

ΦΥΣΙΚΗ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	Νικόλαος Αντωνίου , Καθηγητής Πανεπιστημίου Αθηνών Παναγιώτης Δημητριάδης , Φυσικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κωνσταντίνος Καμπούρης , Φυσικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κωνσταντίνος Παπαμιχάλης , Φυσικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Λαμπρινή Παπασιμίπα , Φυσικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
ΚΡΙΤΕΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ	Αντώνιος Αντωνίου , Φυσικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Κωνσταντίνος Στεφανίδης , Σχολικός Σύμβουλος Αικατερίνη Πομόνη-Μανατάκη , Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Πατρών (Τμήμα Φυσικής)
ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ	Θεόφιλος Χατζητσομπάνης , Μηχανικός ΕΜΠ, Εκπαιδευτικός
ΦΙΛΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ	Μαρία Αλιφεροπούλου , Φιλολόγος
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΠΟΕΡΓΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ	Γεώργιος Κ. Παληός , Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
ΕΞΩΦΥΛΛΟ	Ιωάννης Γουρζής , Ζωγράφος
ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΑΦΟΙ Ν. ΠΑΠΠΑ & ΣΙΑ Α.Ε.Β.Ε. , Ανώνυμος Εκδοτική & Εκτυπωτική Εταιρεία

Γ' Κ.Π.Σ./ΕΠΕΑΕΚ II/Ενέργεια 2.2.1/Κατηγορία Πράξεων 2.2.1.α:
«Αναμόρφωση των προγραμμάτων σπουδών και συγγραφή νέων εκπαιδευτικών πακέτων»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Δημήτριος Γ. Βλάχος

Ομότιμος Καθηγητής του Α.Π.Θ.

Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Πράξη με τίτλο:

«Συγγραφή νέων βιβλίων και παραγωγή υποστηρικτικού εκπαιδευτικού υλικού με βάση το ΔΕΠΠΣ και τα ΑΠΣ για το Γυμνάσιο»

Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου

Αντώνιος Σ. Μπομπέτσας

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Αναπληρωτές Επιστημονικοί Υπεύθυνοι Έργου

Γεώργιος Κ. Παληός

Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Ιγνάτιος Ε. Χατζηευστρατίου

Μόνιμος Πάρεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Έργο συγχρηματοδοτούμενο 75% από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και 25% από εθνικούς πόρους.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Νικόλαος Αντωνίου, Παναγιώτης Δημητριάδης, Κωνσταντίνος Καμπούρης,
Κωνσταντίνος Παπαμιχάλης, Λαμπρινή Παπατσιμπα

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ: 

ΦΥΣΙΚΗ

Β' Γυμνασίου

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή

1. Πείραμα και θεωρία	7
2. Η εργαστηριακή άσκηση	7
3. Μέτρα ασφαλείας στο εργαστήριο	8
4. Σύμβολα ασφαλείας	8

Μέτρηση – Σφάλματα – Γραφικές παραστάσεις

1. Πώς μετράμε ένα μέγεθος	9
2. Πώς προκύπτουν τα σφάλματα στις μετρήσεις των φυσικών μεγεθών	10
3. Πώς σχεδιάζουμε πειραματικά τη γραφική παράσταση δύο φυσικών μεγεθών που σχετίζονται μεταξύ τους;	12
4. Μεταβολές μεγεθών	13

Εργαστηριακές ασκήσεις

1η εργαστηριακή άσκηση: Μέτρηση μήκους – Εμβαδού – Όγκου	15
2η εργαστηριακή άσκηση: Μέτρηση βάρους – Μάζας – Πυκνότητας	18
3η εργαστηριακή άσκηση: Μελέτη ευθύγραμμων κινήσεων	21
4η εργαστηριακή άσκηση: Μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης	24
5η εργαστηριακή άσκηση: Σύνθεση δυνάμεων	26
6η εργαστηριακή άσκηση: Ισορροπία σημείου κάτω από τη δράση συγγραμμικών δυνάμεων	30
7η εργαστηριακή άσκηση: Νόμος του Hook	32
8η εργαστηριακή άσκηση: Η υδροστατική πίεση	34
9η εργαστηριακή άσκηση: Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη	37
10η εργαστηριακή άσκηση: Βαθμονόμηση θερμομέτρου	41
11η εργαστηριακή άσκηση: Διαστολή υγρών και αερίων	44
12η εργαστηριακή άσκηση: Μετατροπή φάσης – Βρασμός	48
13η εργαστηριακή άσκηση: Μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία	51
14η εργαστηριακή άσκηση: Διατήρηση της ενέργειας κατά τη μεταφορά θερμότητας – Θερμική ισορροπία	54

Συμπλήρωμα

Η εισαγωγή των Νέων Τεχνολογιών στο εργαστήριο των Φ.Ε.	58
1η εργαστηριακή άσκηση: Κίνηση – Ακινησία	59
2η εργαστηριακή άσκηση: Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση	64
3η εργαστηριακή άσκηση: Μεταφορά θερμότητας. Θερμική ισορροπία και διατήρηση ενέργειας	69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Πείραμα και θεωρία

Η Φυσική είναι η επιστήμη που διαμόρφωσε και συνεχίζει να διαμορφώνει 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 του 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.ά. Στη συνέχεια, στηριζόμενος στην εμπειρία του, επιχειρεί να βρει και να διατυπώσει **σχέσεις** μεταξύ των φυσικών μεγεθών, που είναι γνωστές ως **φυσικοί νόμοι**. Τέλος, εντάσσει τους φυσικούς νόμους σε ευρύτερες λογικές κατασκευές, τις **φυσικές θεωρίες**.

Παραδείγματα φυσικών νόμων:

- α. «Αν αυξήσεις τη **θερμοκρασία** μιας μεταλλικής ράβδου, αυξάνεται το **μήκος** της».
- β. «Αν προσφέρεις **θερμότητα** στο νερό και η **θερμοκρασία** του φτάσει τους 100 °C, σε ατμοσφαιρική **πίεση** 1 atm, 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 στο πλαίσιο 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 στόχο να επαληθεύσει ή να διαψεύσει ένα νόμο ή μια εικασία ή για να ανακαλύψει έναν καινούργιο.

Για παράδειγμα, για να ελέγξεις το παράδειγμα (β), δεν έχεις παρά να κάνεις το εξής: Μια μέρα που η ατμοσφαιρική πίεση είναι 1 atm 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 θερμόμετρου φτάσει τους 100 °C.

Το πείραμα παίζει κυρίαρχο ρόλο στη Φυσική. Αυτό είναι που επιβεβαιώνει ή διαψεύδει τους νόμους και τις θεωρίες που διατυπώνει 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 από την εκτέλεσή του, να έχουν οριοθετηθεί 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 παρουσιαστούν 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 δεν μάθω καλά τον τρόπο λειτουργίας της και αν δεν ζητήσω άδεια από τον καθηγητή μου.**
2. **Έχω μελετήσει 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 προτού 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 μια εστία θέρμανσης, χωρίς την άδεια και την επίβλεψη του καθηγητή μου. Θυμάμαι να τη σβήνω αμέσως μετά την εκτέλεση της εργασίας.**
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.

4. Σύμβολα ασφαλείας

Για να κυκλοφορούν με ασφάλεια οι οδηγοί στους δρόμους, υπάρχουν τα σήματα του κώδικα οδικής κυκλοφορίας. Για τον ίδιο λόγο, οι εργαστηριακές ασκήσεις που περιλαμβάνονται σ' αυτόν τον εργαστηριακό οδηγό συνοδεύονται από ορισμένα «σύμβολα ασφαλείας». Κάθε σύμβολο προειδοποιεί για τους κινδύνους που ενδεχομένως να παρουσιαστούν κατά την εκτέλεση της αντίστοιχης εργαστηριακής δραστηριότητας. Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται οι ερμηνείες των συμβόλων αυτών.

 ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΤΙΘΕΡΜΙΚΩΝ ΓΑΝΤΙΩΝ	Η χρήση αντιθερμικών γαντιών επιβάλλεται, όταν χειρίζεσαι θερμά αντικείμενα.	 ΠΡΟΣΟΧΗ ΙΣΧΥΡΕΣ ΠΗΓΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	Κίνδυνος για μάτια κατά τη χρήση ακτίνων laser ή πολύ ισχυρών πηγών ακτινοβολίας. Δεν πρέπει να κοιτάξεις ποτέ κατευθείαν την πηγή της ακτινοβολίας.
 ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΟΦΤΕΡΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ	Κίνδυνος τραυματισμού κατά το χειρισμό γυάλινων ή αιχμηρών αντικειμένων.	 ΠΡΟΣΟΧΗ ΕΥΦΛΕΚΤΕΣ ΥΛΕΣ	Κίνδυνος εγκαυμάτων από τη χρησιμοποίηση λύχνων ή άλλων εστιών θερμότητας.
 ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΣ ΚΑΙ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας, εγκαυμάτων κτλ. κατά τη χρήση ηλεκτρικών συσκευών.	 ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΓΥΑΛΙΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	Επιβάλλεται η χρήση προστατευτικών γυαλιών. Υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού, ερεθισμού ή άλλης βλάβης των ματιών.
 ΠΡΟΣΟΧΗ ΓΕΝΙΚΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ	Γενικός κίνδυνος	 ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΑΥΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΣ	Κίνδυνος από καυτές επιφάνειες

ΜΕΤΡΗΣΗ-ΣΦΑΛΜΑΤΑ-ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

1. Πώς μετράμε ένα μέγεθος;

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

- Παίρνεις ένα 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 καταγράψεις το αποτέλεσμα της μέτρησής σου ως εξής:

$$a=20,92 \text{ cm}$$

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

Κατά τη 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 συμ-

φωνήσει 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 βαθμονομημένα 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 την 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 (ανεξαρτήτως 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 είναι διαφορετικό. Για παράδειγμα, αν χρησιμοποιήσουμε ως μονάδα το μέτρο (m) αντί του cm, το αποτέλεσμα της μέτρησης της ακμής του βιβλίου θα είναι:

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

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

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

2. Πώς προκύπτουν τα σφάλματα στις μετρήσεις των φυσικών μεγεθών;

Πίνακας Α		
a/a	Μαθητές	Μήκος της ακμής (a) 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

Ας γυρίσουμε στο παράδειγμα της μέτρησης της ακμής του βιβλίου. Αν ζητούσαμε 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 διέφεραν λίγο μεταξύ τους. Στον πίνακα Α καταγράφονται οι τιμές του μήκους μιας πλευράς ενός συγκεκριμένου βιβλίου που προέκυψαν από τις μετρήσεις δέκα μαθητών.

Κάτι ανάλογο θα συμβεί, αν εσύ ο ίδιος επαναλάβεις, για παράδειγμα, δέκα φορές την ίδια μέτρηση και τοποθετήσεις τα αποτελέσματα σ' έναν 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.**

Ποιες είναι άραγε οι αιτίες των σφαλμάτων που επηρεάζουν το αποτέλεσμα μιας μέτρησης; Ποιο από 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. εικόνα 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 αναγκάζομαστε να καταφύγουμε σε υποκειμενική εκτίμηση. Για παράδειγμα, το αποτέλεσμα της μέτρησης του πλάτους του βιβλίου, που φαίνεται στο σχήμα 1, μπορεί να είναι 20,5 ή 20,6 ή 20,7 cm.



Εικόνα 1

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 αιτία σφαλμάτων.

Αντίστοιχες αιτίες σφαλμάτων μπορούμε να ανακαλύψουμε στη μέτρηση οποιουδήποτε φυσικού μεγέθους. Με βάση λοιπόν τις παραπάνω διαπιστώσεις 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.*

Βέβαια όλοι αυτοί οι τυχαίοι ή υποκειμενικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις μετρήσεις μας, δεν είναι δυνατό να ελεγχθούν και να αποφευχθούν πλήρως. Επομένως μπορούμε να ισχυριστούμε ότι όλες οι μετρήσεις ενός μεγέθους είναι μεταξύ τους ισοδύναμες και ότι έχουν την ίδια αξιοπιστία, εφ' όσον τηρούνται κάποιες 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.

Με δεδομένες αυτές τις προϋποθέσεις όλες οι μετρήσεις που καταγράφονται στον πίνακα Α θεωρούνται ισοδύναμες. 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. Επομένως αποδεχόμαστε ότι η τιμή που προσεγγίζει με τη 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.

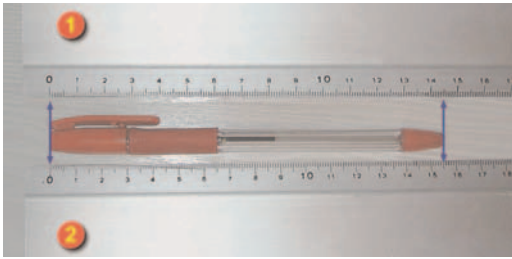
Πρέπει να τονιστεί ότι κατά τον υπολογισμό της μέσης τιμής κρατάμε στο τελικό αποτέλεσμα, τον ίδιο αριθμό δεκαδικών ψηφίων με εκείνο των επιμέρους μετρήσεων. Αν προκύπτουν περισσότερα δεκαδικά ψηφία, τα διαγράφουμε στρογγυλοποιώντας κατάλληλα το τελευταίο σημαντικό ψηφίο. Για παράδειγμα, η μέση τιμή 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 μπορεί να οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες ή στις υποκειμενικές εκτιμήσεις του παρατηρητή. Ωστόσο υπάρχει και μια άλλη πιθανή αιτία 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



Εικόνα 2.

Σύμφωνα με το χάρακα που έχει λανθασμένη βαθμολόγηση, το μήκος του αντικειμένου AB του σχήματος είναι 14,5 cm, ενώ το πραγματικό του μήκος είναι 15,5 cm.

ου σου δεν έχουν πραγματικά μήκος ένα cm. Τότε οι μετρήσεις σου θα είναι εσφαλμένες, λόγω της κακής κατασκευής του οργάνου (βλ. εικόνα 2). Τα σφάλματα που επηρεάζουν τις μετρήσεις μας και προέρχονται από λάθη στην κατασκευή ή 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.

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

Ας ξεκινήσουμε πάλι με ένα παράδειγμα.

Γνωρίζεις ότι όσο περισσότερο χρόνο θερμαίνεις μια ορισμένη μάζα νερού (προτού 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:

- Ρίχνουμε σ' ένα δοχείο ζέσεως μια ποσότητα (~200 g) νερού και το τοποθετούμε σε μια ήπια εστία θέρμανσης.
- Φέρνουμε ένα θερμόμετρο σε επαφή με το νερό έτσι ώστε να μας δείχνει διαρκώς τη θερμοκρασία του.
- Χρησιμοποιούμε ένα χρονόμετρο για να μετράμε το χρόνο θέρμανσης του νερού.
- Ανάβουμε την εστία και μετά από λίγο θέτουμε σε λειτουργία το χρονόμετρο, καταγράφοντας ταυτόχρονα και την ένδειξη του θερμομέτρου. Σημειώνουμε σ' έναν πίνακα τις τιμές της θερμοκρασίας ανά μισό ή ένα λεπτό.
- Όταν η θερμοκρασία φτάσει τους 60–70 °C, κλείνουμε την εστία και σταματούμε τις μετρήσεις.

Πίνακας Β		
Χρόνος θέρμανσης t min	Θερμοκρασία του νερού θ °C	Μεταβολή της θερμοκρασίας από την αρχική της τιμή 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

Ας υποθέσουμε ότι τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος είναι αυτά που περιέχουν οι δύο πρώτες στήλες του πίνακα Β. Παρατηρούμε, όπως εξάλλου ήταν αναμενόμενο, 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.

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

- Με ένα χάρακα σχεδιάζουμε πάνω σε ένα χιλιοστομετρικό (μιλιμετρέ) φύλλο ένα σύστημα ορθογώνιων αξόνων. Επιλέγουμε κατάλληλη κλίμακα και στον οριζόντιο άξονα τοποθετούμε τις τιμές του

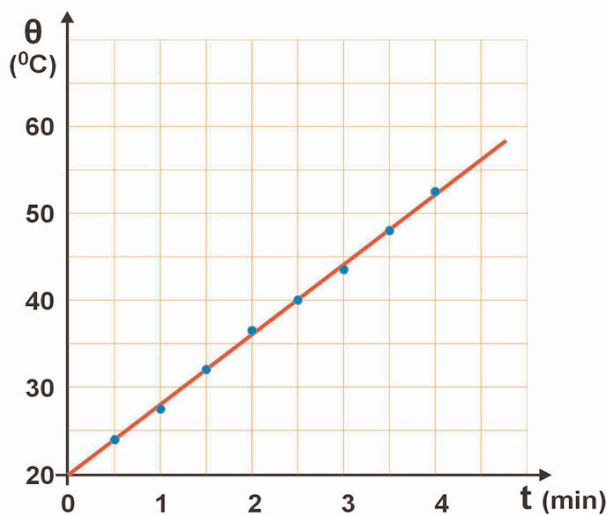
χρόνου από 0 έως 5 min. Αντίστοιχα, στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούμε τις τιμές της θερμοκρασίας, από 10 έως 50 °C.

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 ό,τι 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 (εφόσον έχουν προκύψει από μετρήσεις) περιέχουν κάποιο σφάλμα. Άρα και οι θέσεις των αντίστοιχων πειραματικών σημείων στο διάγραμμα δεν είναι απόλυτα ακριβείς.



Εικόνα 3

Πώς θα σκεφτούμε λοιπόν 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. εικόνα 3).

4. Μεταβολές μεγεθών

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

Τη στιγμή $t_1=0,5$ min, η θερμοκρασία του νερού ήταν $\theta_1=24$ °C. Τη χρονική στιγμή $t_2=1,5$ min, 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 $\theta_2=32$ °C τη θερμοκρασία $\theta_1=24$ °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

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

Τη μεταβολή της θερμοκρασίας τη συμβολίζουμε με το σύμβολο $\Delta\theta$ και γράφουμε:

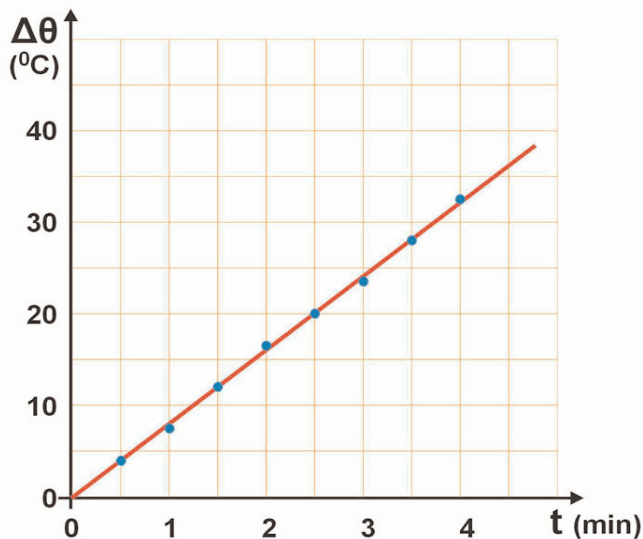
$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

οπότε στο προηγούμενο παράδειγμα η μεταβολή της θερμοκρασίας είναι

$$\Delta\theta=8\text{ }^{\circ}\text{C}$$

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 διαπιστώνουμε ότι:

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



Εικόνα 4

Όλες αυτές τις μεταβολές της θερμοκρασίας από την αρχική της τιμή μπορούμε να τις καταχωρίσουμε στην τρίτη στήλη του πίνακα Β. 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 της εικόνας 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. Επομένως, όπως γνωρίζεις από τα Μαθηματικά, τα δύο αυτά μεγέθη είναι ανά-

λογα. Έτσι από την επεξεργασία των πειραματικών μας δεδομένων καταλήξαμε στη διατύπωση ενός φυσικού νόμου: *Αν η ένταση της εστίας θέρμανσης είναι σταθερή, τότε, η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού είναι ανάλογη του χρόνου που το θερμαίνουμε.*

ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΗΚΟΥΣ- ΕΜΒΑΔΟΥ-ΟΓΚΟΥ

Εργαστηριακή Άσκηση 1

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Μέτρηση και μονάδες μέτρησης – Μήκος – Εμβαδόν επιφάνειας – Όγκος σώματος

□ Στόχοι

1. Να αποκτήσεις την ικανότητα να κάνεις απλές μετρήσεις μήκους και να υπολογίζεις αποστάσεις και διαστάσεις αντικειμένων.
2. Να υπολογίζεις εμβαδά γεωμετρικών αλλά και ακανόνιστων επίπεδων επιφανειών.
3. Να μετράς και να υπολογίζεις τον όγκο ενός υγρού και ενός στερεού σώματος.

□ Θεωρητικές επιστημονικές

Η έννοια του χώρου προκύπτει ως **κοινή ιδιότητα όλων των αντικειμένων** που μας περιβάλλουν: Κάθε άνθρωπος αντιλαμβάνεται ότι όλα τα σώματα καταλαμβάνουν κάποιο χώρο. Για να προσδιορίσουμε το χώρο που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο, χρησιμοποιούμε τις έννοιες **μήκος, επιφάνεια και όγκος**. Σ' αυτή την άσκηση θα ασχοληθούμε με τη **μέτρηση** των μεγεθών αυτών. **Όμως τι εννοούμε όταν λέμε ότι μετράμε ένα μέγεθος;**

Μέτρηση ονομάζουμε κάθε διαδικασία σύγκρισης ομοειδών μεγεθών. Αν για παράδειγμα, συγκρίνουμε την απόσταση δύο σημείων του χώρου με ένα δεδομένο μήκος, λέμε ότι κάνουμε μέτρηση μήκους. Η σύγκριση δύο επιφανειών ονομάζεται μέτρηση εμβαδού κτλ.

Για να είναι τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκρίσιμα μεταξύ τους, είναι απαραίτητη η επιλογή συγκεκριμένων μονάδων μέτρησης για κάθε μέγεθος. Η επιλογή αυτή γίνεται με κοινή συμφωνία (σύμβαση) όλων των επιστημόνων. Έτσι, για τη μέτρηση του μήκους έχει επιλεγεί ως μονάδα το μέτρο (m), για τη μέτρηση της θερμοκρασίας ο βαθμός Κελσίου (C) κτλ.

Σε κάθε μέτρηση υπεισέρχεται πάντοτε ένα σφάλμα, μικρό ή μεγάλο. Το σφάλμα αυτό μπορεί να οφείλεται:

- a. Σε ατέλειες της κατασκευής του οργάνου που χρησιμοποιούμε (ακρίβεια του οργάνου, κατάλληλη κλίμακα, κατασκευαστικές ατέλειες κτλ).
- β. Σε λανθασμένους χειρισμούς ή σε υποκειμενικές εκτιμήσεις που μπορεί να κάνουμε κατά τη μέτρηση (στην τοποθέτηση των οργάνων μέτρησης, στην ανάγνωση της ένδειξης κτλ.).
- γ. Σε βαθύτερες αιτίες που είναι συνυφασμένες με την ίδια τη δομή και τη λειτουργία του φυσικού κόσμου. [Για παράδειγμα, δεν μπορούμε να μετρήσουμε ταυτόχρονα και με απεριόριστη ακρίβεια τη θέση και την ταχύτητα ενός ηλεκτρονίου, όσο περίπλοκες συσκευές και αν επινοήσουμε!]

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Χάρακας, γνόμενας, μετροταινία
- ✓ Χαρτί μιλιμετρέ
- ✓ Διαφάνειες
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος
- ✓ Νερό
- ✓ Πλαστελίνη

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Μέτρηση μήκους



1. Με τη μετροταινία μίτρησε τις διαστάσεις του θρανίου σου ή του πάγκου του εργαστηρίου. Μέτρησε κάθε διάσταση πέντε φορές. Σημείωσε στον πίνακα Α όλα τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έκανες. Υπολόγισε τη **μέση τιμή** του μήκους κάθε διάστασης.

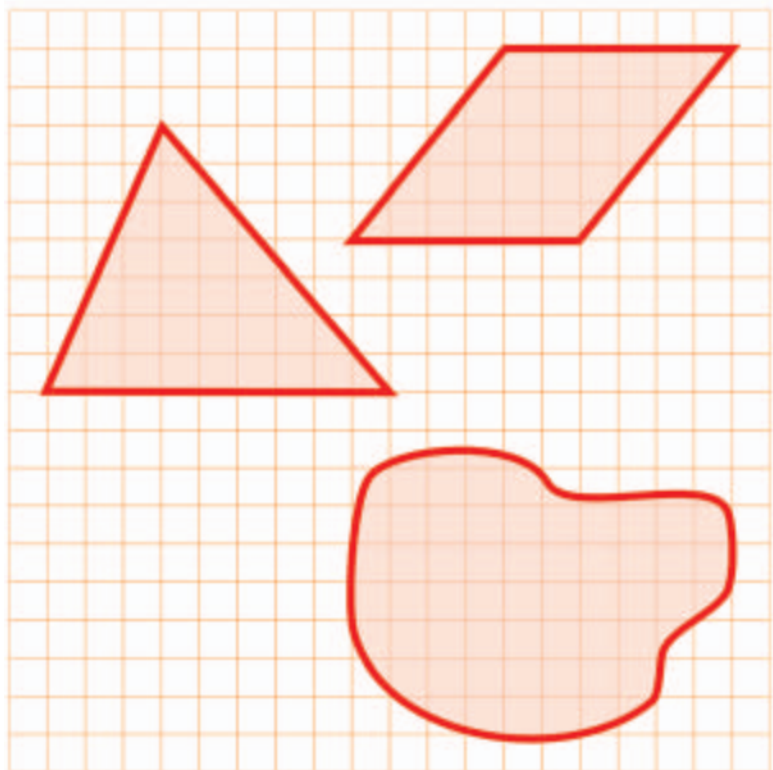
2. Μέτρησε με το χάρακα το πάχος 50 εσωτερικών φύλλων του βιβλίου της Φυσικής. Υπολόγισε το πάχος που έχει το κάθε φύλλο. Καταχώρισε τα αποτελέσματα στον πίνακα Α.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Μέτρηση εμβαδού

1. Χρησιμοποιώντας το χάρακα, κάνε τις κατάλληλες μετρήσεις για να υπολογίσεις το εμβαδόν του τριγώνου και του παραλληλογράμμου, που εικονίζονται στο διπλανό σχήμα. Σημείωσε τα αποτελέσματα στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα Β.

2. Μέτρησε το εμβαδόν των ίδιων σχημάτων με τη βοήθεια των τετραγώνων του μιλιμετρέ χαρτιού. Σημείωσε τα αποτελέσματα στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα Β. Οι τιμές των εμβαδών, που έχουν προκύψει για κάθε σχήμα, είναι ίδιες; [ΝΑΙ – ΟΧΙ]. Αν όχι, πού αποδίδεις τη διαφορά;

3. Μέτρησε το εμβαδόν της ακανόνιστης επιφάνειας του σχήματος. Γράψε το αποτέλεσμα στον πίνακα Β.



Πείραμα 3: Μέτρηση του όγκου στερεού σώματος

Πώς θα μετρήσουμε τον όγκο ενός στερεού σώματος που δεν έχει γεωμετρικό σχήμα;



1. Μέσα σε έναν ογκομετρικό κύλινδρο (των 200 mL) ρίξε νερό περίπου μέχρι τη μέση.
2. Τοποθέτησέ τον πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια και σημείωσε στον πίνακα Γ την ένδειξη που αντιστοιχεί στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού (βλ. σχήμα).
3. Πάρε ένα κομμάτι πλαστελίνης, που μπορεί να μπει άνετα μέσα στο σωλήνα. Δέσε το με ένα νήμα και βύθισέ το μέσα στο νερό κρατώντας την ελεύθερη άκρη του νήματος.
4. Σημείωσε στον πίνακα Γ τη νέα ένδειξη που αντιστοιχεί στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού στο σωλήνα.
5. Με βάση τις δύο ενδείξεις, υπολόγισε τον όγκο του κομματιού της πλαστελίνης. Σημείωσε το αποτέλεσμα στον πίνακα Γ.



Εικόνα 1
Πειραματική διάταξη για τη μέτρηση του όγκου στερεού σώματος

ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ-ΜΑΖΑΣ-ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ

Εργαστηριακή Άσκηση 2

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Όγκος – Μάζα – Βάρος – Πυκνότητα

□ Στόχοι

1. Να αποκτήσεις την ικανότητα να μετράς:
 - α. Το βάρος ενός στερεού σώματος με ένα δυναμόμετρο.
 - β. Τη μάζα ενός στερεού και ενός υγρού σώματος χρησιμοποιώντας έναν απλό ή έναν ηλεκτρονικό ζυγό.
2. Να υπολογίζεις την πυκνότητα ενός σώματος μετρώντας τη μάζα και τον όγκο του.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Το βάρος (W) ενός σώματος είναι η δύναμη με την οποία το έλκει η Γη. Μπορώ να το μετρήσω με ένα δυναμόμετρο ή με ένα ζυγό.

Το βάρος (W) είναι ανάλογο με τη μάζα (m) του σώματος:

$$W = g \cdot m$$

Η σταθερά g ονομάζεται «επιτάχυνση της βαρύτητας» και εξαρτάται από το γεωγραφικό τόπο που βρίσκεται το σώμα. Η τιμή του g στη γεωγραφική περιοχή της Ελλάδας και κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, είναι $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Οπότε, στον ίδιο τόπο, δύο σώματα που έχουν ίσες μάζες, έχουν και ίδια βάρη. Χάρη σε αυτή τη σημαντική ιδιότητα, μπορούμε να συγκρίνουμε τις μάζες δύο σωμάτων μετρώντας τα βάρη τους. Έτσι, η μέτρηση μάζας ανάγεται σε μέτρηση βάρους:

Η μέτρηση της μάζας ενός σώματος γίνεται με ένα ζυγό που είναι βαθμονομημένος σε μονάδες μάζας (συνήθως σε κιλά kg ή g).

Αν ζυγίσουμε ίσους όγκους διαφορετικών σωμάτων, θα δούμε ότι έχουν διαφορετικές μάζες. Για παράδειγμα, 1 cm^3 χαλκού ζυγίζει $3,9 \text{ g}$, ενώ 1 cm^3 αλουμινίου ζυγίζει $2,7 \text{ g}$. Από το γεγονός αυτό, προκύπτει η έννοια της **πυκνότητας**: **Ονομάζεται η μάζα που έχει μια μονάδα όγκου του σώματος (1 cm^3 ή 1 m^3).** Για να την υπολογίσουμε, χρησιμοποιούμε τη σχέση:

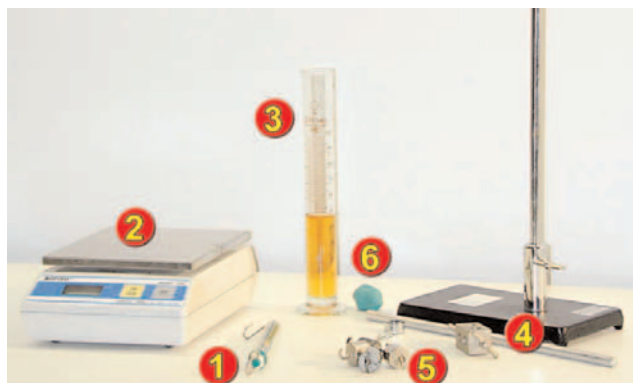
$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

όπου m παριστάνει τη μάζα του σώματος και V τον όγκο του. Οι μονάδες πυκνότητας που χρησιμοποιούνται συνήθως, είναι το kg/m^3 και το gr/cm^3 .

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Δυναμόμετρο (1)
- ✓ Ζυγός (2)
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος (3)
- ✓ Ορθοστάτης, ράβδοι στήριξης, άγκιστρα, σύνδεσμοι (4)
- ✓ Βαρίδια (5)
- ✓ Νερό – Πλαστελίνη (6)



Εικόνα 1

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Μέτρηση του βάρους και της μάζας ενός σώματος

1. Κρέμασε το δυναμόμετρο σε έναν ορθοστάτη.
2. Ρύθμισε με τη βοήθεια του κοχλίου τη θέση του δείκτη ώστε να δείχνει το μηδέν.
3. Τοποθέτησε στο άγκιστρο του δυναμομέτρου ένα βαρίδι. Με βάση την ένδειξη του δυναμομέτρου, υπολόγισε τη μάζα του βαριδιού και σημείωσέ τη στον πίνακα Α.
4. Τοποθέτησε ένα ζυγό σε οριζόντια επιφάνεια έχοντας το δίσκο του κενό. Ρύθμισε το μηχανικό (ή τον ηλεκτρονικό) βερνιέρο ώστε ο ζυγός να ισορροπεί και όλοι οι δείκτες του να βρίσκονται στο μηδέν.
5. Τοποθέτησε πάνω στο δίσκο του ζυγού το βαρίδι που χρησιμοποιήσες στο βήμα 3. Ισορρόπησε το ζυγό μετακινώντας τα βαράκια της φάλαγγας στις κατάλληλες θέσεις. (Ή, αν ο ζυγός είναι ηλεκτρονικός, διάβασε απευθείας τη μέτρηση). Σημείωσε την ένδειξη στον πίνακα Α.
6. Τοποθέτησε πάνω στο δίσκο του ζυγού έναν ογκομετρικό κύλινδρο. Πόση είναι η μάζα του; Γράψε την τιμή της στον πίνακα Α.
7. Ρίξε μέσα στον κύλινδρο νερό και σημείωσε τον όγκο του. Ζύγισε τον κύλινδρο με το νερό και γράψε τη μάζα τους στον πίνακα Α.
8. Από τις δύο τελευταίες μετρήσεις, υπολόγισε τη μάζα του νερού που περιέχει ο κύλινδρος.



Εικόνα 2

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Μέτρηση της πυκνότητας υγρών σωμάτων

1. Ζύγισε τον ογκομετρικό κύλινδρο. Σημείωσε τη μάζα του στον πίνακα Β.
2. Ρίξε μέσα στον κύλινδρο νερό και σημείωσε τον όγκο του στον πίνακα Β.
3. Ζύγισε τον κύλινδρο μαζί με το νερό και υπολόγισε τη μάζα του περιεχόμενου νερού. Γράψε την τιμή της στον πίνακα Β.
4. Χρησιμοποίησε τη σχέση (1) για να βρεις την πυκνότητα του νερού. Σημείωσε την τιμή της στον πίνακα Β.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3: Μέτρηση της πυκνότητας στερεών σωμάτων

Εικόνα 3

1. Χρησιμοποίησε πέντε όμοιες ράβδους πλαστελίνης. Κόψε κάθε ράβδο ακριβώς στη μέση. Φτιάξε τέσσερα μπαλάκια πλαστελίνης διαφορετικών μαζών, πλάθοντας αντίστοιχα: μια, δύο, τρεις και τέσσερις μισές ράβδους. Ζύγισε κάθε μπαλάκι και γράψε την τιμή της μάζας του στον πίνακα Γ.
2. Με βάση τη μέχρι τώρα εμπειρία σου, απάντησε στην ακόλουθη ερώτηση:
Ποιο από τα τρία μπαλάκια έχει μεγαλύτερη πυκνότητα;
 - ❖ Το βαρύτερο
 - ❖ Το ελαφρύτερο
 - ❖ Έχουν την ίδια πυκνότητα

Στη συνέχεια, υπολόγισε πειραματικά την πυκνότητα που έχει κάθε μπαλάκι, για να επιβεβαιώσεις (ή να διαψεύσεις) την πρόβλεψή σου:
3. Μέτρησε τον όγκο που έχει κάθε μπαλάκι, με τον τρόπο που έμαθες στην άσκηση 1. Σημείωσε τις τιμές των όγκων στον πίνακα Γ.
4. Υπολόγισε την πυκνότητα που έχει κάθε μπαλάκι, χρησιμοποιώντας τη σχέση 1. Γράψε τις αντίστοιχες τιμές στον πίνακα Γ.
5. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας για την εργαστηριακή άσκηση.

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ

Εργαστηριακή Άσκηση 3

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Σύστημα αναφοράς – θέση – τροχιά – μετατόπιση – χρονικό διάστημα

□ Στόχοι

1. Να καθορίζεις ένα σύστημα αναφοράς και να το χρησιμοποιείς για τον προσδιορισμό της θέσης ενός αντικειμένου, πάνω σε μια ευθεία γραμμή.
2. Να χρησιμοποιείς το χρονομετρητή για τη μελέτη των ευθύγραμμων κινήσεων.
3. Να επεξεργάζεσαι μια χαρτοταινία χρονομετρητή και να αντλείς απ' αυτή πληροφορίες για την κίνηση ενός σώματος.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Ένα από τα πιο σημαντικά φαινόμενα που μελετάμε στη Φυσική είναι οι κινήσεις των σωμάτων. Οι πραγματικές κινήσεις των σωμάτων είναι συνήθως πολύπλοκες. Έτσι, για να κατανοήσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά των κινήσεων, ξεκινάμε τη μελέτη μας με την πιο απλή περίπτωση των ευθύγραμμων κινήσεων. Ευθύγραμμη κίνηση κάνει ένα σώμα, όταν η **τροχιά** του είναι μια ευθεία γραμμή.

Όταν μελετάμε την κίνηση ενός σώματος, προσπαθούμε να απαντήσουμε στα ακόλουθα ερωτήματα, που αφορούν το κινούμενο σώμα:

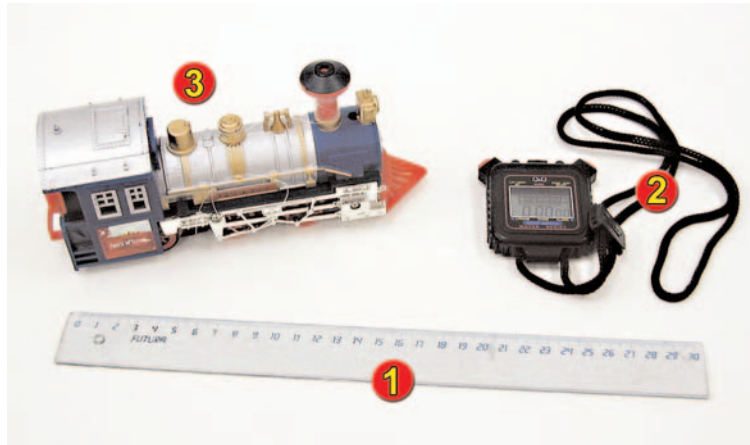
- **Πού** βρίσκεται; [Δηλαδή σε ποια θέση βρίσκεται το σώμα σε σχέση με μας ή με κάποιο σημείο που εμείς ορίζουμε ως **σημείο αναφοράς**;
- **Πότε**; [Δηλαδή ποια χρονική στιγμή βρίσκεται το σώμα σε μια συγκεκριμένη θέση;]
- **Πόσο χρόνο**; [Δηλαδή για πόσο χρονικό διάστημα κινήθηκε;]
- **Πόσο μετατοπίστηκε**;
- **Πόσο γρήγορα κινείται**;
- **Πόσο γρήγορα μεταβάλλεται η ταχύτητά του**;

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

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Χάρακας ή μετροταινία (1)
- ✓ Χρονόμετρο (2)
- ✓ Ηλεκτρικό τρενάκι (3)
- ✓ Ηλεκτρικός χρονομέτρης (4)

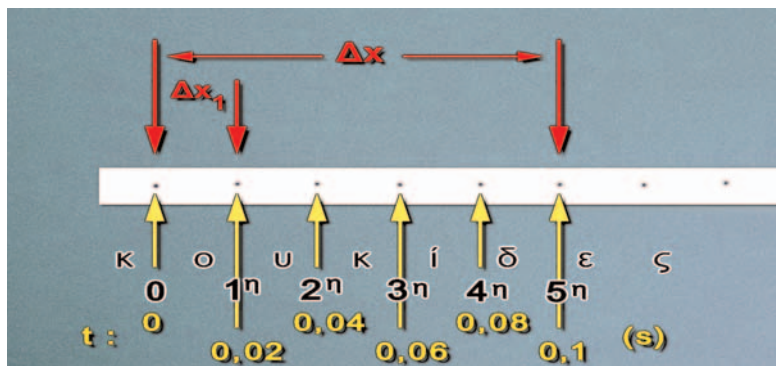


Εικόνα 1

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Προσδιορισμός της θέσης και της μετατόπισης, με τη βοήθεια χάρακα και χρονομέτρου

1. Βάλτε σε κίνηση το ηλεκτρικό τρενάκι και με τη βοήθεια της μετροταινίας και του χρονομέτρου υπολόγισε σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές τη θέση του, σε σχέση με την αρχική του θέση (σημείο αναφοράς), συμπληρώνοντας τον πίνακα Α.
2. Συμπλήρωσε στο τετράδιο το φύλλο εργασίας 1.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Προσδιορισμός της θέσης και της μετατόπισης, με τη βοήθεια χρονομετρητή



Εικόνα 2

Ο προσδιορισμός της θέσης ενός κινούμενου σώματος σε διάφορες χρονικές στιγμές μπορεί να γίνει πολύ εύκολα και με μεγαλύτερη ακρίβεια, αν χρησιμοποιήσουμε τον **ηλεκτρικό χρονομετρητή**.

Ο ηλεκτρικός χρονομετρητής είναι ένα εργαστηριακό όργανο που μπορεί να αποτυπώνει τη θέση του κινητού κάθε 0,02 s (ή κάποιο άλλο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα-ανάλογα με τον τύπο του), πάνω σε μια χαρτοταινία.

Η χαρτοταινία περνά μέσα από το χρονομετρητή και τη μια άκρη της την κολλάμε στο σώμα του οποίου θέλουμε να μελετήσουμε την κίνηση. Όταν κλείσουμε το διακόπτη, η ακίδα του χρονομετρητή κτυπά πάνω στη χαρτοταινία και αφήνει ένα σημάδι κάθε 0,02 s.

Έτσι, η απόσταση δύο διαδοχικών κουκκίδων είναι ίση με τη μετατόπιση του κινητού σε χρονικό διάστημα 0,02s. Συνήθως μετράμε την απόσταση 5 διαδοχικών κουκκίδων. Δηλαδή, τη μετατόπιση του κινητού σε χρόνο $\Delta t = 5 \times 0,02 \text{ s} = 0,1 \text{ s}$.

1. Κόψε μια χαρτοταινία μήκους ενός μέτρου περίπου και πέρασέ τη μέσα από τους οδηγούς του χρονομετρητή. Κράτησε τη χαρτοταινία στην άκρη του χρονομετρητή.
2. Θέσε σε λειτουργία το χρονομετρητή.
3. Τράβηξε τη χαρτοταινία απότομα με το χέρι σου. Στη χαρτοταινία έχει αποτυπωθεί η κίνηση του χεριού σου.
4. Συμπλήρωσε στο τετράδιο το φύλλο εργασίας 2.

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗΣ ΟΜΑΛΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Εργαστηριακή Άσκηση 4

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θέση - χρόνος - μετατόπιση – χρονικό διάστημα – ταχύτητα

□ Στόχοι

1. Να υπολογίζεις την ταχύτητα ενός σώματος με τη βοήθεια του χρονομετρητή.
2. Να αναγνωρίζεις την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση από διάγραμμα:
 - α. Θέσης-χρόνου
 - β. Ταχύτητας-χρόνου

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

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

Η μέση ταχύτητα (\bar{v}) ενός σώματος που κινείται σε ευθεία γραμμή, μπορεί να υπολογισθεί πειραματικά από το πηλίκο της μετατόπισης του ($\Delta\bar{x}$) προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα (Δt):

$$\bar{v} = \frac{\Delta\bar{x}}{\Delta t}$$

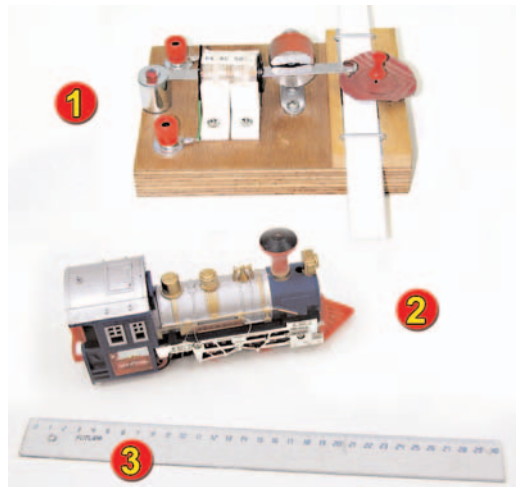
Όταν το χρονικό διάστημα αυτό είναι πάρα πολύ μικρό, η μέση ταχύτητα ισούται με τη στιγμιαία.

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.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

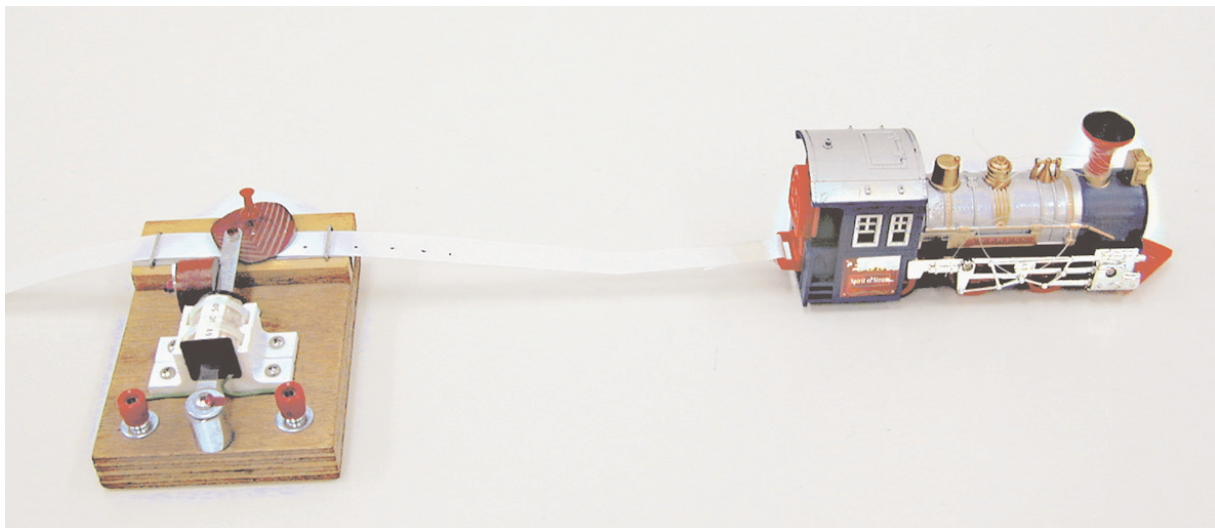
□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Ηλεκτρικός χρονομετρητής και χαρτοταινία (1)
- ✓ Ηλεκτρικό τρενάκι (2)
- ✓ Χάρακας (3)



Εικόνα 1

1. Στήριξε το χρονομετρητή στην άκρη του εργαστηριακού πάγκου.
2. Κόψε μια χαρτοταινία μήκους 1 m περίπου, πέρασέ τη μέσα από το χρονομετρητή και κόλλησε το άκρο της στο ηλεκτρικό τρενάκι.



Εικόνα 2

3. Θέσε σε λειτουργία το χρονομετρητή και μετά το τρενάκι. Παρακολούθησε την καταγραφή της κίνησης του πάνω στη χαρτοταινία (δες την εικόνα 2).

ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Εργαστηριακή Άσκηση 5

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Δύναμη – Συνισταμένη δυνάμεων – Συνιστώσες δυνάμεις

□ Στόχοι

1. Να δείχνεις πειραματικά ότι η συνισταμένη δύο δυνάμεων προκαλεί τα ίδια αποτελέσματα με τις συνιστώσες της.
2. Να σχεδιάζεις τη συνισταμένη:
 - α. δύο συγγραμμικών δυνάμεων
 - β. δύο κάθετων μεταξύ τους δυνάμεων και να υπολογίζεις το μέτρο και την κατεύθυνσή της.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Πάνω σε ένα σώμα ασκούμε δύο δυνάμεις (F_1 και F_2) και το κρατάμε ακίνητο στον αέρα. Μπορούμε να κρατήσουμε το **ίδιο** σώμα ακίνητο ασκώντας πάνω του μόνο μία δύναμη (F): Η δύναμη F έχει τα ίδια αποτελέσματα με την **ταυτόχρονη** δράση των F_1 και F_2 . Τότε η δύναμη F ονομάζεται **συνισταμένη** των δυνάμεων F_1 και F_2 .

Το μέτρο της συνισταμένης δύο δυνάμεων εξαρτάται από τα μέτρα τους, αλλά και από τις κατευθύνσεις τους (εικόνα 1). Για παράδειγμα, αν δύο δυνάμεις με μέτρα $F_1=3\text{ N}$ και $F_2=4\text{ N}$ ασκούνται σε ένα σώμα, τότε:

- α. αν οι δυνάμεις είναι συγγραμμικές και ομόρροπες, η συνισταμένη τους (F) έχει μέτρο:

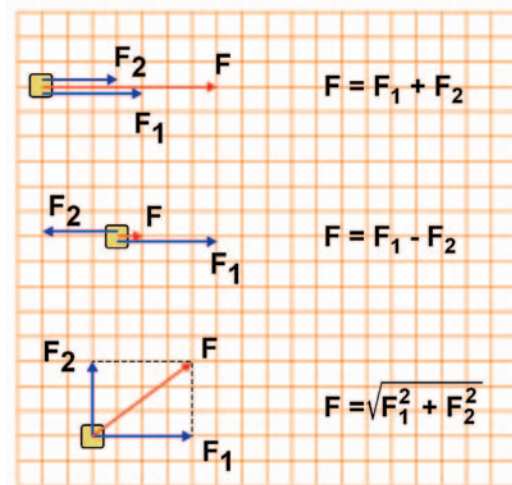
$$F = F_1 + F_2 = (3+4)\text{ N} = 7\text{ N}$$

- β. αν οι δυνάμεις είναι συγγραμμικές και αντίρροπες, η συνισταμένη τους (F) έχει μέτρο:

$$F = F_1 - F_2 = (4-3)\text{ N} = 1\text{ N}$$

- γ. αν έχουν κάθετες διευθύνσεις, το μέτρο της συνισταμένης τους ισούται με το μήκος της διαγωνίου του ορθογωνίου παραλληλογράμμου, που σχηματίζουν οι δύο δυνάμεις. Με εφαρμογή του Πυθαγορείου θεωρήματος, έχουμε: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{4^2 + 3^2}\text{ N} = \sqrt{25}\text{ N} = 5\text{ N}$. Παρατήρησε ότι το μέτρο της συνισταμένης μεταβάλλεται, όταν αλλάζουμε τις σχετικές κατευθύνσεις των συνιστωσών δυνάμεων.

Το μέτρο μιας δύναμης το μετράμε με το δυναμόμετρο.



Εικόνα 1

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

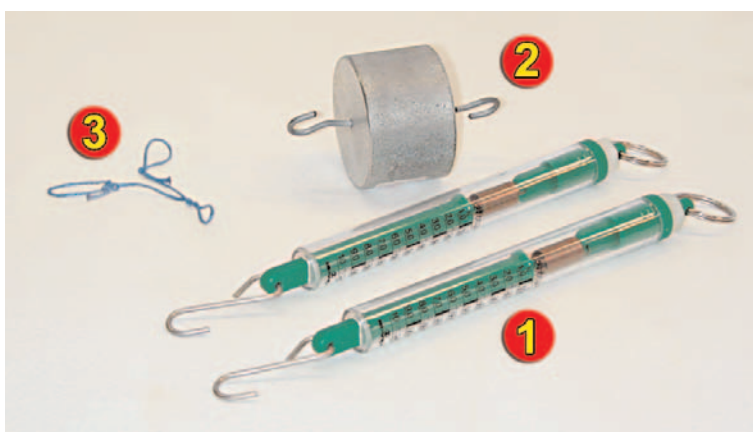
□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Δύο δυναμόμετρα 10 N (1)
- ✓ Ένα βαρίδι βάρους 5 N (2)
- ✓ Νήμα (3)

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Συνισταμένη συγγραμμικών δυνάμεων

A. Ομόρροπες δυνάμεις

1. Κάνε στο νήμα τρεις θηλιές, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.



Εικόνα 2

2. Κρέμασε το βαρίδι από τα δύο δυναμόμετρα (Δ_1 και Δ_2). Μέσω του νήματος και κράτησέ το στον αέρα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.
3. Φρόντισε ώστε η ένδειξη του ενός δυναμομέτρου (για παράδειγμα του Δ_1) να είναι $F_1=2$ N. Πόση είναι τότε η ένδειξη (F_2) του άλλου (του Δ_2); Καταχώρισε τη μέτρησή σου στον πίνακα A.
4. Επανάλαβε την παραπάνω διαδικασία και συμπλήρωσε τον πίνακα A.



Εικόνα 3

5. Κράτησε το ίδιο βαρίδι στον αέρα χρησιμοποιώντας ένα δυναμόμετρο (εικόνα 4). Σημείωσε στο τετράδιο εργασίας την ένδειξη του δυναμομέτρου (F).

B. Αντίρροπες δυνάμεις (εικόνες 5 και 6).

6. Με τη βοήθεια των δύο δυναμομέτρων Δ_1 , Δ_2 κράτησε στον αέρα το βαρίδι, όπως παριστάνεται στην εικόνα 5.
7. Φρόντισε η ένδειξη του Δ_2 (F_2) να είναι 1 N. Πόση είναι η ένδειξη (F_1) του Δ_1 ; Καταχώρησε τη μέτρησή σου στον πίνακα Β του φύλλου εργασίας.
8. Επανάλαβε την παραπάνω διαδικασία και συμπλήρωσε τον πίνακα Β.



Εικόνα 4



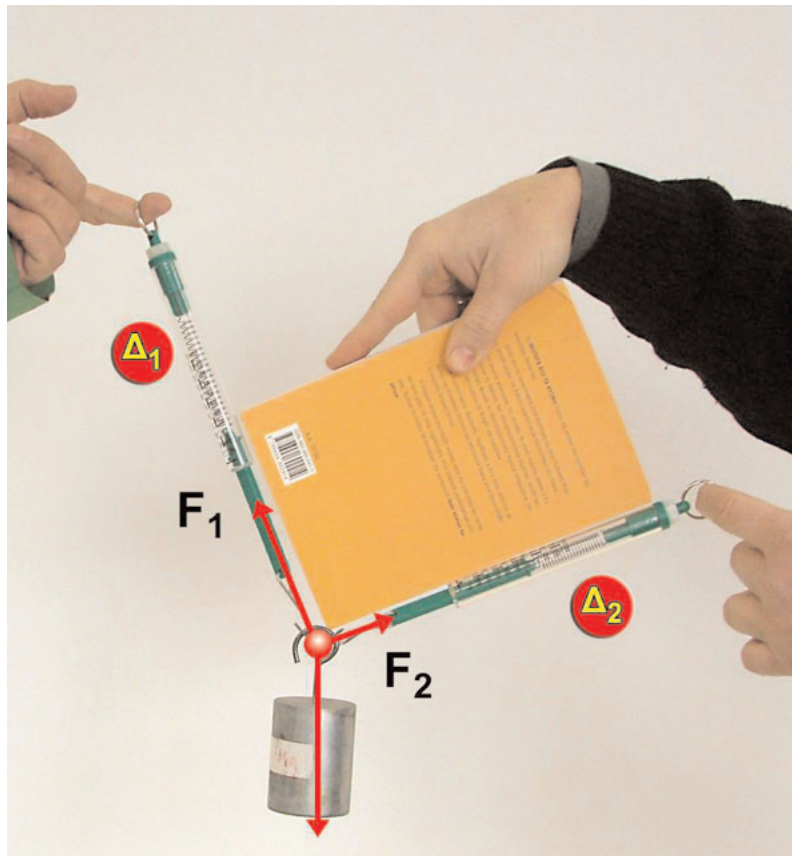
Εικόνα 5



Εικόνα 6

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Συνισταμένη δύο καθέτων δυνάμεων

1. Κρέμασε το βαρίδι με τα δύο δυναμόμετρα, έτσι ώστε να σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 90 μοιρών. Ο έλεγχος της γωνίας να γίνει με τη βοήθεια του βιβλίου σου, από ένα συμμαθητή σου (εικόνα 7). Σημείωσε τις ενδείξεις (F_1 και F_2) των δυναμομέτρων Δ_1 και Δ_2 στο φύλλο εργασίας.



Εικόνα 7

2. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας 2.

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΗΜΕΙΟΥ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗ ΔΡΑΣΗ ΣΥΓΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

Εργαστηριακή Άσκηση 6

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Δύναμη – Συνισταμένη δυνάμεων – Συνιστώσες δυνάμεις – Ισορροπία σώματος

□ Στόχοι

Να δείχνεις πειραματικά ότι όταν ένα σώμα ισορροπεί, η συνισταμένη των δυνάμεων που ενεργούν σ' αυτό είναι μηδέν.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Σύμφωνα με τον πρώτο νόμο του Νεύτωνα, ένα σώμα παραμένει ακίνητο ή κινείται με σταθερή ταχύτητα, εφόσον η συνισταμένη ($F_{ολ}$) των δυνάμεων που ασκούνται πάνω του είναι ίση με μηδέν:

$$F_{ολ}=0$$

Τότε, λέμε ότι το σώμα ισορροπεί.

Σ' αυτή την άσκηση θα προσπαθήσεις να επιβεβαιώσεις ότι αν πάνω σε ένα σώμα ενεργούν συγγραμμικές δυνάμεις και το σώμα παραμένει ακίνητο, τότε η συνισταμένη των δυνάμεων αυτών είναι ίση με μηδέν.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

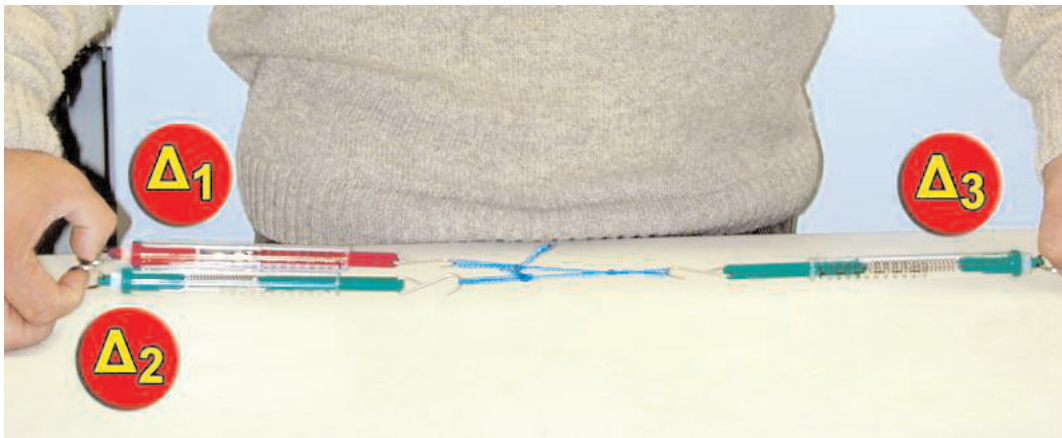
□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Τρία δυναμόμετρα 10 N (1)
- ✓ Νήμα με τρεις θηλιές (2)



Εικόνα 1

1. Στον κόμπο του νήματος ασκούμε τρεις συγγραμμικές δυνάμεις (F_1 , F_2 , F_3), έτσι ώστε ο κόμπος να ισορροπεί (εικόνα 2). Τις δυνάμεις αυτές τις μετράμε με τα αντίστοιχα δυναμόμετρα (Δ_1 , Δ_2 , Δ_3).



Εικόνα 2

2. Φρόντισε ώστε οι δυνάμεις F_1 και F_2 να έχουν μέτρα: $F_1=2$ N, $F_2=4$ N. Πόσο είναι τότε το μέτρο της F_3 ; Συμπλήρωσε την 4η στήλη του πίνακα Α (για κάθε αναγραφόμενο συνδυασμό τιμών των F_1 και F_2).
3. Υπολόγισε για κάθε περίπτωση τη συνισταμένη ($F_{\text{ολ}}$) των δυνάμεων που ενεργούν στον κόμπο. Συμπλήρωσε την τελευταία στήλη του πίνακα Α.

ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ HOOK

Εργαστηριακή Άσκηση 7

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Δύναμη – Επιμήκυνση και συσπίρωση ελατηρίου – Σταθερά ελατηρίου

□ Στόχοι

1. Να ελέγξεις πειραματικά, αν η επιμήκυνση ενός ελατηρίου είναι ανάλογη της δύναμης που την προκαλεί. Να σχεδιάζεις την αντίστοιχη γραφική παράσταση από τον πίνακα πειραματικών τιμών επιμήκυνσης – δύναμης.
2. Να υπολογίζεις τη σταθερά ενός ελατηρίου από το γράφημα επιμήκυνσης – δύναμης.
3. Να κατασκευάζεις ένα δυναμόμετρο.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Όταν πάνω σε ένα σώμα ασκήσουμε δύναμη, αυτό παραμορφώνεται. Σε πολλές περιπτώσεις, όταν πάψει να ενεργεί η δύναμη, το σώμα επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα. Τότε, η παραμόρφωση ονομάζεται **ελαστική**. Άλλοτε πάλι, όταν πάψει να ενεργεί η δύναμη, το σώμα δεν αποκτά το αρχικό του σχήμα: Η παραμόρφωση είναι **μόνιμη**. Για παράδειγμα, ένα μαλακό σύρμα λυγίζει εύκολα, αλλά δεν επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα όταν πάψουμε να του ασκούμε δύναμη.

Στην άκρη ενός ακλόνητα στερεωμένου ελατηρίου κρεμάμε ένα βαρίδι, οπότε το ελατήριο επιμηκύνεται. Όταν αφαιρέσουμε το βαρίδι, το ελατήριο αποκτά το αρχικό του μήκος και σχήμα: Η παραμόρφωση του ελατηρίου είναι ελαστική.

Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που επιμηκύνει το ελατήριο, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιμήκυνσή του. Στις ελαστικές παραμορφώσεις η δύναμη είναι ανάλογη με την επιμήκυνση που προκαλεί. Η σχέση αυτή είναι γνωστή ως **νόμος του Hook**.

Στη γλώσσα των μαθηματικών ο νόμος του Hook εκφράζεται από τη σχέση:

$$F=k \cdot \Delta L$$

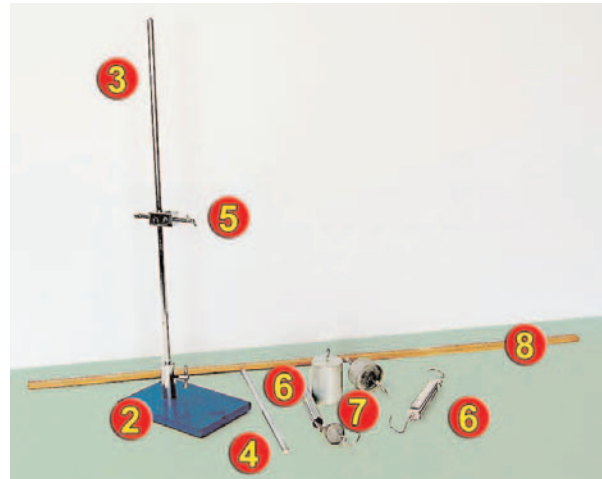
όπου: F η δύναμη που ασκείται στο ελατήριο, ΔL η επιμήκυνση του ελατηρίου από το αρχικό του μήκος (πριν ασκηθεί η δύναμη F) και k μια σταθερά που εξαρτάται από το ελατήριο.

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα μελετήσουμε τη μεταβολή του μήκους του ελατηρίου σε σχέση με τη δύναμη που την προκαλεί, για να επιβεβαιώσουμε το νόμο του Hook. Στη συνέχεια, θα χρησιμοποιήσουμε το νόμο του Hook για να μετράμε δυνάμεις και να κατασκευάζουμε δυναμόμετρα.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Ελατήριο (6)
- ✓ Βάση στήριξης (2)
- ✓ Ορθοστάτης ενός μέτρου (3)
- ✓ Ορθοστάτης εξήντα εκατοστών (4)
- ✓ Σταυρός (5)
- ✓ Δυναμόμετρο 10 N (6)
- ✓ Βαρίδια 250 g, 500 g, & 1 kg (7)
- ✓ Κανόνας 1 m (8)



Εικόνα 1

1. Κρέμασε από τον ορθοστάτη το ελατήριο, όπως φαίνεται στην εικόνα 2. Πριν αρχίσεις τις μετρήσεις, προσάρτησε στην ελεύθερη άκρη του ελατηρίου το βαρίδι που το συνοδεύει, ώστε να ανοίξουν οι σπείρες του και να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Τώρα είσαι έτοιμος να αρχίσεις τις μετρήσεις.
2. Πρόσθεσε, διαδοχικά, όλο και περισσότερα βαρίδια στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου και συμπλήρωσε τον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Η ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Εργαστηριακή Άσκηση 8

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Πίεση – Πυκνότητα – Επιτάχυνση της βαρύτητας – Ελεύθερη επιφάνεια υγρού – Μανόμετρο

□ Στόχοι

Να επιβεβαιώνεις πειραματικά ότι η πίεση που δέχεται ένα σώμα από το υγρό στο οποίο είναι βυθισμένο (υδροστατική πίεση):

- είναι ανάλογη του βάθους στο οποίο βρίσκεται το σώμα
- εξαρτάται από την πυκνότητα του υγρού
- είναι ανεξάρτητη από τον προσανατολισμό της επιφάνειας στην οποία ασκείται.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Όταν σε δοχείο που περιέχει υγρό, βυθίσουμε ένα σώμα, τότε το υγρό πιέζει το σώμα. Η πίεση αυτή ονομάζεται **υδροστατική πίεση** ($p_{υδρ}$). Η τιμή της υδροστατικής πίεσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$p_{υδρ} = \rho_{υγρού} \cdot g \cdot h$$

όπου: $\rho_{υγρού}$ είναι η πυκνότητα του υγρού μέσα στο οποίο είναι βυθισμένο το σώμα g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, $g=9,8 \text{ m/s}^2$ h είναι η απόσταση (βάθος) του σώματος από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

Στην άσκηση αυτή θα προσπαθήσεις να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι η υδροστατική πίεση είναι:

- ανάλογη του βάθους (h) του σώματος από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού,
- ανάλογη της πυκνότητας ($\rho_{υγρού}$) του υγρού, στο οποίο έχουμε βυθίσει το σώμα,
- ανεξάρτητη του προσανατολισμού της επιφάνειας στην οποία ασκείται.

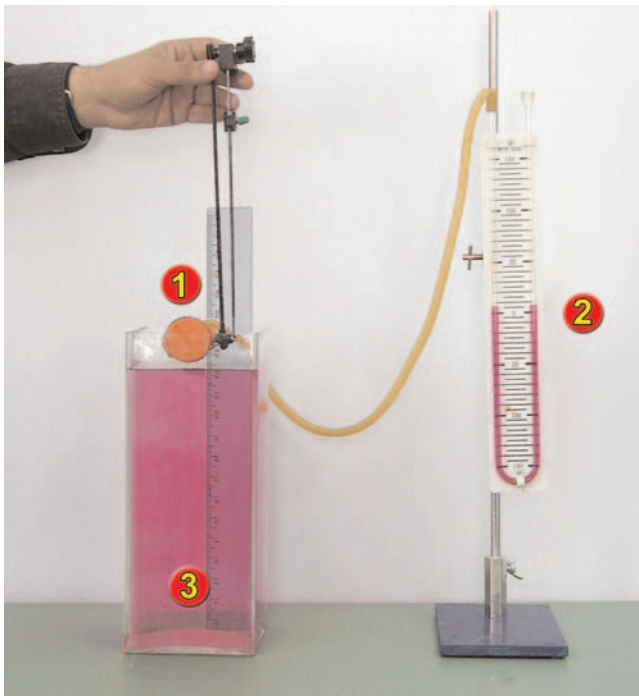
Την πίεση θα τη μετρήσεις με το **μανόμετρο** (εικόνα 1). Η τιμή της είναι ανάλογη της διαφοράς ύψους του νερού στα δύο σκέλη του σωλήνα σχήματος U του μανομέτρου. Έτσι, μπορούμε να τη μετράμε σε cm στήλης νερού.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

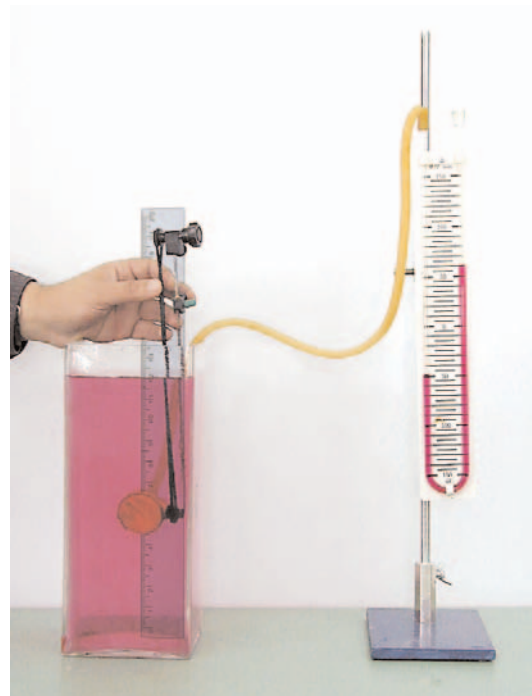
□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Ανοικτό μανόμετρο (1) συνδεδεμένο με μανομετρική κάψα (2)
- ✓ Γυάλινο δοχείο με χρωματισμένο νερό (3)
- ✓ Κανόνας (χάρακας) (1)
- ✓ Νερό χρωματισμένο

Προετοιμασία πειραματικής διάταξης: Πριν προχωρήσεις στην εργαστηριακή διαδικασία, πρέπει να προετοιμάσεις το μανόμετρο για τις μετρήσεις. Η μεμβράνη της μανομετρικής κάψας πρέπει να είναι τεντωμένη και στεγανή. Γέμισε με νερό το σωλήνα τύπου U του μανομέτρου μέχρι την ένδειξη μηδέν. Για να φαίνεται το νερό, διάλυσε σε ένα ποτήρι ζέσης που περιέχει 100 mL νερού δυο τρεις κόκκους υπερμαγνητικού καλίου, έτσι το νερό θα πάρει ένα ελαφρά κοκκινωπό χρώμα.



Εικόνα 1



Εικόνα 2

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Σχέση υδροστατικής πίεσης ($p_{\text{υδρ}}$) – βάθους (h)

1. Ρίξε στο γυάλινο δοχείο το χρωματισμένο νερό μέχρι να φθάσει 10 cm από το χείλος του.
2. Τοποθέτησε τον κανόνα κατακόρυφα στην πλευρά του δοχείου με την ένδειξη μηδέν στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού.
3. Άρχισε να βυθίζεις τη μανομετρική κάψα του μανομέτρου μέσα στο νερό του δοχείου και σημείωσε τις ενδείξεις του μανομέτρου στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Σχέση υδροστατικής πίεσης – πυκνότητας υγρού

1. Διάλυσε στο νερό του δοχείου όσο περισσότερο αλάτι μπορείς (ώστε να μην παραμένει ίζημα).
2. Μέτρησε την υδροστατική πίεση σε βάθος $h_1=5$ cm και $h_2=20$ cm. Απάντησε τις αντίστοιχες ερωτήσεις του φύλλου εργασίας.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3: Σχέση της υδροστατικής πίεσης με τον προσανατολισμό της μανομετρικής κάψας

1. Τοποθέτησε τη μανομετρική κάψα σε βάθος 15 cm.
2. Περίστρεψε την κάψα, έτσι ώστε να αλλάζει ο προσανατολισμός της. Αλλάζει η ένδειξη του μανομέτρου; ΝΑΙ – ΟΧΙ. Απάντησε στην αντίστοιχη ερώτηση του φύλλου εργασίας.

ΑΝΩΣΗ

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ

Εργαστηριακή Άσκηση 9

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Πυκνότητα – Όγκος – Όγκος εκτοπιζομένου υγρού – Βάρος – Άνωση

□ Στόχοι

Να δείχνεις πειραματικά ότι:

- Τα υγρά ασκούν δύναμη στα σώματα που βυθίζονται σε αυτά, η οποία ονομάζεται άνωση.
- Η άνωση έχει κατεύθυνση αντίθετη του βάρους του σώματος.
- Το μέτρο της άνωσης είναι ανάλογο του βυθισμένου στο υγρό όγκου του σώματος.
- Το μέτρο της άνωσης, όταν όλο το σώμα βρίσκεται βυθισμένο στο υγρό, δεν εξαρτάται από το βάθος στο οποίο βρίσκεται το σώμα.
- Η άνωση είναι ίση με το βάρος του υγρού που εκτοπίζει το σώμα.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Όταν βυθίζουμε ένα σώμα σε ένα υγρό ή αέριο (ρευστό), τότε το ρευστό ασκεί στο σώμα δύναμη η οποία ονομάζεται άνωση. Η άνωση (A) έχει κατεύθυνση αντίθετη του βάρους του σώματος. Το μέτρο της είναι ίσο με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει το σώμα:

$$A = \rho_{\text{ρευστού}} \cdot g \cdot V$$

όπου $V_{\text{βυθισμένο}}$, ο όγκος του ρευστού που εκτοπίζει το σώμα.

Σ' αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα υπολογίσουμε την άνωση που ασκεί το νερό σε έναν πλαστικό κύλινδρο. Ο υπολογισμός θα γίνει με τη μέτρηση του βάρους του σώματος και της συνισταμένης του βάρους και άνωσης, όταν βυθίσουμε το σώμα μέσα στο νερό. Στη συνέχεια, βυθίζοντας διαφορετικό τμήμα του κυλίνδρου στο νερό, θα διαπιστώσουμε ότι η άνωση είναι ανάλογη του όγκου του σώματος που είναι βυθισμένος σε αυτό. Ακολούθως, θα παρατηρήσουμε ότι το βάρος του νερού που εκτοπίζει το σώμα καθώς βυθίζεται σε αυτό είναι ίσο με την άνωση.

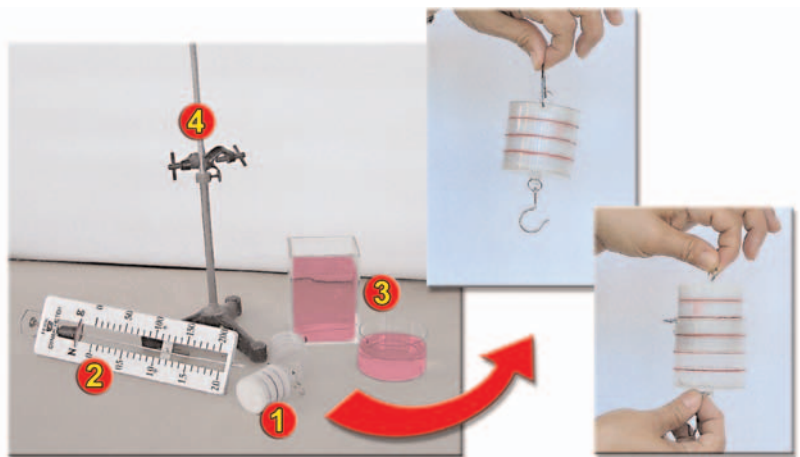
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Συσκευή άνωσης (κύλινδρος Αρχιμήδη) (1)

Η συσκευή της άνωσης (κύλινδρος του Αρχιμήδη) αποτελείται από ένα κυλινδρικό διαφανές δοχείο το οποίο φέρει 3 χαραγές σε ίσες αποστάσεις. Μέσα σε αυτό το δοχείο χωρά ακριβώς ένας πλαστικός κύλινδρος. Ο όγκος του κυλίνδρου είναι ίσος με τον όγκο του δοχείου. Ο πλαστικός κύλινδρος φέρει επίσης 3 χαραγές σε ίσες αποστάσεις αντίστοιχες με αυτές του διαφανούς δοχείου (εικόνα 1).

- ✓ Δυναμόμετρο 2,5 N (2)
- ✓ Διαφανές δοχείο με χρωματιστό νερό, μικρό διαφανές δοχείο με χείλος ροής (3)
- ✓ Ορθοστάτης, σταυροί σύνδεσης (4)



Εικόνα 1

(1) Κύλινδρος του Αρχιμήδη, (2) Δυναμόμετρο, (3) Διαφανή δοχεία, (4) Ορθοστάτης, σταυροί σύνδεσης. Ο κύλινδρος του Αρχιμήδη. Φέρει τρεις χαραγές οι οποίες χωρίζουν τον κύλινδρο σε 4 ίσα μέρη.

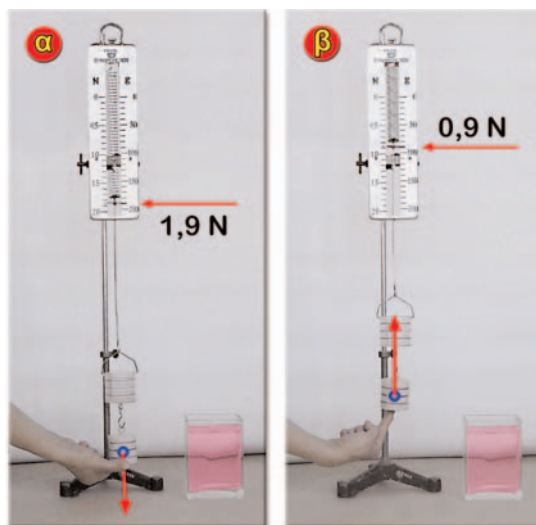
1. Κρέμασε από το δυναμόμετρο τη συσκευή του Αρχιμήδη (εικόνα 2). Κατάγραψε την ένδειξη του δυναμομέτρου. Μπορείς να αιτιολογήσεις γιατί η ένδειξη του δυναμομέτρου αντιστοιχεί στο βάρος W της συσκευής;

Συμπλήρωσε τις προτάσεις στην ερώτηση 1 του φύλλου εργασίας του τετραδίου σου.



Εικόνα 2

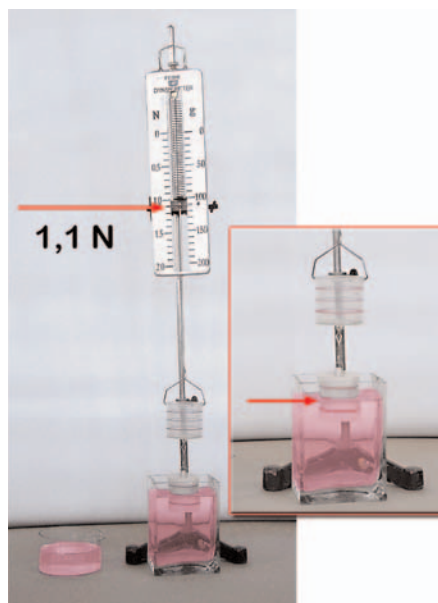
2. Τράβηξε με το χέρι τον κύλινδρο προς τα κάτω (εικόνα 3α). Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμομέτρου και σύγκρινέ τη με το βάρος της συσκευής. Μπορείς να αιτιολογήσεις την παρατήρησή σου; Συμπλήρωσε τις προτάσεις στην ερώτηση 2 του φύλλου εργασίας του τετραδίου σου.
3. Σπρώξε με το χέρι σου τον κύλινδρο της συσκευής προς τα πάνω (εικόνα 3β). Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμομέτρου και σύγκρινέ τη με το βάρος της συσκευής. Μπορείς να αιτιολογήσεις την παρατήρησή σου; Συμπλήρωσε την ερώτηση 3 στο φύλλο εργασίας του τετραδίου σου.



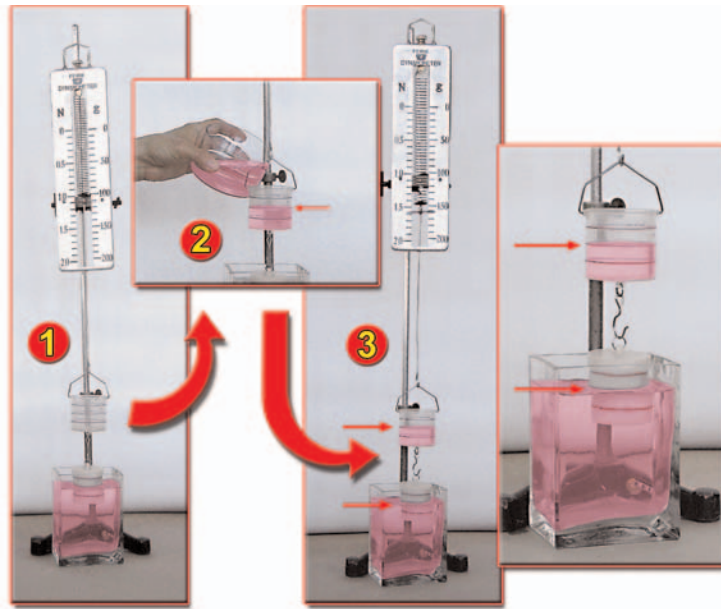
Εικόνα 3

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Η άνωση είναι ανάλογη του βυθισμένου όγκου του σώματος

4. Βύθισε τον κύλινδρο της συσκευής μέσα στο χρωματιστό νερό μέχρι την πρώτη χαραγή (εικόνα 4). Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμομέτρου και συμπλήρωσε την ερώτηση 4 στο φύλλο εργασίας του τετραδίου σου.
5. Βύθισε στο χρωματιστό νερό διαδοχικά τον κύλινδρο μέχρι τη χαραγή 2, 3, 4 (ολόκληρο τον κύλινδρο), και συμπλήρωσε τον πίνακα Α στο φύλλο εργασίας του τετραδίου σου.
6. Βύθισε τον κύλινδρο μέχρι τον πυθμένα του δοχείου και άρχισε να τον ανεβάζεις προς την επιφάνεια του νερού. Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμομέτρου. Συμπλήρωσε την πρόταση στην ερώτηση 7 του φύλλου εργασίας.



Εικόνα 4



Εικόνα 5

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Η άνωση είναι ίση με το βάρος του εκτοπιζομένου υγρού

7. Γέμισε με νερό το κυλινδρικό δοχείο της συσκευής μέχρι την χαραγή 2 και φρόντισε ώστε ο κύλινδρος να είναι βυθισμένος στο υγρό μέχρι την ίδια χαραγή (εικόνα 5). Παρατήρησε την ένδειξη του δυναμομέτρου.

Σημείωση/Παρατήρηση

Ο όγκος του νερού που πρόσθεσες είναι ίσος με τον βυθισμένο στο νερό όγκο του κυλίνδρου. Όμως ο βυθισμένος στο νερό όγκος του κυλίνδρου είναι ίσος με τον όγκο του υγρού που εκτόπισε ο κύλινδρος για να βυθισθεί. Με βάση αυτό το δεδομένο, συμπλήρωσε την πρόταση στην ερώτηση 1 του φύλλου εργασίας 2.

8. Επανάλαβε την ίδια διαδικασία για τη 2η, 3η χαραγή και ολόκληρο τον κύλινδρο. Συμπλήρωσε την ερώτηση 2 του φύλλου εργασίας 2.

ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ

Εργαστηριακή Άσκηση 10

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θερμοκρασία – Θερμόμετρο - Κλίμακα θερμοκρασίας – Θερμοκρασία πήξης του νερού – Θερμοκρασία βρασμού του νερού.

□ Στόχοι

1. Να προσδιορίζεις πειραματικά το σημείο «μηδέν ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$)» και το σημείο «εκατό ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$)», σε ένα θερμόμετρο οινόπνεύματος.
2. Να κατασκευάζεις μια κλίμακα θερμοκρασίας Κελσίου.
3. Να μπορείς να χρησιμοποιείς το θερμόμετρο με την κλίμακα που κατασκεύασες, για να μετράς τη θερμοκρασία ενός σώματος.
4. Να συγκρίνεις την κλίμακα που κατασκεύασες με την κλίμακα θερμομέτρου του εργαστηρίου και να εξηγείς τις τυχόν διαφορές τους.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Μια κλίμακα θερμοκρασίας Κελσίου προσδιορίζεται από δύο χαρακτηριστικά σημεία της: Το μηδέν (συμβολικά $0\text{ }^{\circ}\text{C}$), που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία πήξης του καθαρού νερού και το εκατό (συμβολικά: $100\text{ }^{\circ}\text{C}$), που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία βρασμού του καθαρού νερού, όταν η ατμοσφαιρική πίεση είναι ίση με 1 atm .

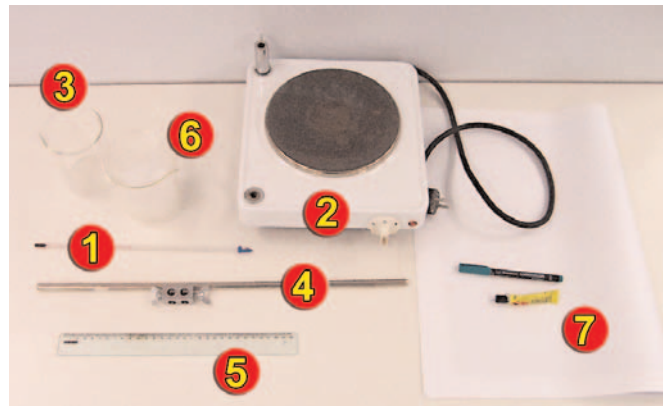
Πρέπει, ωστόσο, να έχουμε υπόψη μας ότι:

- ✓ Αν το νερό δεν είναι καθαρό, αλλά περιέχει διαλυμένα άλατα, τότε πήζει σε θερμοκρασία μικρότερη του $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ και βράζει σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι μικρότερη της 1 atm , όπως συμβαίνει πάνω στα βουνά, το νερό βράζει σε θερμοκρασία μικρότερη των $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Ένα θερμόμετρο εργαστηρίου
-10...110 °C (1)
- ✓ Ηλεκτρική εστία (2)
- ✓ Δοχείο ζέσης 250 mL (3)
- ✓ Ορθοστάτης και σύνδεσμοι (4)
- ✓ Χάρακας 30 cm (5)
- ✓ Τριμμένος πάγος από νερό βρύσης (6)
- ✓ Λευκό χαρτόνι, μαρκαδόρος οινόπνεύματος, κόλλα (7)



Εικόνα 1



1. Συναρμολόγησε την πειραματική διάταξη που εικονίζεται στην εικόνα 2.



Εικόνα 2



2. Τοποθέτησε το θερμόμετρο έτσι ώστε το κάτω άκρο του (δηλαδή το δοχείο του θερμομέτρου, με το υγρό που διαστέλλεται), να βρίσκεται ολόκληρο μέσα στον τριμμένο πάγο. Περίμενε μέχρις ότου το ελεύθερο άκρο της στήλης του υγρού του θερμομέτρου σταθεροποιηθεί. Όταν συμβεί αυτό, σημείωσε τη θέση του άκρου της στήλης πάνω στο γυάλινο περίβλημα του θερμομέτρου, με το μαρκαδόρο.



3. Θέσε σε λειτουργία την ηλεκτρική εστία θέρμανσης, ώστε να μεταφέρεται θερμότητα προς το δοχείο με τον πάγο. Παρατήρησε τη στάθμη του υγρού στη στήλη του θερμομέτρου κατά τη διάρκεια της μετατροπής του πάγου σε νερό και στη συνέχεια, κατά τη θέρμανση του νερού. Ρύθμισε τη θέση του θερμομέτρου, ώστε το κάτω άκρο του (το δοχείο του με το υγρό) να είναι βυθισμένο ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του νερού.
4. Όταν το νερό αρχίσει να βράζει, παρατήρησε ότι το ελεύθερο άκρο της στήλης του θερμομέτρου σταθεροποιείται σε μια ορισμένη θέση. Με πολύ προσοχή, σημείωσε τη θέση αυτή πάνω στο γυάλινο περίβλημα του θερμομέτρου, με το μαρκαδόρο.
5. Κλείσε την εστία θέρμανσης. Τοποθέτησε το θερμόμετρο πάνω σε ένα λευκό ορθογώνιο χαρτόνι. Σημείωσε πάνω στο χαρτόνι τις θέσεις του 0 °C και του 100 °C. Σύνδεσε τα δύο σημεία με μια ευθεία.
6. Με το χάρακά σου χώρισε το ευθύγραμμο τμήμα που προέκυψε σε δέκα ίσα τμήματα. Έτσι, θα προσδιορίσεις τις θέσεις των 10 °C, 20 °C, ..., 90 °C. Με τον ίδιο τρόπο προσδιόρισε πάνω στο ευθύγραμμο τμήμα τις θέσεις όλων των θερμοκρασιών από 0 °C έως 100 °C, ανά έναν ή δύο βαθμούς. Έχεις κατασκευάσει μια θερμομετρική κλίμακα Κελσίου.
7. Κόλλησε την κλίμακα που κατασκεύασες πάνω στο θερμόμετρο, ώστε το 0 και το 100 να αντιστοιχεί στα σημειωμένα με το μαρκαδόρο σημεία του θερμομέτρου. Με το θερμόμετρο και την κλίμακα που κόλλησες σ' αυτό, μέτρησε τη θερμοκρασία του νερού της βρύσης.
8. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας του τετραδίου εργασιών.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ

Εργαστηριακή Άσκηση 11

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θερμότητα (Q) – Θερμοκρασία (θ) – Όγκος σώματος (V) – Θερμική διαστολή του όγκου – Θερμική συστολή του όγκου – Πίεση αερίου (P)

□ Στόχοι

Να χρησιμοποιείς κατάλληλες πειραματικές διατάξεις και να δείχνεις πειραματικά ότι:

1. Όταν η θερμοκρασία υγρού σώματος αυξάνεται, ο όγκος του αυξάνεται και όταν η θερμοκρασία του μειώνεται, ο όγκος του μειώνεται.
2. Η μεταβολή του όγκου υγρού σώματος είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας του.
3. Όταν η πίεση ενός αερίου διατηρείται σταθερή, τότε: αν αυξήσεις τη θερμοκρασία του, ο όγκος του αυξάνεται, αν τη μειώσεις, ο όγκος του ελαττώνεται.
4. Η μεταβολή του όγκου του αερίου, εφόσον η πίεσή του διατηρείται σταθερή, είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας του.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Όταν αυξάνουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος, τότε ο όγκος του μεγαλώνει. Αν, αντίθετα την ελαττώσουμε, τότε ο όγκος του θα μειωθεί. Τα φαινόμενα αυτά ονομάζονται **θερμική διαστολή** και **συστολή**, αντίστοιχα.

Η μεταβολή του όγκου (ΔV) ενός σώματος, όταν η θερμοκρασία του μεταβάλλεται κατά $\Delta\theta$ βαθμούς Κελσίου, είναι ανάλογη του $\Delta\theta$ και του αρχικού του όγκου (V). Αυτός ο φυσικός νόμος εκφράζεται στη γλώσσα των Μαθηματικών από την εξίσωση:

$$\Delta V = \beta \cdot V \cdot \Delta\theta$$

Η ποσότητα β είναι μια σταθερά, που εξαρτάται από το υλικό του σώματος, και ονομάζεται συντελεστής διαστολής. Για παράδειγμα, ο συντελεστής διαστολής για το νερό έχει την τιμή $2,1 \times 10^{-4}$, ενώ του οινόπνευμα $11,2 \times 10^{-4}$ (στο Διεθνές Σύστημα μονάδων).

Όταν μελετάμε τη διαστολή των αερίων, πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί: Όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία ενός αερίου, τότε είναι δυνατόν να μεταβληθεί ο όγκος του αλλά και η πίεσή του. Η μεταβολή του όγκου ενός αερίου είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας του και του αρχικού του όγκου, μόνον όταν φροντίσουμε η πίεσή του να διατηρείται σταθερή.

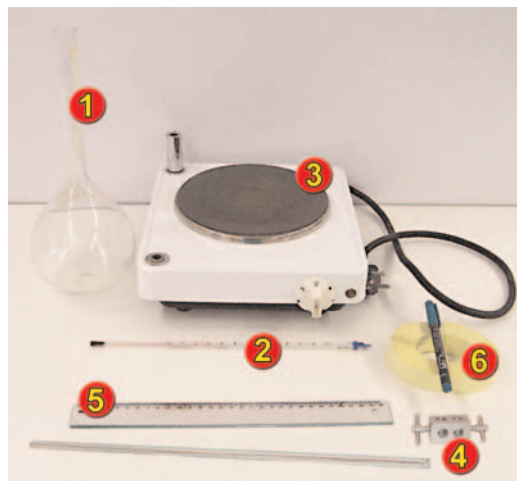
Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κατάλληλων συσκευών, όπως αυτή που φαίνεται στην εικόνα 3. Η συσκευή αυτή έχει και ένα όργανο μέτρησης της πίεσης του αερίου που βρίσκεται στο εσωτερικό της (πιεσόμετρο), έτσι ώστε να μπορούμε να ελέγχουμε την τιμή της.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Μελέτη της θερμικής διαστολής υγρού σώματος

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Πυρίμαχη ογκομετρική φιάλη 1000 mL (XH295.9), με μακρύ λαιμό μήκους περίπου 18–20 cm και διάμετρο 2 cm (1)
- ✓ Θερμόμετρο εργαστηρίου –10... 110 °C (2)
- ✓ Ηλεκτρική εστία (3)
- ✓ Ορθοστάτης και σύνδεσμοι (4)
- ✓ Χάρακας 20 cm (5)
- ✓ Κολλητική χαρτοταινία και μαρκαδόρος (6)



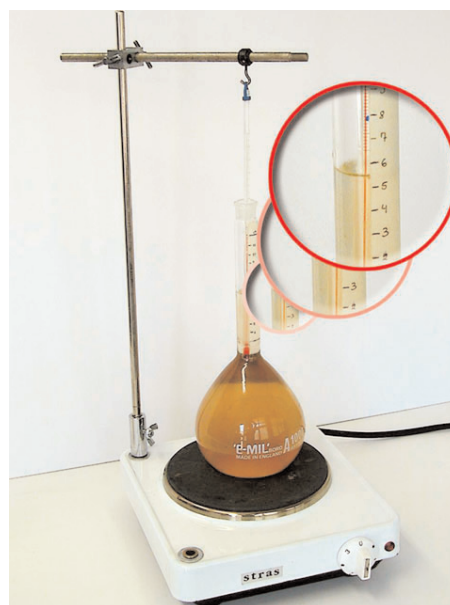
1. Κόλλησε κατά μήκος του λαιμού της φιάλης ένα κομμάτι κολλητικής χαρτοταινίας. Με τη βοήθεια του χάρακα, σχεδίασε μια κλίμακα μηκών πάνω στη χαρτοταινία (για παράδειγμα ανά 0,5 cm). Φρόντισε ώστε το μηδέν της κλίμακας να ταυτίζεται με τη χαραγή της φιάλης (εικόνα 1). [Η χαραγή της φιάλης δηλώνει ότι το περιεχόμενό της μέχρι το σημείο αυτό είναι ακριβώς 1000 mL].
2. Γέμισε τη φιάλη μέχρι τη χαραγή με νερό βρύσης. Τοποθέτησέ την πάνω στην εστία θέρμανσης. Βύθισε μέσα στο νερό το θερμόμετρο, όπως φαίνεται στην εικόνα 1.



3. Παρατήρησε ότι η στάθμη του νερού βρίσκεται στο μηδέν της κλίμακας της χαρτοταινίας. Σημείωσε στην πρώτη γραμμή του πίνακα Α του φύλλου εργασίας, την ένδειξη του θερμομέτρου και τη θέση της στάθμης του νερού.



4. Θέσε σε λειτουργία την εστία θέρμανσης. Παρατήρησε ότι καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού, η στάθμη του ανέρχεται: Ο όγκος του νερού διαστέλλεται.



Εικόνα 1
Το μηδέν της κλίμακας ταυτίζεται με τη χαραγή της φιάλης.

5. Όταν η στάθμη του νερού φτάσει στο 1 cm της κλίμακας, παρατήρησε την ένδειξη του θερμομέτρου. Κατάγραψε την τιμή της θερμοκρασίας στην πρώτη στήλη του πίνακα Α, στο φύλλο εργασίας του τετραδίου.

6. Επανάλαβε την ίδια διαδικασία όταν η στάθμη του νερού φτάσει στις θέσεις 2, 3, 4, 5 και 6cm της κλίμακας.
7. Κλείσε την εστία θέρμανσης. Περίμενε μέχρις ότου κρυώσει το νερό και μόνον τότε αποσυναρμολόγησε την πειραματική διάταξη και τακτοποίησε τον πάγκο εργασίας.
8. Συμπλήρωσε το φύλλο εγγραφής 1 του τετραδίου εργασιών.

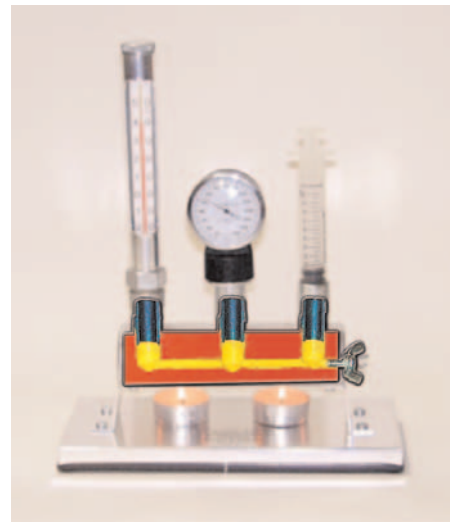
ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Μελέτη της θερμικής διαστολής των αερίων, με σταθερή την πίεσή τους

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Συσκευή μελέτης των νόμων των αερίων, όπως αυτή που φαίνεται στην εικόνα 3.
- ✓ Δύο ή τρία μικρά κεριά, όπως αυτά της εικόνας 3.



Εικόνα 3
Συσκευή μελέτης των νόμων των αερίων



Εικόνα 4
Τομή συσκευής

Περιγραφή της συσκευής της εικόνας 3: Στο εσωτερικό της συσκευής υπάρχει θάλαμος, που επικοινωνεί με τη σύριγγα. Μέσα στο θάλαμο και τη σύριγγα υπάρχει αέρας. Ο όγκος του αέρα, που υπάρχει στο θάλαμο και τη σύριγγα, μεταβάλλεται, όταν μετακινήσουμε το έμβολο της σύριγγας. Η πίεση και η θερμοκρασία του αέρα μετρώνται από το θερμόμετρο και το πιεσόμετρο, που είναι προσαρμοσμένα στη συσκευή. Με τη βαλβίδα που υπάρχει στο πλάι της συσκευής, μπορούμε να ελευθερώσουμε ή να παγιδεύσουμε τον αέρα που υπάρχει μέσα σ' αυτή.

1. Άνοιξε τη βαλβίδα και τράβηξε το έμβολο προς τα έξω, ώστε ο όγκος του αέρα μέσα στη συσκευή να είναι μέγιστος. Στη συνέχεια κλείσε τη βαλβίδα.
2. Θέρμανε το μεταλλικό σώμα της συσκευής με δύο ή τρία κεράκια. Με το θερμόμετρο και το πιεσόμετρο της συσκευής, παρατήρησε την άνοδο της θερμοκρασίας και της πίεσης του αέρα, που είναι παγιδευμένος μέσα σ' αυτή.
3. Όταν η θερμοκρασία φτάσει περίπου στους 50–60 °C, σβήσε τα κεράκια.
4. Περίμενε λίγο, μέχρις ότου διαπιστώσεις αισθητή πτώση της θερμοκρασίας και της πίεσης. Τότε σημείωσε την ένδειξη της πίεσης (P_0), καθώς και τις αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας (θ) και όγκου (V), στον πίνακα Β (βλέπε Φύλλο Εργασίας).



5. Παρατήρησε ότι καθώς η θερμοκρασία ελαττώνεται, η πίεση του αερίου μειώνεται. Για να μελετήσεις πώς μεταβάλλεται ο όγκος του αέρα λόγω της μεταβολής της θερμοκρασίας, υπό σταθερή πίεση, πρέπει να επαναφέρεις την πίεση στην αρχική της τιμή P_0 .



Έτσι, μόλις η θερμοκρασία πέσει κατά 5 βαθμούς από την αρχική της τιμή, πίεσε το έμβολο έως ότου η πίεση επανέλθει στην αρχική της τιμή P_0 . Κατάγραψε στον πίνακα Β την τιμή της θερμοκρασίας και τον αντίστοιχο όγκο.

6. Επανάλαβε τη διαδικασία που περιγράφεται στο βήμα 5 ακόμα πέντε ή έξι φορές:
Μόλις η θερμοκρασία πέφτει 5 βαθμούς από την προηγούμενη τιμή της, πιέζεις το έμβολο, ώστε η πίεση να επανέλθει στην αρχική τιμή P_0 . Κατάγραψε όλες τις μετρήσεις θερμοκρασίας και αντίστοιχου όγκου στον πίνακα Β.
7. Αφού ολοκληρώσεις τις μετρήσεις, άνοιξε τη βαλβίδα της συσκευής και τακτοποίησε τον πάγκο εργασίας.
8. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας 2 του τετραδίου εργασιών.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΦΑΣΗΣ-ΒΡΑΣΜΟΣ

Εργαστηριακή Άσκηση 12

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θερμότητα (Q) - Θερμοκρασία (θ) - Χρόνος (t) - Βρασμός - Θερμότητα βρασμού - Θερμοκρασία βρασμού

□ Στόχοι

1. Να επιβεβαιώνεις πειραματικά ότι κατά τη διάρκεια του βρασμού ενός σώματος η θερμοκρασία του διατηρείται σταθερή, αν και μεταφέρεται σ' αυτό θερμότητα.
2. Να μετράς τη θερμοκρασία βρασμού ενός υγρού σώματος και να επιβεβαιώνεις πειραματικά ότι η θερμοκρασία βρασμού εξαρτάται από το είδος και τη σύσταση του σώματος.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Ο βρασμός πραγματοποιείται σε ανοικτό δοχείο. Κατά το βρασμό παρατηρείται μετατροπή του υγρού σε αέριο από όλη την έκταση του υγρού.

Για να πραγματοποιηθεί η μεταβολή αυτή, το σώμα πρέπει να απορροφήσει ένα συγκεκριμένο ανά μονάδα μάζας ποσό θερμότητας, που ονομάζεται θερμότητα βρασμού.

Ολόκληρο το ποσό της θερμότητας βρασμού χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη μετατροπή του υγρού σε αέριο και κατά συνέπεια, δεν προκαλεί καμιά μεταβολή στη θερμοκρασία του σώματος. Επομένως σε όλη τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή. Η σταθερή θερμοκρασία, στην οποία βράζει ένα σώμα, είναι χαρακτηριστική του σώματος και ονομάζεται θερμοκρασία βρασμού.

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση:

- ✓ Μελετάμε πειραματικά πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία μιας ποσότητας νερού σε συνάρτηση με τη θερμότητα που του προσφέρουμε.
- ✓ Επιβεβαιώνουμε πειραματικά ότι κατά τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία του νερού διατηρείται σταθερή και τη μετράμε. Επιβεβαιώνουμε ότι κατά το βρασμό η μάζα του υγρού ελαττώνεται, λόγω της μετατροπής του σε ατμό (αέριο).
- ✓ Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω με διάλυμα αλατόνευρου και επισημαίνουμε τη διαφορά της θερμοκρασίας βρασμού του αλατόνευρου από αυτή του καθαρού νερού.
- ✓ Υπολογίζουμε τη θερμότητα βρασμού του νερού.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Θερμόμετρο -10...110 °C (1)
- ✓ Δοχείο ζέσης 300 mL (2)
- ✓ Βάση στήριξης, ορθοστάτης, σύνδεσμοι, μεταλλικοί ράβδοι 80 και 30 cm (3)
- ✓ Εστία θέρμανσης (4)
- ✓ Χρονόμετρο (5)
- ✓ Ζυγός (6)
- ✓ Νερό βρύσης, αλάτι, θερμομονωτικό πανί ή γάντι (7)



Εικόνα 1

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Βρασμός του νερού. Μέτρηση της θερμοκρασίας βρασμού του νερού

1. Συναρμολόγησε τη διάταξη που παριστάνει η εικόνα 2.
2. Ζύγισε το δοχείο ζέσης και κατάγραψε τη μάζα του (βλ. φύλλο εργασίας). Ρίξε μέσα στο δοχείο 200 g νερό βρύσης.



3. Άναψε την εστία και ρύθμισέ την, ώστε η παροχή θερμότητας να είναι ήπια. Όταν παρατηρήσεις άνοδο της θερμοκρασίας που δείχνει το θερμόμετρο, βάλε σε λειτουργία το χρονόμετρο. Λάβε μετρήσεις της θερμοκρασίας ανά 1 min και κατάγραψέ τις στον πίνακα Α του φύλλου εργασίας.

Σημείωση: Πρόσεξε, ώστε η παρεχόμενη θερμότητα ανά λεπτό από την εστία να είναι σταθερή, έτσι ώστε κάθε λεπτό να μεταφέρεται στο νερό το ίδιο, σταθερό, ποσό θερμότητας.

4. Από τη στιγμή που αρχίζει ο βρασμός λάβε ακόμα 5 μετρήσεις. Μόλις λάβεις την τελευταία μέτρηση, σβήσε αμέσως την εστία και σταμάτησε το χρονόμετρο.

Επισημάνση: Ο ολικός χρόνος μέτρησης στο πείραμα 1 πρέπει να είναι υπερδιπλάσιος του χρόνου που αφήνουμε να βράσει το νερό. Δηλαδή, αν αφήσουμε το νερό να βράζει επί



Εικόνα 2

5 min, ο χρόνος από τη στιγμή που ανάψαμε το λύχνο και αρχίσαμε τις μετρήσεις μέχρι τη στιγμή που πήραμε την τελευταία μέτρηση και σβήσαμε το λύχνο, πρέπει να είναι πάνω από 10 min.

5. Ζύγισε πάλι το δοχείο με το νερό και υπολόγισε τη μάζα του νερού που έχει απομείνει, καθώς και αυτού που έχει γίνει ατμός. Κατάγραψε τις μετρήσεις σου στο φύλλο εργασίας.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Εξάρτηση της θερμοκρασίας βρασμού από τη σύσταση του σώματος

1. Επανάλαβε τις δραστηριότητες 1 έως 4 χρησιμοποιώντας στη θέση του νερού αλατόνερο. (Σε 200 g νερού ρίξε 50 g αλάτι και ανακάτεψε το διάλυμα). Λάβε αντίστοιχες μετρήσεις και συμπλήρωσε τον πίνακα Β του φύλλου εργασίας.
2. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας του τετραδίου εργασιών.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Εργαστηριακή Άσκηση 13

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θερμότητα (Q) - Θερμοκρασία (θ) - Ακτινοβολία - Χρόνος (t)

□ Στόχοι

Να δείχνεις πειραματικά ότι:

1. Το ποσό της ενέργειας που ακτινοβολεί ένα σώμα κάθε δευτερόλεπτο ελαττώνεται όταν ελαττώνεται η θερμοκρασία του σώματος.
2. Τα σώματα που έχουν σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες ακτινοβολούν στον ίδιο χρόνο, μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από σώματα ίσης θερμοκρασίας, που έχουν το ίδιο μέγεθος και σχήμα, αλλά ανοιχτόχρωμες και λείες επιφάνειες.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Κάθε σώμα ακτινοβολεί προς το περιβάλλον του θερμότητα. Ταυτόχρονα, απορροφά ποσά θερμότητας που εκπέμπονται προς αυτό με ακτινοβολία, από τα γειτονικά του σώματα.

Όταν η θερμοκρασία του σώματος είναι ίδια με τη θερμοκρασία των σωμάτων που το περιβάλλουν, τότε η θερμότητα που εκπέμπει και η θερμότητα που απορροφά με ακτινοβολία κάθε δευτερόλεπτο, είναι ίσες. Επομένως η θερμική του ενέργεια και η θερμοκρασία του διατηρούνται σταθερές.

Όταν το σώμα έχει υψηλότερη θερμοκρασία από το περιβάλλον του, τότε κάθε δευτερόλεπτο εκπέμπει περισσότερη θερμότητα απ' όση απορροφά. Το αποτέλεσμα αυτής της θερμικής ανταλλαγής είναι η συνεχής μείωση της θερμικής του ενέργειας και επομένως η διαρκής πτώση της θερμοκρασίας του.

Ένα σώμα έχει θερμοκρασία υψηλότερη από το περιβάλλον του. Πώς θα υπολογίσουμε τη θερμότητα που εκπέμπει το σώμα προς το περιβάλλον του με ακτινοβολία;

Σύμφωνα με την εξίσωση της θερμιδομετρίας,

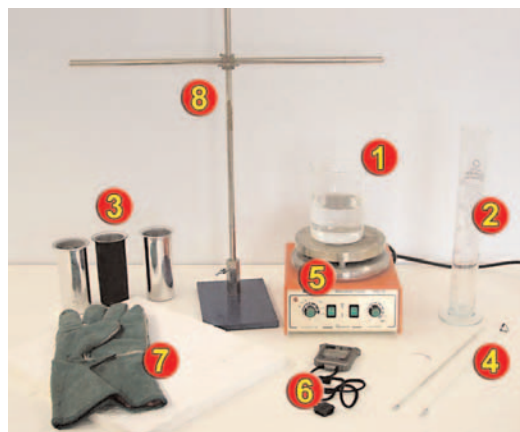
$$Q=c \cdot m \cdot \Delta\theta$$

η ενέργεια που χάνει ένα σώμα με τη μορφή θερμότητας είναι ανάλογη με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του. Έτσι, για να υπολογίσω την ενέργεια που χάνει ένα σώμα σε ορισμένο χρόνο, αρκεί να μετρήσω τη μεταβολή της θερμοκρασίας του ($\Delta\theta$) στο χρόνο αυτό.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Δύο δοχεία ζέσης 250 mL (1)
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος (2)
- ✓ Τρία ίδιου μεγέθους και σχήματος μεταλλικά δοχεία. Τα δύο με λείες και ανοιχτόχρωμες επιφάνειες, το τρίτο με τραχιά και σκουρόχρωμη (3)
- ✓ Δύο θερμομέτρα εργαστηρίου -10 ...110 °C (4)
- ✓ Εστία θέρμανσης (5)
- ✓ Χρονόμετρο (6)
- ✓ Ένα κομμάτι φελιζόλ, διαστάσεων περίπου 30x20 cm, νερό βρύσης, αντιθερμικό γάντι ή πανί, απορροφητικό χαρτί (7)



Εικόνα 1

ΠΕΙΡΑΜΑ 1: Εξάρτηση της ακτινοβολούμενης θερμότητας από τη θερμοκρασία του σώματος



1. Συναρμολόγησε την πειραματική διάταξη που εικονίζεται στην εικόνα 2.
2. Τα δοχεία A και B έχουν το ίδιο σχήμα, μέγεθος και είδος επιφανειών. Ζέστανε νερό σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες (π.χ. 50 και 70 °C) και ρίξε ίσες ποσότητες και στα δύο δοχεία. Αν η χωρητικότητα των δοχείων είναι π.χ. 200 mL, ρίξε με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου, 150 mL νερό στο καθένα.
3. Τοποθέτησε τα δοχεία πάνω στο φελιζόλ.
4. Βάλε σε λειτουργία το χρονόμετρο και πάρε τις ενδείξεις των δύο θερμομέτρων κάθε ένα λεπτό. Κατέγραψε τις στον πίνακα A του φύλλου εργασίας.



Εικόνα 2

5. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας του πειράματος.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2: Εξάρτηση της ακτινοβοηθούμενης θερμότητας από το είδος της επιφάνειας του σώματος

1. Πάρε δύο δοχεία Α και Β που έχουν το ίδιο σχήμα και μέγεθος. Το Α έχει λεία και στιλπνή επιφάνεια, ενώ το Β σκούρα και τραχιά.



2. Με τη βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου, ρίξε ίσες ποσότητες νερού και στα δύο δοχεία (150 mL στο καθένα, αν η χωρητικότητα των δοχείων είναι 200 mL). Ζέστανε τα δοχεία με το νερό στην ίδια εστία θέρμανσης, μέχρις ότου η θερμοκρασία του νερού φτάσει και στα δύο δοχεία στην ίδια τιμή, για παράδειγμα στους 70 °C.
3. Τοποθέτησε τα δύο δοχεία πάνω στο φελιζόλ.
4. Βάλε σε λειτουργία το χρονόμετρο και κατάγραψε κάθε ένα λεπτό τις ενδείξεις των θερμομέτρων, στον πίνακα Β του φύλλου εργασίας.
5. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας του πειράματος.

ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Εργαστηριακή Άσκηση 14

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ενέργεια – Θερμότητα (Q) – Θερμοκρασία (θ) – Μάζα (m) – Ειδική θερμότητα (c) – Απομονωμένο σύστημα σωμάτων – Θερμική ισορροπία

□ Στόχοι

1. Να διαπιστώσεις πειραματικά ότι όταν μέσα σε ένα θερμικά μονωμένο δοχείο φέρεις σε θερμική επαφή δύο σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας, τότε το σύστημα των σωμάτων θα αποκτήσει, τελικά, κοινή σταθερή θερμοκρασία.
2. Να υπολογίσεις το ποσό της θερμότητας που μεταφέρθηκε από το σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας, και το ποσό της θερμότητας που μεταφέρθηκε προς το σώμα με τη μικρότερη αρχική θερμοκρασία. Να συγκρίνεις τα δύο ποσά θερμότητας και να διαπιστώσεις ότι είναι ίσα.
3. Να εξηγήσεις πώς τα πειραματικά σου αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας.

□ Θεωρητικές επισημάνσεις

Δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, όταν έλθουν σε θερμική επαφή, ή αναμιχθούν (εφόσον πρόκειται για υγρά) ανταλλάσσουν μεταξύ τους ενέργεια με τη μορφή θερμότητας.

Τοποθετούμε τα δύο σώματα μέσα σε ένα δοχείο που είναι θερμικά μονωμένο από το περιβάλλον του. Τότε το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται **από** το θερμότερο σώμα είναι ίσο με το ποσό θερμότητας που μεταφέρεται **προς** το άλλο: Η ολική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων διατηρείται σταθερή.

Το αποτέλεσμα της ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ των δύο σωμάτων είναι η ελάττωση της θερμοκρασίας του θερμότερου και η ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας του λιγότερο θερμού, μέχρις ότου οι δύο θερμοκρασίες γίνουν ίσες. Τότε λέμε ότι τα σώματα βρίσκονται σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας.

Το ποσό της θερμότητας (Q_1) που μεταφέρθηκε από το θερμότερο σώμα, από την αρχική του κατάσταση μέχρι την κατάσταση της θερμικής ισορροπίας, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (\theta_1 - \theta)$$

όπου:

c_1 : η ειδική θερμότητα του υλικού του σώματος

m_1 : η μάζα του σώματος

θ_1 : η αρχική θερμοκρασία του σώματος

θ : η κοινή θερμοκρασία των δύο σωμάτων, στην κατάσταση θερμικής ισορροπίας.

Παρόμοια, το ποσό της θερμότητας (Q_2), που μεταφέρθηκε προς το σώμα με τη μικρότερη αρχική θερμοκρασία είναι:

$$Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\theta - \theta_2)$$

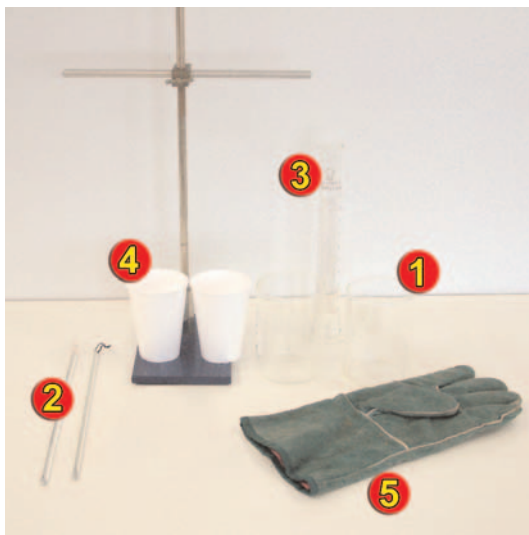
όπου ο δείκτης 2 στα αντίστοιχα μεγέθη αναφέρεται στο δεύτερο σώμα, με τη μικρότερη αρχική θερμοκρασία.

Αν γνωρίζουμε τις ειδικές θερμότητες c_1 και c_2 , των υλικών των δύο σωμάτων και μετρήσουμε τις μάζες τους (m_1 , m_2) και τις θερμοκρασίες θ_1 , θ_2 , θ , τότε μπορούμε να υπολογίσουμε τα ποσά θερμότητας Q_1 και Q_2 . Από τη σύγκριση του Q_1 με το Q_2 , ελέγχουμε πειραματικά κατά πόσο ισχύει η διατήρηση της ενέργειας στο φαινόμενο που μελετάμε.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Δύο δοχεία ζέσης των 300 mL (1)
- ✓ Δύο θερμομέτρα εργαστηρίου $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \dots 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2)
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος 500 mL (3)
- ✓ Δύο κύπελλα του καφέ κατασκευασμένα από θερμομονωτικό φελιζόλ (4)
- ✓ Θερμομονωτικό γάντι (5)



Εικόνα 1



Εικόνα 2

1. Τοποθέτησε το ένα κύπελλο του καφέ μέσα στο άλλο. Έτσι έχεις κατασκευάσει ένα αρκετά καλό θερμομόμετρο (εικόνα 2).



2. Με τον ογκομετρικό κύλινδρο μέτρησε όγκο $V_1=50\text{ mL}$ νερού βρύσης και το τοποθέτησε στο ένα δοχείο ζέσης. Τοποθέτησε μέσα στο νερό του δοχείου ένα θερμομόμετρο. Μέτρησε τη θερμοκρασία του νερού (θ_1) και κατάγραψε την τιμή της στον πίνακα Α.
3. Με τον ογκομετρικό κύλινδρο μέτρησε $V_2=80\text{ mL}$ νερού βρύσης και τοποθέτησέ το στο άλλο δοχείο ζέσης. Θέρμανε το νερό στην εστία θέρμανσης, μέχρις ότου η θερμοκρασία του φτάσει στους $70-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (κατ' εκτίμηση).
4. Σβήσε την εστία θέρμανσης. Με πολύ προσοχή (φορώντας αντιθερμικό γάντι) ρίξε το ζεστό νερό μέσα στο θερμομόμετρο (στο διπλό κύπελλο). Τοποθέτησε μέσα στο νερό του θερμομόμετρου ένα θερμομόμετρο. Παρακολούθησε την ένδειξη του θερμομόμετρου. Όταν η ένδειξη σταθεροποιηθεί σε μια τιμή, κατάγραψέ την στον πίνακα Α. Η θερμοκρασία αυτή είναι η θερμοκρασία (θ_2) που έχει το ζεστό νερό όγκου V_2 μέσα στο θερμομόμετρο.

5. Μέσα στο θερμιδόμετρο ρίξε και το νερό όγκου V_1 και θερμοκρασίας θ_1 . Παρατήρησε τη θερμοκρασία του νερού του θερμιδομέτρου με το θερμόμετρο που έχεις τοποθετήσει μέσα σ' αυτό. Περίμενε μέχρις ότου σταθεροποιηθεί και τότε κατέγραψε την τιμή της (θ) στον πίνακα Α. Η θερμοκρασία (θ) που κατέγραψες είναι η κοινή θερμοκρασία του νερού, όταν επήλθε θερμική ισορροπία μέσα στο θερμιδόμετρο.
6. Συμπλήρωσε το φύλλο εργασίας του πειράματος.

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ

Η εισαγωγή των Νέων Τεχνολογιών στο εργαστήριο των Φ.Ε.

Οι Νέες Τεχνολογίες αναμένεται να εισαχθούν στο εργαστήριο των φυσικών επιστημών τα προσεχή χρόνια και να συνεισφέρουν ουσιαστικά στη βελτίωση των αποτελεσμάτων της εργαστηριακής πρακτικής.

Η συγγραφική ομάδα, ανταποκρινόμενη σ' αυτή τη διεθνή εκπαιδευτική τάση, έκρινε σκόπιμο να συμπεριλάβει στον Εργαστηριακό Οδηγό τρεις εργαστηριακές ασκήσεις από το κεφάλαιο των κινήσεων που πραγματοποιούνται με χρήση συστήματος συγχρονικής λήψης και απεικόνισης (ΣΣΛΑ).

Οι ασκήσεις που παρουσιάζονται ανήκουν στο σύνολο των ασκήσεων που σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν πιλοτικά σε 7 σχολεία στα πλαίσια του προγράμματος «Εργοτέχνης» του έργου Σχολεία Εφαρμογής Πειραματικών Προγραμμάτων Εκπαίδευσης. Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε υπό την εποπτεία του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, σε συνεργασία με το Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αθηνών.

ΚΙΝΗΣΗ-ΑΚΙΝΗΣΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1

▣ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θέση κινητού – Απόσταση – Μετατόπιση – Κίνηση - Ακίνησία

▣ Στόχοι

1. Να διακρίνεις τη διαφορά μεταξύ της κατάστασης της κίνησης και της ακινησίας, από τον τρόπο με τον οποίο αυτές απεικονίζονται σε διάγραμμα μετατόπισης - χρόνου.
2. Να χρησιμοποιείς το διάγραμμα θέσης - χρόνου για να βρίσκεις τη θέση ενός σώματος κάθε χρονική στιγμή.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Τρενάκι/αμαξάκι
- ✓ Αισθητήρας θέσης
- ✓ Η/Υ
- ✓ Χάρακας ή μετρητική ταινία
- ✓ Χαρτόνι



Εικόνα 1

- ◆ Άνοιξε τον Η/Υ και μπες στο πρόγραμμα. Κάνε τις κατάλληλες ρυθμίσεις.
- ◆ Τοποθέτησε αισθητήρα (υπερήχων) θέσης σε σταθερό σημείο του πάγκου.
- ◆ Τοποθέτησε το αμαξάκι μπροστά από τον αισθητήρα, έτσι ώστε να ανακλά τους υπερήχους που εκπέμπει ο αισθητήρας πίσω σ' αυτόν.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΚΙΝΗΣΙΑΣ

- ◆ Παρατήρησε στην οθόνη του Η/Υ, στον κατακόρυφο άξονα, το φωτεινό σημείο που αντιστοιχεί στη θέση του τρένου. Τοποθέτησε το τρενάκι σε απόσταση μισού μέτρου από τον αισθητήρα.
- ◆ Μέτρησε με το χάρακα ή τη μετρητική ταινία την απόσταση του τρένου από τον αισθητήρα:

(OA) = _____

- ◆ Παρατήρησε την οθόνη του υπολογιστή. Σύγκρινε τη θέση στην οποία αναβοσβήνει ο σταυρός με την απόσταση OA.
- ◆ Τοποθέτησε το τρενάκι σε θέση 80, 100 & 150 cm από τον αισθητήρα και επανάλαβε την ίδια διαδικασία. Τι παριστάνουν οι ενδείξεις στον X άξονα;

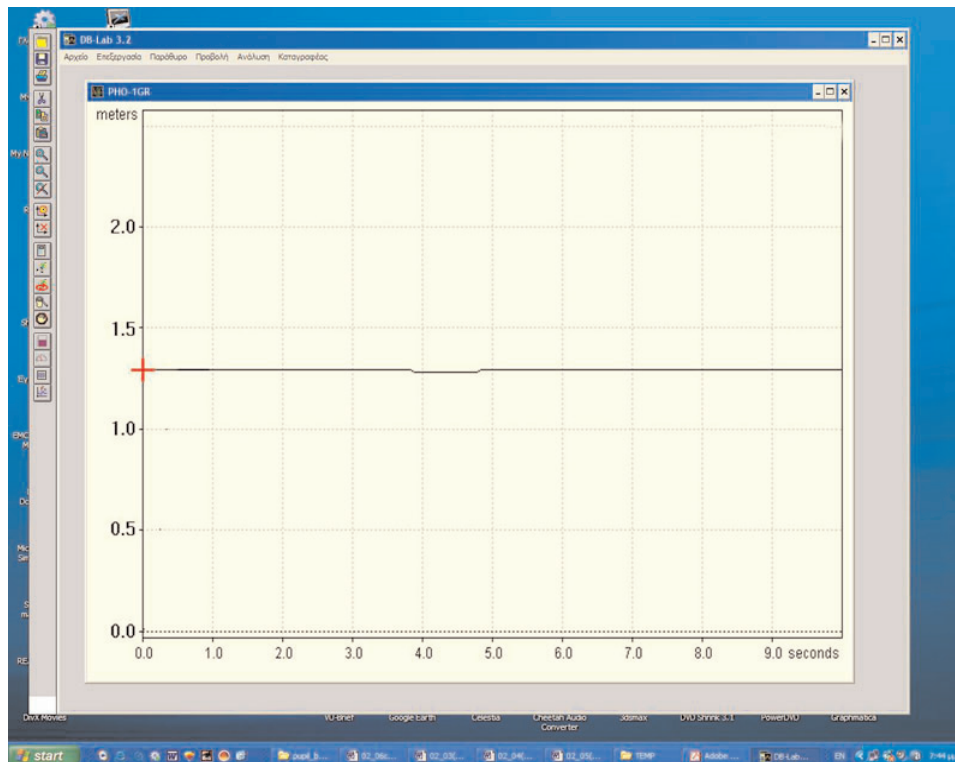
.....

□ Λήψη γραφικής παράστασης

- ◆ Τοποθέτησε το αμαξάκι σε σταθερή θέση.
- ◆ Πάτησε το πλήκτρο Run για να αρχίσει η καταγραφή των μετρήσεων.
- ◆ Αποθήκευσε και εκτύπωσε τη γραφική παράσταση.

Εάν υπάρχει χρόνος, να επαναλάβεις τη διαδικασία για διάφορες θέσεις του αμαξιδίου.

- Παρατήρησε το διάγραμμα της θέσης εικόνα 2 σε σχέση με το χρόνο στην οθόνη του υπολογιστή. Ποια είναι η μορφή του;
- Από τη μελέτη του διαγράμματος συμπλήρωσε τον πίνακα:



Εικόνα 2

Χρόνος t (sec)	0	1	2	3	4	5
Θέση x (m)						

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ

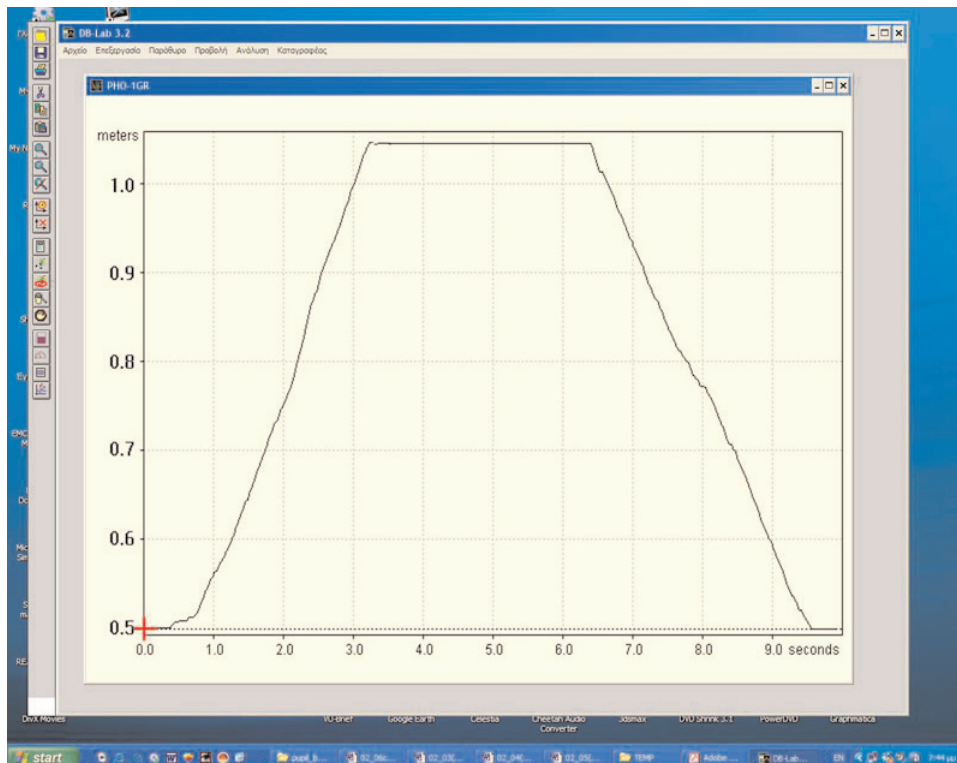
□ Έναρξη μετρήσεων

Από τη γραμμή περιεχομένων να επιλέξεις:

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

□ Λήψη γραφικής παράστασης

1. Κίνησε το τρενάκι σιγά-σιγά και ευθύγραμμα με το χέρι σου και συγχρόνως πάτησε το πλήκτρο Run για να γίνει η έναρξη των μετρήσεων.
2. Σταμάτησε το τρενάκι μετά από 5 sec για λίγο (π.χ. για 2 sec.)
3. Κόνησε το τρενάκι προς τα πίσω.
4. Αποθήκευσε και εκτύπωσε τη γραφική παράσταση.
 - Μελέτησε το διάγραμμα θέσης-χρόνου εικόνα 3 που προέκυψε στην οθόνη και συμπλήρωσε τον ακόλουθο πίνακα:



Εικόνα 3

Χρόνος t (sec)	0	2	4	6	8	10
Θέση x (m)						

- Πώς μπορούμε να διαπιστώσουμε από ένα διάγραμμα θέσης-χρόνου εάν ένα κινητό κινείται ή παραμένει ακίνητο;

.....

.....

.....

.....

- Πώς μπορούμε με τη βοήθεια του διαγράμματος μετατόπισης-χρόνου, να βρούμε τη θέση του τρένου σε μια τυχαία χρονική στιγμή;

.....

.....

.....

.....

ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΟΜΑΛΗ ΚΙΝΗΣΗ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 2

□ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Θέση κινητού – Απόσταση – Μετατόπιση – Ταχύτητα

□ Στόχοι

1. Να διακρίνεις την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση από τις άλλες κινήσεις, παρατηρώντας τα διαγράμματα θέσης - χρόνου και ταχύτητας - χρόνου που αντιστοιχούν σ' αυτές.
2. Να χρησιμοποιείς το διάγραμμα θέσης - χρόνου μιας ευθύγραμμης ομαλής κίνησης:
 - α. για να βρεις τη μετατόπιση του κινητού σε διάφορα χρονικά διαστήματα
 - β. για να υπολογίζεις την ταχύτητα του κινητού.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Ηλεκτροκίνητο τρενάκι
- ✓ Αισθητήρας θέσης
- ✓ Η/Υ



Εικόνα 1

- ◆ Άνοιξε τον Η/Υ και μπες στο κατάλληλο πρόγραμμα.

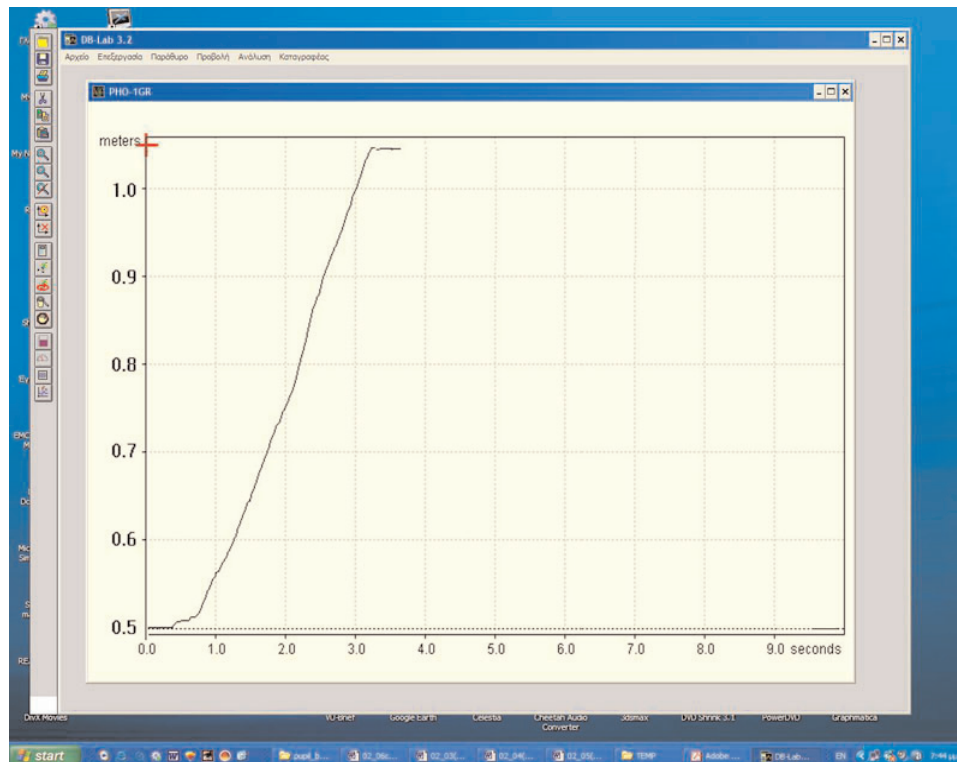
□ Έναρξη καταγραφής μετρήσεων

- ◆ Κάνε τις κατάλληλες ρυθμίσεις, ώστε το σύστημα να είναι έτοιμο να αρχίσει την καταγραφή των μετρήσεων. Το φωτάκι που αντιστοιχεί στην ένδειξη λειτουργίας του αισθητήρα αναβοσβήνει.

Παρατήρησε στην οθόνη του Η/Υ, στον κατακόρυφο άξονα, το φωτεινό σημείο που αντιστοιχεί στη θέση του ηλεκτρικού αμαξιού. Τοποθέτησε το τρενάκι σε απόσταση μισού μέτρου από τον αισθητήρα.

□ Λήψη γραφικής παράστασης

- ◆ Τοποθέτησε το τρενάκι σε σταθερή θέση.
- ◆ Πάτησε το πλήκτρο Run.
- ◆ Θέσε σε λειτουργία το τρενάκι.
- ◆ Αποθήκευσε και εκτύπωσε το διάγραμμα που λαμβάνεις στην οθόνη.



Εικόνα 2

Μόλις ολοκληρωθούν οι μετρήσεις από τον Η.Υ, σταμάτησε το τρενάκι. Παρατήρησε και σχολίασε τις μεταβολές της θέσης του σε συνάρτηση με το χρόνο, όπως καταγράφηκαν στην οθόνη του υπολογιστή.

Με έναν κανόνα έλεγξε αν η γραφική παράσταση της κίνησης είναι ευθεία γραμμή.

□ Επεξεργασία

1. Από τη γραφική παράσταση θέσης - χρόνου συμπεραίνουμε για το είδος της κίνησης που εκτελεί το τρενάκι. Από ποια στιγμή και μετά η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλή;
2. Με τη βοήθεια του διαγράμματος συμπλήρωσε τον ακόλουθο πίνακα.

Χρόνος t (sec)	0	0,5	1	1,5	2	
Θέση x (m)						

3. Υπολόγισε τη μετατόπιση του κινητού στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα:

Χρόνος t (sec)	Δx	$\frac{\Delta x}{\Delta t}$
Από t = 0 Έως t =		
Από t = Έως t =		

4. Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, σε ποια συμπέρασμα καταλήγεις;

α. για τη σχέση μετατόπισης και χρόνου στην κίνηση του τρένου;

.....

β. για το πηλίκο της μετατόπισης του κινητού προς τον αντίστοιχο χρόνο;

.....

[Το πηλίκο της μετατόπισης του τρένου προς τον αντίστοιχο χρόνο είναι η ταχύτητα του τρένου. Όταν, η ταχύτητα παραμένει σταθερή, όπως στην περίπτωση αυτή, η κίνηση ονομάζεται ευθύγραμμη ομαλή.]

Ποια είναι η ταχύτητα που έχει το τρενάκι από τη στιγμή που η κίνησή του έγινε ευθύγραμμη ομαλή και μετά;

5. Όταν μας δείχνουν ένα διάγραμμα θέσης χρόνου

α. Πώς θα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ευθύγραμμη κίνηση που αντιστοιχεί είναι ομαλή;

.....

β. Πώς από αυτό το διάγραμμα θα υπολογίζουμε την ταχύτητα;

.....

6. Τι θα άλλαζε στη μορφή του διαγράμματος, αν η ταχύτητα του τρένου ήταν σταθερή αλλά μικρότερη;

.....

7. Κάνε το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο, που αντιστοιχεί στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση του τρένου.

.....

.....

.....

.....

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

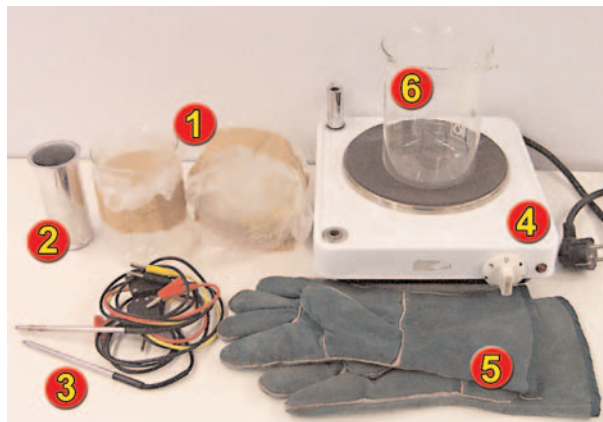
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 3

□ Στόχοι

1. Να διαπιστώσεις ότι:
 - α. η θερμότητα άγεται από τα σώματα υψηλότερης θερμοκρασίας προς τα σώματα χαμηλότερης θερμοκρασίας μέχρις ότου εξισωθούν οι θερμοκρασίες τους.
 - β. το ποσό της θερμότητας που απέδωσε το θερμότερο σώμα είναι ίσο με το ποσό της θερμότητας που απορρόφησε το ψυχρότερο.

□ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Καλά θερμικά μονωμένο δοχείο των 500 mL με μονωτικό καπάκι (1)
- ✓ Ένα ποτήρι ζέσης των 200 mL από αλουμίνιο (2)
- ✓ Ένα δοχείο 500 mL για θέρμανση νερού (6)
- ✓ Δυο αισθητήρες θερμοκρασίας (3)
- ✓ Εστία θέρμανσης (4)
- ✓ Η/Υ με κατάλληλο λογισμικό
- ✓ Προβολέας βίντεο
- ✓ Αντιθερμικά γάντια (5)



A. Μεταφορά θερμότητας/μεταβολή θερμοκρασίας

Το πείραμα θα πραγματοποιηθεί από δυο ομάδες. Η ομάδα 1 θα ασχοληθεί με τη λήψη και την επεξεργασία των μετρήσεων με τον Η/Υ και η ομάδα 2 θα ασχοληθεί με την προετοιμασία των διατάξεων του πειράματος.

Η περιγραφή που αφορά το μέρος της πειραματικής διαδικασίας που έχει σχέση με τη χρήση των αισθητήρων και το λογισμικό θα γίνει γενικά χωρίς να αναφερθούμε σε συγκεκριμένο τύπο λογισμικού.

Πριν οι ομάδες των μαθητών αρχίσουν την διαδικασία λήψης των μετρήσεων θα πρέπει να γίνει:

- Ρύθμιση χρονικής διάρκειας της μέτρησης:
 - Ρυθμίστε τη χρονική διάρκεια μέτρησης στα 100 sec.
- Εισαγωγή των αισθητήρων θερμοκρασίας:

Να γίνει επιλογή ρυθμίσεων για την εκτέλεση του πειράματος. Οι ρυθμίσεις αφορούν τον τρόπο λήψης των μετρήσεων του πειράματος, δηλαδή:

 - ♦ Συνδέστε τον αισθητήρα 1 στην είσοδο 1 της κονσόλας.
 - ♦ Συνδέστε τον αισθητήρα 2 στην είσοδο 2 της κονσόλας.
 - ♦ Εισάγετε τους αντίστοιχους αισθητήρες στο πρόγραμμα. Τον αισθητήρα 1 στο κανάλι 1 (είσοδο 1) και τον αισθητήρα 2 στο κανάλι 2 (είσοδο 2).
- Καθορισμός των αξόνων και της κλίμακας στις γραφικές παραστάσεις:
 - Υ-άξονας–θερμοκρασίας: Μέγιστο: 90 °C (μέγιστη θερμοκρασία), Ελάχιστο: Θερμοκρασία περιβάλλοντος, temp (1).
- Καθορισμός του τρόπου που θα φαίνονται τα διαγράμματα στην οθόνη:
 - Στην οθόνη να εμφανίζονται και τα δυο διαγράμματα συγχρόνως προκειμένου να αντιλαμβάνεται ο μαθητής την εξάρτηση της μεταβολής της θερμοκρασίας από τη μάζα.
 - Οι τιμές που λαμβάνουμε από τους δυο αισθητήρες διαφοροποιούνται από το χρώμα (πχ· το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί στις τιμές του αισθητήρα 1, το μπλε του αισθητήρα 2).
 - Ρυθμίστε την εμφάνιση της οθόνης έτσι ώστε να φαίνεται σε αυτή το πλέγμα για να διευκολύνονται οι μαθητές στην ανάγνωση των τιμών της θερμοκρασίας και την εύρεση των μεταβολών της.
- Αποθήκευση των ρυθμίσεων του πειράματος:
 - Οι ρυθμίσεις για τη λήψη και την παρουσίαση των δεδομένων αποθηκεύονται στο σκληρό δίσκο, έτσι ώστε να ανακαλούνται κάθε φορά που θα επιθυμούμε να πραγματοποιήσουμε το πείραμα.

Ομάδα 1

Έναρξη της πειραματικής διαδικασίας με τη χρήση του Η/Υ.

- ♦ Ανοίξτε τον Η/Υ και μπειτε στο κατάλληλο πρόγραμμα.
- ♦ Ανακαλέστε το σχετικό πείραμα, στην οθόνη του υπολογιστή σας εμφανίζονται τα γραφήματα με κατάλληλα διαμορφωμένη την κλίμακα στους δυο άξονες.

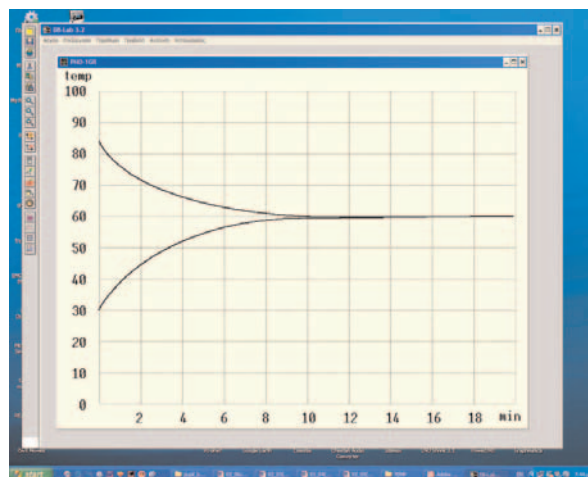
- ♦ Συνδέστε τους αισθητήρες στην κονσόλα και τοποθετήστε τους στα αντίστοιχα δοχεία.
- ♦ Συνδέστε τον αισθητήρα 1 στην είσοδο 1 της κονσόλας.
(διάγραμμα A: θερμοκρασία δοχείου των 500 mL)
- ♦ Συνδέστε τον αισθητήρα 2 στην είσοδο 2 της κονσόλας.
(διάγραμμα B: θερμοκρασία δοχείου των 200 mL)

Ομάδα 2

- Στο δοχείο των 500 mL τοποθετήστε 300 mL νερό και θερμάνετε το στους 90 °C.
- Στο δοχείο των 200 mL τοποθετήστε 150 mL νερό θερμοκρασίας περιβάλλοντος.
Ρίχτε το ζεστό νερό στο θερμικά μονωμένο δοχείο και τοποθετήστε μέσα σε αυτό το μεταλλικό δοχείο με το νερό θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Πραγματοποιήστε τη διάταξη της εικόνας 1.
Έναρξη καταγραφής μετρήσεων
Ξεκινήστε τη μέτρηση πατώντας το Run.
Παρακολουθήστε την εξέλιξη του φαινομένου στην οθόνη του υπολογιστή. Ζητήστε από τους μαθητές να σχολιάσουν την εξέλιξη του φαινομένου. Ζητήστε από τους μαθητές σας να προβλέψουν τη σχέση μεταξύ των θερμοκρασιών του υγρού στα δύο ποτήρια.
- ♦ Μόλις ολοκληρωθούν οι μετρήσεις, τις αποθηκεύουμε στο αντίστοιχο αρχείο (ENERGY 3 - 3 - 99).

Πατώντας ESC επιστρέφετε στη γραμμή περιεχομένων.

Εκτυπώστε το γράφημα της οθόνης σε μορφή πλέγματος.



Εικόνα 2

Φύλλο εργασίας



1. Από τα διαγράμματα και το νόμο της θερμιδομετρίας συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

ειδική θερμότητα του νερού $c \equiv 1 \frac{\text{cal}}{\text{gr} \cdot ^\circ\text{C}}$

	ΠΙΝΑΚΑΣ Α	
	Ποτήρι των 500 mL	Ποτήρι των 200 mL
Αρχική θερμοκρασία	$\theta_1 =$	$\theta_2 =$
Τελική θερμοκρασία	$\theta_{\text{τελική}} =$	$\theta_{\text{τελική}} =$
Μεταβολή θερμοκρασίας	$\Delta\theta_1 =$	$\Delta\theta_2 =$
Θερμότητα που απορροφήθηκε/αποδόθηκε: $Q_{\text{απ}} = m_1 \cdot c \cdot (\Delta\theta_1)$		

2. Από τον παραπάνω πίνακα σύγκρινε τα ποσά της θερμότητας που απέδωσε το νερό υψηλής θερμοκρασίας με τη θερμότητα που απορρόφησε το νερό χαμηλής θερμοκρασίας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Σε ποια γενική αρχή της Φυσικής στηρίζεται το παραπάνω συμπέρασμα;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Χρησιμοποίησε το παραπάνω συμπέρασμα για να υπολογίσεις θεωρητικά την τελική θερμοκρασία του νερού που προκύπτει από την ανάμειξη 200 ml νερού θερμοκρασίας 15 °C με 300ml 50 °C.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Επιβεβαίωσε την παραπάνω θεωρητική σου πρόβλεψη κάνοντας το αντίστοιχο πείραμα.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του Νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α').



Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.