
ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2026

ΠΡΟΛΟΓΟΣ: Οι σημειώσεις των εργαστηριακών ασκήσεων φυσικής έχουν διαμορφωθεί σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Χημικών Μηχανικών. Η συγγραφή των σημειώσεων έγινε με την συνεργασία των

Στυλιανή Κέννου, Καθηγήτρια, ΤΧΜ

Δημήτριος Κουζούδης, Καθηγητής, ΤΧΜ

Σουζάννε Μρόσντα, ΕΔΙΠ, ΤΧΜ

Άγγελος Καλαμπούνιας, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
2. ΓΕΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
 - 2.1. Συγκρότηση ομάδων φοιτητών και κατάρτιση του προγράμματος εκτέλεσης εργαστηριακών ασκήσεων
 - 2.2. Βασικοί κανόνες ασφάλειας στο εργαστήριο
 - 2.3. Διεξαγωγή πειραματικών μετρήσεων
 - 2.4. Προετοιμασία εργαστηριακής έκθεσης
 - 2.4.1. Γενική μορφή εργασίας
 - 2.4.2. Τα μέρη μιας σύντομης εργασίας
 - 2.4.3. Τα μέρη μιας πλήρους εργασίας
 - 2.5. Βαθμολογία

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗΣ

Σκοπός του Εργαστηρίου Φυσικής είναι η πρακτική άσκηση των φοιτητών σε κλασσικά πειράματα φυσικής που του διδάσκουν τεχνικές οι οποίες απαντώνται σε διάφορα άλλα φοιτητικά εργαστήρια ή και επαγγελματικά εργαστήρια που τυχόν θα συναντήσει ένας απόφοιτος Χημικός Μηχανικός κατά την διάρκεια της καριέρας του. Επιδιώκεται

- ✓ η κατανόηση των βασικών φυσικών φαινομένων που οι φοιτητές διδάχθηκαν στα μαθήματα Φυσική Ι, ΙΙ.
- ✓ η απόκτηση εμπειρίας στη διεξαγωγή του πειράματος και στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων.
- ✓ η ανάπτυξη της κριτικής επιστημονικής σκέψης.
- ✓ η εξοικείωση με τα διάφορα όργανα και τον τρόπο λειτουργίας και χρήσης τους.
- ✓ Η κατανόηση του σχεδιασμού και της υλοποίησης ενός πειράματος, οι δυσκολίες που έρχεται αντιμέτωπος ο μηχανικός στη προσπάθεια του να μετρήσει τα μεγέθη που θέλει.

Δυο δώρες εισαγωγικές διαλέξεις έχουν προγραμματιστεί με σκοπό την κατανόηση βασικών εννοιών του εργαστηρίου όπως η καταγραφή μετρήσεων, η εύρεσης της μέσης τιμής και του σφάλματος ενός συνόλου δεδομένων, ο προσδιορισμός μαθηματικών σχέσεων μεταξύ μετρούμενων μεγεθών και η χάραξη γραφικών παραστάσεων.

Στα πλαίσια του εργαστηρίου έχουν προγραμματιστεί 8 εργαστηριακές ασκήσεις. Τρεις ασκήσεις αναφέρονται στην περιοχή της Μηχανικής, μια στην Θερμότητα, δύο στην Οπτική και δύο στις περιοχές του Ηλεκτρισμού.

Οι ασκήσεις που θα πραγματοποιηθούν είναι οι εξής:

ΜΗΧΑΝΙΚΗ - Μετρήσεις και υπολογισμοί βασικών μεγεθών της μηχανικής

- A1** Μέτρηση πυκνότητας στερεού
- A2** Προσδιορισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας
- A3** Διπλό συζευγμένο εκκρεμές

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

- A4** Προσδιορισμός του ρυθμού θέρμανσης και ψύξης με χρήση των ηλιακών συλλεκτών

ΟΠΤΙΚΗ

- A5** Λεπτοί φακοί
- A6** Περίθλαση από απλή σχισμή

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

- A7** Φωτοβολταϊκό κύτταρο
- A8** Φόρτιση και εκφόρτιση πυκνωτή

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ (Οι σημειώσεις των εργαστηριακών ασκήσεων φυσικής βρίσκονται στην πλατφόρμα eclass.upatras.gr, Εργαστήριο Φυσικής CMNG2157)

2 ΓΕΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Τα πειράματα διεξάγονται στο Εργαστήριο Φυσικής που βρίσκεται στο ισόγειο του κτιρίου Χημικών Μηχανικών. Υπεύθυνοι για το εργαστήριο είναι οι εξής:

Δημήτριος Κουζούδης, Καθηγητής, (kouzoudis@chemeng.upatras.gr) και

Susanne Brosda, ΕΔΙΠ, (brosda@chemeng.upatras.gr)

2.1 Συγκρότηση ομάδων φοιτητών και κατάρτιση του προγράμματος εκτέλεσης εργαστηριακών ασκήσεων.

1. Οι φοιτητές/φοιτήτριες που θα δηλώσουν στο σύστημα progress το Εργαστήριο Φυσικής πρέπει να εγγραφούν ηλεκτρονικά μέσω του eclass και μέσω της παρακάτω διαδικασίας **μέχρι στις 13.02.026** στη διεύθυνση <https://eclass.upatras.gr>. Κάνετε login χρησιμοποιώντας τα διαπιστευτήριά σας (όνομα χρήστη – κωδικός, ίδια με του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σας). Εγγραφή στο μάθημα: Από το μενού **Κατάλογος μαθημάτων** επιλέξτε το **Εργαστήριο Φυσικής** και ενεργοποιείτε το αντίστοιχο **check box εγγραφής**.

Οι φοιτητές χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- A. Φοιτητές οι οποίοι γράφτηκαν κανονικά στο 1^ο έτος από την αρχή του 1^{ου} εξαμήνου ή γράφτηκαν στα μέσα του 1^{ου} εξαμήνου με μεταγραφή. Οι φοιτητές αυτοί παρακολουθούν υποχρεωτικά το εργαστήριο, και επίσης παίρνουν μέρος στην εξέταση στο Ιουνίου 2024.
 - B. Οι φοιτητές οι οποίοι έχουν περάσει το εργαστήριο με βαθμό < 5, αλλά όχι τη γραπτή εξέταση, θα γραφτούν επίσημα στο εργαστήριο, παίρνουν μόνο μέρος στην εξέταση στο Ιουνίου 2026 και καλούνται να εγγραφούν στην ομάδα «**Συμμετοχή στην εξέταση Ιουνίου 2026**»
 - C. Οι φοιτητές οι οποίοι είναι στο 2^ο έτος σπουδών ή μεγαλύτερο που δεν παρακολούθησαν ή δεν έχουν περάσει το εργαστήριο με βαθμό < 5 θα γραφτούν επίσημα στο εργαστήριο και καλούνται να εγγραφούν στην ομάδα «**Επανάληψη του Εργαστηρίου Φυσικής 2026**». Οι φοιτητές αυτοί έχουν την δυνατότητα να παρακολουθούν το εργαστήριο στην πρώτη εβδομάδα του εαρινού εξαμήνου, και επίσης παίρνουν μέρος στην εξέταση στο Ιουνίου 2024.
2. Οι δυο δίωρες εισαγωγικές διαλέξεις έχουν προγραμματιστεί στην πρώτη εβδομάδα του εξαμήνου.

ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΕΙΝΑΙ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Α ΚΑΙ ΘΑ ΛΗΦΘΟΥΝ ΑΠΟΥΣΙΕΣ.

3. Ο καταμερισμός των εγγεγραμμένων φοιτητών σε εργαστηριακά τμήματα θα πραγματοποιηθεί από τους υπεύθυνους του εργαστηρίου και θα ανακοινωθεί μετά το τέλος των εγγραφών.
4. Κάθε εργαστηριακό τμήμα περιλαμβάνει το μέγιστον 30 φοιτητές. Κάθε τμήμα διαιρείται σε ομάδες των 3-4 ατόμων οι οποίες δημιουργούνται στην πρώτη εργαστηριακή περίοδο από τους υπεύθυνους του εργαστηρίου. Η σύνθεση των ομάδων αυτών δεν αλλάζει κατά τη διάρκεια του εξαμήνου.
5. Το εργαστήριο περιλαμβάνει 8 ασκήσεις ανά φοιτητή. Σε κάθε εργαστηριακή περίοδο εκτελείται ένα πείραμα διαρκείας ~2 ώρες περίπου.
6. Το αναλυτικό πρόγραμμα εκτέλεσης των εργαστηριακών ασκήσεων ανακοινώνεται μετά την πραγματοποίηση των εισαγωγικών διαλέξεων.
7. Δεν είναι δυνατή η επανάληψη μιας χαμένης άσκησης για οποιοδήποτε λόγο. Συμπληρωματικά εργαστήρια δεν πρόκειται να γίνουν, παρά μόνο σε βεβαιωμένες δικαιολογημένες απουσίες.
8. Αν ο φοιτητής/η φοιτήτρια χρεωθεί περισσότερες από μία απουσία, επαναλαμβάνει όλο το εργαστήριο στο επόμενο έτος.
9. Πριν την εκτέλεση των πειραμάτων γίνεται μια μικρή γραπτή εξέταση («τεστάκι»). Το τεστάκι θα καλύπτει τη βασική θεωρία σφαλμάτων, τη γενική θεωρία, τη μεθοδολογία και τις πειραματικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στις αντίστοιχες ασκήσεις.
10. Η μη έγκαιρη προσέλευση στο εργαστήριο σημαίνει απουσία και απόρριψη από το μάθημα.

2.2 Βασικοί κανόνες ασφάλειας στο εργαστήριο

Εκτός από το καθήκον των φοιτητών να εκπαιδευτούν στο εργαστήριο, έχουν καθήκον και την αποφυγή πρόκλησης ατυχήματος εντός του εργαστηρίου.

1. Απαγορεύεται το κάπνισμα και η χρήση κινητού.
2. Απαγορεύεται αυστηρά η κατανάλωση τροφίμων και ποτών στο χώρο του εργαστηρίου.
3. Απαγορεύεται η άσκοπη παραμονή στο χώρο του εργαστηρίου καθώς και η επίσκεψη από άτομα που δεν σχετίζονται με αυτό.
4. Κατά την εργασία στο εργαστήριο θα πρέπει να αποφεύγονται τα φαρδιά ή κρεμαστά ρούχα, καθώς και τα ελεύθερα μακριά μαλλιά. Επίσης, πρέπει να αποφεύγονται τα «κρεμαστά» κοσμήματα, καθώς μπορεί να παρασύρουν κάποια συσκευή ή να έρθουν σε επαφή με κάποια συσκευή και να προκληθεί ατύχημα.
5. Απαγορεύεται οι πειραματισμοί που δεν προβλέπονται από το πρόγραμμα χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό του εργαστηρίου.
6. Ο πάγκος εργασίας σας πρέπει να διατηρείται πάντα καθαρός. Στους πάγκους εργασίας πρέπει να υπάρχουν μόνο τα απαραίτητα για την αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση: όργανα, υλικά, και βιβλία.
7. Οι συσκευές και τα όργανα πρέπει να παραδίνονται καθαρά και σε καλή κατάσταση.
8. Το εργαστήριο διαθέτει συσκευή για πλύση ματιών και καταιωνιστήρα σώματος.

9. Εντοπίστε την πυροσβεστική φωλιά και το κουτί με τις πρώτες βοήθειες εντός του εργαστηριακού χώρου.
10. Μεριμνήστε για τη ασφάλεια των συναδέλφων σας που εργάζονται κοντά σας και μην πανικοβάλλεστε σε περίπτωση πυρκαγιάς ή τραυματισμού.
11. Το εργαστήριο έχει ηλεκτρική εγκατάσταση με μονωμένους διακόπτες, πρίζες στερεής κατασκευής και διακόπτη (ρελέ) διαφυγής. Οι ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται είναι γειωμένες και τα καλώδια είναι μονωμένα και έχουν πιστοποίηση κατασκευής και καταλληλότητας κατά ISO.
12. Στα κυκλώματα των ασκήσεων του εργαστηρίου (ασκήσεις 7 - 10) χρησιμοποιούνται χαμηλές τάσεις. Παρόλο που ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας είναι σαφώς μικρός είναι απαραίτητη η προσοχή μας ιδίως στην σύνδεση οργάνων στο δίκτυο ηλεκτροδότης. **Ποτέ δεν βάζουμε στη πρίζα ένα κύκλωμα πριν ο επιβλέπων το ελέγξει.**
13. Σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας θα πρέπει πρώτα να αποκόπτεται το ρεύμα από τους ασφαλειοδιακόπτες που είναι κατανεμημένοι κοντά στις παροχές (ή κατεβάζοντας το γενικό διακόπτη εργασίας).
14. Ακτινοβολίες Laser (Χρήση συσκευών παραγωγής Laser στην άσκηση 6): Απαγορεύεται να κατευθύνετε την δέσμη τους στα μάτια σας είτε στα μάτια κάποιου συνάδελφου. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται ώστε να μη συμβεί αυτό και από ισχυρή ανάκλαση της δέσμης από ιδιαίτερα στιλπνή επιφάνεια ή καθρέπτη.
15. Η λυχνία (λάμπα αλογόνου), άσκηση 4, δεν πρέπει να αφήνεται αναμμένη όταν δε χρειάζεται και πρέπει να σβήνεται μετά τη χρήση του.

2.3 Διεξαγωγή πειραματικών μετρήσεων

Τα πειραματικά δεδομένα και οι μετρήσεις καθαρογράφονται κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων πάνω στο φύλλο μετρήσεων είτε ατομικά είτε ομαδικά σε αναλογία με την αντίστοιχη έκθεση του πειράματος και μαζί με αυτά πρέπει να συμπεριλαμβάνεται ο τίτλος της άσκησης, η ημερομηνία εκτέλεσης και τα ονόματα των συνεργατών. Μετά το πέρας του πειράματος ο επιβλέπων του πειράματος θα υπογράψει το φύλλο μετρήσεων. Το ολοκληρωμένο φύλλο μέτρησης φωτογραφίζεται και το πρωτότυπο παραμένει στο εργαστήριο. Το φύλλο μετρήσεων ως φωτογραφία πρέπει να είναι η τελική σελίδα της εργασίας σας.

- ✓ Η μη-καταχώρηση του εκλαμβάνεται σαν απουσία από την αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.
- ✓ Αλλοίωση των πρωτογενών πειραματικών αποτελεσμάτων ή αντιγραφή από παλιότερες εργαστηριακές εκθέσεις θα έχει σαν συνέπεια τον **ΜΗΔΕΝΙΣΜΟ** ολόκληρης της άσκησης.

Αν προκύψουν προβλήματα κατά την επεξεργασία των μετρήσεων, οι αντίστοιχοι βοηθοί και ο υπεύθυνος διδασκων είναι πρόθυμοι να βοηθήσουν.

2.4 Προετοιμασία εργαστηριακής έκθεσης

2.4.1 Γενική μορφή εργασίας

- ✓ Η εργασία κάθε εργαστηριακής άσκησης γράφεται σε WORD. Σε κάποιες ασκήσεις θα παραδοθούν σύντομες εκθέσεις και σε κάποιες πλήρες εκθέσεις. Επίσης σε κάποιες ασκήσεις θα παραδοθούν επιπλέον και αρχεία Excel (ή MatLab, QPlot, δείτε παρακάτω πίνακα).

Η σύντομη έκθεση παρέχει την περίληψη, την ανάλυση των αποτελεσμάτων, και τα συμπεράσματα.

Η πλήρης έκθεση παρέχει την περίληψη, το θεωρητικό μέρος, το πειραματικό μέρος, την ανάλυση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων, τα συμπεράσματα και άλλες χρήσιμες πληροφορίες (σύμβολα, βιβλιογραφία).

- ✓ Το αρχείο σε Word πρέπει να συμπεριλαμβάνει κείμενο, τις εξισώσεις (γραμμένες με το Equation Editor του Word), τους πίνακες και τις γραφικές παραστάσεις είτε σχεδιασμένες σε μιλιμετρέ χαρτί είτε εισαγόμενες από το Excel (ή MatLab, QPlot).
- ✓ Το φύλλο μετρήσεων είναι **η τελευταία σελίδα** στην εργασία που θα υποβληθεί. Η μη-καταχώρηση του φύλλου μετρήσεων εκλαμβάνεται σαν απουσία από την αντίστοιχη εργαστηριακή άσκηση.
- ✓ Μετατρέψτε την ολοκληρωμένη εργασία σε αρχείο PDF.
- ✓ Το όνομα του αρχείου περιέχει μόνο το αντίστοιχο τμήμα και τον αριθμό μητρώου των συμμετεχόντων φοιτητών, για παράδειγμα τμήμα A1 και AM = 1020875 -> A1-1020875.pdf. Μια ομαδική εργασία μεταφορτώνεται **μόνο** από **ένα μέλος** της ομάδας.
- ✓ Οι εκθέσεις θα παραδίδονται αυστηρά μέχρι μια εβδομάδα ή δυο εβδομάδες μετά την εκτέλεση της άσκησης ηλεκτρονικά μέσω του eclass «Εργασίες» στο πλαίσιο της σχετικής άσκησης, δείτε παρακάτω πίνακα.
- ✓ Εάν ο φοιτητής (ή η ομάδα) δεν υποβάλει την εργασία εγκαίρως, θα λάβει αφαίρεση πόντων −0,5 ανά ημέρα.
- ✓ Αν ο φοιτητής/η φοιτήτρια δεν παραδώσει καμία έκθεση, επαναλαμβάνει το εργαστήριο σε επόμενο έτος.

Ο παρακάτω πίνακας περιλαμβάνει πληροφορίες για κάθε έκθεση ανά άσκηση.

	Άσκηση	Μορφή έκθεσης			Προσθεσμία
A1	Μέτρηση πυκνότητας στερεού	ατομική	πλήρης έκθεση, η εργασία σε μορφή pdf		Μια εβδομάδα
A2	Προσδιορισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας	ομαδική	σύντομη έκθεση, η εργασία με τις γραφικές παραστάσεις σε μορφή pdf	Excel*	Δυο εβδομάδες
A3	Διπλό συζευγμένο εκκρεμές	ομαδική	σύντομη έκθεση, η εργασία με τις γραφικές παραστάσεις σε μορφή pdf	Excel*	Μια εβδομάδα
A4	Προσδιορισμός του ρυθμού θέρμανσης και ψύξης με χρήση των ηλιακών συλλεκτών	ομαδική	πλήρης έκθεση, η εργασία με τις γραφικές παραστάσεις σε μορφή pdf	Excel*	Δυο εβδομάδες
A5	Λεπτοί φακοί	ατομική	σύντομη έκθεση, η εργασία με τις γραφικές παραστάσεις σε μορφή pdf	Excel*	Μια εβδομάδα
A6	Περίθλαση από απλή σχισμή	ομαδική	πλήρης έκθεση, η εργασία με τις γραφικές παραστάσεις σε μορφή pdf	Excel*	Δυο εβδομάδες
A7	Φωτοβολταϊκό κύτταρο	ατομική	σύντομη έκθεση η εργασία με τις γραφικές παραστάσεις σε μορφή pdf	Excel*	Μια εβδομάδα
A8	Φόρτιση και εκφόρτιση πυκνωτή	ομαδική	πλήρης έκθεση, η εργασία με τις γραφικές παραστάσεις σε μορφή pdf	Excel*	Δυο εβδομάδες

Excel* ή MatLab, QPlot - Υπάρχει η δυνατότητα για ανέβασμα πολλαπλών αρχείων μέχρι

Οι εργασίες πρέπει να ανεβαίνουν σε μορφή PDF. Τα σχόλια του βαθμολογητή μπορούν να φανούν μόνο σε υπολογιστή με εφαρμογή που ανοίγει τέτοιου είδους αρχεία, όπως το Adobe Reader και όχι σε φυλλομετρητές του διαδικτύου ή σε κινητά. Εκεί τα σχόλια δεν εμφανίζονται ορθά.

Μια έκθεση, σύντομη ή πλήρης, ατομική ή ομαδική, αποτελείται από διάφορα μέρη και το καθένα έχει ξεχωριστό και εξίσου σημαντικό σκοπό. Κάθε τμήμα πρέπει να έχει τον ανάλογο τίτλο. Στη συνέχεια παρατίθενται οδηγίες για τη συγγραφή κάθε τμήματος ξεχωριστά.

2.4.2 Τα μέρη μιας σύντομης εργασίας

Η πρώτη σελίδα περιέχει τα στοιχεία σας, τον τίτλο της άσκησης και την περίληψη.

Όνοματεπώνυμο	
Αριθμός Μητρώου	
Εργαστηριακό Τμήμα	
e-mail	
Ημερομηνία διεξαγωγής της άσκησης	
Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας	

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Να περιέχει τα κύρια σημεία της άσκησης δοσμένα με συνοπτικό και επιγραμματικό τρόπο. Δηλαδή 2 – 3 γραμμές για το σκοπό πάνω στον οποίο βασίζεται η άσκηση, 2 – 3 γραμμές σχετικά με την πειραματική διαδικασία και τα κυριότερα αποτελέσματα-συμπεράσματα (σε αριθμούς και μονάδες).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- ✓ Έκθεση αποτελεσμάτων (πειραματικών και υπολογισμένων) σύμφωνα με τις οδηγίες που περιγράφονται στη συγκεκριμένη άσκηση.
- ✓ Περιλαμβάνει τα αποτελέσματα (ποιοτικά, ποσοτικά, πίνακες, διαγράμματα κλπ) των πειραματικών μετρήσεων. Τα τελικά αποτελέσματα της μελέτης και οι μετρήσεις πρέπει να παρουσιάζονται σε γραφικές παραστάσεις και πίνακες, όπου αυτό είναι δυνατό (δείτε τα πρότυπα στις σημειώσεις των αντίστοιχων ασκήσεων).
- ✓ Τα Σχήματα και οι Πίνακες αριθμούνται και οι τίτλοι τους πρέπει να παρέχουν ουσιαστικές πληροφορίες ως προς το σχήμα/τον πίνακα. Σχήματα και Πίνακες πρέπει να αναφέρονται στο κείμενο:

π.χ. «Το Σχήμα 1 δίνει την θερμοκρασία του νερού συναρτήσει του χρόνου».

π.χ. «Στον Πίνακα 1 δίνεται η μετατροπή της θερμοκρασίας από μονάδες °C σε Kelvin».

- ✓ Στους Πίνακες η λεζάντα/ο τίτλος γράφεται από πάνω ενώ στα Σχήματα από κάτω.
- ✓ Σχολιασμός των πειραματικών αποτελεσμάτων και σύγκριση τους με τα αντίστοιχα που προκύπτουν από τη βιβλιογραφία. Αναπτύξτε τις εκτιμήσεις σας για τυχόν αποκλίσεις θεωρίας και πειράματος. Δώστε τις προτάσεις σας για βελτιώσεις.

- ✓ Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αποτελεί το σημαντικότερο μέρος της έκθεσης. Η σημασία, η σπουδαιότητα και η ορθότητα των αποτελεσμάτων πρέπει να αναλυθεί σε βάθος. Ιδιαίτερα πρέπει να εστιάσει κανείς στη σύγκριση των αποτελεσμάτων με τη βιβλιογραφία και να ερμηνεύσει τις διαφορές όταν αυτές υπάρχουν. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις μονάδες, οι οποίες θα αναφέρονται πάντα και ιδιαίτερα στο τελικό αποτέλεσμα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ

- ✓ Συζητείται το φυσικό περιεχόμενο και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μαζί με τα υπολογισμένα σφάλματα, και τις πιθανές πηγές των σφαλμάτων αυτών. Ο φοιτητής/η φοιτήτρια θα πρέπει να συμπεράνει τον βαθμό επιτυχίας των στόχων του πειράματος, δηλαδή αν ο σκοπός του πειράματος επετεύχθη ή όχι, και εάν ναι, πόσο καλά επετεύχθη.
- ✓ Τα συμπεράσματα πρέπει να ακολουθούν λογικά την ανάλυση των αποτελεσμάτων και να παρουσιάζονται σε ξεχωριστή παράγραφο το καθένα.
- ✓ Οι υποδείξεις αποτελούν το τμήμα που περιλαμβάνει ερωτήματα που δημιουργήθηκαν από την άσκηση και χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Αναφέρονται υποδείξεις ή προτάσεις για τη βελτίωση της πειραματικής τεχνικής, ώστε να βελτιωθεί η ακρίβεια και η ευκολία λήψης των μετρήσεων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Τοποθετείται όλο το υλικό που είναι πολύ λεπτομερές για να ενσωματωθεί στο κύριο σώμα της έκθεσης, αλλά αρκετά χρήσιμο ώστε να παραληφθεί. Για παράδειγμα, στο παράρτημα μπαίνουν το έντυπο των μετρήσεων που υπέγραψε ο υπεύθυνος του εργαστηρίου (**φύλλο μετρήσεων**), βαθμονόμηση συσκευής, υπολογισμοί σχετικά με την εκτίμηση της ακρίβειας των μετρήσεων κ.λπ..

2.4.3 Τα μέρη μιας πλήρους εργασίας

Η πρώτη σελίδα περιέχει τα στοιχεία σας, τον τίτλο της άσκησης και την περίληψη, δείτε παραπάνω 2.4.2.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ, δείτε παραπάνω, 2.4.2.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στο κομμάτι της θεωρίας απαντήστε μόνο τις ερωτήσεις, οι οποίες βρίσκονται στις αντίστοιχες σημειώσεις των εργαστηριακών ασκήσεων.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

- ✓ Περιγραφή των οργάνων, της πειραματικής διάταξης και της πειραματικής διαδικασίας.
- ✓ Στην πειραματική διάταξη σχεδιάζουμε ένα σχηματικό διάγραμμα του όλου πειράματος. Μην εκτυπώνετε σχήματα από τις οδηγίες του εργαστηρίου αλλά προσπαθήστε να σχεδιάσετε τα δικά σας.
- ✓ Στην πειραματική διαδικασία παρουσιάζουμε με την μορφή απλών βημάτων, την αλληλουχία των ενεργειών και των χειρισμών που έγιναν για να ληφθούν τα πειραματικά αποτελέσματα. Ο βασικός σκοπός κατά την περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας είναι να δίνει αρκετές πληροφορίες, ώστε να μπορεί ο τυχόν αναγνώστης της αναφοράς σας να επαναλάβει την πειραματική εργασία όπως ακριβώς έγινε στην αρχική μελέτη.
- ✓ Το κείμενο γράφεται στο 3^ο πρόσωπο (π.χ. «μετρείται» και όχι «μετρώ»). Το πειραματικό μέρος δεν περιέχει αποτελέσματα, αλλά μόνο τη διαδικασία του πειράματος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ, δείτε παραπάνω, 2.4.2.

ΣΥΜΒΟΛΑ

Ορίζονται τα σύμβολα που χρησιμοποιήθηκαν στην έκθεση και αναφέρονται οι μονάδες τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Καταγράφονται σε λίστα κατά αύξουσα σειρά όλες οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν στη συγγραφή της εργαστηριακής έκθεσης. Είναι αυτονόητο ότι εντός του κειμένου θα υπάρχουν στα σχετικά σημεία οι αριθμοί που θα αντιστοιχούν στις χρησιμοποιούμενες αναφορές. Οι αναφορές συντάσσονται στη λίστα υπό τη μορφή:

Περιοδικό: J. E. Shelby and L.K. Downie, *Phys. Chem. Glasses* **30** (1989), p. 151.

Βιβλίο: R. S. Drago, *Physical Methods in Inorganic Chemistry*, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1965.

Ιστοσελίδα: Yenka, <https://www.yenka.com/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ, δείτε παραπάνω, 2.4.2.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

Οι εξισώσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται στην εξαγωγή αποτελεσμάτων ή στα συμπεράσματα θα πρέπει να είναι γραμμένα με το [equation editor του Word](#) και να είναι αριθμημένες:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H}{T} \Delta V \quad (1)$$

Στην πλατφόρμα του eclass στα έγγραφα μπορείτε να βρείτε σύντομες οδηγίες για την χρήση του equation editor.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ:

Κάθε πίνακας πρέπει να συνοδεύεται από αριθμό και περιγραφικό τίτλο τοποθετημένους στο επάνω μέρος του. Οι μονάδες των παραμέτρων πρέπει να αναγράφονται στην πρώτη γραμμή. Η οργάνωση των πινάκων πρέπει να γίνεται με κάποια λογική σειρά. Για παράδειγμα, πίνακας οργανωμένος με αύξουσα σειρά των τιμών της μελετούμενης ανεξάρτητης μεταβλητής.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ:

Όλες οι γραφικές παραστάσεις (γραφήματα) στις εργασίες που δεν χρησιμοποιείται το Excel, θα σχεδιάζονται με το χέρι σε χαρτί μιλλιμετρέ. Όλα τα γραφήματα, είτε στο χέρι είτε στο Excel, θα ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ **προσαρτημένες** στην εργασία με φωτογραφία, σαρωμένη εικόνα ή απλή επικόλληση.

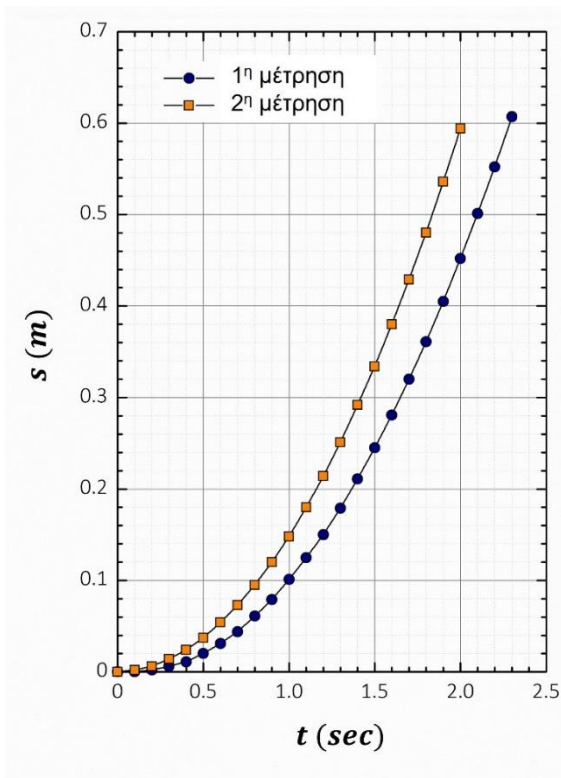
Κάθε γράφημα πρέπει να σχεδιάζεται ξεχωριστά, και πρέπει να έχει αριθμό και περιγραφικό τίτλο στο κάτω μέρος του. Επιλέγεται η κλίμακα έτσι ώστε το διάγραμμα να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο **τετράγωνο**. Γύρω από το διάγραμμα θα πρέπει να υπάρχει περιθώριο και να μην κολλάνε οι άξονες στα περιθώρια της σελίδας (δείτε σχήμα 1 και 2 παρακάτω).

Βαθμονομούνται οι άξονες. Ποτέ δεν σημειώνονται πάνω στους άξονες οι τιμές των πειραματικών μετρήσεων. Γράφονται στους άξονες τα μεγέθη που αναπαριστούν, η τάξη μεγέθους με δύναμη του 10 και σε παρένθεση οι μονάδες. Δηλαδή αν στον άξονα είναι σημειωμένο $T \cdot 10^2 (K)$ τότε το σημείο με συντεταγμένη π.χ. 4,5 θα αντιστοιχεί σε $T = 450 K$.

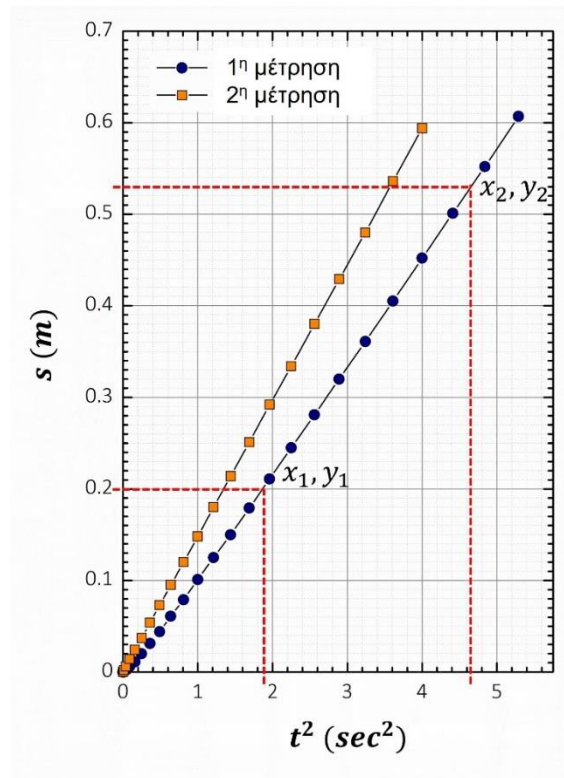
Τοποθετούμε τα πειραματικά σημεία στο διάγραμμα. Σύμβολα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι κυκλάκια, τετραγωνάκια, ρόμβοι, τρίγωνα κ.α. (και όχι απλές κουκίδες που είναι δυσδιάκριτες). Αν υπάρχουν περισσότερα από ένα σύμβολα, θα πρέπει να επεξηγούνται στη λεζάντα. Χαράσουμε τις ευθείες ή τις καμπύλες του διαγράμματος οι οποίες μπορούν να έχουν διάφορες μορφές (συνεχής γραμμή, στικτή γραμμή κ.α.)

Το γράφημα πρέπει να επικολληθεί στο σχετικό σημείο της εργασίας. Όλοι οι τίτλοι που αφορούν σχήματα/γραφικές παραστάσεις πρέπει να παρέχουν ουσιαστικές πληροφορίες ως προς το σχήμα.

Τα γραφήματα σχεδιάζονται μέσω του λογισμικού Excel με τους ίδιους γενικούς κανόνες όπως έχουν περιγράψει παραπάνω.



Σχήμα 1: Απόσταση s , συναρτήσει του χρόνου t . Βάρος δρομέα $m_1 = 200,54 \text{ g}$, βάρος της δύναμης $m_2 = 15 \text{ g}$ (1^η μέτρηση), $m_2 = 10 \text{ g}$ (2^η μέτρηση). Συνολικός ύψος πτώσης της μάζας m_2 , $h = 1,4 \text{ m}$



Σχήμα 2: Γραφική παράσταση $s(t^2)$. Βάρος δρομέα $m_1 = 200,54 \text{ g}$, βάρος της δύναμης $m_2 = 15 \text{ g}$ (1^η μέτρηση), $m_2 = 10 \text{ g}$ (2^η μέτρηση). Συνολικός ύψος πτώσης της μάζας m_2 , $h = 1,4 \text{ m}$.

ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ - ΚΛΙΣΗ

Μια γραμμική εξίσωση έχει τη γενική μορφή

$$y = a + b \cdot x \quad (1)$$

όπου a και b είναι σταθερές. Η γραφική παράσταση y σε συνάρτηση με το x είναι ευθεία γραμμή (σχήμα 2). Η σταθερά b παριστάνει την τιμή του y , όπου η ευθεία γραμμή τέμνει τον άξονα y . Η σταθερά a είναι ίση με την κλίση της ευθείας γραμμής. Αν δυο **τυχαία σημεία πάνω στην ευθεία** έχουν συντεταγμένες (x_1, y_1) και (x_2, y_2) , αντίστοιχα, όπως στο σχήμα 2, η κλίση της ευθείας θα είναι:

$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (2)$$

Για παράδειγμα, χρησιμοποιώντας τα δυο σημεία στην γραφική παράσταση $s(t^2)$ του Σχήματος 2 παραπάνω, η κλίση ισούται αριθμητικά με:

$$b = \frac{(0,53 - 0,20) \text{ m}}{(0,465 - 0,19) \text{ s}^2} = 1,20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad (3)$$

Προσέξτε τις μονάδες, η κλίση σχεδόν πάντα στο εργαστήριο έχει μονάδες. Από τη θεωρία της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης κίνησης, αυτή η κλίση πρέπει να ισούται με την επιτάχυνση της κίνησης.

Η κλίση γενικά δεν είναι ίση με την εφαπτομένη της γωνίας ($\tan \varphi$) όπως στα Μαθηματικά επειδή τα y και x είναι ποσότητες με μονάδες που σημαίνει ότι οι αποστάσεις τους στη γραφική παράσταση πολλαπλασιάζονται με διαφορετικές κλίμακες.

2.5 Βαθμολογία

Οι φοιτητές/φοιτήτριες βαθμολογούνται σε κάθε άσκηση. Η συνολική βαθμολογία του μαθήματος προκύπτει από τρία μέρη:

- (α) ΜΟ βαθμός τεστάκι: Η επαρκής γνώση της θεωρίας και της πειραματικής διαδικασίας («τεστάκι»), η σωστή και προσεκτική εκτέλεση του πειράματος καθώς και η προθυμία για συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας, τον επιβλέποντα βοηθό και τον υπεύθυνο του εργαστηρίου.
- (β) ΜΟ βαθμός εργασιών: Ο μέσος όρος που υπολογίζεται από όλες τις εργασίες πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος από πέντε (≤ 5) για να γίνει **δεκτός** στην εξέταση του εργαστηρίου.
- (γ) βαθμός εξέτασης: Για να περάσει κάποιος το μάθημα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος από πέντε (≤ 5).

Η συνολική βαθμολογία του μαθήματος προκύπτει από 60% τεστάκι και εργασίες μαζί (αναλυτικά 20% ΜΟ βαθμός τεστάκι + 80% ΜΟ βαθμός εργασιών) και 40% βαθμός εξέτασης.

Για παράδειγμα αν κάποιος έχει βαθμό ΜΟ τεστάκι εργαστηρίου 6, ΜΟ βαθμό εργασίας 7,5, και βαθμό γραπτής εξέτασης 8, ο τελικός του βαθμός είναι $(6 \times 0,2 + 7,5 \times 0,8) \times 0,6 + 8 \times 0,4 = 7,52$. Ο τελικός βαθμός στρογγυλοποιείται στην πλησιέστερη μισή μονάδα. Για παράδειγμα το 7,52 γίνεται 7,5.