# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1. Πείραμα και θεωρία

Η Φυσική είναι μια επιστήμη την οποία έχει διαμορφώσει ο άνθρωπος στην προσπάθειά του να κατανοήσει και να ερμηνεύσει τα **φυσικά φαινόμενα**, δηλαδή τις μεταβολές του φυσικού κόσμου που τον περιβάλλει. Για να πετύχει σ’ αυτή την προσπάθεια, επινοεί και χρησιμοποιεί κατάλληλες **φυσικές έννοιες**, και **φυσικά μεγέθη,** όπως για παράδειγμα, υλικό σώμα, βαρύτητα, ηλεκτρικό πεδίο, ή ακόμα, μήκος, ταχύτητα, ενέργεια, θερμοκρασία, φορτίο κ.α. Στη συνέχεια, στηριζόμενος στην εμπειρία του, επιχειρεί να βρει και να διατυπώσει **σχέσεις** μεταξύ των φυσικών μεγεθών, που είναι γνωστές ως **φυσικοί νόμοι**. Από τους φυσικούς νόμους φτιάχνει, τέλος, ευρύτερες λογικές κατασκευές: τις **φυσικές θεωρίες**.

Παραδείγματα φυσικών νόμων:

α. “Αν αυξήσεις τη **θερμοκρασία** μιας μεταλλικής ράβδου, μεγαλώνει το **μήκος** της”.

β. “Αν προσφέρεις στο νερό **θερμότητα** και η **θερμοκρασία** του φτάσει τους 100°C, με ατμοσφαιρική **πίεση** 1atm, τότε μετατρέπεται από **υγρό** σε **αέριο**”.

γ. Το **διάστημα** που διανύει ένα σώμα, όταν κινείται με σταθερή **ταχύτητα**, είναι ανάλογο με το **χρόνο** της **κίνησής** του.

Οι νόμοι και οι θεωρίες που διατυπώνονται στα πλαίσια της Φυσικής δεν είναι αυθαίρετοι. Πρέπει να συμφωνούν με την “**πραγματικότητα**”. Για να ελέγξεις αν αυτό πραγματικά συμβαίνει, πρέπει να καταφύγεις στο **πείραμα.**

Πείραμα είναι μια καλοσχεδιασμένη ερώτηση που κάνει ο άνθρωπος στη φύση, με σκοπό να επαληθεύσει ή να διαψεύσει ένα νόμο, μια εικασία ή για να ανακαλύψει έναν καινούριο.

Για να ελέγξεις το προηγούμενο παράδειγμα (β), δεν έχεις παρά να κάνεις το εξής: Μια μέρα που η ατμοσφαιρική πίεση είναι 1atm να ζεστάνεις νερό σ’ ένα δοχείο, παρακολουθώντας τη θερμοκρασία του με ένα θερμόμετρο και να ελέγξεις αν πραγματικά μετατρέπεται σε αέριο όταν η ένδειξη του θερμομέτρου φτάσει τους 100°C.

Βλέπεις λοιπόν ότι το πείραμα παίζει κυρίαρχο ρόλο στη Φυσική. Αυτό είναι που επιβεβαιώνει ή διαψεύδει τους νόμους και τις θεωρίες που επινοεί ο άνθρωπος στην προσπάθειά του να κατανοήσει τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω του. Για το λόγο αυτό η Φυσική χαρακτηρίζεται ως **πειραματική επιστήμη.**

## 2. Η εργαστηριακή άσκηση

Ένα πείραμα πραγματοποιείται συνήθως στο εργαστήριο. Πρέπει βέβαια, πριν την εκτέλεσή του, να έχουν ξεκαθαριστεί με σαφήνεια οι στόχοι του και να έχει γίνει προσεκτικός σχεδιασμός. Έτσι, κάθε εργαστηριακή άσκηση που περιέχεται σ’ αυτό τον οδηγό, περιλαμβάνει:

- **Τους στόχους της**: Τι θέλουμε να ρωτήσουμε τη φύση. Ποιες φυσικές έννοιες πρέπει να συσχετίσουμε μεταξύ τους. Ποιους φυσικούς νόμους θέλουμε να επιβεβαιώσουμε ή να διαψεύσουμε.
- **Θεωρητικές επισημάνσεις**: Βασικές γνώσεις από τη θεωρία που είναι απολύτως απαραίτητες για την πραγματοποίηση της άσκησης.

- **Τα απαιτούμενα όργανα και υλικά**.
- **Οδηγίες** για τη συναρμολόγηση της πειραματικής διάταξης και τις διαδοχικές ενέργειες που πρέπει να γίνουν για τη σωστή διεξαγωγή της άσκησης.
- **Το φύλλο εργασίας**: Σ' αυτό περιέχονται ερωτήσεις που αφορούν την επεξεργασία των πειραματικών μετρήσεων ή δεδομένων, τη διαμόρφωση συμπερασμάτων και τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

## 3. Μέτρα ασφαλείας στο εργαστήριο

Όπως και στην καθημερινή μας ζωή, οι κίνδυνοι που μπορεί να εμφανιστούν κατά τη διενέργεια των πειραμάτων είναι πολλοί. Γι' αυτό, κατά την εκτέλεση **κάθε** εργαστηριακής άσκησης πρέπει να είσαι ιδιαίτερα προσεκτικός και πειθαρχημένος. Να ελέγχεις απόλυτα τις κινήσεις σου και να ακολουθείς πιστά τις οδηγίες του καθηγητή σου. Μια από τις δεξιότητες που πρέπει να αποκτήσεις μέσα στο εργαστήριο είναι η ικανότητα να εργάζεσαι με ασφάλεια.

Ειδικότερα, όταν είσαι μέσα στο εργαστήριο Φυσικής, είναι απαραίτητο να **γνωρίζεις** και να **εφαρμόζεις** τους κανόνες ασφαλείας όπως διατυπώνονται παρακάτω:

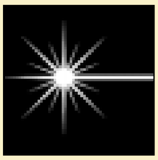
1) ***Δεν χρησιμοποιώ καμιά συσκευή αν δε μάθω καλά τον τρόπο λειτουργίας της και δε ζητήσω άδεια από τον καθηγητή μου.***
2) ***Έχω μελετήσει καλά και γνωρίζω τι πρέπει να κάνω για να διεξαχθεί σωστά η εργαστηριακή άσκηση. Για κάθε απορία απευθύνομαι στον καθηγητή μου.***
3) ***Φορώ προστατευτικά γυαλιά και ποδιά, εφ' όσον προβλέπεται από τους κανόνες ασφαλείας της άσκησης ή μου το ζητήσει ο καθηγητής μου.***
4) ***Μόλις ολοκληρώσω τη συναρμολόγηση της διάταξης μιας εργαστηριακής άσκησης, καλώ τον καθηγητή μου να την ελέγξει. Σε καμιά περίπτωση δεν αρχίζω την εκτέλεση του πειράματος πριν πραγματοποιηθεί έλεγχος.***
5) ***Ποτέ δεν τροφοδοτώ μια διάταξη με ηλεκτρική τάση αν δεν έχει προηγηθεί έλεγχος από τον καθηγητή μου και δεν έχει δοθεί η άδειά του.***
6) ***Ποτέ δεν ανάβω μιαν εστία θέρμανσης, χωρίς την άδεια και την επίβλεψη του καθηγητή μου. Θυμάμαι να τη σβήνω αμέσως μετά τη χρησιμοποίησή της.***
7) ***Δεν πιάνω ποτέ χωρίς αντιθερμικό γάντι σκεύη ή συσκευές που έχουν θερμανθεί είτε από κάποια εστία θέρμανσης είτε λόγω της διέλευσης ηλεκτρικού ρεύματος.***
8) ***Είμαι ιδιαίτερα προσεκτικός όταν χρησιμοποιώ γυάλινα σκεύη. Δεν τα πιέζω και τα κρατώ ή τα τοποθετώ με προσοχή, για να μη σπάσουν και με τραυματίσουν.***
9) ***Δεν πιάνω χημικές ουσίες. Όταν έρθει σε επαφή το δέρμα μου ή τα μάτια μου με κάποια χημική ουσία, αμέσως τα ξεπλένω με άφθονο νερό και ειδοποιώ τον καθηγητή μου.***
10) ***Δεν μετακινούμαι άσκοπα από τη θέση μου, χωρίς την άδεια του καθηγητή μου. Εργάζομαι υπεύθυνα και δεν κάνω αστεία με τους συμμαθητές μου.***

Όταν ολοκληρώσεις μια εργαστηριακή άσκηση και καταγράψεις τα πειραματικά σου αποτελέσματα, δεν πρέπει να ξεχάσεις να κάνεις μια τελευταία εργασία: Να αποσυναρμολογήσεις προσεκτικά τη διάταξη, να καθαρίσεις τον πάγκο και να τακτοποιήσεις τα όργανα και τα υλικά στις θέσεις που θα σου υποδείξει ο καθηγητής σου.

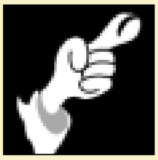
## Σύμβολα ασφαλείας

Για να κυκλοφορούν με ασφάλεια οι οδηγοί στους δρόμους, υπάρχουν τα σήματα της Τροχαίας. Για τον ίδιο λόγο, κατά τη μελέτη των εργαστηριακών ασκήσεων που περιλαμβάνονται σ’ αυτόν τον εργαστηριακό οδηγό θα συναντήσεις μερικά “σύμβολα ασφαλείας”. Κάθε σύμβολο προειδοποιεί για κινδύνους που ενδεχομένως θα συναντήσεις κατά την εκτέλεση της αντίστοιχης εργαστηριακής δραστηριότητας. Στον πίνακα που ακολουθεί θα βρεις τις ερμηνείες των συμβόλων αυτών.

Η χρήση αντιθερμικών γαντιών είναι απαραίτητη, όταν χειρίζεσαι θερμά αντικείμενα.



Προσοχή στα μάτια κατά τη χρήση ακτίνων laser ή πολύ ισχυρών πηγών ακτινοβολίας. Δεν πρέπει να κοιτάζεις **ποτέ κατ’ ευθείαν** την πηγή της ακτινοβολίας.



Κίνδυνος τραυματισμού κατά το χειρισμό γυάλινων ή αιχμηρών αντικειμένων.

Κίνδυνοι εγκαυμάτων από τη χρησιμοποίηση λύχνων ή άλλων εστιών θερμότητας.

Κίνδυνοι ηλεκτροπληξίας, εγκαυμάτων κ.λ.π. που είναι δυνατό να προκύψουν από τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών.

Είναι απαραίτητη η χρήση προστατευτικών γυαλιών. Υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού, ερεθισμού ή άλλης βλάβης των ματιών.

## 4. Μέτρηση - Σφάλματα - Γραφικές παραστάσεις

### Α. Πώς μετράμε ένα μέγεθος;

Τι θα κάνεις αν θελήσεις να μετρήσεις το πλάτος του βιβλίου σου; Το πιθανό είναι ότι θα εφαρμόσεις διαδοχικά τις ακόλουθες ενέργειες:

- Παίρνεις έναν χάρακα (υποδεκάμετρο).
- Τοποθετείς τη χαραγή του χάρακα που αντιστοιχεί στο μηδέν, στο ένα άκρο του βιβλίου.
- Ευθυγραμμίζεις το χάρακα με την ακμή του βιβλίου.
- Διαβάζεις την υποδιαίρεση του χάρακα που αντιστοιχεί στο άλλο άκρο της ακμής του βιβλίου.
- Έστω ότι βρήκες 20,92 cm. Μπορείς να ονομάσεις το μήκος της ακμής που μέτρησες, με ένα γράμμα -για παράδειγμα το α- και να συνοψίσεις το αποτέλεσμα της μέτρησής σου γράφοντας:

$$α=20{,}92\ \text{cm}$$

Αν πάλι, θέλεις να μετρήσεις τη μάζα του σώματός σου, αρκεί να ανέβεις πάνω σε μια ζυγαριά. Ο δείκτης ή η ψηφιακή της οθόνη θα σου δείξουν αμέσως ότι η μάζα σου είναι, για παράδειγμα, 53,45 Kg. Αν συμβολίσεις τη μάζα με το γράμμα m, μπορείς τότε να γράψεις:

$$m=53{,}45\ \text{Kg}$$

Στην πρώτη περίπτωση κάναμε μια **μέτρηση μήκους**. Στη δεύτερη, μια **μέτρηση μάζας**. Είναι ολοφάνερο ότι ενεργήσαμε με πολύ διαφορετικό τρόπο για να πραγματοποιήσουμε τις δύο μετρήσεις. Ωστόσο και οι δύο διαδικασίες χαρακτηρίζονται με τον ίδιο όρο, ως **μετρήσεις**. Γιατί άραγε; Ποια είναι τα κοινά τους χαρακτηριστικά;

Στη μέτρηση του μήκους, αν ξεχάσουμε τις λεπτομέρειες των ενεργειών μας, αυτό που κάναμε ουσιαστικά ήταν η σύγκριση του μήκους της ακμής του βιβλίου με ένα άλλο μήκος, που έχουμε συμφωνήσει να το λέμε εκατοστό του μέτρου (cm). Το cm είναι η **μονάδα μέτρησης** μήκους, που χρησιμοποιήσαμε. Προσδιορίζεται από το χάρακα που διαθέτουμε και από τους κάθε είδους χάρακες, κανόνες, μετροταινίες και άλλα όργανα μέτρησης μήκους που είναι βαθμολογημένα με τη συγκεκριμένη μονάδα. Έτσι, βρήκαμε ότι το πλάτος του βιβλίου είναι 20,92 φορές το μήκος του ενός εκατοστού (cm).

Το ίδιο όμως κάναμε και κατά τη μέτρηση της μάζας. Η μηχανή (ζυγαριά) έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να μπορεί να συγκρίνει τη μάζα του σώματός μας με μια συγκεκριμένη μάζα -την ίδια για όλες τις παρόμοιες ζυγαριές- που ονομάζεται κιλό (Kg). Στην περίπτωση αυτή, το αποτέλεσμα που προέκυψε από τη σύγκριση της μάζας του σώματός μας με το κιλό, το πληροφορηθήκαμε αυτόματα από το δείκτη και την κλίμακα της μηχανής ή από τη ψηφιακή της οθόνη: Το σώμα που ζυγίσαμε έχει μάζα 53,45 φορές τη μάζα του ενός κιλού.

Καταλήγουμε λοιπόν σ' ένα συμπέρασμα:

*Κάθε διαδικασία σύγκρισης δύο ομοειδών μεγεθών -ανεξάρτητα του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιείται και του πόσο εύκολα ή δύσκολα μπορεί να γίνει- ονομάζεται **μέτρηση**.*

Από τη μέτρηση ενός μεγέθους προκύπτει πάντοτε ένας αριθμός. Είναι το αποτέλεσμα της σύγκρισης του μεγέθους, με τη μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιούμε. Αν επιλέξουμε άλλη μονάδα, το αποτέλεσμα της μέτρησης θα μεταβληθεί. Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιήσουμε ως μονάδα το μέτρο (m) αντί του cm, το αποτέλεσμα της μέτρησης της ακμής του βιβλίου θα γίνει:

$$\alpha=0{,}209\ \text{m}$$

και αν χρησιμοποιήσουμε ως μονάδα την ίντσα (in), το ίδιο μήκος θα το βρούμε:

$$\alpha=8{,}2\ \text{in}$$

## Β. Πώς προκύπτουν τα σφάλματα στις μετρήσεις των φυσικών μεγεθών;

Ας ξαναθυμηθούμε τη μέτρηση της ακμής του βιβλίου σου. Αν ζητήσουμε από δέκα συμμαθητές σου να κάνουν με τον ίδιο χάρακα την ίδια μέτρηση, θα κατέληγαν άραγε όλοι στο ίδιο αποτέλεσμα; Είναι εξαιρετικά απίθανο! Το πιθανότερο είναι ότι τα αποτελέσματα των μετρήσεών τους θα διαφέρουν λίγο μεταξύ τους. Στον πίνακα Α καταγράφονται οι τιμές του μήκους της μιας πλευράς ενός συγκεκριμένου βιβλίου που προέκυψαν από τις μετρήσεις δέκα μαθητών.

Κάτι ανάλογο θα συμβεί αν επαναλάβεις, για παράδειγμα δέκα φορές, μόνος σου την ίδια μέτρηση και τοποθετήσεις τα αποτελέσματα σ' ένα πίνακα παρόμοιο με τον πίνακα Α. Θα παρατηρήσεις ότι κάθε φορά που μετράς μια συγκεκριμένη απόσταση ή μια ορισμένη διάσταση ενός σώματος, δεν καταλήγεις απαραίτητα στην ίδια τιμή. **Οι διαφοροποιήσεις αυτές οφείλονται στα σφάλματα που γίνονται κατά τη διεξαγωγή κάθε μέτρησης**.

**Πίνακας Α**

| α/α | Μαθητές | Μήκος της ακμής **(α)** του βιβλίου του Κώστα σε **cm** |
|---|---|---|
| 1 | Κώστας | 20,92 |
| 2 | Γιάννης | 20,90 |
| 3 | Μαρία | 20,89 |
| 4 | Βασιλική | 20,93 |
| 5 | Γιώργος | 20,88 |
| 6 | Ελένη | 20,90 |
| 7 | Ηλίας | 20,91 |
| 8 | Σάββας | 20,92 |
| 9 | Άννα | 20,90 |
| 10 | Μαργαρίτα | 20,89 |
| | **Μέση τιμή** | **20,90** |

*Ποίες είναι άραγε οι πηγές των σφαλμάτων που επηρεάζουν το αποτέλεσμα μιας μέτρησης; Ποιο απ' όλα τα αποτελέσματα που καταγράφουμε είναι το πλέον αξιόπιστο;*

Αν επαναλάβεις πολλές φορές τη μέτρηση του ίδιου μήκους (για παράδειγμα του πλάτους του βιβλίου), δεν είναι δύσκολο να ανακαλύψεις αρκετές αιτίες που ευθύνονται για τις μικρές διαφοροποιήσεις των αποτελεσμάτων, που διαπιστώνεις. Παραθέτουμε μερικές από τις συνηθέστερες:

α. Κάθε φορά που διεξάγουμε τη μέτρηση, η αρχή του χάρακα δεν τοποθετείται πάντοτε ακριβώς στο ίδιο σημείο (βλ. σχήμα 1).

β. Αν το τέλος της ακμής του βιβλίου βρίσκεται μεταξύ δύο χαραγών του χάρακα, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε με βεβαιότητα το τελευταίο ψηφίο του μετρούμενου μήκους. Έτσι αναγκαζόμαστε να καταφύγουμε σε υποκειμενική εκτίμηση. Για παράδειγμα, το αποτέλεσμα της μέτρησης του μήκους του αντικειμένου, που φαίνεται στο σχήμα 1, μπορεί να είναι 20,5 ή 20,6 ή 20,7 cm.

γ. Δεν είναι δυνατή η απόλυτη ευθυγράμμιση του χάρακα με το μετρούμενο αντικείμενο:

Η καμπύλωση του χάρακα ή ο σχηματισμός μικρής γωνίας με την ακμή του βιβλίου μπορεί να επηρεάσουν τη μέτρηση και επομένως αποτελούν μια ακόμα πηγή σφαλμάτων.

Σχήμα 1

Αντίστοιχες πηγές σφαλμάτων με τις προηγούμενες μπορούμε να ανακαλύψουμε στη μέτρηση οποιουδήποτε φυσικού μεγέθους. Με βάση, λοιπόν, τις αιτίες των σφαλμάτων που επισημάναμε, καταλήγουμε στη διατύπωση ενός συμπεράσματος:

*Η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από πολλές μετρήσεις του ίδιου, σταθερού μεγέθους οφείλονται είτε σε αστάθμητους παράγοντες, είτε σε υποκειμενικές εκτιμήσεις του παρατηρητή.*

Όλοι αυτοί οι τυχαίοι ή υποκειμενικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις μετρήσεις μας, δεν είναι βέβαια δυνατό να ελεγχθούν και να αποφευχθούν πλήρως. Επομένως, μπορούμε να ισχυρισθούμε ότι όλες οι μετρήσεις ενός μεγέθους είναι μεταξύ τους ισοδύναμες και ότι έχουν την ίδια αξιοπιστία, εφ' όσον ικανοποιούν κάποιες κοινές προϋποθέσεις:

- Γίνονται με την ίδια προσοχή και κάτω από τις ίδιες οδηγίες.
- Οι συνθήκες του περιβάλλοντος διατηρούνται -κατά το δυνατόν- σταθερές και περίπου κοινές για όλες τις μετρήσεις.
- Πραγματοποιούνται με το ίδιο ή με πανομοιότυπα όργανα μέτρησης.

Ώστε, με δεδομένες τις προϋποθέσεις αυτές, όλες οι μετρήσεις που καταγράφονται στον πίνακα Α είναι ισότιμες μεταξύ τους. Καμία τους δεν μπορεί να χαρακτηριστεί "καλύτερη" ή "πιο πιθανή" από τις άλλες. Κάθε αποτέλεσμα προσεγγίζει με την ίδια πιθανότητα το "πραγματικό" μήκος της ακμής του βιβλίου. Αποδεχόμαστε επομένως ότι *η τιμή που προσεγγίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια το μετρούμενο μήκος είναι η μέση τιμή (μέσος όρος) όλων των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που πραγματοποιήσαμε.* Δηλαδή:

$$\alpha=(20{,}92+20{,}90+20{,}89+20{,}93+20{,}88+20{,}90+20{,}91+20{,}92+20{,}90+20{,}89)/10=20{,}90 \text{ cm}$$

Το αποτέλεσμα αυτό καταγράφεται στην τελευταία σειρά του πίνακα Α.

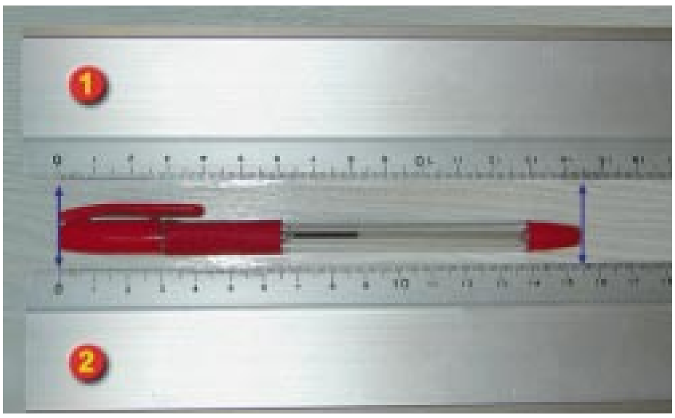
Πρέπει να τονιστεί ότι κατά τον υπολογισμό της μέσης τιμής κρατάμε στο τελικό αποτέλεσμα, τον ίδιο αριθμό δεκαδικών ψηφίων με εκείνο των επιμέρους μετρήσεων. Αν προκύπτουν περισσότερα δεκαδικά ψηφία, τα διαγράφουμε στρογγυλοποιώντας κατάλληλα το τελευταίο σημαντικό ψηφίο. Για παράδειγμα, η μέση τιμή που προκύπτει για το α, με βάση τις τιμές του πίνακα Α είναι:

$$\alpha=20{,}904 \text{ cm}$$

Επειδή οι μετρήσεις έχουν γίνει με προσέγγιση δεύτερου δεκαδικού ψηφίου, στρογγυλοποιούμε την τιμή του α και γράφουμε:

$$\alpha=20{,}90 \text{ cm}$$

Τα σφάλματα των μετρήσεων που μελετήσαμε μέχρι τώρα, οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες και στις υποκειμενικές εκτιμήσεις του παρατηρητή. Υπάρχει, ωστόσο, και μια άλλη πιθανή πηγή σφαλμάτων: Η λανθασμένη κατασκευή ή η μη σωστή λειτουργία των οργάνων μέτρησης. Φαντάσου, για παράδειγμα, ότι οι υποδιαιρέσεις του ενός cm του χάρακα, με τον οποίο μέτρησες το πλάτος του βιβλίου σου, δεν έχουν *πραγματικά* μήκος ένα cm. Τότε οι μετρήσεις σου θα περιέχουν σφάλμα που οφείλεται στην




**Σχήμα 2**
Σύμφωνα με τον χάρακα (1) που έχει λανθασμένη βαθμολόγηση, το μήκος του αντικειμένου του σχήματος είναι 14,5cm, ενώ το πραγματικό του μήκος είναι 15,5 cm.

κακή κατασκευή του οργάνου (βλ. σχήμα 2). Τα σφάλματα που επηρεάζουν τις μετρήσεις μας και προέρχονται από λάθη στην κατασκευή ή κατά τη λειτουργία των οργάνων μέτρησης, ονομάζονται *συστηματικά*. Τα συστηματικά σφάλματα –σε αντίθεση με τα τυχαία– μπορούμε να τα εξουδετερώσουμε και να τα αποφύγουμε. Αρκεί να κάνουμε προσεκτικό έλεγχο και δοκιμή των οργάνων μέτρησης πριν από τη χρήση τους.

## Γ. Πώς σχεδιάζουμε πειραματικά τη γραφική παράσταση δύο φυσικών μεγεθών που σχετίζονται μεταξύ τους;

Ας ξεκινήσουμε πάλι με ένα παράδειγμα.

Γνωρίζεις ότι όσο πιο πολύ χρόνο θερμαίνεις μια ορισμένη μάζα νερού -πριν αρχίσει να βράζει- τόσο περισσότερο αυξάνεται η θερμοκρασία του. Η θερμοκρασία του νερού *σχετίζεται* με το χρόνο θέρμανσής του. Πώς μπορούμε να βρούμε πειραματικά και να παραστήσουμε με ένα διάγραμμα τη *σχέση* μεταξύ της θερμοκρασίας του νερού και του χρόνου που το θερμαίνουμε;

Αρκεί να σχεδιάσουμε και να εκτελέσουμε ένα κατάλληλο πείραμα. Μια πειραματική διαδικασία χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις, θα μπορούσε να περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

α. Ρίχνουμε μέσα σ' ένα δοχείο ζέσεως μια ποσότητα ( ~ 200g) νερού και το τοποθετούμε σε μια ήπια εστία θέρμανσης.

β. Φέρνουμε ένα θερμόμετρο σε επαφή με το νερό, έτσι ώστε να μας δείχνει διαρκώς τη θερμοκρασία του.

γ. Χρησιμοποιούμε ένα χρονόμετρο για να μετράμε το χρόνο θέρμανσης του νερού.

δ. Ανάβουμε την εστία και μετά από λίγο θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο, καταγράφοντας ταυτόχρονα και την ένδειξη του θερμομέτρου. Σημειώνουμε σ' ένα πίνακα τις τιμές της θερμοκρασίας κάθε μισό ή ένα λεπτό.

ε. Όταν η θερμοκρασία φτάσει τους 60 - 70 ˚C, κλείνουμε την εστία και σταματάμε να παίρνουμε μετρήσεις.

Ας υποθέσουμε ότι τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος είναι αυτά που περιέχουν οι δύο πρώτες στήλες του πίνακα Β. Παρατηρούμε, όπως εξάλλου το περιμέναμε, ότι καθώς μεταβάλλεται ο χρόνος θέρμανσης, η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται. Εμείς, όμως επιδιώκουμε κάτι περισσότερο: Θέλουμε να ανακαλύψουμε ποια μαθηματική σχέση ικανοποιούν και να διατυπώσουμε τον αντίστοιχο φυσικό νόμο. *Για να πετύχουμε το στόχο μας αυτό, αρκεί να σχεδιάσουμε τη γραφική παράσταση της θερμοκρασίας του νερού σε συνάρτηση με το χρόνο θέρμανσης, με βάση τα πειραματικά δεδομένα του πίνακα Β.*

**Πίνακας Β**

| χρόνος θέρμανσης **t min** | θερμοκρασία του νερού **θ ˚C** | μεταβολή της θερμοκρασίας από την αρχική της τιμής **Δθ ˚C** |
|---|---|---|
| 0 | 20 | 0 |
| 0,5 | 24 | 4 |
| 1 | 27,5 | 7,5 |
| 1,5 | 32 | 12 |
| 2 | 36,5 | 16,5 |
| 2,5 | 40 | 20 |
| 3 | 43,5 | 23,5 |
| 3,5 | 48 | 28 |
| 4 | 52,5 | 32,5 |

Ο σωστός και μεθοδικός σχεδιασμός μιας γραφικής παράστασης, με βάση κάποια πειραματικά δεδομένα, απαιτεί την εφαρμογή ορισμένων απλών οδηγιών:

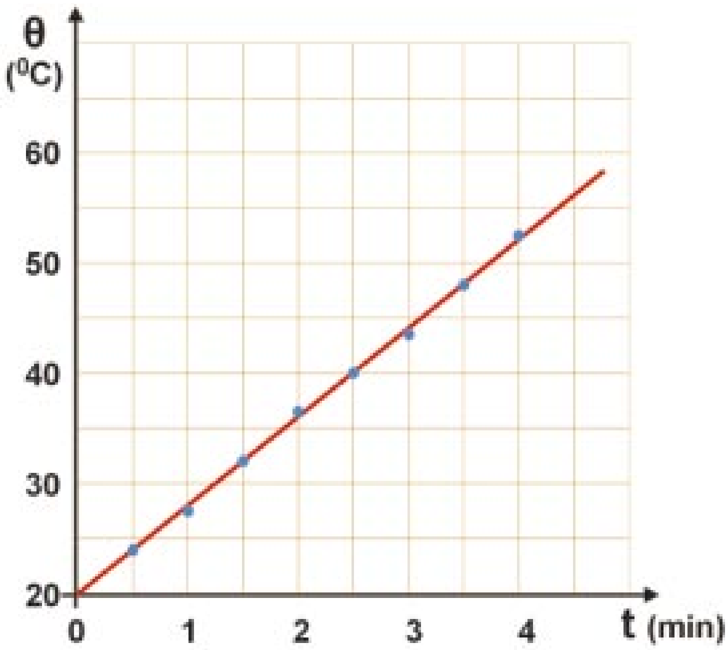
α. Με ένα χάρακα, σχεδιάζουμε πάνω σε ένα χιλιοστομετρικό (μιλιμετρέ) φύλλο ένα σύστημα ορθογωνίων αξόνων. Επιλέγουμε κατάλληλη κλίμακα και στον οριζόντιο άξονα τοποθετούμε τις τιμές του χρόνου από 0 έως 5 min. Αντίστοιχα, στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούμε τις τιμές της θερμοκρασίας, από 10 έως 50 °C.

β. Εντοπίζουμε και σημειώνουμε πάνω στο φύλλο τα σημεία με συντεταγμένες τις τιμές χρόνου και θερμοκρασίας που αναγράφονται σε κάθε σειρά του πίνακα Β (βλ. σχήμα 3).

γ. Με τη βοήθεια του χάρακα, παρατηρούμε ότι όλα τα σημεία που έχουμε τοποθετήσει (με βάση τις πειραματικές τιμές του πίνακα Β), βρίσκονται περίπου επάνω ή πολύ κοντά σε μια ευθεία γραμμή (βλ. σχήμα 3).

Γιατί άραγε συμβαίνει αυτό;

Την απάντηση μπορείς να τη μαντέψεις αν συνδυάσεις ότι έχεις ήδη μάθει σχετικά με τα σφάλματα των μετρήσεων. Θυμήσου ότι κάθε σημείο που σημειώσαμε πάνω στο χιλιοστομετρικό χαρτί, έχει προκύψει από τη μέτρηση δύο φυσικών μεγεθών: του χρόνου θέρμανσης (που τον μετρήσαμε με το χρονόμετρο) και της θερμοκρασίας του νερού (που τη μετρήσαμε με το θερμόμετρο). Γνωρίζεις όμως, ότι κάθε μέτρηση περιέχει σφάλμα. Επομένως, όλες οι τιμές του χρόνου και της θερμοκρασίας που έχουν καταγραφεί στον πίνακα Β -εφ' όσον έχουν προκύψει από μετρήσεις- περιέχουν κάποιο σφάλμα. Άρα και οι θέσεις των αντίστοιχων πειραματικών σημείων στο διάγραμμα, δεν είναι απόλυτα ακριβείς.




Σχήμα 3

Πώς, λοιπόν, θα σκεφτούμε για να σχεδιάσουμε τη γραφική παράσταση θερμοκρασίας - χρόνου που προσδιορίζεται από το σύνολο των πειραματικών μας σημείων;

Αφού η θέση τους δεν είναι απόλυτα σωστή, δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται όλα επάνω στη γραμμή που παριστάνει τη σχέση των παραπάνω μεγεθών. Πρέπει, ωστόσο, να βρίσκονται πολύ κοντά σε αυτή. *Σχεδιάζουμε επομένως, μια απλή συνεχή γραμμή που περνάει όσο γίνεται πιο κοντά από το σύνολο των σημείων. Αφήνουμε έξω από τη γραμμή, δεξιά και αριστερά της, περίπου τον ίδιο αριθμό σημείων* (βλ. σχήμα 3).

## Δ. Μεταβολές μεγεθών.

Ας παρατηρήσουμε πάλι τις τιμές της θερμοκρασίας και του χρόνου που έχουν καταγραφεί στον πίνακα Β:

Τη στιγμή $t_1$=0,5min, η θερμοκρασία του νερού ήταν $\theta_1$=24 °C. Τη χρονική στιγμή $t_2$=1,5min η θερμοκρασία του νερού ήταν $\theta_2$=32 °C. Πώς θα απαντήσεις στο ερώτημα: "Πόσο μεταβλήθηκε η θερμοκρασία του νερού από τη στιγμή $t_1$ έως τη στιγμή $t_2$;” ή στο ισοδύναμο ερώτημα: “Πόση είναι η μεταβολή της θερμοκρασίας στο χρονικό διάστημα που προσδιορίζεται από τις χρονικές στιγμές $t_1$ και $t_2$;”

Η απάντηση προκύπτει αμέσως από την καθημερινή μας εμπειρία: Δεν έχεις παρά να αφαιρέσεις από τη θερμοκρασία $\theta_2=32\ ^\circ C$ τη θερμοκρασία $\theta_1=24\ ^\circ C$. Δηλαδή η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού από τη στιγμή $t_1=0{,}5$ min μέχρι τη στιγμή $t_2=1{,}5$ min είναι

$$\theta_2-\theta_1=(32\text{-}24)\ C=8^\circ C$$

Τη μεταβολή της θερμοκρασίας τη συμβολίζουμε με το σύμβολο **Δθ** και γράφουμε:

$$\Delta\theta=\theta_2-\theta_1$$

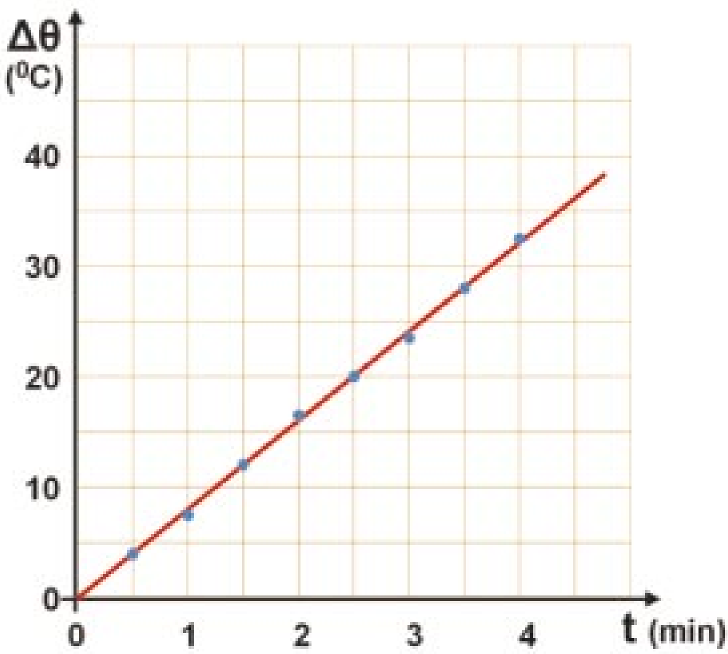
οπότε στο προηγούμενο παράδειγμα η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι

$$\Delta\theta=8^\circ C$$

Πολλές φορές μας ενδιαφέρει να υπολογίζουμε τη μεταβολή ενός μεγέθους (για παράδειγμα της θερμοκρασίας) από την αρχική του τιμή, δηλαδή από τη χρονική στιγμή t=0, που αρχίσαμε τις μετρήσεις. Έτσι, σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα Β, έχουμε ότι:

- Τη στιγμή t=0,5min, η θερμοκρασία του νερού έχει μεταβληθεί από την αρχική της τιμή κατά $\Delta\theta=(24\text{-}20)^\circ C=4^\circ C$.
- Τη στιγμή t=1 min, η θερμοκρασία του νερού έχει μεταβληθεί από την αρχική της τιμή κατά $\Delta\theta=(27{,}5\text{-}20)^\circ C=7{,}5^\circ C$ κλπ.

Όλες αυτές τις μεταβολές της θερμοκρασίας από την αρχική της τιμή μπορούμε να τις καταχωρήσουμε σε μια 3η στήλη του πίνακα Β, όπως φαίνεται στην αντίστοιχη εικόνα. Με βάση τις τιμές αυτές κατασκευάζουμε τη γραφική παράσταση της **μεταβολής** της θερμοκρασίας του νερού σε συνάρτηση με το χρόνο θέρμανσης. Αν ακολουθήσεις τους γνωστούς σου πλέον, κανόνες σχεδιασμού της, θα καταλήξεις σε ένα γράφημα παρόμοιο με αυτό του σχήματος 4.



Σχήμα 4

Παρατήρησε ότι σύμφωνα με το γράφημα του σχήματος 4, η *μεταβολή* της θερμοκρασίας του νερού σε συνάρτηση με το χρόνο θέρμανσης παριστάνεται με μια ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Τότε όμως, γνωρίζεις από τα Μαθηματικά σου, ότι τα δύο αυτά μεγέθη είναι ανάλογα. Ώστε από την επεξεργασία των πειραματικών μας δεδομένων καταλήξαμε σε ένα φυσικό νόμο: Αν η ένταση της εστίας θέρμανσης είναι σταθερή, τότε, η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού είναι ανάλογη του χρόνου που το θερμαίνουμε.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1

# ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

## ☞ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Σύστημα αναφοράς - θέση - μετατόπιση - χρονικό διάστημα

## ☞ Στόχοι

- ➢ Να κατανοήσεις τη αναγκαιότητα του συστήματος αναφοράς για τον προσδιορισμό της θέσης ενός αντικειμένου
- ➢ Να χρησιμοποιείς τον χρονομετρητή για τη μελέτη των ευθύγραμμων κινήσεων
- ➢ Να αποκτήσεις την ικανότητα από μια χαρτοταινία να αντλείς πληροφορίες για την κίνηση ενός σώματος.

## ☞ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Ένα από τα πρώτα φυσικά φαινόμενα που μελετάμε στη φυσική είναι οι κινήσεις των σωμάτων. Οι πραγματικές κινήσεις των σωμάτων είναι συνήθως πολύπλοκες και γι αυτό προτιμούμε να ξεκινήσουμε τη μελέτη μας με την ποιο απλή κίνηση που έχουμε παρατηρήσει και δεν είναι άλλη από την κίνηση που η **τροχιά** της είναι ευθεία γραμμή.

Όταν λέμε ότι μελετάμε τις κινήσεις των σωμάτων προσπαθούμε να απαντήσουμε στα παρακάτω ερωτήματα:

- ➢ **Που,** βρίσκεται,δηλαδή σε ποια θέση σε σχέση με μας η με κάποιο σημείο που εμείς ορίζουμε σαν **σημείο αναφοράς.**
- ➢ **Πότε,** δηλαδή ποια χρονική στιγμή, βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη θέση.
- ➢ **Πόσο χρόνο,** δηλαδή για πόσο χρονικό διάστημα (Δt), κινήθηκε.
- ➢ **Πόσο μετατοπίσθηκε.**

Και ακόμα

- ➢ **Πόσο γρήγορα** κινείται;
- ➢ **Πόσο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητα του;**

Στη φυσική για να απαντήσουμε σε αυτά τα ερωτήματα δημιουργήσαμε τις έννοιες **θέση, χρόνος, μετατόπιση, ταχύτητα και επιτάχυνση.**

# ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο

## ☞ Απαιτούμενα Υλικά:

Χαρακάκι ή μετροταινία, χρονόμετρο, ηλεκτρικό τρενάκι.

## ☞ Διαδικασία:

Τοποθέτησε το ηλεκτρικό τρενάκι πάνω στο θρανίο.

Για να απαντήσεις στην ερώτηση σε ποια **θέση** πάνω στο θρανίο βρίσκεται το τρενάκι θα πρέπει να υπολογίσεις τη απόσταση του από κάποιο σημείο που θα το ονομάζουμε σημείο αναφοράς. Δηλαδή πρέπει να πάρεις το χαρακάκι και να μετρήσεις πόσο απέχει το τρενάκι από μια γωνία του θρανίου . Αν το σώμα είναι ακίνητο αυτό είναι εύκολο αλλά αν κινείται πως θα βρεις τη θέση του μετά από δύο δευτερόλεπτα;

Βάλε σε κίνηση το ηλεκτρικό τρενάκι και με την βοήθεια της μετροταινίας και του χρονομέτρου υπολόγισε σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές τη θέση του, σε σχέση με την αρχική του θέση, συμπληρώνοντας τον πίνακα 1 στο φύλλο εργασίας

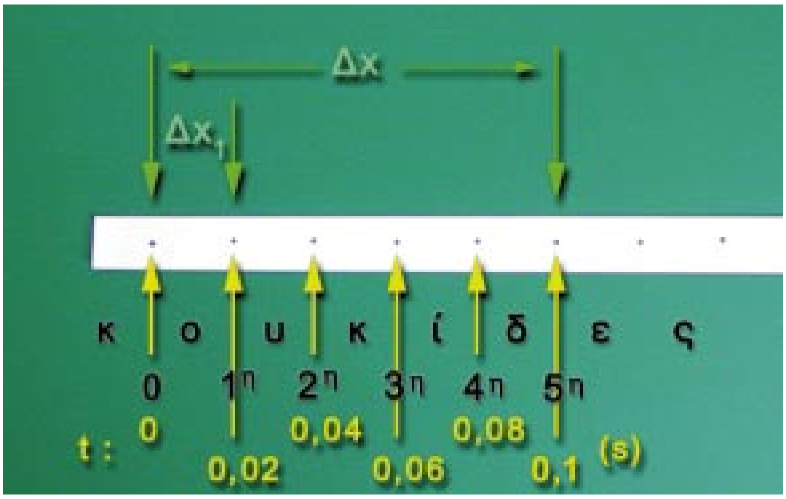
# ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο


## ☞ Απαιτούμενα Υλικά:

*Ηλεκτρικός* χρονομετρητή, χαρτοταινία και χαρακάκι.

*Τα* αποτελέσματα του πρώτου πειράματος μπορούμε ποιο εύκολα να τα πάρουμε χρησιμοποιώντας τον ***ηλεκτρικό χρονομετρητή***. Ο ηλεκτρικός χρονομετρητής είναι ένα εργαστηριακό όργανο που μπορεί να μας αποτυπώνει πληροφορίες για τη θέση του αυτοκινήτου συνήθως κάθε 0,02s ή ένα άλλο χρονικό διάστημα.

Η αποτύπωση γίνεται πάνω σε χαρτοταινία που περνά μέσα από τον χρονομετρητή και την μια άκρη της την κολλάμε στο σώμα που θα κινηθεί για να καταγράφει την κίνηση του. Όταν κλείσουμε τον διακόπτη η ακίδα ή η ροδέλα του πλαστικού κυλίνδρου κτυπά πάνω στην χαρτοταινία και αφήνει ένα σημάδι κάθε μια περιστροφή, δηλαδή κάθε 0,02s. Έτσι η απόσταση δύο διαδοχικών κουκίδων είναι ίση με τη μετατόπιση του κινητού σε χρονικό διάστημα 0,02s. Αν θέλουμε τη μετατόπιση για ένα δευτερόλεπτο αρκεί να μετρήσουμε την απόσταση που έχουν 50 διαδοχικές κουκίδες. Συνήθως στις εργαστηριακές ασκήσεις μετράμε την απόσταση που έχουν 5 κουκίδες δηλαδή τη μετατόπιση για 0,1s.




## ☞ Διαδικασία:

Κόψε μια χαρτοταινία μήκους ενός μέτρου.

Πέρασέ τη μέσα από τους οδηγούς του χρονομετρητή

Θέστε σε λειτουργία το χρονομετρητή

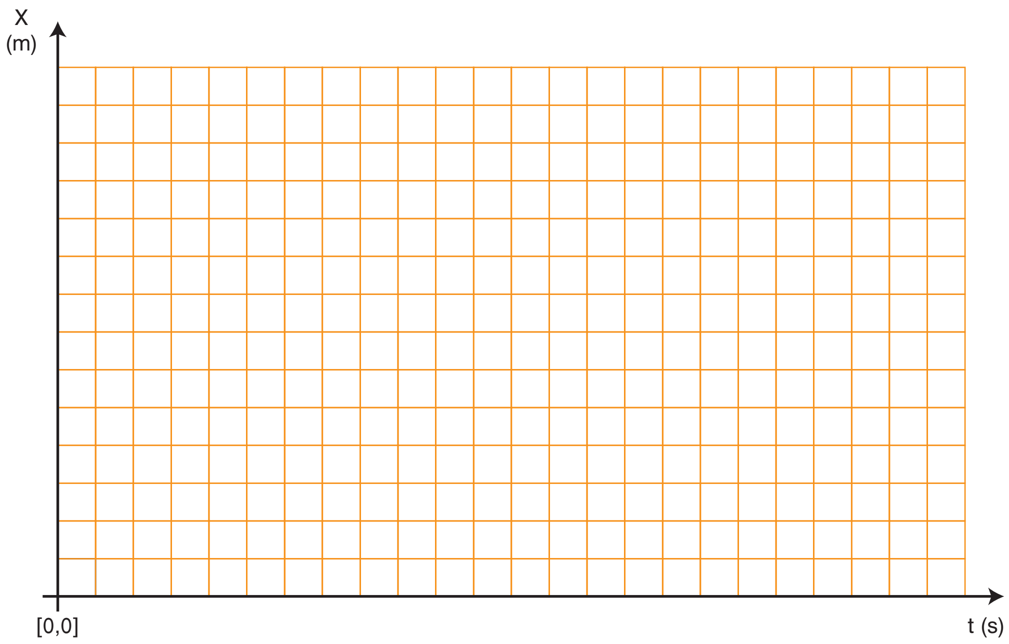
Κράτησε την χαρτοταινία στην άκρη του χρονομετρητή. Τράβηξε την απότομα με το χέρι σου. Στη χαρτοταινία έχει αποτυπωθεί η κίνηση του χεριού σου.

# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο)

**Πίνακας 1**

| Χρόνος κίνησης<br>**(t)** | Θέση του αυτοκινήτου σε σχέση με την αρχική του θέση κατά τη χρονική στιγμή t<br>**(x)** | Μετατόπιση του αυτοκινήτου από την αρχική του θέση.<br>**(Δx)** |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 2s | | |
| 4s | | |
| 6s | | |
| 8s | | |
| 10s | | |

Ένας καλύτερος τρόπος παρουσίασης των αποτελεσμάτων είναι με τη **γραφική παράσταση** της κίνησης. Με βάση τις τιμές του Πίνακα 1 κάνε το διάγραμμα θέσης-χρόνου για τη κίνηση του αυτοκινήτου.




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

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

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

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

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο)

1. Μέτρησε στη χαρτοταινία με το χαρακάκι σου τη μετατόπιση του χεριού σου για χρονικό διάστημα (Δt) 0,1s (απόσταση 5 κουκίδων) και συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα :

| ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ **( Δt = 0,1s )** | ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ **( Δx σε m )** |
|---|---|
| 1$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |
| 2$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |
| 3$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |
| 4$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |
| 5$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |
| 6$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |
| 7$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |
| 8$^{o}$ δέκατο του δευτερολέπτου | |

2. Από τα αποτελέσματα του πίνακα μπορείς να βρεις σε ποιο δέκατο του δευτερολέπτου το χέρι σο :
   α. κινούνταν ποιο γρήγορα;

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

   β. κινούνταν ποιο αργά;

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

3. Σημείωσε πάνω στη χαρτοταινία τη θέση που το χέρι σου κινούνταν πιο γρήγορα και τη θέση που κινούνταν πιο αργά.

4. Βρές το χρόνο που χρειάστηκε για να μετατοπιστεί το χέρι σου 30cm από το χρονομετρητή.

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

### ☞ Συμπεράσματα

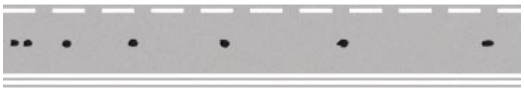
Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση εξοικειώθηκες με τη λειτουργία του χρονομετρητή:

Ασκήθηκες στο να τον χρησιμοποιείς για να καταγράψεις το «ιστορικό» της κίνησης ενός σώματος σε μια χαρτοταινία.

Στη χαρτοταινία μπορείς να “διαβάζεις” την κίνηση ενός σώματος δηλαδή να προσδιορίζεις τις θέσεις του σε καθορισμένες χρονικές στιγμές.

## ☞ Ερωτήσεις

1. Ένα αυτοκίνητο στάζει λάδια από το κάρτερ της μηχανής του που αφήνουν τα παρακάτω σημάδια στον δρόμο. Τι χρειάζεται εκτός από αυτή την εικόνα για να προσδιορίσεις το είδος της κίνησης του αυτοκινήτου; (επιταχύνεται, επιβραδύνεται, κινείται με σταθερή ταχύτητα).



2. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο κουκίδων είναι 0,02 δευτερόλεπτα. Πόσες κουκίδες θα γραφτούν σε ένα δευτερόλεπτο;

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

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

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

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

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2

# Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΑΙ Η ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΟΜΑΛΗ ΚΙΝΗΣΗ

## ☞ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θέση - μετατόπιση - χρονικό διάστημα - ταχύτητα.

## ☞ Στόχοι

➢ Να υπολογίζεις την ταχύτητα ενός σώματος:
α. με μετροταινία και χρονόμετρο
β. με ηλεκτρικό χρονομετρητή.

➢ Να αναγνωρίζεις την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση από διάγραμμα:
α. Θέσης - χρόνου
β. Ταχύτητας - χρόνου

## ☞ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Για να μελετήσουμε τη κίνηση ενός σώματος το μέγεθος που μας ενδιαφέρει περισσότερο να γνωρίζουμε είναι η ταχύτητα του, δηλαδή πόσο γρήγορα μετατοπίζεται από μια θέση σε μια άλλη θέση.

Η σύγκριση των ταχυτήτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

α. συγκρίνοντας τα χρονικά διαστήματα που χρειάζεται ένα σώμα να διανύσει την ίδια μετατόπιση (π.χ. 1m)

β. συγκρίνοντας τις μετατοπίσεις για ίδια χρονικό διάστημα (πχ. $\Delta t = 1sec$)

Η μέση ταχύτητα ενός σώματος που κινείται σε ευθεία γραμμή, μπορεί να υπολογισθεί πειραματικά, από το πηλίκο της μετατόπισης του προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε. Όταν το χρονικό διάστημα αυτό είναι πάρα πολύ μικρό η μέση ταχύτητα ισούται με την στιγμιαία.

Στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση η μέση ταχύτητα έχει πάντοτε σταθερή τιμή. Ο λόγος οποιασδήποτε μετατόπισης του σώματος προς τον αντίστοιχο χρόνο είναι πάντοτε ο ίδιος. Έτσι, η στιγμιαία ταχύτητα του σώματος είναι και αυτή σταθερή και ίση με τη μέση.

## ☞ Απαιτούμενα Υλικά

Ηλεκτρικός χρονομετρητής, ηλεκτρικό τρενάκι ή αυτοκινητάκι, χαρτοταινία, χαρακάκι, χρονόμετρο και σφιγκτήρας τύπου C.

## ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο

### «Η έννοια της ταχύτητας»

1. Βάλε το ηλεκτρικό αυτοκινητάκι να κινηθεί για 10 δευτερόλεπτα πάνω στον εργαστηριακό πάγκο. Μέτρησε την μετατόπιση του.

2. Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεται για να μετατοπιστεί το αυτοκινητάκι κατά μισό μέτρο.

3. Σύνδεσε στο πίσω μέρος του αυτοκίνητου το βαρίδι. Το αυτοκινητάκι καθώς κινείται σέρνει το βαρίδι. Μέτρησε τώρα τη μετατόπιση του αυτοκινήτου για δέκα δευτερόλεπτα.

4. Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεται για να μετατοπιστεί το αυτοκινητάκι κατά μισό μέτρο.

5. Κατέγραψε τα αποτελέσματα των μετρήσεων σου στο πίνακα 1 του φύλλου εργασίας.)

## ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο

### «Η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση»

1. Πάρε το χρονομετρητή και στήριξε τον με το σφιγκτήρα στην άκρη του εργαστηριακού πάγκου.

2. Κόψε μια χαρτοταινία μήκους 1m περίπου, πέρασε τη μέσα από το χρονομετρητή και κόλλησε το άκρο της στο ηλεκτρικό αυτοκινητάκι.

3. Βάλε σε λειτουργία το χρονομετρητή και μετά το αυτοκινητάκι. Παρακολούθησε την καταγραφή της κίνησής του μέχρι την άλλη άκρη του πάγκου.

4. Με βάση τη καταγραφή της κίνησης στη χαρτοταινία συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας γι αυτό το πείραμα.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΠΕΙΡΑΜΑ 1ο)

**Πίνακας 1**

| Διαδικασία | Χρονικό διάστημα **Δt (sec)** | Μετατόπιση **Δx (m)** | $\dfrac{\text{Μετατόπιση } (\Delta x)}{\text{χρονικό διάστημα } (\Delta t)}$ |
|---|---|---|---|
| **Κίνηση ηλεκτρικού αυτοκινήτου** | | | |
| **1** | **10** | | |
| **2** | | **0,5** | |
| **Κίνηση ηλεκτρικού αυτοκινήτου με το βαρίδι** | | | |
| **3** | **10** | | |
| **4** | | **0,5** | |

Συμπλήρωσε τα κενά στις προτάσεις που ακολουθούν και διόρθωσε ό,τι χρειάζεται:

Από τα αποτελέσματα των διαδικασιών 1 και 3 φαίνεται ότι το αυτοκινητάκι κινείται πιο ***γρήγορα***/***αργά*** χωρίς το βαρίδι γιατί σε χρόνο .............................. μετατοπίστηκε κατά .............................. ενώ σέρνοντας το βαρίδι μετατοπίσθηκε κατά .............................. .

Από τα αποτελέσματα των διαδικασιών 2 και 4 φαίνεται ότι το αυτοκινητάκι χωρίς το βαρίδι κινείται πιο ***γρήγορα***/***αργά*** γιατί για μετατόπιση μισού μέτρου χρειάστηκε χρόνο .............................. ενώ με το βαρίδι για την ίδια μετατόπιση χρειάσθηκε .............................. .

Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγεις και από το υπολογισμό και τη σύγκριση του λόγου

$$\frac{\textbf{Μετατόπιση}\,(\Delta x)}{\textbf{χρονικό διάστημα}\,(\Delta t)}$$

που τον ονομάζουμε ***ταχύτητα*** *(βλέπε αποτελέσματα τελευταίας στήλης του Πίνακα)*

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο)

Στη χαρτοταινία έχει αποτυπωθεί η κίνηση του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Σημείωσε έντονα πάνω σ' αυτή τις κουκίδες 5 ,10 , 15 , 20 , 25 κλπ. Στη θέση της πρώτης κουκίδας τοποθέτησε το μηδέν.

Ο χρόνος που αντιστοιχεί στο διάστημα μεταξύ δύο κουκίδων είναι 0,02sec. Έτσι ο χρόνος που αντιστοιχεί στη θέση της 5$^{ης}$ κουκίδας είναι 0,1sec στη 10$^{η}$ 0.2sec κ.ο.κ.

Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις συμπλήρωσε τον Πίνακα 2.

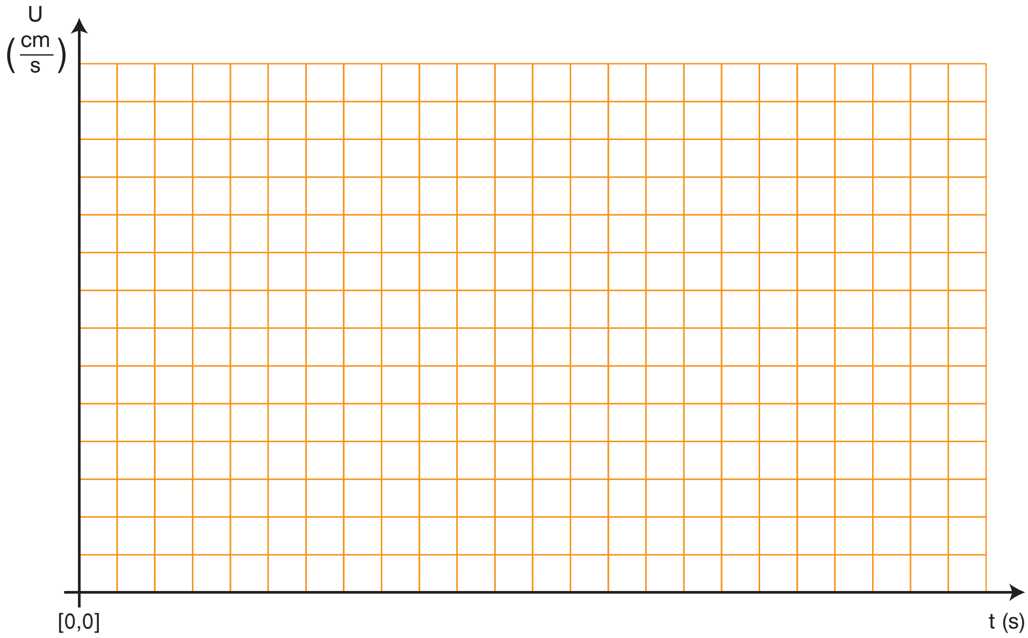
**Πίνακας 2**

| | ΧΡΟΝΙΚΗ ΣΤΙΓΜΗ **(s)** | ΘΕΣΗ **x** **(cm)** | ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ (για τα διαδοχικά χρονικά διαστήματα) **Δx(cm)** | ΤΑΧΥΤΗΤΑ **Δx/Δt** **(cm/s)** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.0 | 0 | | |
| 2 | 0.1 | | | |
| 3 | 0,2 | | | |
| 4 | 0,3 | | | |
| 5 | 0,4 | | | |
| 6 | 0,5 | | | |
| 7 | 0,6 | | | |
| 8 | 0,7 | | | |
| 9 | 0,8 | | | |

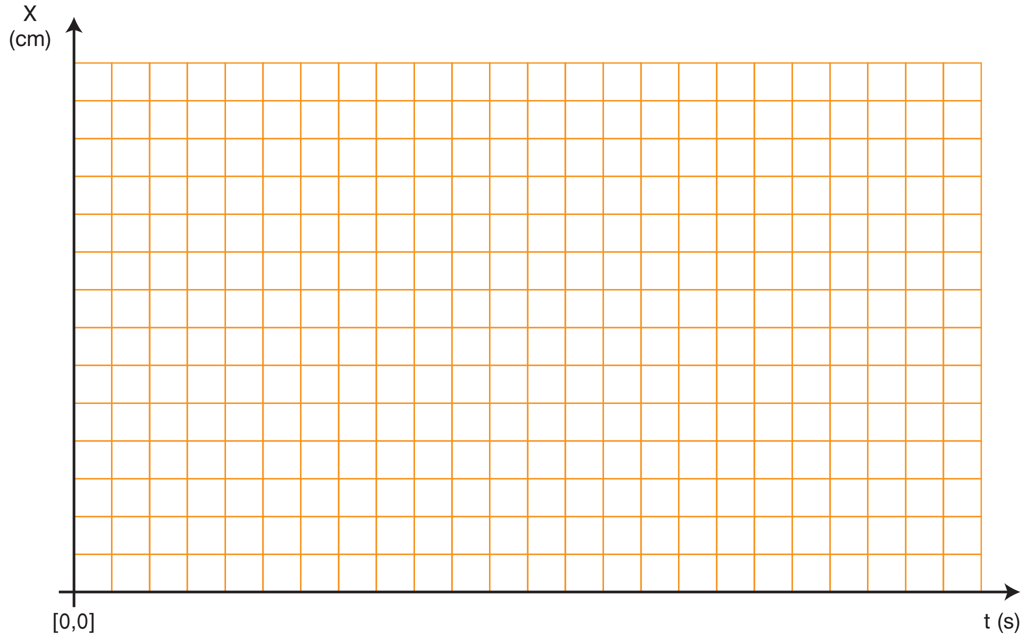
Παρατήρησε την τελευταία στήλη του πίνακα. Βλέπεις ότι η ταχύτητα του αυτοκινήτου παραμένει σταθερή σε όλη τη διάρκεια της κίνησης.

Η κίνηση του αυτοκινήτου καθώς και κάθε άλλου σώματος που η ταχύτητα του παραμένει σταθερή ονομάζεται ***ευθύγραμμη ομαλή κίνηση***

Με βάση τις τιμές του πίνακα 2 κατασκεύασε το διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου για το ηλεκτρικό τρενάκι.




Με βάση τις τιμές του πίνακα 2 κατασκεύασε το διάγραμμα θέσης-χρόνου για το ηλεκτρικό τρενάκι.




Παρατηρώντας τα διαγράμματα που κατασκεύασες συμπλήρωσε αντίστοιχα τις παρακάτω προτάσεις.

Η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στο διάγραμμα ταχύτητας-χρόνου παριστάνεται από μια ........................ .................................... παράλληλη με τον ............................................................ του .......................... .................................. .

Η μορφή του διαγράμματος θέσης-χρόνου είναι .......................................................... που περνά από την αρχή των αξόνων. Επομένως λέμε ότι η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση σε διάγραμμα θέσης-χρόνου παριστάνεται από μια .......................................................... που περνά από ..................................................... των ........................................................... .

## ☞ Συμπεράσματα:

Σε αυτή τη εργαστηριακή άσκηση

- Υπολόγισες την ταχύτητα ενός σώματος
  α. με χαρακάκι και χρονόμετρο.
  β. με τη βοήθεια του χρονομετρητή και της χαρτοταινίας.
- Εξασκήθηκες στο να αναγνωρίζεις την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση από ένα διάγραμμα
  α. ταχύτητας-χρόνου
  β. θέσης-χρόνου

# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3

# ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

## ☞ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θέση - μετατόπιση - χρονικό διάστημα - ταχύτητα - επιτάχυνση.

## ☞ Στόχοι

1. Να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση:
   - ➢ Η μετατόπιση είναι ανάλογη του τετραγώνου του χρόνου
   - ➢ Η ταχύτητα είναι ανάλογη του χρόνου
2. Να παραστήσεις γραφικά την ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα σε διαγράμματα θέσης-χρόνου, ταχύτητας-χρόνου και επιτάχυνσης-χρόνου.

## ☞ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα μελετήσουμε την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα. Δηλαδή εκείνη την κίνηση στην οποία η ταχύτητα αυξάνεται κατά το ίδιο ποσό σε κάθε δευτερόλεπτο. Για παράδειγμα στο πρώτο δευτερόλεπτο η ταχύτητα είναι 10m/s στο δεύτερο 12m/s, στο τρίτο 14m/s στο τέταρτο 16m/s κοκ.

Την αύξηση της ταχύτητας κάθε δευτερόλεπτο την ονομάζουμε **επιτάχυνση** της κίνησης. Στο παράδειγμα που αναφέραμε η επιτάχυνση είναι $2m/s^2$ και παραμένει σταθερή. Στην ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση η επιτάχυνση παραμένει **σταθερή.**

## ☞ Απαιτούμενα Υλικά:

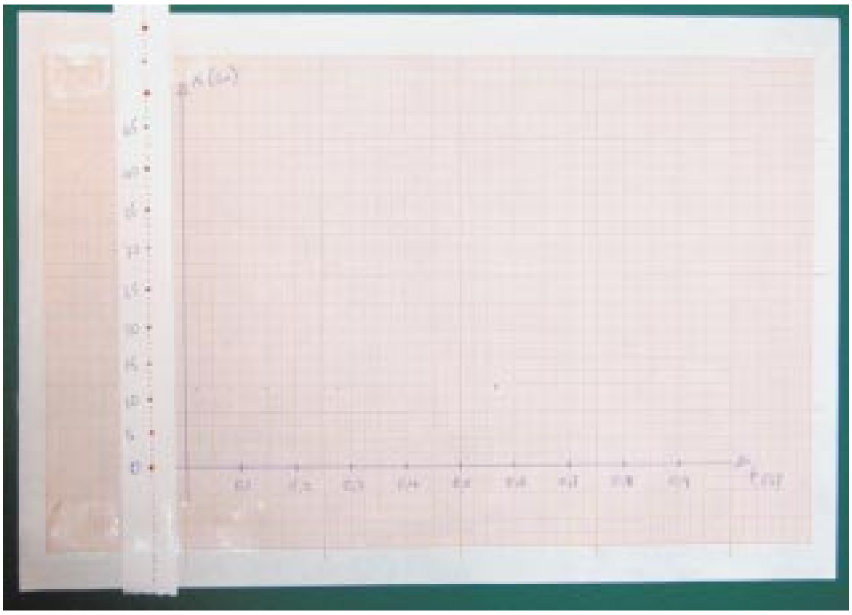
Ηλεκτρικός χρονομετρητής
Σφιγκτήρας τύπου c,
Εργαστηριακό αμαξάκι
Χαρτοταινία και
Χαρτί μιλιμετρέ διαστάσεων Α3.

## ☞ Πειραματική διαδικασία

1. Μετέτρεψε το θρανίο σου σε κεκλιμένο επίπεδο. Στην κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου στερέωσε το χρονομετρητή με τη βοήθεια του σφιγκτήρα

2. Τοποθέτησε το αμαξάκι στην κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου και άφησέ το ελεύθερο να κινηθεί, ώστε η κίνησή του να καταγραφεί στη χαρτοταινία.

3. Πάρε τη χαρτοταινία και κόλλησέ την πάνω στο μεγάλο άξονα του χιλιοστομετρικού (μιλιμετρέ) φύλλου. Θεώρησε για μηδέν την κουκίδα από την οποία και μετά, όλες οι άλλες μπορούν γίνουν εύκολα διακριτές και να καταμετρηθούν (εικόνα 2).



Εικόνα 2

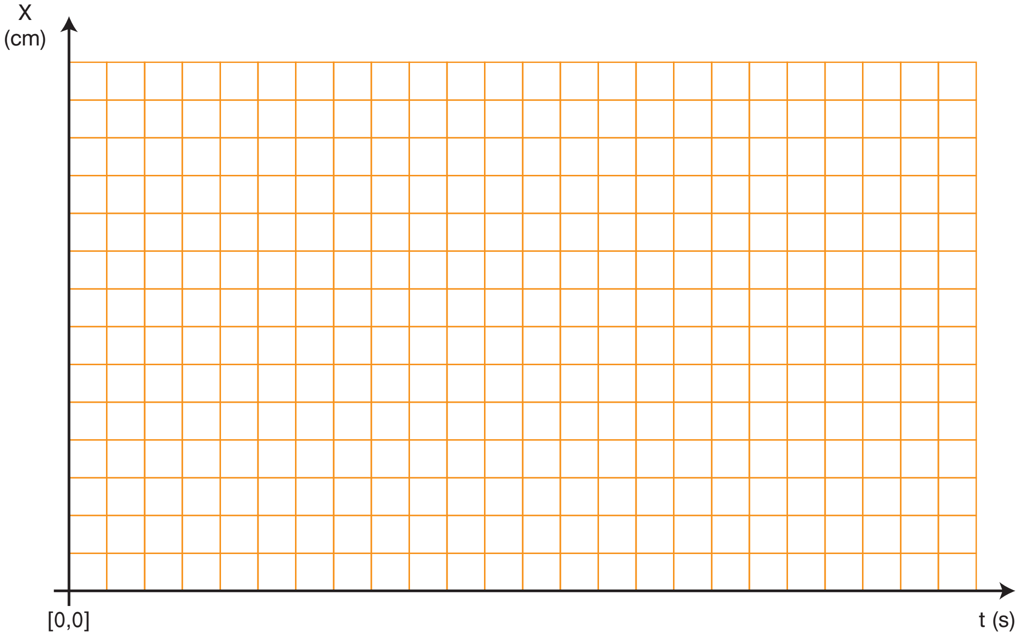
4. Σημείωσε την πέμπτη, δέκατη, δέκατη πέμπτη, κοκ κουκίδα. Συμπλήρωσε τον πίνακα 1 του φύλλου εργασίας. Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο κουκίδων είναι 0,02s.

# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**Πίνακας 1**

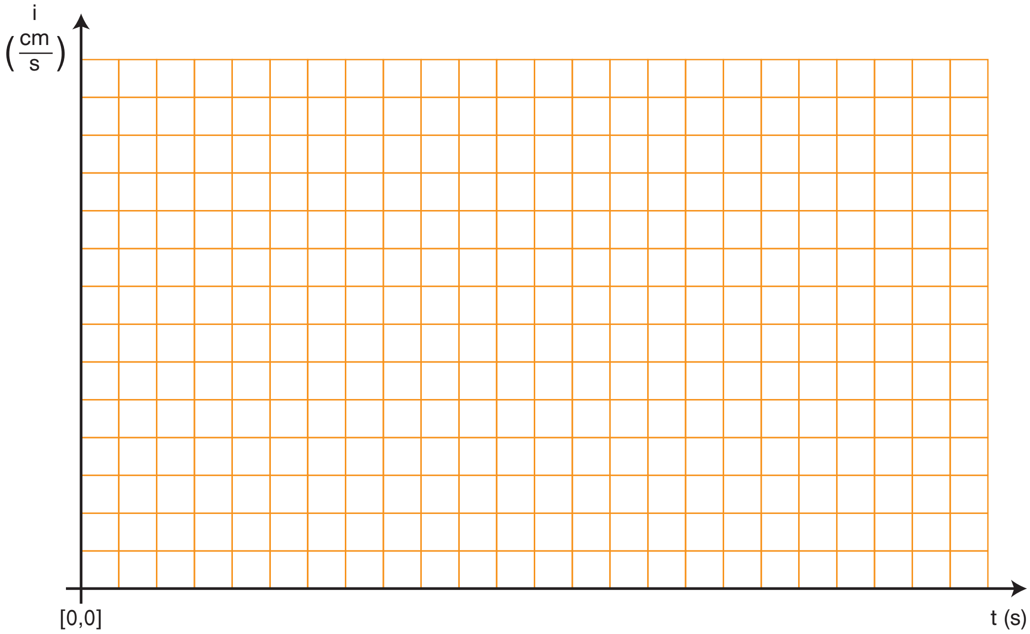
| Αριθμός κουκίδας | Χρόνος που αντιστοιχεί **(s)** | Μετατόπιση **Δx (m)** | Χρονικό διάστημα **Δt** (σε **s**) | Ταχύτητα **Δx/Δt (m/sec)** |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | – | |
| 5 | 0,1 | | 0,1–0 = 0,1 | |
| 10 | 0,2 | | 0.2–0,1 = 0,1 | |
| 15 | 0,3 | | 0,3–0,2 = 0,1 | |
| 20 | 0,4 | | 0,4–0,3 = 0,1 | |
| 25 | 0,5 | | 0,5–0,4 = 0,1 | |
| 30 | 0,6 | | 0,6–0,5 = 0,1 | |
| 35 | 0,7 | | 0,7–0,6 = 0,1 | |
| 40 | 0,8 | | 0,8–0,7 = 0,1 | |
| 45 | 0,9 | | 0,9–0,8 = 0,1 | |

1. Από τις τιμές της μετατόπισης που καταχώρησες στον πίνακα 1 κάνε τη γραφική παράσταση της μετατόπισης του αμαξιδίου σε συνάρτηση με το χρόνο.




2. Με ποια καμπύλη απ' αυτές που διδάχθηκες στα Μαθηματικά της β Γυμνασίου, μοιάζει το γράφημα που προέκυψε; Σε ποια μορφής μαθηματική συνάρτηση αντιστοιχεί;

3. Με βάση τη συνάρτηση που εκφράζει τη σχέση μετατόπισης – χρόνου, συμπεραίνουμε ότι η μετατόπιση του αμαξιδίου είναι ...... του χρόνου.
4. Με βάση τις τιμές της ταχύτητας που υπολόγισες, και έχεις καταγράψει στον Πίνακα 1, κάνε τη γραφική παράσταση της ταχύτητας με το χρόνο. Χρησιμοποίησε το σύστημα αξόνων του παρακάτω σχήματος.




5. Σε ποια μορφής μαθηματική συνάρτηση αντιστοιχεί το παραπάνω διάγραμμα;
6. Από τη γραφική παράσταση συμπεραίνουμε ότι η ταχύτητα είναι ............................... του χρόνου. Η κίνηση αυτή ονομάζεται ............................................................ κίνηση.
7. Υπολόγισε την κλίση του γραφήματος ταχύτητας – χρόνου.

   Κλίση = ............................................................

8. Το μέγεθος που εκφράζει η κλίση είναι η επιτάχυνση της κίνησης. Επειδή η γραφική παράσταση της ταχύτητας με το χρόνο είναι ευθεία, η κλίση της είναι σταθερή. Επομένως η επιτάχυνση του αμαξιδίου είναι σταθερή.

## ☞ Συμπεράσματα

- Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση μελέτησες την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση δηλαδή την επιταχυνόμενη κίνηση που η επιτάχυνση παραμένει σταθερή.
- Επιβεβαίωσες πειραματικά ότι
  η επιτάχυνση είναι σταθερή
  η ταχύτητα είναι ανάλογη του χρόνου και
  η μετατόπιση ανάλογη του τετραγώνου του χρόνου.
- Έμαθες να αναγνωρίζεις την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα από ένα διάγραμμα
  α. ταχύτητας-χρόνου
  β. θέσης-χρόνου

## ☞ Ερωτήσεις

1. Πρόβλεψε πώς θα μεταβληθεί η γραφική παράσταση της ταχύτητας του αμαξιδίου σε σχέση με το χρόνο, αν αυξήσουμε την κλίση του κεκλιμένου επιπέδου. Επιβεβαίωσε την πρόβλεψή σου πειραματικά.
2. Χρησιμοποίησε την τιμή της επιτάχυνσης που υπολόγισες, για να βρεις τη μαθηματική σχέση της επιτάχυνσης σε συνάρτηση με το χρόνο. Κάνε τη γραφική παράσταση της σχέσης που βρήκες, επιλέγοντας κατάλληλο σύστημα ορθογωνίων αξόνων.