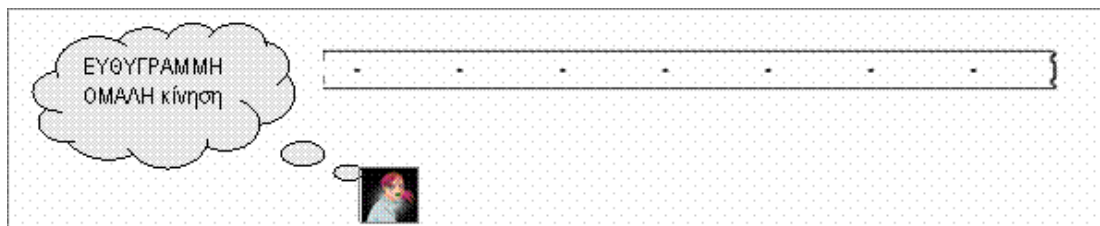


Συζητούμε για:

- ✓ τα «ποιοτικά» χαρακτηριστικά της κίνησης, μέσω της αντίστοιχης «εικόνας», για τα φυσικά μεγέθη «ταχύτητα» - «χρόνος» και «θέση» - «χρόνος»,
- ✓ τα «ποσοτικά» χαρακτηριστικά της κίνησης, μέσω καταγεγραμμένων «τιμών», για τα φυσικά μεγέθη «ταχύτητα» - «χρόνος» και «θέση» - «χρόνος»,

Δραστηριότητα 2η:

«προσεγγίζοντας την Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση»

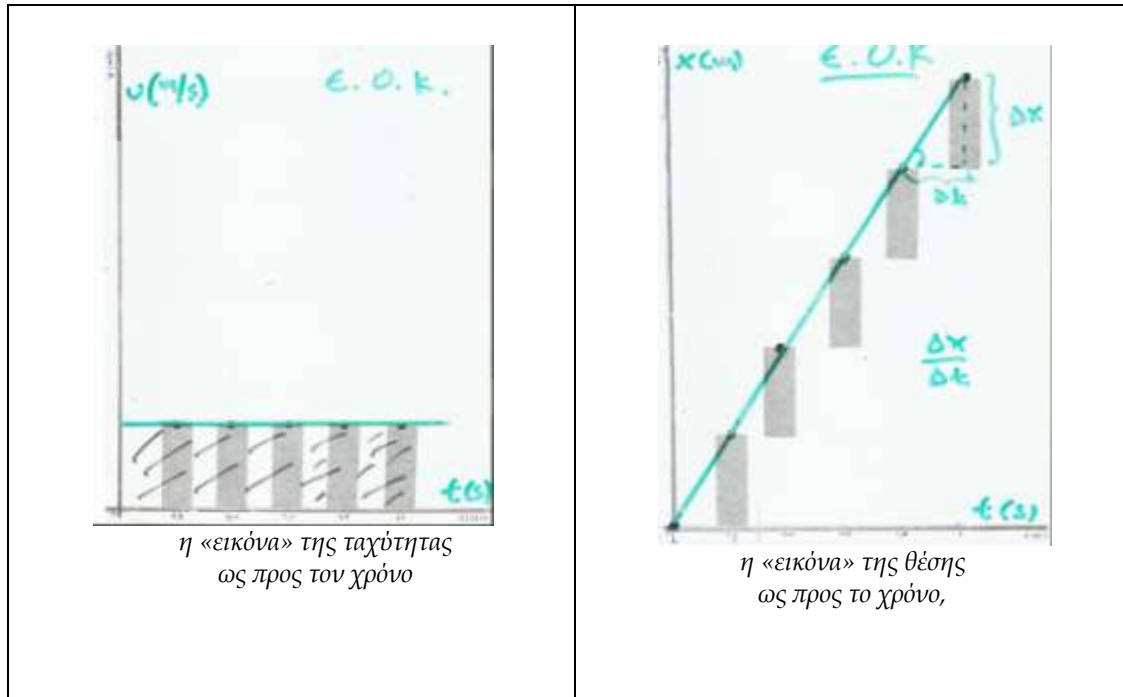


Διδακτικοί στόχοι

- ✓ να μπορούν οι μαθητές/τριες να «κατασκευάσουν» το ίχνος μιας ευθύγραμμης ομαλής κίνησης (ΕΟΚ) πάνω στην χαρτοταινία,
- ✓ να αντιστοιχίσουν, τα «χρονικά διαστήματα Δt » με αριθμό των «*τικ*», άρα και τις «μετατοπίσεις Δx »,
- ✓ να κατασκευάσουν, με τη χρήση της χαρτοταινίας, τις γραφικές παραστάσεις «ταχύτητας-χρόνου» και «θέσης-χρόνου»,
- ✓ να επιβεβαιώσουν πειραματικά, ότι, σε κάθε Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση, τα «φυσικά μεγέθη» της «ταχύτητας» και της «θέσης», έχουν τη «γεωμετρική εικόνα» τους, τις γραφικές παραστάσεις,
- ✓ να διακρίνουν το «σταθερό» της ταχύτητας ως προς τον χρόνο, ως το σταθερό ρυθμό μεταβολής της θέσης, να τη συνδέσεις με τον όρο «Ομαλή» της κίνησης,
- ✓ να διακρίνουν το «ανάλογη» της θέσης ως προς τον χρόνο, και να τη συνδέσουν με τον όρο «Ομαλή» της κίνησης
- ✓ να κάνουν τους πίνακες τιμών και να σχεδιάσεις τις γραφικές παραστάσεις «θέσης-χρόνου» και «ταχύτητας-χρόνου», σε χαρτί millimetre.

Διαδικασία

- εφαρμόζουμε την χαρτοταινία στο ηλεκτρικό αμαξίδιο ή εναλλακτικά σε αμαξίδιο εργαστηρίου με έμβολο και θέτουμε σε ταυτόχρονη λειτουργία τόσο τον χρονομετρητή όσο και το αμαξίδιο σε μια πολύ καλή προσέγγιση την Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση.
- αντιγράφουμε τα σημεία, ίχνη, σε δεύτερη χαρτοταινία,
- κόβουμε τις χαρτοταινίες στα αντίστοιχα κομμάτια, κολλάμε τα κομμάτια της κάθε χαρτοταινίας, με τον κατάλληλο τρόπο, πάνω σε διαφάνειες (δύο) Α4, σημειώνουμε, ένα «ίχνος» στο τέλος κάθε ταινίας, ενώνουμε τα «ίχνη» με μια συνεχή γραμμή, έτσι ώστε να προκύψουν:

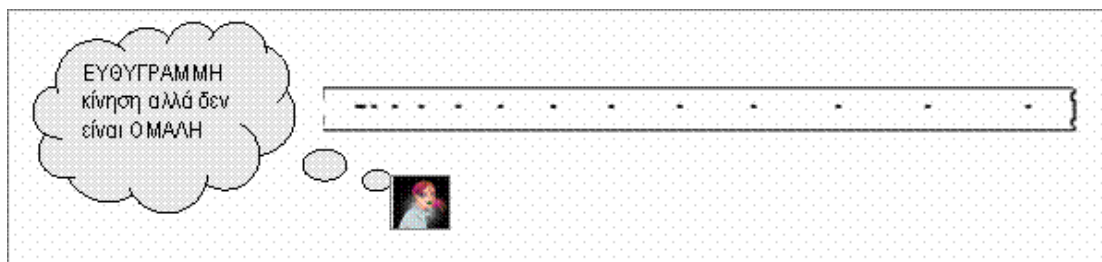


Σοζητούμε για:

- ✓ τα «ποιοτικά» χαρακτηριστικά της κίνησης, μέσω της αντίστοιχης «εικόνας», για τα φυσικά μεγέθη «ταχύτητα» - «χρόνος» και «θέση» - «χρόνος»,
- ✓ τα «ποσοτικά» χαρακτηριστικά της κίνησης, μέσω καταγεγραμμένων «τιμών», για τα φυσικά μεγέθη «ταχύτητα» - «χρόνος» και «θέση» - «χρόνος»,

Δραστηριότητα 3η:

«προσεγγίζοντας την Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση»



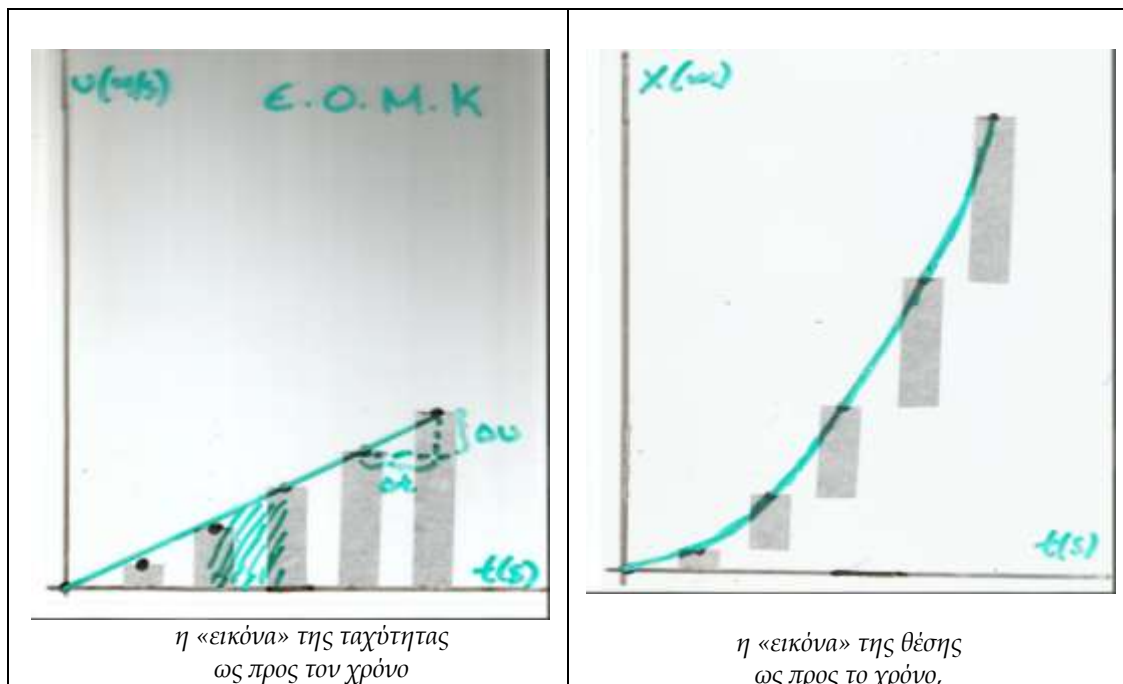
Διδακτικοί στόχοι

- ✓ να «κατασκευάσουν» οι μαθητές/τριες το ίχνος μιας ευθύγραμμης ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης (ΕΟΜΚ) πάνω στην χαρτοταινία,
- ✓ να αντιστοιχίσουν, τα «χρονικά διαστήματα Δt » με αριθμό των «τικ», άρα και τις «μετατοπίσεις Δx »,
- ✓ να κατασκευάσουν, με τη χρήση της χαρτοταινίας, τις γραφικές παραστάσεις «ταχύτητας-χρόνου» και «θέσης-χρόνου»,
- ✓ να επιβεβαιώσουν πειραματικά, ότι, σε κάθε Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση, τα «φυσικά μεγέθη» της «ταχύτητας» και της «θέσης», έχουν τη «γεωμετρική εικόνα» τους, τις γραφικές παραστάσεις,

- ✓ να διακρίνουν το «σταθερό» του ρυθμού μεταβολής της ταχύτητας ως προς τον χρόνο, και να το συνδέσεις με τον όρο «Ομαλά Μεταβαλλόμενη» της κίνησης,
- ✓ να διακρίνουν το «ανάλογη» της θέσης ως προς το τετράγωνο του χρόνου, και να τη συνδέσουν με τον όρο «Ομαλά Μεταβαλλόμενη» της κίνησης.
- ✓ να κάνουν τους πίνακες τιμών και να σχεδιάσουν τις γραφικές αναπαράστασεις «θέσης-χρόνου» και «ταχύτητας-χρόνου», σε χαρτί.

Διαδικασία

- εφαρμόζουμε την χαρτοταινία στο αμαξίδιο εργαστηρίου, στη μία πλευρά του, (στην αντίθετη πλευρά από την οποία αυτό θα κινηθεί), στην κάτω άκρη του αμαξιδίου,
- στην άλλη άκρη του αμαξιδίου προσδένουμε σε ειδική υποδοχή, το νήμα.
- την άλλη άκρη του νήματος (θηλιά), στην οποία είναι προσδεμένο το βαρίδιο την περνάμε πάνω από την τροχαλία, που είναι στερεωμένη με τον άλλο σφικτήρα στην άλλη μεριά του πάγκου (το βαρίδιο είναι συγκρατημένο, ώστε να μη κινείται, πριν ξεκινήσει το πείραμα),
- θέτουμε σε ταυτόχρονη λειτουργία τόσο τον χρονομετρητή όσο και το αμαξίδιο και με τον τρόπο αυτό έχουμε μια χαρτοταινία η οποία αποτυπώνει σε μια πολύ καλή προσέγγιση την Ευθύγραμμη Ομαλά Μεταβαλλόμενη Κίνηση
- αντιγράφουμε τα σημεία, ίχνη, σε δεύτερη χαρτοταινία, κόβουμε τις χαρτοταινίες στα αντίστοιχα κομμάτια, σημειώνουμε, ένα «ίχνος» στο τέλος κάθε ταινίας, κολλάμε τα κομμάτια της κάθε χαρτοταινίας, με τον κατάλληλο τρόπο, πάνω σε διαφάνειες (δυο) Α4 και ενώνουμε τα «ίχνη» με μια συνεχή γραμμή, έτσι ώστε να προκύψουν:



Συζητούμε για:

- ✓ τα «ποιοτικά» χαρακτηριστικά της κίνησης, μέσω της αντίστοιχης «εικόνας», για τα φυσικά μεγέθη «ταχύτητα» - «χρόνος» και «θέση» - «χρόνος»,
- ✓ τα «ποσοτικά» χαρακτηριστικά της κίνησης, μέσω καταγεγραμμένων «τιμών», για τα φυσικά μεγέθη «ταχύτητα» - «χρόνος» και «θέση» - «χρόνος».

Εργασία:

1. Για κάθε μια από τις προηγούμενες δραστηριότητες:

- να κατασκευάσεις τους πίνακες τιμών για τα μεγέθη ταχύτητα - χρόνος και θέση - χρόνος.

να κατασκευάσεις τις γραφικές αναπαραστάσεις, «ταχύτητας - χρόνου» και «θέσης - χρόνου», στη βάση των πινάκων τιμών που έχεις καταγράψει, για τις κινήσεις ΕΤΚ, ΕΟΚ και ΕΟΜΚ σε χαρτί milimetre.

2. να υπολογίσεις τους ρυθμούς μεταβολής:

- της θέσης στην Ε.Ο.Κ.
- της ταχύτητας στην Ε.Ο.Μ.Κ.

και να καθορίσεις την αντιστοιχία τους με γνωστά φυσικά μεγέθη της κίνησης

3. να διακρίνεις το «σταθερό» της ταχύτητας ως προς τον χρόνο ως το σταθερό ρυθμό μεταβολής της θέσης, το «ανάλογη» της θέσης ως προς τον χρόνο και να τα συνδέσεις με τον όρο «Ομαλή» της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης (ΕΟΚ),

4. να διακρίνεις το «σταθερό» της επιτάχυνσης ως προς τον χρόνο και το «ανάλογη» της ταχύτητας ως προς τον χρόνο, και να τα συνδέσεις με τον όρο «Ομαλά» της ευθύγραμμης ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης (ΕΟΜΚ).

Βιβλιογραφία

Aspinwall, L. (1995). *The role of graphical representation and students' images in understanding the derivative in calculus: Critical case studies*. Doctoral Dissertation, The Florida State University.

Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A. (Eds) (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, Open University Press.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., and Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*. London, Routledge.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Glynn, S. M., & Duit, R. (1995). Learning science meaningfully: Constructing conceptual models. *Learning science in the schools: Research reforming practice*, 3-33.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Βοσνιάδου, Σ., Βαμβακούση, Ξ. & Σκοπελίτη, Ε. (2008), *Το πρόβλημα της εννοιολογικής αλλαγής στην Ψυχολογία*, Νόησις, 3.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις Εκπαιδευτικές Εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.