

## «Μια διεπιστημονική διδακτική προσέγγιση της διδασκαλίας της συνάρτησης $y=ax$ με τη βοήθεια εργαστηριακών δραστηριοτήτων βασισμένων στο σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης και στο λογισμικό Function Probe»

Γραμμένος Δελιγκάς<sup>1</sup>, Σωκράτης Τουμπεκτσής<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Μαθηματικός, Καθηγητής Δ.Ε., Μεταπτυχιακός φοιτητής Α.Π.Θ.

[gdeligka@csd.auth.gr](mailto:gdeligka@csd.auth.gr)

<sup>2</sup> Δρ Φυσικός (Ph.D., M.Sc.), Σχολικός Σύμβουλος Φυσικών Επιστημών

[stoumpektsis@sch.gr](mailto:stoumpektsis@sch.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συνεργασία των μαθηματικών και της φυσικής μέσα από την ενασχόληση με θέματα που υπερβαίνουν τα οριοθετημένα όρια των ειδικών επιστημών, προλειαίνει το έδαφος για μια πληρέστερη κατανόηση του ίδιου του χαρακτήρα της Φυσικής και των Μαθηματικών. Στο επίπεδο της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, υπάρχει το κατάλληλο έδαφος για μια «συνεργασία» των δύο αυτών επιστημών. Η κατανόηση μαθηματικών εννοιών μέσω φαινομένων της Φυσικής δίνει σταθερή γνώση στο μαθητή. Επίσης, με τη βοήθεια των Φυσικών νόμων μπορούμε να ανακαλύψουμε τις κρυμμένες μαθηματικές έννοιες που περιέχονται σε αυτούς.

Μέσα από αυτήν την αμφίδρομη αλληλεπίδραση επιχειρούμε να μελετήσουμε, στα πλαίσια του αναλυτικού προγράμματος σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και τη γραμμική συνάρτηση  $y=ax$  με διδασκαλία που περιλαμβάνει εργαστηριακό πείραμα φυσικής με το σύστημα συγχρονικής λήψης- απεικόνισης και με τη χρήση του μαθηματικού εκπαιδευτικού λογισμικού Function Probe.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Ταχύτητα, ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, γραμμική συνάρτηση, κλίση ευθείας, διεπιστημονικότητα, Function Probe, Σύστημα συγχρονικών διατάξεων

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση μπορεί να διδαχθεί στους μαθητές του Γυμνασίου και του Λυκείου με διάφορους τρόπους, όπως: α) Με μετωπική διδασκαλία, β) Με εργαστηριακή προσέγγιση π.χ. με τη βοήθεια διάταξης συγχρονικής λήψης και απεικόνισης και γ) Με εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοίωσης όπως το Interactive Physics, Πολλαπλές Αναπαραστάσεις, Φυσική Λυκείου κλπ. Η διδασκαλία της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης μπορεί

είτε να στηριχθεί αυτοδύναμα με έναν από τους παραπάνω τρόπους, είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους. Όμως, σε όλες τις περιπτώσεις, παρουσιάζεται η δυσκολία της ερμηνείας των γραφικών παραστάσεων που προκύπτουν από τη μελέτη της κίνησης (Δαλιεράκη-Κολυβά, Γαγάτσης και Γιασουμής, 2008). Για την αντιμετώπιση της δυσκολίας αυτής, δημιουργήσαμε ένα διδακτικό σενάριο που προσεγγίζει διεπιστημονικά τις έννοιες: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και γραμμική συνάρτηση. Για την ερμηνεία και διερεύνηση των γραφημάτων που θα προκύψουν από το εργαστηριακό πείραμα, χρησιμοποιείται το λογισμικό Function Probe. Δια μέσου της διαδικασίας αυτής, οι μαθητές θα επανακαλύψουν τη συνάρτηση  $y = ax$

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Από τις αρχές της δεκαετίας του '80, σε διεθνές επίπεδο η αντίληψη για τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι μαθητές, έχει τη βάση της στην παραδοχή: Η γνώση δε «μεταφέρεται» από το δάσκαλο στο μαθητή. Αντίθετα, η γνώση και ο μαθητής, είναι έννοιες αλληλοσυνδεόμενες: Ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στην οικοδόμηση ανάπτυξης της γνώσης του. (Η υπόθεση της κατασκευής της γνώσης).

Οι Piaget και Vygotsky είναι οι δύο σημαντικότεροι συγγραφείς του 20<sup>ου</sup> αιώνα που άρχισαν την έρευνα στη μάθηση, χρησιμοποιώντας την προσέγγιση του εποικοδομισμού (Constructivism). Για τον Piaget η μάθηση εμφανίζεται όταν η εξερεύνηση του αρχαρίου αποκαλύπτει μια ασυνέπεια μεταξύ της αναπαράστασης της τρέχουσας γνώσης και της εμπειρίας του, ενώ για τον Vygotsky η μάθηση εμφανίζεται μέσα σε ένα κοινωνικό πλαίσιο και η αλληλεπίδραση μεταξύ των αρχαρίων και των πιο έμπειρων είναι ένα απαραίτητο μέρος της διαδικασίας μάθησης (Karagiorgi and Symeou, 2005). Η γνωστική θεωρία (cognitivist) τόνισε την ανάγκη σχεδιασμού περιβαλλόντων μάθησης, τεχνολογικών και μη, τα οποία θα υποστηρίξουν την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και θα διευκολύνουν τη συνεργατική μάθηση (Αβούρης, Καραγιαννίδης, και Κόμης, 2006).

Στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα αναπτύχθηκε και η έννοια της διαθεματικότητας σύμφωνα με τη θεώρηση ότι η «επιστήμη είναι ένα όλο». Έτσι οργανώθηκαν νέα προγράμματα σπουδών τα οποία πλαισιώνονται με θεματικά εννοιολογικά σχήματα ή ενότητες συνδεδεμένες με τα ενδιαφέροντα και τις ικανότητες ή δεξιότητες των μαθητών (Παμουκτσόγλου, 2009).

Η διεπιστημονικότητα διατηρεί τα διακριτά μαθήματα στη διάταξη της σχολικής γνώσης, και με διάφορους τρόπους προσπαθεί να συσχετίζει το περιεχόμενό τους (Αργυροπούλου, 2001). Ένα θέμα προσδιορίζεται με βάση το ερώτημα: «τι μπορεί κάθε μάθημα να συνεισφέρει στο θέμα;»

Η διαθεματική προσέγγιση αρχίζει και τελειώνει με το πρόβλημα και το θέμα ενώ η διεπιστημονική αρχίζει και τελειώνει με το περιεχόμενο και τις ικανότητες που θεμελιώνονται στα μαθήματα.

Η συνεργατική μάθηση με τη διαθεματική ή/και τη διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης, υποβοηθούνται από τη χρήση σεναρίων διδασκαλίας. Ένα σενάριο αποτελεί ένα "σύνθετο" εργαλείο που μπορεί να εστιάζει στη διδασκαλία μιας ή περισσότερων εννοιών συνδυάζοντας περισσότερα διδακτικά μέσα όπως π.χ. περισσότερα του ενός λογισμικά, σημειώσεις, ιστοσελίδες, όργανα (π.χ. πίνακας, διαβήτης), προκειμένου να επιτευχθεί ένα μαθησιακό αποτέλεσμα (Β Επίπεδο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, Τεύχος 4: Κλάδος ΠΕ03, 2008).

Η σχέση των μαθηματικών και της φυσικής, ήταν και εξακολουθεί να είναι στενή. Οι επιστήμονες Φυσικοί εκ των πραγμάτων ασχολήθηκαν με τα Μαθηματικά και οι Μαθηματικοί κατά καιρούς ασχολήθηκαν με τη Φυσική όπως λ.χ. οι Καραθεοδωρή-Αϊνστάιν. (Πινάσης, 2008). Ο ενοποιητικός ρόλος της Φιλοσοφίας της Επιστήμης τονίζει ότι, η συνεργασία ανάμεσα στις διάφορες επιστήμες οδηγεί στη σφαιρική γνώση του κόσμου και την πολύπλευρη ερμηνεία των διαφόρων φαινομένων (Σφενδόνη 2004). Η συνεργασία μεταξύ Φυσικών και Μαθηματικών που αγνόησαν τις διαχωριστικές γραμμές ανάμεσα στην ειδίκευση των γνωστικών τους αντικειμένων, έφερε σημαντικούς επιστημονικούς καρπούς (Τουμπεκτσής, 2010).

Με βάση τα παραπάνω και δεδομένου ότι στο ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, η διδασκαλία της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης στη Φυσική προηγείται της διδασκαλίας της συνάρτησης  $y = ax$  στα μαθηματικά της β γυμνασίου, προτείνεται η διεπιστημονική διδακτική προσέγγιση της διδασκαλίας της συνάρτησης  $y = ax$  με τη βοήθεια εργαστηριακών δραστηριοτήτων βασισμένων στο σύστημα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης και στο λογισμικό Function Probe

#### **ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ**

Η ενεργός μάθηση αναπτύσσει ιδιαίτερες δεξιότητες στο μαθητή, με καλύτερη αφομοίωση της γνώσης και μεγαλύτερη διάρκεια στη μνήμη. Συνεπώς, για τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης δεν προτείνεται η μετωπική διδασκαλία μόνης της (χωρίς τη χρήση εργαστηρίου), καθώς ο μαθητής μετατρέπεται σε παθητικό δέκτη της γνώσης.

Το πείραμα στο εργαστήριο του σχολείου, είναι μια διαδικασία μετασχηματισμού της πραγματικότητας σε ελεγχόμενες συνθήκες χώρου και αναπαραγωγής ενός φαινομένου ρυθμίζοντας τις συνθήκες εξέλιξής του, σύμφωνα με το σκοπό μας. Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος ο μαθητής παρακολουθεί με όλες τις αισθήσεις του τα αντικείμενα και τα φαινόμενα σε πραγματικές συνθήκες, κάτι που δεν μπορεί να συμβεί χρησιμοποιώντας αποκλειστικά και μόνο ένα λογισμικό προσομοίωσης καθώς αυτό προσφέρει μια εικονική πραγματικότητα.

Ο συνδυασμός διαφορετικών αναπαραστάσεων για την ερμηνεία ενός φαινομένου δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να το γνωρίσει, να το κατανοήσει

και να το αφομοιώσει ολοκληρωτικά. Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται η υλοποίηση προσέγγισης με το συνδυασμό Α) ενός εργαστηριακού πειράματος και Β) με τη χρήση ενός δυναμικού διερευνητικού λογισμικού. Πιο αναλυτικά:

Α) Η εργαστηριακή μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης θα γίνει με το σύστημα Συγχρονικών Διατάξεων (ML) που υπάρχει στα σχολικά εργαστήρια. Είναι απλό στην εφαρμογή του, υπάρχουν συστηματικές οδηγίες χρήσης και λειτουργίας του καθώς και φύλλα εργασίας και οδηγίες για την εκτέλεση του συγκεκριμένου πειράματος.

Β) Το εκπαιδευτικό λογισμικό που θα χρησιμοποιήσουμε για τη μελέτη και διερεύνηση των γραφικών παραστάσεων που θα προκύψουν από το πείραμα, είναι το Function Probe. Είναι ένα λογισμικό εργαλείο για τη σύγχρονη Άλγεβρα, που μας επιτρέπει να διερευνήσουμε τις συναρτήσεις και τη μαθηματική μοντελοποίηση. Το Function Probe παρέχεται από το Υπουργείο Παιδείας σε όλα τα σχολεία, είναι εύχρηστο, εξελληνισμένο και δεν απαιτείται εγκατάστασή του στον υπολογιστή. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που το κάνουν να διαφοροποιείται από ανάλογα λογισμικά, είναι ότι: (Function Probe, 2002)

- i. Περιλαμβάνει τρία ξεχωριστά εργαλεία: το "Γράφημα", τον "Πίνακα" δεδομένων και την "Αριθμομηχανή". Κάθε εργαλείο παρουσιάζεται σε ένα παράθυρο με τα δικά του στοιχεία λειτουργίας και επεξεργασίας και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ανεξάρτητο εργαλείο.
- ii. Παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής πινάκων με τιμές και εξερεύνηση των συσχετίσεων ανάμεσα σε αυτές.
- iii. Παρέχει τη δυνατότητα μετασχηματισμού της γραφικής παράστασης μιας συνάρτησης (μετατόπιση, συρρίκνωση, άνοιγμα), ενώ ταυτόχρονα, εμφανίζει την αλλαγή που επιφέρει ο μετασχηματισμός αυτός, στον τύπο της.
- iv. Ο χρήστης, μπορεί να στέλνει σημεία από έναν πίνακα δεδομένων, σε ένα παράθυρο γραφήματος κλπ

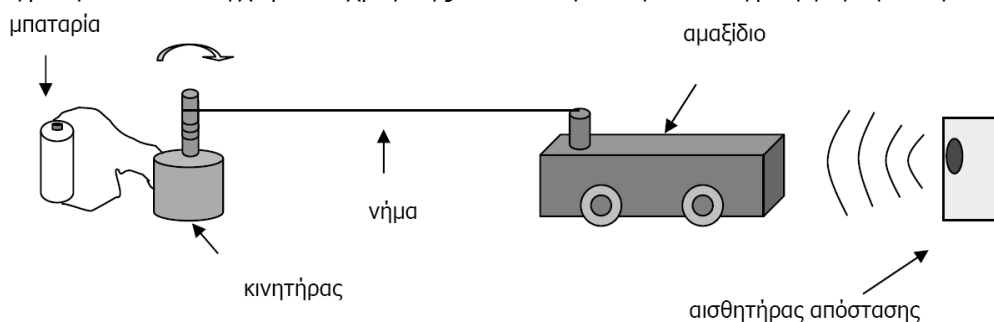
### **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ – ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ FUNCTION PROBE**

Το ζητούμενο στην εργασία αυτή είναι η μελέτη της συνάρτησης  $y = ax$ . Θεωρούμε ότι οι μαθητές έχουν ήδη εξοικειωθεί με τις έννοιες θέση – μετατόπιση καθώς και με τη χρήση του συστήματος των συγχρονικών διατάξεων. Τα βήματα που ακολουθούμε είναι τα εξής: α) Πειραματική μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης με ταυτόχρονη μελέτη και κατανόηση των γραφικών παραστάσεων που θα προκύψουν. β) Στη συνέχεια γενικεύοντας την όλη μελέτη, οι μαθητές θα προσεγγίσουν την έννοια της γραμμικής συνάρτησης  $y = ax$  καθώς και την έννοια της κλίσης μιας ευθείας. γ) Τέλος, πρέπει να κατανοήσουν τη συνάφεια που έχει η γραμμική συνάρτηση  $y = ax$  με τη γραφική παράσταση της μετατόπισης σε συνάρτηση με το χρόνο και να αντιληφθούν τη συνάφεια της κλίσης της ευθείας με τη ταχύτητα του κινητού.

### Πειραματική διάταξη με το σύστημα συγχρονικών διατάξεων (ML)

Το πείραμα της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης με το σύστημα των συγχρονικών διατάξεων και η προστιθέμενη αξία του στην ουσιαστική γνώση του μαθητή έχει μελετηθεί, συζητηθεί και εφαρμοσθεί εδώ και αρκετά χρόνια στο σχολικό εργαστήριο (Αντωνίου, Δημητριάδης, Καμπούρης, Παπαμιχάλης και Παπατσιμπα, 2007).

Στο σχήμα 1 φαίνεται η πειραματική διάταξη που χρησιμοποιήσαμε και που περιγράφεται στα εγχειρίδια χρήσης του ML για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.



**Σχήμα 1** Πειραματική διάταξη ML για τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης

Μια πλήρη ανάπτυξη της όλης πειραματικής διαδικασίας, μαζί με οδηγίες για τον καθηγητή και φύλλα εργασίας για τους μαθητές μπορεί κανείς να βρει στις οδηγίες που έχουν δοθεί στο πλαίσιο του «B επιπέδου επιμόρφωσης των Εκπαιδευτικών για την Αξιοποίηση και Εφαρμογή των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη», (B Επίπεδο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, Τεύχος 5: Κλάδος ΠΕ04, σελ 395-415, 2008). Στη παρούσα εργασία θεωρούμε ότι οι μαθητές έχουν ασχοληθεί με δραστηριότητες εξοικείωσης με το σύστημα των συγχρονικών διατάξεων. (B Επίπεδο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, Τεύχος 5: Κλάδος ΠΕ04, σελ 397-399)

Εδώ απλώς να αναφέρουμε τα εξής πειραματικά δεδομένα: επιλέγουμε ως ρυθμό λήψης τις 25 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο και επιλέγουμε συνολικά 150 μετρήσεις, δηλαδή οι μετρήσεις διήρκεσαν 6 δευτερόλεπτα για το κάθε ένα πείραμα. Οι μαθητές επιλέγουν 3 διαφορετικά ζεύγη τιμών για να υπολογίσουν τους λόγους  $\Delta x / \Delta t$  όπου  $\Delta x$  είναι οι διαφορές των τιμών απόστασης και  $\Delta t$  η αντίστοιχη χρονική διαφορά των δύο σημείων. Κατά τη διάρκεια του πειράματος δημιουργούνται ομάδες των τριών ατόμων, ενώ στη συνέχεια η επεξεργασία με το λογισμικό γίνεται από κάθε ένα μαθητή μόνο του.

### Η σχέση “μετατόπισης – χρόνου” στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με το λογισμικό Function Probe. Η γραμμική συνάρτηση $y = ax$ .

Με την εφαρμογή αυτή, οι μαθητές αφού βρουν τη σχέση που συνδέει τις δύο μεταβλητές  $\Delta x$  και  $\Delta t$  από τον πίνακα τιμών θα δημιουργήσουν με το λογισμικό τη γραφική παράσταση και θα υπολογίσουν την κλίση της ευθείας που θα προκύψει. Θα ασχοληθούν με τις ιδιότητες της γραμμικής συνάρτησης  $y = ax$ . Τέλος, θα συνδέσουν την κλίση της ευθείας με την ταχύτητα του κινητού.

Για τη χρονική διάρκεια της υλοποίησης προτείνεται μία ώρα εργαστηριακού πειράματος και δύο διδακτικές ώρες με το λογισμικό Function Probe.

Οι διδακτικοί στόχοι, ως προς το κομμάτι της μελέτης της γραμμικής συνάρτησης, που επιδιώκονται για τους μαθητές είναι:

- Να κατανοήσουν ότι μια συνάρτηση μπορεί να παριστάνεται με έναν τύπο, με μια γραφική παράσταση ή με έναν πίνακα τιμών.
- Να αντιληφθούν ότι, ένα σημείο ανήκει στη γραφική παράσταση μιας συνάρτησης, αν και μόνο αν, οι συντεταγμένες του επαληθεύουν τον τύπο της συνάρτησης.
- Να μπορούν να βρουν την κλίση μιας ευθείας και να την ερμηνεύουν γεωμετρικά αλλά και σε σχέση με το σταθερό μέγεθος του προβλήματος που μπορεί να παριστάνει.
- Να βρίσκουν τη σχέση (αν υπάρχει) που συνδέει τις δύο μεταβλητές από τον πίνακα τιμών.

### ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Συνοπτικά, η πορεία της εργασίας με τη χρήση του Function Probe μπορεί να χωρισθεί σε έξι επιμέρους βήματα. Στο καθένα βήμα αντιστοιχεί μια ομάδα ερωτήσεων από το «φύλλο εργασίας για το μαθητή-ερωτήσεις». Τα βήματα αυτά είναι:

1. Από τον πίνακα τιμών που δίνεται και πρέπει να συμπληρωθεί, θα πρέπει οι μαθητές να παρατηρήσουν ότι το πηλίκο  $s/t$  ( $\Delta x/\Delta t$ ) είναι σταθερό και μάλιστα παριστάνει την ταχύτητα του κινητού, αφού πρόκειται για ευθύγραμμη ομαλή κίνηση (Ερώτηση 1).
2. Στη συνέχεια, οι μαθητές, θα απεικονίσουν τα σημεία  $(t, s)$  του πίνακα σε μιλιμετρέ χαρτί και θα προβλέψουν τη γραφική παράσταση (Ερώτηση 2).
3. Ακολούθως θα επαληθεύσουν, μέσω του λογισμικού, την πρόβλεψή τους για τη μορφή της γραφικής παράστασης (Ερώτηση 3).
4. Ανάλογα με το επίπεδο γνώσεων των μαθητών θα γίνει μια συζήτηση με τους μαθητές για την έννοια της συνάρτησης, την ανεξάρτητη και εξαρτημένη μεταβλητή, το πεδίο ορισμού και το πεδίο τιμών (Ερώτηση 4).
5. Στη συνέχεια, θα γίνει μια συζήτηση για την κλίση ευθείας. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, θα πρέπει να συσχετίσουν την κλίση της ευθείας με την ταχύτητα του κινητού. Θα τονισθεί μια σημαντική διαφορά μεταξύ Φυσικής και Μαθηματικών: η κλίση έχει μονάδες (ταχύτητας) ενώ η εφαπτομένη είναι καθαρός αριθμός. Θα δοθεί έμφαση στην σταθερότητα της κλίσης (χαρακτηριστικό της ομαλής κίνησης). Το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού της κλίσης ευθείας, οπότε οι μαθητές θα ελέγξουν το αποτέλεσμα τους. (Ερώτηση 5).
6. Τέλος, θα κληθούν να σχεδιάσουν κάποιες γραφικές παραστάσεις της μορφής  $y = ax$  ώστε να γενικεύσουν τα συμπεράσματά τους (Ερώτηση 6).

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΤΗ - ΟΔΗΓΙΕΣ.

### Διατύπωση του προβλήματος

Ένα κινητό κινείται ευθύγραμμα με σταθερή ταχύτητα  $υ$ . Μετά την εκτέλεση του πειράματος, με το ποντίκι και στις χρονικές στιγμές  $t = 0, 1, 2, 3, 4, 5$  διαβάζουμε τις αντίστοιχες τιμές θέσης από το διάγραμμα που προσφέρει το πρόγραμμα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης και καταχωρούμε αυτές σε πίνακα όπως ο πίνακας 1. (Η αντιμετώπιση αυτή δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή για αυτενέργεια παράγοντας μόνος του τις τιμές που θα χρησιμοποιηθούν στο Function Probe ενώ έρχεται σε επαφή με το διάγραμμα θέσης χρόνου που παράγεται στο πρόγραμμα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης.)

<b>t</b>	0	1	2	3	4	5	6
<b>x</b>	$x_{αρχ}$						
<b>t=t-t<sub>αρχ</sub></b>	0	1	2	3	4	5	6
<b>x=x-x<sub>αρχ</sub></b>	0						
	<b>Δx=x-x<sub>ο</sub></b>						
	<b>Δt=t-t<sub>ο</sub></b>						
	<b>Δx/Δt</b>						

**Πίνακας 1.** Συμπλήρωση δεδομένων από το διάγραμμα του προγράμματος συγχρονικής λήψης και απεικόνισης που προκύπτει από την εκτέλεση του πειράματος.

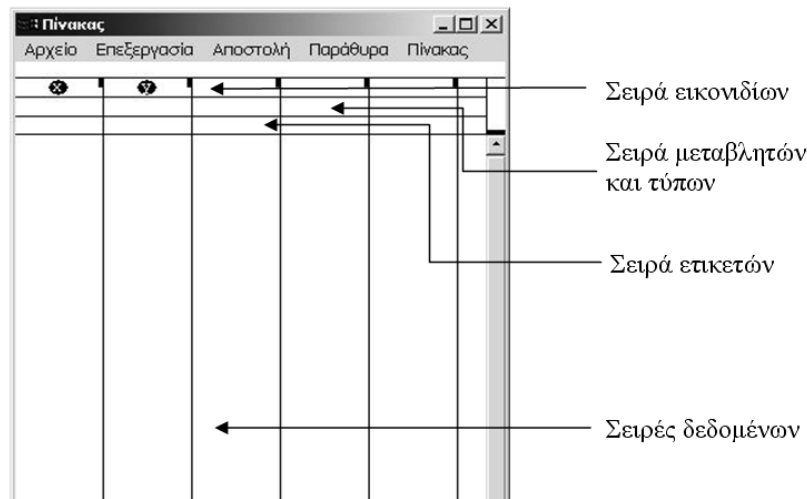
**Βήμα 1.** Να συμπληρώσετε τη 2η και 4η σειρά του παραπάνω πίνακα. Στη συνέχεια με βάση τις γραμμές 3 και 4 του πίνακα, υπολογίστε τις μετατοπίσεις  $\Delta x$  και τα χρονικά διαστήματα  $\Delta t$ . Μπορούμε να θεωρήσουμε αρχικές τιμές  $t_0=0$  και  $x_0=0$  οπότε  $\Delta t=t$  και  $\Delta x=x$ . Έτσι επειδή  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  φθάνουμε στη σχέση  $v = \frac{x}{t}$

Απαντήστε στην ερώτηση 1 του φύλλου εργασίας-ερωτήσεις.

(Σημείωση: Παρατηρήστε τη μικρή απόκλιση των τιμών στην 7<sup>η</sup> γραμμή. Το πείραμα δεν παράγει πάντα σταθερή ταχύτητα. Συνδέστε τις τιμές αυτές με την έννοια της μέσης ταχύτητα που έχετε διδαχθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο της Φυσικής)

### Βήμα 2. Συμπλήρωση του παραθύρου 'Πίνακας' του Function Probe

Ανοίξτε το Function Probe. Στην οθόνη, εμφανίζονται τρία παράθυρα: το 'Γράφημα', η 'Αριθμομηχανή' και ο 'Πίνακας'. Κρατείστε ανοικτό το παράθυρο 'Πίνακας'. (Σχήμα 2)



**Σχήμα 2:** Το παράθυρο 'Πίνακας' στο Function Probe

Συμπληρώστε τη 'Σειρά μεταβλητών και τύπων' καθώς και τη 'Σειρά ετικετών' του παραπάνω πίνακα (Σχήμα 2), ως εξής:

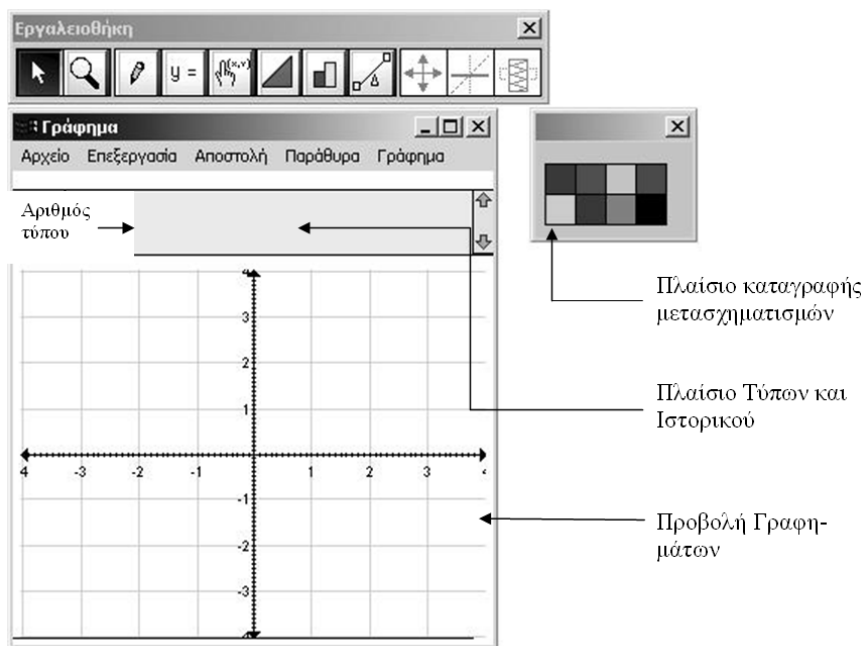
t	s (ή x)
χρόνος (sec)	μετατόπιση (m)

Κατόπιν, εισάγετε τα δεδομένα της μεταβλητής t στην πρώτη στήλη, στις 'Σειρές δεδομένων'. Κάντε το ίδιο στη δεύτερη στήλη, για να συμπληρώσετε τις τιμές της μεταβλητής s. Μπορείτε, εναλλακτικά, να γράψετε τη σχέση του s με το t, στη 'Σειρά μεταβλητών και τύπων' οπότε, τα δεδομένα της δεύτερης στήλης, θα συμπληρωθούν αυτόματα, πατώντας 'ENTER'.

### Βήμα 3. Δημιουργία γραφικής παράστασης

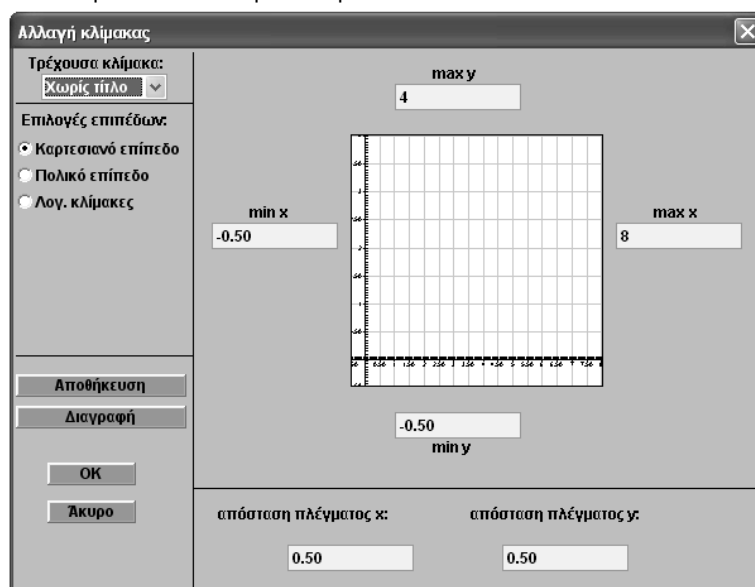
**3.1.** Επιλέξτε από το μενού 'Αποστολή' του παραθύρου 'Πίνακας', την εντολή 'Σημεία σε Γράφημα'. (Σχήμα 3) Τα ζεύγη των τιμών (t, s) του πίνακα, θα απεικονιστούν ως διακριτά σημεία στο παράθυρο 'Γράφημα'. Ελαχιστοποιήστε το παράθυρο 'Πίνακας', ανοίξτε το παράθυρο 'Γράφημα' και μεγαλώστε το στο επιθυμητό για σας μέγεθος. Για να δείτε όλα τα σημεία του πίνακα στο γράφημα, θα πρέπει να αλλάξετε τις κλίμακες των δυο αξόνων.





Σχήμα 3. Το παράθυρο 'Γράφημα'

**3.2.** Από το μενού 'Γράφημα' επιλέξτε 'Αλλαγή κλίμακας'. Εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου στο οποίο, θα πρέπει να καθορίσετε τα άκρα των αξόνων ( $\min x$ ,  $\max x$ ,  $\min y$ ,  $\max y$ ), καθώς και το διάστημα μεταξύ των γραμμών πλέγματος πάνω στους άξονες (απόσταση πλέγματος  $x$ , απόσταση πλέγματος  $y$ ). Μπορείτε να πληκτρολογήσετε τις τιμές, όπως αυτές φαίνονται στο σχήμα 4. Πατήστε 'Αποθήκευση' και 'OK'.

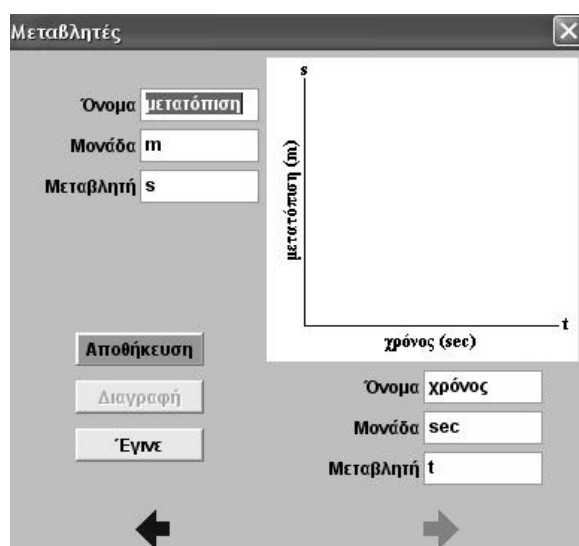


Σχήμα 4. Το παράθυρο 'Γράφημα – Αλλαγή κλίμακας'

**3.3.** Στη συνέχεια θα ονομάσουμε τους άξονες. Από το μενού 'Γράφημα' επιλέξτε την εντολή 'Μεταβλητές'. Πιέζοντας το δεξιό μπλε βέλος, θα

εμφανιστούν όλες οι φόρμες άδειες οπότε, μπορείτε να τις συμπληρώσετε, όπως φαίνεται στο σχήμα 5. Μετά, κάντε 'Αποθήκευση' και 'Έγινε'.

**3.4.** Τέλος, θα δημιουργήσουμε τη γραφική παράσταση της σχέσης. Από την 'Εργαλειοθήκη' του παραθύρου 'Γράφημα', κάντε κλικ στο 'εικονίδιο νέου τύπου' (' $y=$ '), πληκτρολογήστε στο 'Πλαίσιο Τύπων' τον τύπο που συνδέει τη μετατόπιση με το χρόνο και πατήστε το 'ENTER'. Το Function Probe, θα κατασκευάσει τη γραφική παράσταση της σχέσης. Τέλος να απαντήσετε στις ερωτήσεις 2 και 3 του φύλλου εργασίας-ερωτήσεις.



Σχήμα 5. Το παράθυρο 'Γράφημα – Αλλαγή κλίμακας'

#### Βήμα 4. Η έννοια της 'συνάρτησης'

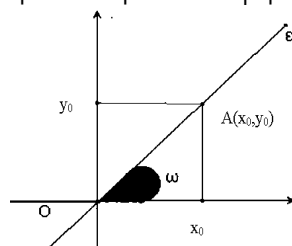
Συζητήστε με τον καθηγητή σας, για τις έννοιες: Συνάρτηση, εξαρτημένη και ανεξάρτητη μεταβλητή, πεδίο ορισμού και πεδίο τιμών. Στη συνέχεια, απαντήστε στην ερώτηση 4 του φύλλου εργασίας-ερωτήσεις

#### Βήμα 5. Ορισμός της 'Κλίσης ευθείας'

Αν μια ευθεία  $\varepsilon$  σχηματίζει γωνία  $\omega$  με τον άξονα των  $x$ , τότε ορίζουμε συντελεστή διεύθυνσης της ευθείας  $\varepsilon$  τον καθαρό αριθμό:  $a = \varepsilon\omega$ ,  $\omega \in [0, 180^\circ)$  και αν  $A(x_0, y_0)$  τυχαίο σημείο της  $\varepsilon$ , τότε  $a = \frac{y_0}{x_0}$ . (Σχήμα 6). Σ' αυτό

το σημείο τονίζεται ότι ενώ η εφαπτομένη της γωνίας  $\omega$  (από πλευράς Μαθηματικών) είναι καθαρός αριθμός, η κλίση της ευθείας  $\varepsilon$  (από πλευράς Φυσικής) έχει μονάδες, ανάλογα με τα μεγέθη που συνδέονται με τη σχέση. Απαραίτητη προϋπόθεση για να ορίζεται ο συντελεστής διεύθυνσης μιας ευθείας είναι, η ευθεία να μην είναι παράλληλη στον άξονα των  $y$  (Γιατί;). Η γωνία  $\omega$ , θα θεωρούμε ότι είναι ίση με μηδέν αν και μόνο αν η ευθεία είναι

παράλληλη στον άξονα των  $x$ . Ποιός θα είναι τότε ο συντελεστής διεύθυνσής της; Απαντήστε στην ερώτηση 5 του φύλλου εργασίας-ερωτήσεις.



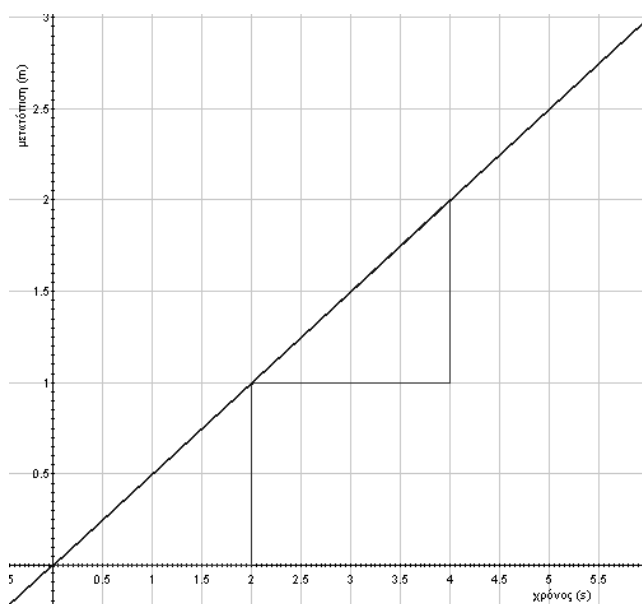
Σχήμα 6. Κλίση ευθείας

### Βήμα 6. Υπολογισμός της κλίσης ευθείας από το Function Probe

Το Function Probe, μπορεί να υπολογίζει το συντελεστή διεύθυνσης ευθείας. Κάντε 'κλικ' πάνω στην καμπύλη για να την επιλέξετε. Από το μενού 'Γράφημα' επιλέξτε 'Δείγμα από καμπύλη' και στη συνέχεια 'Σύνολο ευθειών κλίσης'. Συμπληρώστε το παράθυρο 'Γεννήτρια ακολουθίας' όπως φαίνεται στο σχήμα 7. Πατήστε 'OK'.

Σχήμα 7. 'Γράφημα – Δείγμα από καμπύλη – Σύνολο ευθειών κλίσης – Γεννήτρια ακολουθίας'

Το Function Probe, σας δίνει γραφικά και αλγεβρικά την απάντηση. Ο αριθμός των τμημάτων που θα ορίσουμε, είναι δική μας επιλογή και δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα. Στη δική μας περίπτωση ορίζουμε 2 τμήματα. Η τελική εικόνα του παραθύρου 'Γράφημα' θα πρέπει να έχει τη μορφή του σχήματος 8. Όπως παρατηρείτε, η κλίση της ευθείας είναι σταθερή σε όποιο σημείο του πεδίου τιμών και αν τη μετρήσουμε. Πώς θα συνδυάζατε αυτή την ιδιότητα της ευθείας, με τη μορφή της κίνησης (από πλευράς Φυσικής) που μελετούμε;



**Σχήμα 8.** Υπολογισμός κλίσης ευθείας με το Function Probe

### Βήμα 7. Γενικεύσεις

Από το μενού 'Παράθυρα' επιλέξτε 'Προσθήκη παραθύρου γραφήματος'. Τότε, το λογισμικό θα σας εμφανίσει ένα δεύτερο παράθυρο 'Γράφημα Β'.

Σχεδιάστε, πληκτρολογώντας τους τύπους, τις γραφικές παραστάσεις των συναρτήσεων:  $y=x$ ,  $y=2x$ ,  $y=-x$ ,  $y=-2x$  για τις οποίες, υποθέτουμε ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή  $x$  παίρνει τιμές σε όλο το σύνολο των πραγματικών αριθμών  $\mathbb{R}$ . Να απαντήσετε στην ερώτηση 6 του φύλλου εργασίας-ερωτήσεις.

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ – ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να γράψετε τη σχέση που συνδέει τη μετατόπιση ( $s$ ) με το χρόνο ( $t$ ). Μπορείτε να προσδιορίσετε την ταχύτητα του κινητού; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
2. Περιγράψτε τη γραφική παράσταση που βρήκατε.
3. Εξετάστε αν το σημείο ( $t=2.5$ ,  $s=4$ ) ανήκει στην παραπάνω γραφική παράσταση. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
4. Η συγκεκριμένη γραφική παράσταση, αποτελεί συνάρτηση; Δικαιολογήστε την απάντησή σας. Ποιά είναι η εξαρτημένη και ποιά η ανεξάρτητη μεταβλητή; Ποιο είναι το πεδίο ορισμού και ποιο το πεδίο τιμών όταν, η συνολική διάρκεια του χρόνου κίνησης είναι 3 sec;
5. Ποια είναι η κλίση της ευθείας 'μετατόπισης - χρόνου' που βρήκατε και ποιο μέγεθος της κίνησης παριστάνει; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
6. Για κάθε εξίσωση της μορφής  $y=ax$ , όπου  $a$  σταθερός πραγματικός αριθμός ισχύουν τα εξής:
  - Η γραφική της παράσταση είναι ..... που διέρχεται από το σημείο .....

- Πεδίο ορισμού της είναι το σύνολο.....και πεδίο τιμών της το σύνολο.....
- Ο αριθμός  $a$  παριστάνει .....
- Αν  $a > 0$ , τότε τα  $x$  και  $y$  είναι ..... και η ευθεία βρίσκεται στο .....τεταρτημόριο των αξόνων και σχηματίζει ..... γωνία με τον άξονα  $x'x$ .
- Αν  $a < 0$ , τότε τα  $x$  και  $y$  είναι ....., η ευθεία βρίσκεται στο. .... τεταρτημόριο των αξόνων και σχηματίζει ..... γωνία με τον άξονα  $x'x$ .

### ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η προστιθέμενη αξία αυτής της διεπιστημονικής προσέγγισης που έχει εφαρμοσθεί μέσα στη σχολική τάξη, έδωσε κατ' αρχή θετικά αποτελέσματα. Η στατιστική μελέτη και τα συμπεράσματα που θα προκύψουν από τη διδασκαλία του ίδιου γνωστικού αντικειμένου με τρεις διαφορετικούς τρόπους: α)μετωπική διδασκαλία, β)συνεργατική μάθηση και γ)συνεργατική μάθηση με τη χρήση λογισμικού και πειράματος είναι το επόμενο βήμα της εργασίας αυτής.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Function Probe. «Εγχειρίδιο χρήστη, καθηγητή και μαθητή», ΙΤΥ-ΠΙ , EXODUS 2002
2. Karagiorgi, V., and Symeou,L. (2005). «Translating Constructivism into Instructional Design: Potential and Limitations». Educational Technology & Society, 8(1), 17-27. Merrill, 1996
3. Αβούρης Ν., Καραγιαννίδης Χ., Κόμης Β., «Εισαγωγή στη Συνεργασία Υποστηριζόμενη από Υπολογιστή», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2006
4. Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π., Καμπούρης, Κ. Παπαμιχάλης Κ. και Παπατσιμπίτα Λ., «Φυσική, Εργαστηριακός Οδηγός Β Γυμνασίου», ΟΕΔΒ, 2007, Αθήνα
5. Αργυροπούλου Χριστίνα, Συνέδριο Παιδαγωγικής Εταιρείας, 8-10 Νοεμβρίου 2001, Ναύπλιο
6. Β Επίπεδο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία, «Τεύχος 4: Κλάδος ΠΕ03», ΥΠΕΠΘ, Πάτρα, Μάιος 2008
7. Β Επίπεδο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών στη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διδακτική διαδικασία, «Τεύχος 5: Κλάδος ΠΕ04», 1<sup>η</sup> έκδοση, 395-415 ΙΤΥ, Τομέας Επιμόρφωσης και κατάρτισης ΥΠΕΠΘ, Πάτρα, Ιούλιος 2008. (<http://users.sch.gr/stoumpreksis/Εφαρμογές Λογισμικών/Εργαστηριακή μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης με το σύστημα των συγχρονικών διατάξεων>)
8. Δαλιεράκη-Κολυβά Ε., Γαγάτσης Α. και Γιασουμής Ν., «Σχόλια για ένα σχέδιο μαθήματος στην παραβολή με βάση αποτελέσματα ερευνών της

- 
- διδασκτικής των μαθηματικών», 10ο Παγκύπριο Συνέδριο Μαθηματικής παιδείας και Επιστήμης, 1-3 Φεβρουαρίου 2008, Πάφος
9. Παμουκτσόγλου Αναστασία, «Διαθεματικότητα», Επιστημονική Ημερίδα, Οργάνωση εταιρεία συμβούλων εκπαίδευσης και σταδιοδρομίας Employ, 2009, Θεσσαλονίκη
  10. Πινάτσης Π. «Η Φυσική ως βασικό εργαλείο κατανόησης εννοιών απειροστικού λογισμού», 25<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Μαθηματικής Παιδείας, 21-23 Νοεμβρίου 2008, Βόλος
  11. Σφενδόνη Δ., «Φιλοσοφία της Επιστήμης,» Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 2004
  12. Τουμπεκτσής Σ., «Ιστορία των Επιστημών – Φιλοσοφία της Επιστήμης», ISBN978-960-93-1750-4, 2010, Θεσσαλονίκη