

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ (MBL)

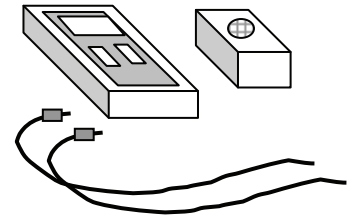
### 1<sup>ο</sup> ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΕΙΩΣΗΣ

ΝΑ ΕΚΤΕΛΕΙΤΕ ΤΙΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕ ΤΗ ΣΕΙΡΑ

ΜΟΛΙΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΝΕΤΕ ΕΝΑ ΒΗΜΑ ΝΑ ΣΗΜΕΙΩΝΕΤΕ ΜΕ **X** ΤΟ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑΚΙ.

1. Να εντοπίστε τις συσκευές και τα εξαρτήματα που έχετε μπροστά σας:

- Την Κεντρική Μονάδα (ΚΜ)
- Τον Αισθητήρα Απόστασης (ΑΑ) με το καλώδιο του.
- Το καλώδιο τροφοδοτικού.
- Το καλώδιο σύνδεσης της ΚΜ με τον υπολογιστή



2. Να συνδέσετε τις συσκευές μεταξύ τους::

- Την άκρη του καλωδίου του τροφοδοτικού στη θέση **DC-9V** της ΚΜ.  
Ο καθηγητής έχει συνδέσει το τροφοδοτικό στη παροχή ρεύματος 220V.
- Την άκρη του καλωδίου σύνδεσης στη θέση **COMM** της ΚΜ.  
Ο καθηγητής έχει συνδέσει την άλλη άκρη στον υπολογιστή.

3. Να ανάψετε τις συσκευές::

- Τον υπολογιστή πιέζοντας το κατάλληλο πλήκτρο.  
Μετά από λίγα λεπτά εμφανίζεται η κεντρική οθόνη των Windows.
- Τη ΚΜ πιέζοντας το πλήκτρο **On**.  
Στην οθόνη της ΚΜ θα πρέπει να εμφανιστεί μετά από λίγο το «**Ready**».

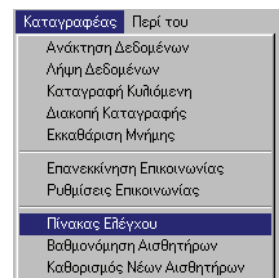
4. Να "τρέξετε" το λογισμικό για την επικοινωνία του υπολογιστή με τη ΚΜ:

- Πιέστε δύο σύντομες φορές το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού πάνω στο εικονίδιο που γράφει "**DB-Lab 3.2**". Αμέσως σχεδόν στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζεται η επιφάνεια εργασίας και μήνυμα που πληροφορεί εάν η επικοινωνία επιτεύχθηκε.

(Εάν εμφανιστεί μήνυμα ότι δεν έχει επιτευχθεί επικοινωνία, καλείτε τον καθηγητή σας)

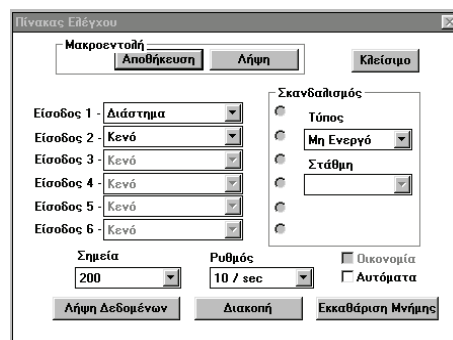
5. Να συνδέσετε την άκρη του καλωδίου του ΑΑ στη θέση **I/O-1** της ΚΜ, προσέχοντας ώστε τα τόξα πάνω στο βύσμα να βρίσκονται προς την επάνω πλευρά. Η ΚΜ αναγνωρίζει αυτόματα τον ΑΑ. Για να επιβεβαιώσετε:

- Πιέστε την επιλογή **Καταγραφέας**. Εμφανίζεται η σειρά επιλογών της εικόνας.
- Επιλέξτε **Πίνακας Ελέγχου**. Εμφανίζεται ο παρακάτω πίνακας, στον οποίο στην **Είσοδο 1** γράφει **Διάστημα**.



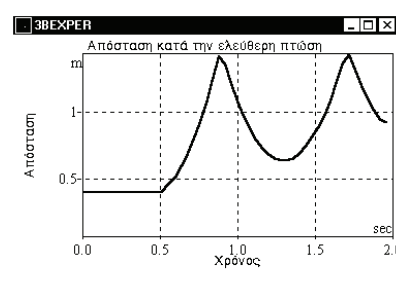
6. Να ρυθμίσετε τις παραμέτρους των μετρήσεων:

- Πιέστε στο πλαίσιο **Σημεία** και από τη σειρά επιλογών ζητήστε να ληφθούν **500** μετρήσεις.
- Πιέστε στο πλαίσιο **Ρυθμός** και από τις επιλογές ζητήστε οι μετρήσεις να γίνονται κάθε **10/s**.



7. Να πραγματοποιήσετε μετρήσεις από τυχαίες κινήσεις:

- Τοποθετήστε τον αισθητήρα απόστασης επάνω στον υπολογιστή με κατεύθυνση προς τα εσάς.
- Πιέστε το πλαίσιο **Λήψη δεδομένων**. Αμέσως εμφανίζεται η γραφική παράσταση και καταγράφεται η μεταβολή της απόστασης από τον αισθητήρα.
- Μετακινήστε το χέρι σας σιγά ή γρήγορα, πέρα-δώθε, ακριβώς μπροστά από τον αισθητήρα (πιο μακριά από μισό μέτρο) και παρακολουθήστε πώς μεταβάλλεται η γραμμή στη γραφική παράσταση.
- Εάν θέλετε να διακόψετε τις μετρήσεις, πιέστε το πλαίσιο **Διακοπή**.

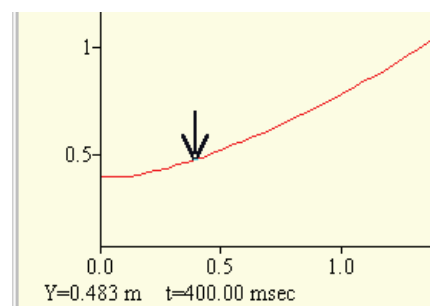


8. Να πραγματοποιήσετε μετρήσεις από συγκεκριμένες κινήσεις:

- Πιέστε το σύμβολο **X** επάνω δεξιά από τη γραφική παράσταση για να κλείσει το παράθυρο και επιβεβαιώστε ότι θέλετε να χαθούν οι προηγούμενες μετρήσεις.
- Καλέστε το **Πίνακα Ελέγχου** και ζητήστε να πραγματοποιηθούν **200** μετρήσεις με ρυθμό μετρήσεων **10/s** (Δείτε το βήμα 6).
- Συνεννοηθείτε μεταξύ σας ώστε μόλις ένας μαθητής πιέσει τη «Λήψη δεδομένων», ένας άλλος να μετακινήσει ένα τετράδιο μπροστά από το ΑΑ, δύο φορές μεταξύ των δύο άκρων του πάγκου, τη πρώτη αργά και τη δεύτερη γρήγορα.
- Αρχίστε τη «**Λήψη δεδομένων**». Προσοχή να μην περάσει τίποτε ανάμεσα από τον αισθητήρα και το τετράδιο. Εάν προκύψει κάτι που πιθανόν επηρεάσει τη γραφική παράσταση, διακόψτε την λήψη δεδομένων και επαναλάβετε από την αρχή.

9. Να μελετήσετε τις μετρήσεις για ένα σημείο της παράστασης:

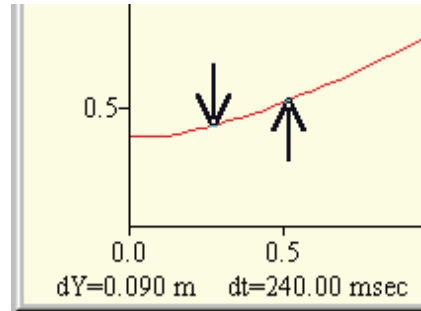
- Μεγεθύνετε το παράθυρο με τη γραφική παράσταση σέρνοντας τις άκρες του με το ποντίκι.
- Διπλοκτυπήστε με το ποντίκι σε ένα σημείο της γραφικής παράστασης. Εμφανίζεται στο σημείο αυτό ένα βέλος και κάτω οι τιμές των συντεταγμένων του για την απόσταση και το χρόνο.



- Μετακινήστε σέρνοντας με το ποντίκι ή με τα τόξα του πληκτρολογίου, το βέλος δεξιά-αριστερά, παρατηρώντας τη μεταβολή των τιμών.
- Εντοπίστε τις τιμές των συντεταγμένων και συμπληρώστε στα κενά:
  - > Η μεγαλύτερη απόσταση που απομακρύνθηκε το τετράδιο ήταν; = .....
  - > Αυτό συνέβη τη χρονική στιγμή = .....

10. Να μελετήσετε τις μετρήσεις για δύο σημεία της παράστασης:

- Διπλοκτυπήστε σε ένα δεύτερο σημείο της γραφικής παράστασης. Εμφανίζεται στο σημείο αυτό ένα δεύτερο ανεστραμμένο βέλος και κάτω οι διαφορές των τιμών απόστασης και χρόνου μεταξύ των δύο σημείων. (Τα βέλη απομακρύνονται εάν τα επιλέξετε με το δεξί πλήκτρο του ποντικιού)
- Μετακινήστε σέρνοντας με το ποντίκι ή με τα τόξα του πληκτρολογίου τα δύο βέλη δεξιά-αριστερά, παρατηρώντας τη μεταβολή των διαφορών των τιμών τους.
- Εντοπίστε τις τιμές και συμπληρώστε τα παρακάτω κενά:
  - > Και τις δύο φορές απομακρύνθηκε το τετράδιο, το ίδιο μακριά; .....
  - Αν όχι, πόση ήταν η διαφορά στη απόσταση; = .....
  - > Πόσο χρόνο διήρκεσε η πρώτη και πόσο η δεύτερη μετακίνηση του τετραδίου;
    - 1η = ..... , 2η = .....



11. Να αποθηκεύσετε το πείραμα και να κλείσετε τις συσκευές:

- Πιέστε το εικονίδιο **Αποθήκευση**. Εμφανίζεται το παράθυρο αποθήκευσης.
- Στο πλαίσιο **Όνομα αρχείου (File name)** πληκτρολογείτε ένα όνομα μέχρι 8 γράμματα χωρίς κενά, που θα αντιστοιχεί στο πείραμα που εκτελέσατε. Πιέστε **OK**. Η γραφική παράσταση θα αποθηκευτεί για να χρησιμοποιηθεί άλλη φορά.
- Πιέστε **Αρχείο** και επιλέξτε **Έξοδος** για να εξέλθετε από το λογισμικό.
- Κλείστε τη ΚΜ πιέζοντας το πλήκτρο **OFF**.
- Αποσυνδέστε τις συσκευές.



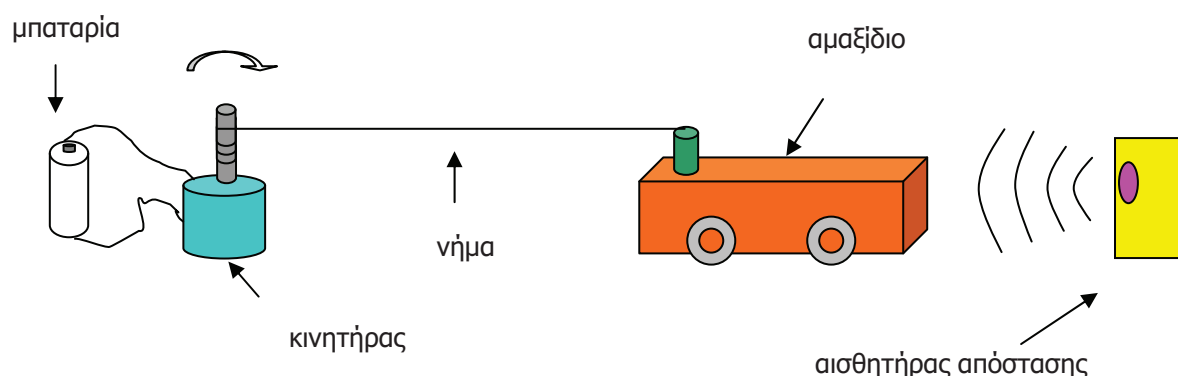
## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ (MBL)

### 2<sup>ο</sup> Φύλλο Εργασίας: Μελέτη της Ευθύγραμμης Ομαλής Κίνησης

#### ΥΛΙΚΑ

Αμαξίδιο, ηλεκτρικός μικροκινητήρας, νήμα, μπαταρίες 3 (2Χ1,5) και 4.5 Volts, Κεντρική Μονάδα καταγραφικού, Αισθητήρας Απόστασης, Υπολογιστής.

#### Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ



#### 2.1 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ $x-t$ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

- Να κατασκευάσετε την πειραματική διάταξη του παραπάνω σχήματος. Να χρησιμοποιήσετε τη μπαταρία των 3 Volts.
- Προετοιμάστε τον υπολογιστή και την κεντρική μονάδα και τοποθετήστε τον αισθητήρα απόστασης σε σημείο που να μπορεί να παρακολουθεί το αμαξίδιο.
- Επιλέξτε ως ρυθμό λήψης, 25 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο και επιλέξτε συνολικά 200 μετρήσεις. Οι μετρήσεις επομένως θα διαρκέσουν  $(100/25=)$  8 δευτερόλεπτα.
- Συνεννοηθείτε μεταξύ σας ώστε μόλις ένας μαθητής πιέσει τη **Λήψη Δεδομένων**, ένας άλλος αμέσως μετά να συνδέσει το μικροκινητήρα με τη μπαταρία. Το αμαξίδιο θα μετακινηθεί και στην οθόνη του υπολογιστή θα σχηματιστεί η γραφική παράσταση απόστασης-χρόνου. Μόλις το αμαξίδιο φτάσει στην άκρη του τραπέζιου κοντά στο μικροκινητήρα, σταματήστε την τροφοδοσία του μικροκινητήρα.
- Διπλοκτυπώντας (αριστερά) με το ποντίκι ένα σημείο της γραφικής παράστασης, εμφανίζεται στο σημείο αυτό ένα βέλος και κάτω οι τιμές των συντεταγμένων του για την απόσταση και το χρόνο. Εντοπίστε τις χρονικές στιγμές μεταξύ των οποίων το αμαξίδιο κινείται:  $t_1 = \dots\dots\dots$ ,  $t_2 = \dots\dots\dots$
- Από το μενού **Αρχείο** επιλέξτε **Αποθήκευση ως** και αποθηκεύστε τη νέα παράσταση με το όνομα **OMALX1**. Σβήστε όλα τα παράθυρα εκτός του **OMALX1**.

## 2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

- Διπλοκτυπήστε δύο σημεία της γραφικής παράστασης απόστασης-χρόνου **OMALX1** που να αντιστοιχούν στην κίνηση του αμαξιδίου (μεταξύ των χρονικών στιγμών  $t_1$  και  $t_2$ ). Στο κάτω μέρος εμφανίζονται οι διαφορές των τιμών απόστασης  $\Delta x$  και χρόνου  $\Delta t$  των δύο σημείων.
- Επιλέξτε 3 διαφορετικά ζεύγη σημείων που να απέχουν αρκετά μεταξύ τους, διαβάστε τις διαφορές των τιμών τους  $\Delta x$  και  $\Delta t$  και υπολογίστε τους λόγους  $\Delta x/\Delta t$  συμπληρώνοντας τον παρακάτω πίνακα (**προσοχή** στις μονάδες cm, sec). Για τις διαιρέσεις μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το αριθμητήριο των Windows.

**Πίνακας I: Υπολογισμός ταχύτητας**

$\Delta x$ (cm)	$\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} =$	$\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} =$	$\frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} =$
$\Delta t$ (sec)			

- Τι παρατηρείτε συγκρίνοντας τις τιμές  $\Delta x/\Delta t$  του πίνακα I; Είναι περίπου ίδιες ή διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους; .....

## 2.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ - ΧΡΟΝΟΥ

- Έχοντας ενεργοποιημένη τη γραφική παράσταση **OMALX1**, από το μενού **Ανάλυση** του λογισμικού, επιλέξτε **Παράγωγος**. Εμφανίζεται μια νέα γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου.
- Από το μενού **Αρχείο** επιλέξτε **Αποθήκευση ως** και αποθηκεύστε τη νέα παράσταση ταχύτητας – χρόνου με το όνομα **OMALY1**.
- Διπλοκτυπώντας με το ποντίκι ένα σημείο της γραφικής παράστασης **OMALY1**, εμφανίζεται στο σημείο αυτό ένα βέλος και κάτω οι τιμές των συντεταγμένων του για την απόσταση και το χρόνο. Επιλέξτε 3 τυχαία διαφορετικά σημεία που να αντιστοιχούν σε χρονικές στιγμές της κίνησης του αμαξιδίου (μεταξύ των χρονικών στιγμών  $t_1$  και  $t_2$  , βλέπε την 1η δραστηριότητα διαβάστε τις αντίστοιχες τιμές των ταχυτήτων συμπληρώνοντας έτσι τον παρακάτω πίνακα:

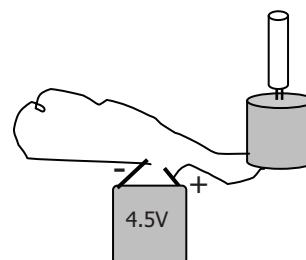
**Πίνακας II: Ταχύτητες**

$Y$ (cm/sec)	$Y_1 =$	$Y_2 =$	$Y_3 =$
--------------	---------	---------	---------

- Τι παρατηρείτε συγκρίνοντας τις τιμές  $Y$  της ταχύτητας με τις αντίστοιχες που υπολογίσατε από τους λόγους  $\Delta x/\Delta t$  του Πίνακα I, είναι περίπου ίδιες (στα όρια των πειραματικών σφαλμάτων) ή διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους; .....

## 2.4 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ

- Να επαναλάβετε τη **Λήψη δεδομένων** χρησιμοποιώντας μια μπαταρία των 4,5 V, όπως συμβολίζει το σχήμα. Επιλέξτε πάλι ως ρυθμό λήψης 25 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο και 200 μετρήσεις. Ίσως χρειαστεί να επαναλάβετε τη μέτρηση έως ότου σχηματιστεί η βέλτιστη (το αμαξίδιο τώρα θα κινηθεί με μεγαλύτερη ταχύτητα).



- Στην οθόνη του υπολογιστή θα σχηματιστεί η γραφική παράσταση απόστασης-χρόνου.
- Από το μενού **Αρχείο** επιλέξτε **Αποθήκευση ως** και αποθηκεύστε τη νέα παράσταση με το όνομα **OMALX2**. Σβήστε όλα τα υπόλοιπα παράθυρα εκτός του **OMALX2**.

## 2.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ - ΧΡΟΝΟΥ

- Ζητήστε **Επεξεργασία** από το μενού της οθόνης και κατόπιν **Αντιγραφή**.
- Καλέστε τη πρώτη γραφική παράσταση απόστασης - χρόνου **OMALX1**.
- Ζητήστε **Επεξεργασία** και **Επικόλληση**. Οι δύο γραφικές παραστάσεις απόστασης – χρόνου επικαλύπτονται (αυτή με το μπλε περίγραμμα αντιστοιχεί στη δεύτερη μέτρηση με τη μεγαλύτερη ταχύτητα).
- Τι συμπέρασμα προκύπτει για τις γραφικές παραστάσεις απόστασης-χρόνου όταν το αμαξίδιο κινείται ευθύγραμμα με διαφορετικές σταθερές ταχύτητες; .....  
.....  
.....  
.....

## 2.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ - ΧΡΟΝΟΥ

- Κλείστε όλα τα παράθυρα. Καλέστε το αρχείο **OMALX2**.
- Από το μενού **Ανάλυση** επιλέξτε **Παράγωγος**. Εμφανίζεται η γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου.
- Ζητήστε **Επεξεργασία** από το μενού της οθόνης και κατόπιν **Αντιγραφή**.
- Καλέστε τη πρώτη γραφική παράσταση ταχύτητας **OMALY1**.
- Ζητήστε **Επεξεργασία** και **Επικόλληση**. Οι δύο γραφικές παραστάσεις ταχύτητας – χρόνου επικαλύπτονται (το μπλε περίγραμμα αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη ταχύτητα).
- Τι συμπέρασμα προκύπτει για τις γραφικές παραστάσεις ταχύτητας-χρόνου όταν το αμαξίδιο κινείται ευθύγραμμα με διαφορετικές σταθερές ταχύτητες; .....  
.....  
.....





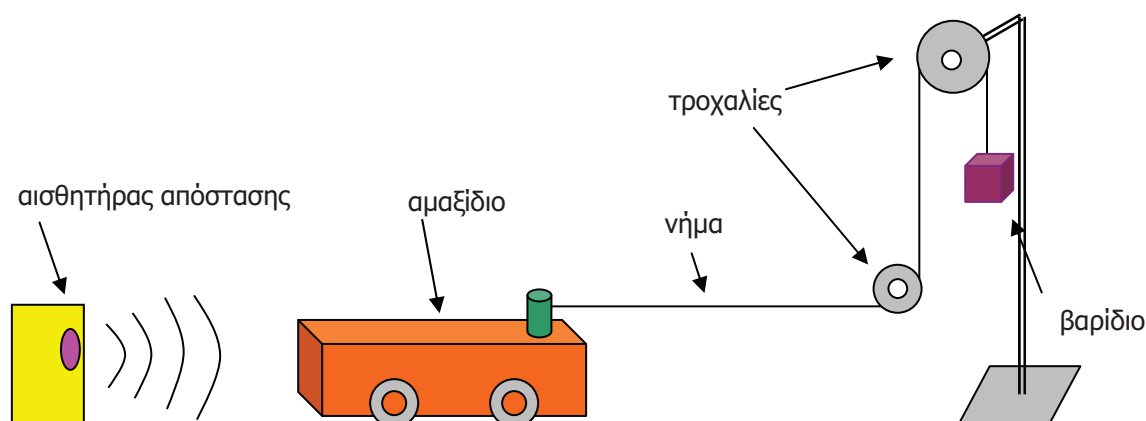
## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ (MBL)

### 3<sup>ο</sup> ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

#### ΥΛΙΚΑ

Αμαξίδιο, νήμα, βαρίδιο 50 g και 100 g, 2 τροχαλίες, βάση με ράβδους στήριξης, Κεντρική Μονάδα καταγραφικού, αισθητήρας απόστασης, υπολογιστής.

#### Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ



#### 3.1 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ Χ-Τ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

- Να κατασκευάσετε τη διάταξη του σχήματος. Να χρησιμοποιήσετε βάρος 50 g.
- Προετοιμάστε τον υπολογιστή και την Κεντρική Μονάδα και τοποθετήστε τον αισθητήρα απόστασης σε σημείο που μπορεί να παρακολουθεί το αμαξίδιο.
- Επιλέξτε ως ρυθμό λήψης, 25 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο και επιλέξτε συνολικά 200 μετρήσεις. Οι μετρήσεις επομένως θα διαρκέσουν  $(100/25=)$  8 δευτερόλεπτα.
- Συνεννοηθείτε μεταξύ σας ώστε μόλις ένας μαθητής πιέσει τη **Λήψη Δεδομένων** ένας άλλος, αμέσως μετά, να κρεμάσει το βάρος των 50 g στην τροχαλία. Το αμαξίδιο θα κινηθεί και στην οθόνη του υπολογιστή θα σχηματιστεί η γραφική παράσταση απόστασης - χρόνου.
- Διπλοκτυπώντας με το ποντίκι ένα σημείο της γραφικής παράστασης, εμφανίζεται στο σημείο αυτό ένα βέλος και κάτω οι τιμές των συντεταγμένων του για την απόσταση και το χρόνο. Εντοπίστε τις χρονικές στιγμές μεταξύ των οποίων το αμαξίδιο κινείται:  
 $t_1 = \dots\dots\dots$ ,  $t_2 = \dots\dots\dots$
- Από το μενού **Αρχειο** επιλέξτε **Αποθήκευση ως** και αποθηκεύστε τη νέα παράσταση με το όνομα **ΜΕΤΑΒΧ1**. Σβήστε όλα τα παράθυρα εκτός από το **ΜΕΤΑΒΧ1**.

### 3.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΓΡΑΦΙΚΗΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ - ΧΡΟΝΟΥ

- Από το μενού **Ανάλυση** του λογισμικού, επιλέξτε **Παράγωγος**. Εμφανίζεται μια νέα γραφική παράσταση ταχύτητας - χρόνου.
- Από το μενού **Αρχείο** επιλέξτε **Αποθήκευση ως** και αποθηκεύστε τη νέα παράσταση ταχύτητας – χρόνου με το όνομα **ΜΕΤΑΒΥ1**.

### 3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ

- Διπλοκτυπήστε δύο σημεία της γραφικής παράστασης ταχύτητας - χρόνου που να αντιστοιχούν στην κίνηση του αμαξιδίου (μεταξύ των χρονικών στιγμών  $t_1$  και  $t_2$ , βλέπε δραστηριότητα 1). Στο κάτω μέρος εμφανίζονται οι διαφορές των τιμών ταχύτητας και χρόνου των δύο σημείων  $\Delta u$  και  $\Delta t$ .
- Επιλέξτε 3 διαφορετικά ζεύγη σημείων που να απέχουν αρκετά μεταξύ τους, διαβάστε τις διαφορές των τιμών τους  $\Delta u$  και  $\Delta t$  και υπολογίστε τους λόγους  $\Delta u/\Delta t$  συμπληρώνοντας τον παρακάτω πίνακα (**προσοχή** στις μονάδες cm/sec, sec). Για τις διαιρέσεις μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το αριθμητήριο των Windows.

**Πίνακας Ι: Υπολογισμός επιτάχυνσης**

$\Delta u$ (cm/sec)	$\Delta u_1$ =	$\Delta u_2$ =	$\Delta u_3$ =
$\Delta t$ (sec)	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$

- Τι παρατηρείτε συγκρίνοντας τις τιμές  $\Delta u/\Delta t$  του πίνακα Ι; Είναι περίπου ίδιες (στα όρια των πειραματικών σφαλμάτων) ή διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους; .....

### 3.4 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ

- Να επαναλάβετε τη **Λήψη δεδομένων** χρησιμοποιώντας δύο βάρη των 50 g ή 1 βάρος των 100 g, αντί το αρχικό βάρος. Επιλέξτε πάλι ως ρυθμό λήψης 25 μετρήσεις ανά δευτερόλεπτο και 200 μετρήσεις. Ίσως χρειαστεί να επαναλάβετε τη μέτρηση έως ότου σχηματιστεί η βέλτιστη (το αμαξίδιο τώρα θα κινηθεί με μεγαλύτερη επιτάχυνση).
- Στην οθόνη του υπολογιστή θα σχηματιστεί μια νέα γραφική παράσταση απόστασης-χρόνου.
- Από το μενού **Αρχείο** επιλέξτε **Αποθήκευση ως** και αποθηκεύστε τη νέα παράσταση με το όνομα **ΜΕΤΑΒΧ2**. Σβήστε όλα τα παράθυρα εκτός από το **ΜΕΤΑΒΧ2**.

### 3.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ - ΧΡΟΝΟΥ

- Ζητήστε **Επεξεργασία** από το μενού της οθόνης και κατόπιν **Αντιγραφή**.
- Καλέστε τη πρώτη γραφική παράσταση απόστασης - χρόνου **ΜΕΤΑΒΧ1**. Ζητήστε **Επεξεργασία** και **Επικόλληση**. Οι δύο γραφικές παραστάσεις απόστασης – χρόνου επικαλύπτονται (το μπλε περίγραμμα αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη επιτάχυνση).

- Ζητήστε **Επεξεργασία** και **Επικόλληση**. Οι δύο γραφικές παραστάσεις απόστασης – χρόνου επικαλύπτονται (αυτή με το μπλε περίγραμμα αντιστοιχεί στη δεύτερη μέτρηση με τη μεγαλύτερη ταχύτητα).
- Τι συμπέρασμα προκύπτει για τις γραφικές παραστάσεις απόστασης-χρόνου όταν το αμαξίδιο κινείται ευθύγραμμα με διαφορετικές σταθερές επιταχύνσεις;  
*(για να βοηθηθείτε συγκρίνετε στο ίδιο χρονικό διάστημα π.χ.  $\Delta t=1$  sec, τότε διανύεται μεγαλύτερη απόσταση)*

.....

.....

.....

.....

### 3.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ - ΧΡΟΝΟΥ

- Κλείστε όλα τα παράθυρα. Καλέστε το αρχείο **ΜΕΤΑΒΧ2**.
- Από το μενού **Ανάλυση** επιλέξτε **Παράγωγος**. Εμφανίζεται η γραφική παράσταση ταχύτητας-χρόνου.
- Ζητήστε **Επεξεργασία** από το μενού της οθόνης και κατόπιν **Αντιγραφή**.
- Καλέστε τη πρώτη γραφική παράσταση ταχύτητας **ΜΕΤΑΒΥ1**.
- Ζητήστε **Επεξεργασία** και **Επικόλληση**. Οι δύο γραφικές παραστάσεις ταχύτητας – χρόνου επικαλύπτονται (αυτή με το μπλε περίγραμμα αντιστοιχεί στη δεύτερη μέτρηση με τη μεγαλύτερη επιτάχυνση).
- Τι συμπέρασμα προκύπτει για τις γραφικές παραστάσεις ταχύτητας-χρόνου όταν το αμαξίδιο κινείται ευθύγραμμα με διαφορετικές σταθερές επιταχύνσεις; .....

.....

.....

.....

.....



## **ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕ ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΓΧΡΟΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ (MBL)**

### 1. ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

#### 1.1. ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Εξοικείωση με το Σύστημα Συγχρονικών Διατάξεων και εργαστηριακή μελέτη της Ευθύγραμμης Κίνησης με MBL.

#### 1.2. ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Φυσική: Μηχανική.

#### 1.3. ΤΑΞΕΙΣ ΣΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΑΠΕΥΘΥΝΕΤΑΙ

Φυσική Α΄ τάξης Λυκείου.

#### 1.4. ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕ ΤΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Προβλέπεται στο Α.Π. η διδασκαλία της Ευθύγραμμης Κίνησης, της ομαλής και της ομαλά μεταβαλλόμενης.

#### 1.5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ & ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

Με τη χρήση των Συγχρονικών Διατάξεων οι δραστηριότητες μπορούν να ακολουθούν, όπως και σε κάθε κλασική εργαστηριακή πρακτική, το γενικότερο διδακτικό σχεδιασμό που έχει κατά νου ο εκπαιδευτικός. Έτσι, ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων που αποτυπώνεται στα Φύλλα Εργασίας (Φ.Ε.), μπορεί να περιέχει στοιχεία ελεύθερης διερεύνησης ή να ακολουθεί πορεία αυστηρά κατευθυνόμενης ανακάλυψης.

Το Σύστημα Συγχρονικών Διατάξεων χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα στοιχεία που επιτρέπουν την επέκταση των δραστηριοτήτων σε πιο σύνθετες πορείες. Ο χρόνος, για παράδειγμα, που εξοικονομείται από τον αυτόματο σχηματισμό των γραφικών παραστάσεων, επιτρέπει την πραγματοποίηση δύο ή περισσότερων επαναλήψεων μιας διερεύνησης, για διαφορετικές τιμές παραμέτρων. Επιπλέον, το λογισμικό επιτρέπει στους μαθητές να σχηματίσουν την πρόβλεψή τους σε μορφή γραφικής παράστασης πάνω στην οθόνη του υπολογιστή. Η χρονική αυτή γεινίαση των φάσεων, πρόβλεψης και ελέγχου της, καθώς και η δυνατότητα απομνημόνευσης και στη συνέχεια επικάλυψης των επιμέρους παραστάσεων βοηθάει στην άμεση σύγκρισή τους. Έτσι, το πρότυπο «πρόβλεψη – πειραματικός έλεγχος - σύγκριση πρόβλεψης – πειραματικού αποτελέσματος» μπορεί να αποτελέσει βασική στρατηγική για την πραγματοποίηση εποικοδομητικών εργαστηριακών ασκήσεων.

Ολοκληρωμένη ένταξη των Συγχρονικών Διατάξεων σε ομάδες 4-5 μαθητών, προϋποθέτει την ύπαρξη τους σε πολλαπλότητα, ενώ συνήθως υπάρχει ένα μόνο σύστημα ανά εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Ο περιορισμός αυτός μπορεί να αντιμετωπιστεί γιατί μια εργαστηριακή άσκηση στο μαθησιακό περιβάλλον της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης δεν

περιορίζεται απλώς στη φάση των μετρήσεων. Αντίθετα, περιλαμβάνει εξίσου, αν όχι και πιο σημαντικές προγενέστερες φάσεις, όπως η διατύπωση υποθέσεων και ο σχεδιασμός του ελέγχου τους, καθώς και μεταγενέστερες, όπως η επεξεργασία των αποτελεσμάτων, η σύγκριση υποθέσεων-αποτελεσμάτων, η διατύπωση συμπερασμάτων, οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν μέσω φύλλων εργασίας από ομάδες μαθητών.

Στην περίπτωση ύπαρξης ενός μόνο συστήματος, η εκτέλεση του πειράματος και η λήψη των μετρήσεων γίνεται αναγκαστικά με επίδειξη. Αυτή μπορεί να γίνει οποιαδήποτε στιγμή που εξυπηρετεί το σχεδιασμό του μαθήματος, χωρίς απαραίτητα να περιλαμβάνεται η φάση λήψης μετρήσεων στα Φύλλα Εργασίας των μαθητών. Έτσι, ο εκπαιδευτικός σε κάποια στιγμή της διδασκαλίας, μπορεί να εκτελέσει το πείραμα και να καλέσει, για τη λήψη των μετρήσεων, μια ομάδα μαθητών ή περισσότερες ομάδες μαθητών κυκλικά. Στη συνέχεια οι παραγόμενες γραφικές παραστάσεις μπορούν να διανεμηθούν για επεξεργασία σε όλες τις ομάδες.

Για να γίνει εποπτική σε όλο το ακροατήριο η εικόνα του σχηματισμού της γραφικής παράστασης και της ανάλυσής της, την ίδια στιγμή της εκτέλεσης του πειράματος, μπορεί ο εκπαιδευτικός να ακολουθήσει κάποια από τις ακόλουθες μεθόδους:

- Να χρησιμοποιήσει το βιντεοπροβολέα σε οθόνη προβολής.
- Αν η κάρτα οθόνης του υπολογιστή έχει έξοδο TV-Out, μπορεί να χρησιμοποιήσει μια τηλεόραση τουλάχιστον 28" για να παρουσιάσει την οθόνη του υπολογιστή μέσα από την οθόνη της τηλεόρασης.
- Αν η αίθουσα είναι μικρή, μπορεί απλά να στρέψει την οθόνη του υπολογιστή προς τους μαθητές. Το μέγεθος της οθόνης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 17" ώστε να επιτρέπει την επίδειξη της γραφικής παράστασης. Για να είναι η γραφική παράσταση ευκρινής, από την επιλογή του λογισμικού «Προβολή > Οθόνη > Πάχος γραμμής», να επιλεγεί μεγάλο και ευκρινές πάχος γραμμής (πχ 2 ή 3 σημεία).
- Να δημιουργήσει αρχείο γραφικών παραστάσεων για συχνή επίδειξη, με εκτύπωση διαφανειών και τη προβολή τους με ανακλαστικό προβολέα.
- Να προγραμματίσει την άσκηση μέσα στο εργαστήριο Πληροφορικής με χρήση του τοπικού δικτύου και με εγκαταστημένο το λογισμικό σε όλους του υπολογιστές. Συνδέει το Συγχρονικό Σύστημα και εκτελεί το πείραμα κανονικά στον κεντρικό υπολογιστή (παρακολουθούν οι μαθητές) και στη συνέχεια αποθηκεύει το αρχείο του πειράματος. Οι μαθητές από τον περιφερειακό τους υπολογιστή και μέσω του λογισμικού καλούν το αρχείο και το επεξεργάζονται σύμφωνα με το Φ.Ε.
- Στην περίπτωση συνεργατικής (collaborative) πειραματικής δραστηριότητας (π.χ. ευρεία συμμετοχή σε πειράματα βρασμού σε διάφορα υψόμετρα, ή φωτομετρική καταγραφή έκλειψης ηλίου από όλα τα σχολεία, περιβαλλοντικές μετρήσεις κλπ.) τα δεδομένα διοχετεύονται μέσω ιστοσελίδας στο διαδίκτυο. Τα σχολεία μπορούν να στέλνουν ή και να δέχονται δεδομένα, σύμφωνα με το σχεδιασμό του σχολείου - συντονιστή. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα τηλεχειρισμού συσκευών και εκτέλεσης μετρήσεων πραγματικού χρόνου από απομακρυσμένες διατάξεις μέσω εφαρμογών του διαδικτύου.

Λογισμικό: Το λογισμικό που συνοδεύει το Σύστημα Συγχρονικών Διατάξεων

### 1.6. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Στο 1ο φύλλο εργασίας, οι εισαγωγικές δραστηριότητες έχουν ως στόχο να αναδείξουν στους μαθητές τη σημασία των Συγχρονικών Διατάξεων και να τους εξοικειώσουν με το μηχανισμό της λήψης μετρήσεων μέσω των αισθητήρων και στη χρήση των λειτουργιών του λογισμικού. Επιπλέον, σκοπεύουν να ασκήσουν τους μαθητές στο χειρισμό των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών των γραφικών παραστάσεων, αφού ο συμβολισμός των μεταβολών στα φυσικά μεγέθη που συνδέονται με την εξέλιξη των φαινομένων πραγματοποιείται μέσω των παραστάσεων αυτών.
- Στο 2ο φύλλο εργασίας, οι δραστηριότητες έχουν ως στόχο οι μαθητές να κατανοήσουν ότι στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η μεταβολή της απόστασης είναι γραμμική και ότι η ταχύτητα δε μεταβάλλεται.
- Στο 3ο φύλλο εργασίας, οι δραστηριότητες έχουν ως στόχο οι μαθητές να κατανοήσουν ότι στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση η μεταβολή της απόστασης αναπαρίσταται με καμπύλη και ότι η ταχύτητα αυξάνει με σταθερό ρυθμό.

### 1.7. ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ

Τρεις διδακτικές ώρες για την εφαρμογή του τριών φύλλων εργασίας στην τάξη.

## 2. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Η προτεινόμενη οργάνωση της διδασκαλίας έχει ως πυρήνα τρία φύλλα εργασίας με καθένα φύλλο να υλοποιείται σε μία διδακτική ώρα.

### **Την 1η διδακτική ώρα**

Ο καθηγητής επιδεικνύει στους μαθητές τον αισθητήρα απόστασης και αναλύει σύντομα την αρχή λειτουργίας του, χρησιμοποιώντας το ανάλογο της λειτουργίας των ραντάρ ή της όρασης των νυχτερίδων. Εξηγεί ότι οι μετρήσεις μετατρέπονται σε σήματα και οδηγούνται μέσω της συσκευής στον υπολογιστή. Ότι ο υπολογιστής αναλαμβάνει να επεξεργαστεί και να παρουσιάσει τις μεταβολές, σε πραγματικό χρόνο, με τη μορφή αριθμητικών ενδείξεων ή γραφικών παραστάσεων.

Συνδέει τον αισθητήρα απόστασης σε έναν από τους υπολογιστές της αίθουσας και προβαίνει σε επίδειξη της λειτουργίας του. Στη συνέχεια καλεί 1-2 μαθητές να κινηθούν μπροστά από τον αισθητήρα με διάφορους απλούς τρόπους (εμπρός-πίσω, αργά-γρήγορα, παύσεις,..), συσχετίζοντας φάσεις των κινήσεών τους με τμήματα της λαμβανόμενης γραφικής παράστασης (κλίσεις, διάρκειες, συγκρίσεις τμημάτων). Θέτει κατόπιν ερωτήσεις που οδηγούν τους μαθητές να ανακαλέσουν το ιστορικό των κινήσεων επίδειξης, όπως *“Παρατηρήστε και θυμηθείτε πώς κινήθηκε..”* ή *“Πώς θα πρέπει να κινηθεί ο μαθητής για να είναι πιο απότομη η κλίση..”*, κλπ. Η δραστηριότητα αυτή βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τη φυσική σημασία των χαρακτηριστικών της γραφικής παράστασης.

Στη συνέχεια, οι μαθητές υλοποιούν το Φύλλο Εργασίας με δραστηριότητες εξοικείωσης που πραγματοποιούνται από ομάδες 4-5 μαθητών:

- Αναγνώριση εξαρτημάτων (Κ.Μ., αισθητήρας, τροφοδοτικό, καλώδια). Σύνδεση της Κ.Μ. με το αισθητήρα απόστασης, τον υπολογιστή και με το τροφοδοτικό.
- Εκκίνηση του συστήματος και του λογισμικού και αποκατάσταση επικοινωνίας του υπολογιστή με την Κ.Μ. (Η εγκατάσταση του λογισμικού έχει γίνει από πριν).
- Ρυθμίσεις: Αναγνώριση του αισθητήρα απόστασης. Επιλογή ρυθμού μετρήσεων ανά δευτερόλεπτο (σημεία/sec) και συνολικών μετρήσεων (επιλογή της διάρκειας καταγραφών).
- Ενεργοποίηση καταγραφής (και απενεργοποίηση). Διενέργεια ακολουθίας κινήσεων μπροστά από τον αισθητήρα για τη λήψη μετρήσεων.
- Ανάλυση επεξεργασία μετρήσεων πάνω στη γραφική παράσταση και εντοπισμός δεδομένων (ανάγνωση συντεταγμένων σημείου, μέγιστα, ελάχιστα, διάρκειες, διαφορές μεταβολών).
- -Αποθήκευση πειράματος.

### Τη 2η διδακτική ώρα

Στην πειραματική διάταξη, ένα αμαξίδιο συνδέεται μέσω νήματος με τον άξονα μετάδοσης ενός μικρού ηλεκτρικού κινητήρα. Ο αισθητήρας απόστασης καταγράφει τη μεταβολή στην απόσταση. Εναλλακτικά, αντί του κινητήρα με το σύστημα νήμα – αμαξίδιο, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί παιδικό παιχνίδι – αυτοκίνητο ή τρενάκι που λειτουργεί με μπαταρία και εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Η σταθερή περιστροφή του άξονα του κινητήρα περιτυλίγει νήμα και αυτό με τη σειρά του κινεί το αμαξίδιο ευθύγραμμα και ομαλά. Σε ίσους χρόνους το αμαξίδιο θα διανύσει ίσα διαστήματα. Η ταχύτητά του, δηλ. ο ρυθμός που μεταβάλλεται η απόσταση ( $u = \Delta x / \Delta t$ ), παραμένει σταθερή. Μεταβολή στην ηλεκτρική τάση στην είσοδο του κινητήρα, προκαλεί μεταβολή της ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα και επομένως του αμαξιδίου. Η λειτουργία μνήμης και υπέρθεσης των παραστάσεων που παρέχει το λογισμικό καθιστά δυνατή την άμεση σύγκριση των γραφικών παραστάσεων  $x(t)$  και  $u(t)$  που αντιστοιχούν σε διαφορετικές ταχύτητες.

Η χρήση του κινητήρα χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα πλεονεκτήματα. Στα κλασικά πειράματα, η σταθερή ταχύτητα επιτυγχάνεται με χρήση αμαξιδίου σε οριζόντιο τραπέζι, τροχαλία στην άκρη του τραπεζιού και ενός νήματος που συνδέει το αμαξίδιο με ένα δίσκο που κρέμεται. Προσθέτοντας διαδοχικά μικρές μάζες στο δίσκο για να αντισταθμιστούν οι τριβές, το αμαξίδιο κάποια στιγμή αρχίζει να κινείται. Η κίνηση αυτή θεωρείται ευθύγραμμη ομαλή, προκαλεί όμως έτσι την παρανόηση του μαθητή ότι για να κινείται ένα σώμα με σταθερή ταχύτητα πρέπει να του ασκείται κάποια δύναμη, εδώ το βάρος. Η δυνατότητα επιπλέον αλλαγής της ταχύτητας του αμαξιδίου, με την μεταβολή της εφαρμοζόμενης τάσης στον κινητήρα δεν είναι δυνατή στην κλασική διάταξη.



**A.** Ακολουθώντας φύλλο εργασίας οι μαθητές:

- Επιβάλλουν ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στο αμαξίδιο και καταγράφουν την κίνησή του στη γραφική παράσταση  $x(t)$ .
- Μέσω του λογισμικού, με τη λειτουργία παραγωγίσισης που αυτό διαθέτει, κατασκευάζουν την αντίστοιχη παράσταση  $u(t)$ .
- Αντικαθιστούν τη πηγή τάσης με μεγαλύτερη ώστε να περιστραφεί ταχύτερα ο κινητήρας. Κατασκευάζουν τις νέες γραφικές παραστάσεις απόστασης / χρόνο και ταχύτητας / χρόνο.
- Επαναφέρουν με διαδικασία (copy – paste) τις προηγούμενες παραστάσεις και τις συγκρίνουν με τις νέες.

**B.** Τεχνικές επισημάνσεις:

- Ρυθμός δειγματοληψίας: 25/s
- Πλήθος μετρήσεων: 200 σημεία. Άρα οι μετρήσεις θα διαρκέσουν 8 δευτερόλεπτα.
- Ο αισθητήρας απόστασης θα πρέπει να τοποθετηθεί σε απόσταση μεγαλύτερη από 50 cm από την αρχική θέση του αμαξιδίου και σε σημείο που το οπτικό του πεδίο μπορεί να παρακολουθεί το αμαξίδιο σε όλη του τη διαδρομή. Για να μην συμβούν έμμεσες ανακλάσεις στην επιφάνεια του εργαστηριακού πάγκου, να επικολληθεί ένα σκληρό χαρτόνι ως πέτασμα ανάκλασης στο αμαξίδιο και να τοποθετηθεί ο αισθητήρας πιο ψηλά.
- Με την εκκίνηση του πειράματος, το αμαξίδιο, μέχρι ο κινητήρας αποκτήσει σταθερή περιφερειακή ταχύτητα, εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση που θα πρέπει να αγνοηθεί. Να ληφθούν υπόψη οι μετρήσεις αφού το αμαξίδιο έχει αποκτήσει ομαλή κίνηση, μετά περίπου 20 - 30 cm.
- Για τις ιδανικές συνθήκες λήψης μετρήσεων, ο εργαστηριακός πάγκος πάνω στον οποίο θα πραγματοποιηθεί το πείραμα πρέπει να έχει μήκος τουλάχιστον 2 m, να είναι λείος, χωρίς ανωμαλίες και αισθητές αποκλίσεις από το οριζόντιο επίπεδο που μπορούν να οδηγήσουν σε μικρές αποκλίσεις ταχύτητας οι οποίες θα καταγραφούν από τον ευαίσθητο αισθητήρα.
- Τον κινητήρα θα κρατά ο ένας μαθητής, ώστε να προσέχει το νήμα να μην τυλιχτεί στον άξονα του και μεγαλώνει φαινομενικά η διάμετρός του, με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας του αμαξιδίου.
- Οι πηγές τάσης μπορεί να είναι μεταβλητό τροφοδοτικό ή μπαταρίες 3 και 4,5 V για τις δύο διαφορετικές ταχύτητες.

**Την 3η διδακτική ώρα**

Στην πειραματική διάταξη, αμαξίδιο σε τραπέζι και βαρίδιο που κρέμεται συνδέονται μέσω νήματος με τη βοήθεια δύο τροχαλιών. Οι δύο τροχαλίες τοποθετούνται για να επιμηκυνθεί η διαδρομή και ο χρόνος πτώσης της μάζας. Όταν η μάζα αφήνεται ελεύθερη, το αμαξίδιο κινείται ευθύγραμμα με σταθερή επιτάχυνση.

Εναλλακτικά, συνθήκες ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης μπορούν να προκληθούν με την κύλιση του αμαξιδίου σε κεκλιμένο επίπεδο, π.χ. στην επιφάνεια ενός λείου εργαστηριακού

πάγκου ο οποίος αποκτά κλίση με τη βοήθεια υποστηριγμάτων στα πόδια της μιας πλευράς. Σε αυτήν την περίπτωση, διάφορες τιμές επιτάχυνσης επιτυγχάνονται με τη μεταβολή της κλίσης του πάγκου.

Στις ευθύγραμμες κινήσεις η ταχύτητα είναι ο ρυθμός που μεταβάλλεται η απόσταση ( $u=\Delta x/\Delta t$ ) και η επιτάχυνση ο ρυθμός που μεταβάλλεται η ταχύτητα ( $a=\Delta u/\Delta t$ ). Στην παραπάνω πειραματική διάταξη, η σταθερή επίδραση του βάρους μέσω των τροχαλιών και του νήματος, προκαλεί το αμαξίδιο να κινηθεί με ευθύγραμμο ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Ο αισθητήρας της απόστασης καταγράφει τη γραφική παράσταση  $x(t)$ . Η μεταβολή της απόστασης είναι μια παραβολική παράσταση, ενώ η μεταβολή της ταχύτητας είναι γραμμική. Χρησιμοποιώντας μεγαλύτερη μάζα (ή αυξάνοντας την κλίση του κεκλιμένου πάγκου), προκαλείται αύξηση της επιτάχυνσης του αμαξιδίου. Η λειτουργία μνήμης και υπέρθεσης των παραστάσεων που παρέχει το λογισμικό καθιστά δυνατή την άμεση σύγκριση των γραφικών παραστάσεων  $x(t)$  και  $u(t)$  που αντιστοιχούν σε διαφορετικές επιταχύνσεις.

**A.** Ακολουθώντας φύλλο εργασίας οι μαθητές:

- Επιβάλλουν ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση στο αμαξίδιο και καταγράφουν τη κίνησή του στη παράσταση απόστασης / χρόνο  $x(t)$ .
- Μέσω λογισμικού, με τη λειτουργία παραγωγίσις που αυτό διαθέτει, κατασκευάζουν την αντίστοιχη γραφική παράσταση ταχύτητας / χρόνο  $u(t)$ .
- Στη συνέχεια προσθέτουν μεγαλύτερο βάρος ώστε να προκαλέσουν μεγαλύτερη επιτάχυνση.
- Κατασκευάζουν τις νέες γραφικές παραστάσεις απόστασης / χρόνου και ταχύτητας / χρόνου.
- Επαναφέρουν με διαδικασία (copy – paste) τις προηγούμενες παραστάσεις και τις συγκρίνουν με τις νέες,

**B.** Τεχνικές επισημάνσεις:

- Ως βάρος να χρησιμοποιηθεί μάζα 50 g και στη δεύτερη συγκριτική εκτέλεση του πειράματος μάζα 100 g.
- Για να εξομαλυνθεί μια γραφική παράσταση που παρουσιάζει πολλές εξάρσεις, μόλις λάβετε τις μετρήσεις και σχηματιστεί η γραφική παράσταση απόστασης – χρόνου, από το μενού επιλέξτε «Ανάλυση > Μέσος όρος».

### 3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μπισδικιάν, Γ. (2000). *Μελέτη της εφαρμογής πολυμέσων στη διδασκαλία γραφικών παραστάσεων και φυσικών εννοιών*. Διδακτορική διατριβή στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
2. Beichner, R. J. (1990). The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 803-815.
3. Berg, C. A., & Phillips, D. G. (1994). An investigation of the relationship between logical thinking structures and the ability to construct and interpret line graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 323-344.

4. Brasell, H. (1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 385-395.
5. Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*. 50(1), 66-71.
6. Halloun I. and D. Hestenes. (1985). Common-sense concepts about motion. *American Journal of Physics*. 53, 1056-1065.
7. McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., & van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55,, 503-513.
8. Thornton, R.K. & Sokoloff, D.R.. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*. 58(9), 858-867.
9. Trowbridge, D. E., & McDermott, L. C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, 49, 242-253.