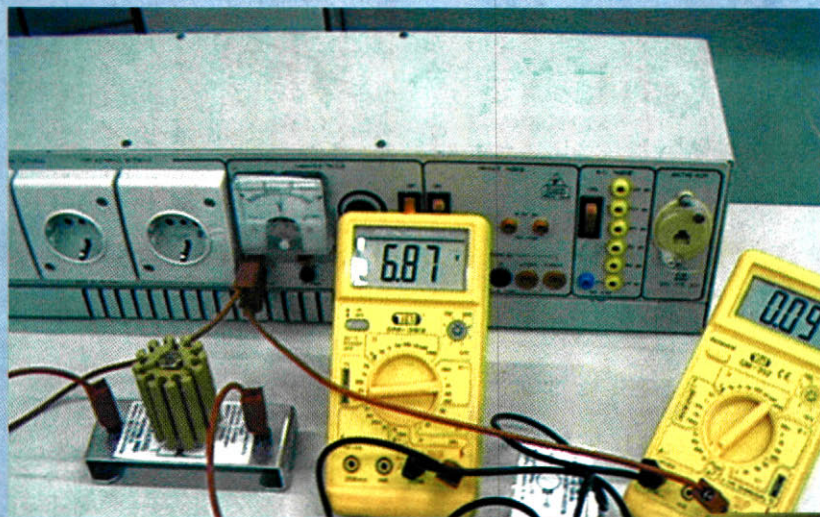


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

# Φυσικής

Β' ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

# Φυσικής

Β' ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

# Φυσικής

Β' ΤΑΞΗ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Πάρις Κοψιαύτης  
Χρυσολέων Συμεωνίδης

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

#### **ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ**

**Κοψιαύτης Πάρις**, φυσικός, υπεύθυνος του εργαστηρίου Φυσικής & Τεχνολογίας των εκπαιδευτηρίων Γείτονα

**Συμεωνίδης Χρυσολέων**, φυσικός, Λέκτορας τμήματος Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών

#### **ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ**

**Πετρόχειλος Κλεομένης**, φυσικός, καθηγητής Αμερικανικού Κολλεγίου

#### **ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ**

Δρ Ραγιαδάκος Χρήστος, πάρεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, τομέας Φυσικών Επιστημών

#### **ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ**

**Λεοντίου Πηνελόπη**, φιλόλογος, καθηγήτρια εκπ/ρίων Τσιαμούλη

## Περιεχόμενα

Απόφυγε τα ατυχήματα . . . . .	9
Κανόνες ασφάλειας στο εργαστήριο Φυσικής της Α΄ Λυκείου . . . . .	9
1. Αποτύπωση – αισθητοποίηση ηλεκτρικού πεδίου σε αγώγιμο χαρτί με τη βοήθεια γαλβανόμετρου. . . . .	11
2. Ενεργειακή μελέτη των στοιχείων απλού ηλεκτρικού κυκλώματος με πηγή, ωμικό καταναλωτή, και κινητήρα. . . . .	13
3. Μελέτη χαρακτηριστικής καμπύλης ηλεκτρικής πηγής, ωμικού καταναλωτή και κρυσταλλο-διόδου . . . . .	17
4. Αποτύπωση (σε επίπεδο) μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς με τη βοήθεια «μαγνητόμετρου». . . . .	22
5. Προσδιορισμός της έντασης της βαρύτητας με τη βοήθεια του απλού εκκρεμούς . . . . .	25
6. Ποιοτική μελέτη κυματικών φαινομένων παλμού και αρμονικού κύματος. Μέτρηση της ταχύτητας διάδοσης και του μήκους κύματος. . . . .	28
7. Μελέτη του συστήματος (κατακόρυφο) ελατήριο μάζα. Προσδιορισμός σταθεράς ελατηρίου-βαθμονόμηση Ενεργειακή μελέτη του συστήματος. . . . .	32
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 . . . . .	37
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 . . . . .	40



Φίλε μαθητή και φίλη μαθήτριά,

Με τα πειράματα που περιγράφονται σ' αυτόν τον εργαστηριακό οδηγό θα ερευνήσεις φυσικά φαινόμενα ώστε να συμπεράνεις για τις μεταβολές των μεγεθών που τα αφορούν.

Άλλοτε θα διαπιστώσεις αν πρόβλεψες σωστά για την εξέλιξη του φαινομένου και αν οι υποθέσεις σου το ερμηνεύουν κι άλλοτε θα επιβεβαιώσεις με τις μετρήσεις σου τη θεωρία που ήδη έχεις διδαχτεί γι αυτό.

Σε κάθε περίπτωση και όσον αφορά τις μετρήσεις να 'χεις υπόψη σου την παρουσία σφαλμάτων σ' αυτές όπως και την περιορισμένη ακρίβεια των οργάνων του σχολικού εργαστηρίου.

Με τις μετρήσεις, τις απαντήσεις σου σε ερωτήσεις, τα συμπεράσματα αλλά και τις παρατηρήσεις σου θα συμπληρώσεις το τετράδιο που συνοδεύει αυτόν τον οδηγό.

Για την πραγματοποίηση της κάθε πειραματικής άσκησης θα σε βοηθήσει πρώτα απ' όλα ο καθηγητής ή η καθηγήτριά σου αλλά και η δομή της που περιλαμβάνει:

- τους **στόχους** της. Δηλαδή με το τι θα ασχοληθείς
- τις **εισαγωγικές γνώσεις**, που είναι μια πολύ συνοπτική αναφορά της θεωρίας που έχει σχέση με αυτήν
- τα **όργανα**, που θα χρησιμοποιήσεις για τις μετρήσεις σου
- τα **υλικά** με τα οποία θα δουλέψεις και
- μια περιγραφή της **πειραματικής διαδικασίας** που συνοδεύεται από φωτογραφίες ή σχήματα της διάταξης.

Ειδικά για τη τρίτη άσκηση στο 2ο παράρτημα θα βρεις πειραματικές μετρήσεις και την γραφική επεξεργασία τους με την βοήθεια ενός προγράμματος σε υπολογιστή.

Το 1ο παράρτημα περιέχει τις μονάδες του SI τα πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσιά τους καθώς και πίνακες μετατροπής από άλλες μονάδες μέτρησης.

Πριν ξεκινήσεις θυμήσου να διαβάσεις, να συζητήσεις και να τηρείς τους κανόνες ασφάλειας.

Ελπίζουμε να πάρεις γνώση, εμπειρία και ευχαρίστηση από την πραγματοποίηση των ασκήσεων αυτών.

## Απόφυγε τα ατυχήματα

- Κάθε εργασία έχει το δικό της ρυθμό. Γι αυτό πρώτα απ' όλα δε χρειάζεται **βιασύνη**. Άλλωστε οι πειραματικές ασκήσεις που θα κάνεις έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να ολοκληρώνονται στο χρονικό όριο της διδακτικής ώρας. Αυτό βέβαια δε σημαίνει το να χάνεις άσκοπα χρόνο μετακινούμενος/η άσκοπα στην αίθουσα εμποδίζοντας τις άλλες ομάδες ή μη συνεργαζόμενος/η σωστά με τα άλλα μέλη της ομάδας σου.
- Κάθε εργασία με όργανα και συσκευές χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Γι αυτό πριν ξεκινήσεις κάνε μερικές δοκιμές με τη βοήθεια του καθηγητή/τριας σου ώστε να είσαι βέβαιος/η ότι έχεις καταλάβει πώς να τα/τις **χειριστείς**.
- Κάθε πειραματική άσκηση είναι συγκεκριμένη και περιγράφεται στο εργαστηριακό σου βιβλίο. Μην επιχειρήσεις να κάνεις κάτι διαφορετικό. Αν θελήσεις κάτι τέτοιο συζήτησέ το με τον/την καθηγητή/τρια σου. Έχει μεγάλη σημασία το να είσαι **συγκεντρωμένος/η** σ' αυτό που σου ζητιέται να κάνεις.

## Κανόνες ασφάλειας στο εργαστήριο Φυσικής της Β' Λυκείου

Όλα τα πειράματα έχουν σχεδιαστεί ώστε να γίνονται από τους μαθητές και τις μαθήτριες με απόλυτη ασφάλεια και στο χρόνο της διδακτικής ώρας. Παρ' όλα αυτά είναι σκόπιμο κατά τη διεξαγωγή των πειραματικών ασκήσεων να ακολουθώ τους παρακάτω κανόνες.

1. Κατά την είσοδό μου στην αίθουσα δεν βιάζομαι και κινούμαι προσεχτικά, ώστε να μην χτυπήσω σε βιτρίνες με όργανα ή στα τραπέζια εργασίας.
2. Όταν πειραματίζομαι όρθιος/α σπρώχνω το κάθισμά μου κάτω από το τραπέζι και δεν το βγάζω στον διάδρομο.
3. Τηρώ με σχολαστικότητα τις ειδικές οδηγίες διεξαγωγής του κάθε πειράματος.

4. Χρησιμοποιώ τα όργανα ή τις συσκευές μόνον όταν είμαι απόλυτα σίγουρος ότι κατάλαβα τον τρόπο χρήσης τους.
5. Διατηρώ καθαρό και χωρίς περιττά όργανα, ή εξαρτήματα το τραπέζι.
6. Συνεργάζομαι μόνο με τα μέλη της ομάδας μου και δεν ενοχλώ τις άλλες ομάδες.
7. Δεν ζητώ υλικά από τις άλλες ομάδες αλλά από τον υπεύθυνο καθηγητή/τρια.
8. Δεν τοποθετώ όργανα στην άκρη του πάγκου αν προηγουμένως δεν τα έχω ασφαλίσει στη θέση τους με ειδικούς σφιχτήρες.
9. Συναρμολογώ ή αποσυναρμολογώ την πειραματική διάταξη παίρνοντας το κάθε εξάρτημα με προσοχή και χωρίς να το αφήνω να πέφτει στο τραπέζι ή στο δάπεδο.
10. Όποτε πειραματίζομαι με όργανα ή συσκευές που έχουν κινούμενα ή θερμαινόμενα μέρη προσέχω ώστε να μην τα εμποδίζω με τα ρούχα ή το σώμα μου.
11. Δεν ρευματοδοτώ συσκευές ή κυκλώματα χωρίς την άδεια του/της καθηγητή/ήτριάς μου επειδή πιθανόν να υπάρχει κίνδυνος καταστροφής τους και τραυματισμού μου.
12. Μετά από κάθε πείραμα πλένω καλά τα χέρια μου.
13. Πριν αποχωρήσω βεβαιώνομαι πως όλα τα εξαρτήματα βρίσκονται στο κουτί που είχε παραδοθεί στην ομάδα μου. (πχ σταθμά, βίδες, ελατήρια, κλπ ) και το αφήνω στο τραπέζι.



## 1

**Αποτύπωση – αισθητοποίηση  
ηλεκτρικού πεδίου σε αγώγιμο χαρτί  
με τη βοήθεια γαλβανόμετρου****Στόχοι**

1. Να πραγματοποιήσεις το κύκλωμα της εικόνας 1-1.
2. Να πάρεις μετρήσεις της τάσης κατά μήκος των γραμμών του αγώγιμου χαρτιού.
3. Να αποδοθεί η τάση σε διάγραμμα τάσης - μήκους.

**Εισαγωγικές γνώσεις**

Το γαλβανόμετρο είναι ευαίσθητο όργανο μέτρησης μικρών μεταβολών τάσης ή ρεύματος και μετράει αντίστοιχα mV,  $\mu\text{V}$  ή mA,  $\mu\text{A}$ .

Το δυναμικό των σημείων ενός κυκλώματος εξαρτάται από την ηλεκτρική πηγή και από τις αντιστάσεις του. Όταν υπάρχει ομοιομορφία τότε το ηλεκτρικό πεδίο στην επιφάνεια του αγώγιμου χαρτιού λέγεται ομογενές με σταθερή τιμή έντασης ηλεκτρικού πεδίου και με γραμμικά μεταβαλλόμενη τάση.

Ένα χαρτί γίνεται αγώγιμο εάν η επιφάνειά του βαφτεί με γραφίτη, ώστε όταν στεγνώσει ο γραφίτης να αποτελεί αγώγιμη επικάλυψη.

Αν σ' ένα τέτοιο χαρτί παρθούν μετρήσεις τάσης – απόστασης και γίνει η γραφική τους παράσταση τότε η κλίση της ευθείας που θα χαραχθεί παριστάνει την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που αναπτύσσεται πάνω στο χαρτί.

### Όργανα μέτρησης

1. Αμπερόμετρο πολύ μικρής εσωτερικής αντίστασης.
2. Γαλβανόμετρο.
3. Χάρακας 1m. Μετρά με ακρίβεια 1mm.

### Υλικά

1. Ηλεκτρική πηγή 12V συνεχούς ρεύματος.
2. Αγωγίμο χαρτί
3. Ρυθμιστική αντίσταση R
4. Καλώδια σύνδεσης αμελητέας αντίστασης.

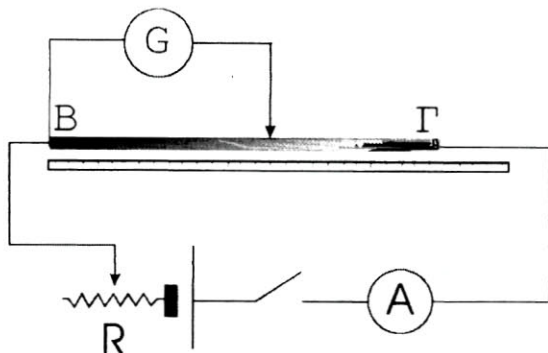
### Πειραματική διαδικασία

Πραγματοποίησε το κύκλωμα της εικόνας 1-1. Πάρε μετρήσεις της τάσης με το γαλβανόμετρο μετακινώντας τον ακροδέκτη κατά μήκος του χαρτιού από το Β ως το Γ.

Καταχώρησε τις μετρήσεις τάσης – απόστασης για τη γραμμή ΒΓ στον πίνακα μετρήσεων 1-1.

Να αποδόσεις σε διάγραμμα με άξονες τάσης – απόστασης τις μετρήσεις.

Υπολόγισε την κλίση της ευθείας που προκύπτει από την γραφική παράσταση.



Εικόνα 1-1: Σχέδιο του κυκλώματος, μέτρησης τάσης με γαλβανόμετρο (G), σε λωρίδα ΒΓ αγωγίμου χαρτιού.

## 2

## Ενεργειακή μελέτη των στοιχείων απλού ηλεκτρικού κυκλώματος με πηγή, ωμικό καταναλωτή, και κινητήρα

### Στόχοι

1. Να πραγματοποιήσεις ένα κύκλωμα με ηλεκτρική πηγή, ωμικό καταναλωτή και μικρό κινητήρα σε σειρά.
2. Να ερευνήσεις πώς αποδίδεται η ηλεκτρική ισχύς της πηγής στα επιμέρους στοιχεία του κυκλώματος.

### Εισαγωγικές γνώσεις

#### ● Για την ηλεκτρική πηγή

Κάθε πηγή ηλεκτρικής τάσης παρουσιάζει στο εσωτερικό της μια αντίσταση στη διόδο του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η αντίσταση, που παρουσιάζεται εφ' όσον η πηγή έχει αγωγίμη σύνδεση με το κύκλωμα οπότε διαρρέεται από ρεύμα, ονομάζεται εσωτερική αντίσταση της πηγής. Αποτέλεμά της είναι, μέρος της ισχύος που παρέχει η πηγή ( $P = E \cdot I$ ) να μετατρέπεται σε θερμότητα στο εσωτερικό της. ( $P_r = I^2 r$ )

Η τάση που παρέχει τότε η πηγή στο κύκλωμα ονομάζεται πολική τάση της πηγής..

Στην περίπτωση που η πηγή δεν διαρρέεται από ρεύμα τότε η μετρούμενη τάση στους πόλους της έχει τη μέγιστη τιμή, που είναι χαρακτηριστική για κάθε πηγή και ονομάζεται ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής (ΗΕΔ). Η εξίσωση που συνδέει τα παραπάνω μεγέθη είναι:

$$E = U_{\pi} + Ir$$

### ● Για τον ωμικό καταναλωτή (αντιστάτη)

Κάθε αντιστάτης παρουσιάζει αντίσταση στη διόδο του ρεύματος, με αποτέλεσμα να μετατρέπει την ηλεκτρική ισχύ που του παρέχεται από την πηγή, σε θερμότητα. ( $P_R = I^2 R$ ) Ανάλογα του πώς είναι φτιαγμένος έχει μια αντίσταση ( $R$ ) που τον χαρακτηρίζει. Το άλλο χαρακτηριστικό του μέγεθος είναι η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να αντέξει χωρίς να καταστραφεί.

### ● Για τον μικρό κινητήρα

Ο ηλεκτροκινητήρας μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική. Στο εσωτερικό του αναπτύσσεται θερμική ισχύς που οφείλεται στην εσωτερική του αντίσταση ( $P_{r'} = I^2 r'$ ). Ενώ η ωφέλιμη μηχανική ισχύς υπολογίζεται από τη σχέση  $P_{μηχ} = P - P_{θερμική}$

Αν εμποδιστεί η περιστροφή του κινητήρα τότε το ρεύμα που τον διαρρέει γίνεται μέγιστο και η ισχύς της πηγής μετατρέπεται εξ' ολοκλήρου σε θερμική ισχύ στις αντιστάσεις του κυκλώματος.

$$\text{Επομένως } E = I_{\max} R_{ολ}.$$

Θυμίσου πως επειδή η σύνδεση των στοιχείων του κυκλώματος είναι σε σειρά η ολική αντίσταση προκύπτει από το άθροισμα των επι μέρους αντιστάσεων. Δηλαδή  $R_{ολ} = r + R + r'$

Τέλος ο συντελεστής απόδοσης του κινητήρα προκύπτει από το κλά-

$$\text{σμα } \eta = \frac{P_{μηχ}}{P}.$$

Στον πίνακα 2-1 αναγράφονται τα μεγέθη όλων των παραπάνω εξισώσεων με τα σύμβολα και τις μονάδες μέτρησής τους.

### Πίνακας 2-1

Μέγεθος	Σύμβολο	Μονάδα μέτρησης
ΗΕΔ	E	V
Πολική τάση	$U_{\pi}$	V
Ένταση ρεύματος	I	A
Εσωτερική αντίσταση πηγής	r	$\Omega$
Ισχύς πηγής	P	W
Αντίσταση καταναλωτή	R	$\Omega$

Θερμική ισχύς στο εσωτερικό της πηγής	$P_r$	W
Θερμική ισχύς στον αντιστάτη	$P_R$	W
Εσωτερική αντίσταση κινητήρα	$r'$	$\Omega$
Μέγιστο ρεύμα	$I_{\max}$	A
Συντελεστής απόδοσης κινητήρα	$\eta$	-

## Όργανα μέτρησης

1. Αμπερόμετρο πολύ μικρής εσωτερικής αντίστασης.
2. Βολτόμετρο πολύ μεγάλης εσωτερικής αντίστασης.

## Υλικά

1. Ηλεκτρική πηγή (μπαταρία) με διακόπτη.
2. Αγωγοί σύνδεσης αμελητέας αντίστασης.
3. Ωμικός καταναλωτής γνωστής αντίστασης.
4. Μικρός ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος.

## Πειραματική διαδικασία

Πριν ξεκινήσεις τη σύνδεση του κυκλώματος ( Εικόνα 2-1) θα μετρήσεις με το βολτόμετρο την τάση στα άκρα της πηγής. Αυτή είναι η ΗΕΔ της πηγής σου. Στη συνέχεια θα προχωρήσεις στη συνδεσμολογία του κυκλώματος.

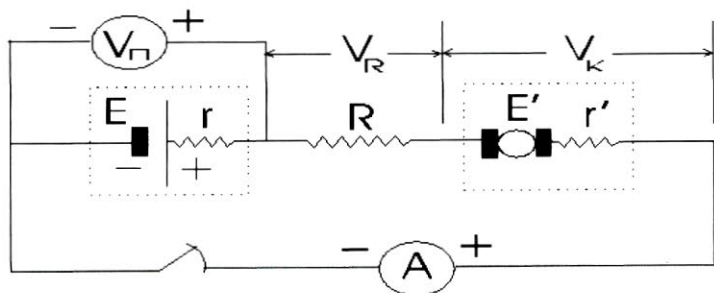
Χρειάζεται προσοχή στον τρόπο σύνδεσης των οργάνων μέτρησης. Και τα δύο έχουν συγκεκριμένη πολικότητα, όπως φαίνεται στην εικόνα 2-1. Επίσης ενώ το αμπερόμετρο παρεμβάλλεται στο κύκλωμα (σύνδεση σε σειρά) το βολτόμετρο, που θα τοποθετήσεις τελευταίο, συνδέεται στα σημεία που θέλουμε να μετρηθεί η τάση (παράλληλη σύνδεση).

Τα πρώτα μεγέθη που θα μετρήσεις είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα και η πολική τάση της πηγής. Θα μπορέσεις έτσι να υπολογίσεις την εσωτερική της αντίσταση.

Στο επόμενο βήμα πρέπει να είσαι πολύ προσεκτικός. Θα πρέπει να σταματήσεις με τα δάχτυλά σου και για πολύ λίγο χρόνο την περιστροφή του άξονα του κινητήρα (ίσα-ίσα για να δεις στο αμπερόμετρο την μέγιστη τιμή του ρεύματος). Από αυτή τη μέτρηση μπορείς να υπολογίσεις την εσωτερική αντίσταση του κινητήρα.

Τέλος θα υπολογίσεις τον συντελεστή απόδοσης του κινητήρα.





Εικόνα 2-1: Το σχέδιο του κυκλώματος όταν είναι κλειστό

## 3

## Μελέτη χαρακτηριστικής καμπύλης ηλεκτρικής πηγής, ωμικού καταναλωτή και κρυσταλλο-διόδου

### Στόχοι

1. Να πραγματοποιήσεις τα απαραίτητα κυκλώματα ώστε να μετρήσεις ζευγάρια τιμών τάσης – έντασης για να χαράξεις τις χαρακτηριστικές καμπύλες πηγής, αντιστάτη και διόδου.

### Εισαγωγικές γνώσεις

#### ● Για την ηλεκτρική πηγή

Από ένα κλειστό κύκλωμα με ηλεκτρική πηγή, διακόπτη, διάφορους αντιστάτες και όργανα μέτρησης (Αμπερόμετρο και βολτόμετρο) μπορούμε να πάρουμε τη χαρακτηριστική της καμπύλη.

Αυτή προκύπτει από την απεικόνιση σε καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, ζευγών με τιμές πολικής τάσης – έντασης που μετρικούνται για τις διάφορες τιμές των αντιστάσεων.

Η καμπύλη αυτή θα πρέπει να επαληθεύει την εξίσωση

$$E = U_{\pi} + Ir$$

Ή αλλιώς  $U_{\pi} = -rI + E$  που είναι της μορφής  $y = ax + \beta$  με  $a = -r$  και  $\beta = E$

#### ● Για τον αντιστάτη

Λόγω της κατασκευής του παρουσιάζει μια συγκεκριμένη αντίσταση στη διέλευση του ρεύματος.

Και εδώ η χαρακτηριστική του καμπύλη θα προκύψει από ζεύγη τιμών

τάσης στα άκρα του και έντασης..

Η καμπύλη αυτή θα πρέπει να επαληθεύει την εξίσωση

$$V = IR$$

### ● Για την κρυσταλλο-δίοδο

Λόγω της κατασκευής της η δίοδος πρακτικά επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος μόνο προς μια κατεύθυνση. Επομένως χρειάζεται προσοχή στην πολικότητα κατά τη συνδεσμολογία.

Η χαρακτηριστική της προκύπτει όπως και στις προηγούμενες δύο περιπτώσεις από ζευγάρια τιμών τάσης στα άκρα της και έντασης..

## Όργανα μέτρησης

---

1. Αμπερόμετρο πολύ μικρής εσωτερικής αντίστασης.
2. Βολτόμετρο πολύ μεγάλης εσωτερικής αντίστασης

## Υλικά

---

1. Ηλεκτρική πηγή (μπαταρία) με διακόπτη.
2. Τροφοδοτικό μεταβαλλόμενης συνεχούς τάσης.
3. Ωμικός καταναλωτής αντίστασης  $20\Omega$
4. Ωμικός καταναλωτής αντίστασης  $30\Omega$
5. Ωμικός καταναλωτής αντίστασης  $40\Omega$
6. Αγωγοί σύνδεσης με αμελητέα αντίσταση.
7. Μια κρυσταλλο-δίοδος

## Πειραματική διαδικασία

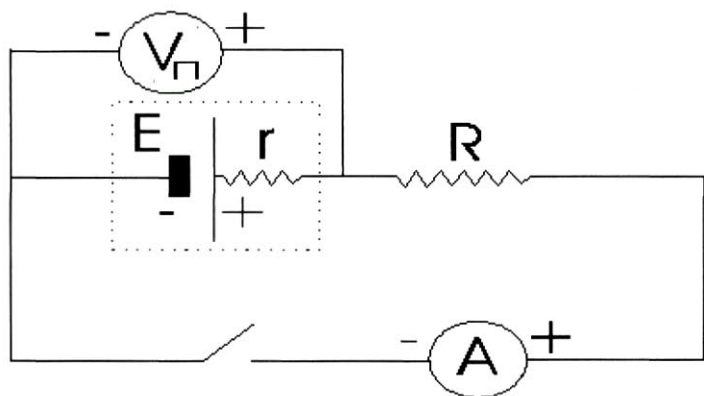
---

### ● Για την χαρακτηριστική καμπύλη ηλεκτρικής πηγής

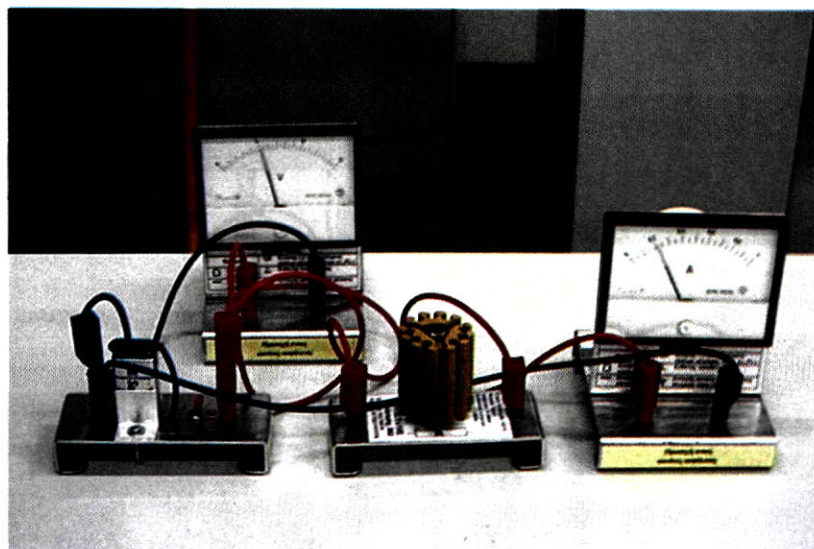
Θα πρέπει να πραγματοποιήσεις το κύκλωμα της εικόνας 3-1 έχοντας σαν πηγή σου την μπαταρία και αλλάζοντας σε κάθε μέτρηση (τάσης – έντασης) τους αντιστάτες να χαράξεις την καμπύλη  $V=f(I)$ .

Πρόσεχε πριν αλλάξεις αντιστάτη να διακόπτεις την τροφοδοσία του κυκλώματος.

Μετά θα πρέπει να βρεις, το τι παριστάνουν τα σημεία τομής του γραφήματος με τους άξονες.



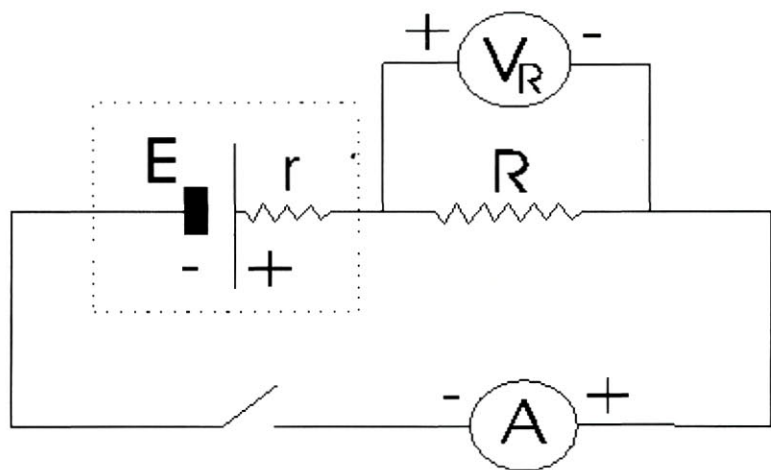
Εικόνα 3-1: Το κύκλωμα για την χάραξη της χαρακτηριστικής καμπύλης της πηγής



Εικόνα 3-2: Φωτογραφία της διάταξης

- **Για την χαρακτηριστική καμπύλη αντιστάτη**

Θα πρέπει να πραγματοποιήσεις το κύκλωμα της εικόνας 3-3 έχοντας σαν πηγή σου το τροφοδοτικό και αλλάζοντας σε κάθε μέτρηση την τάση να χαράξεις την καμπύλη  $V=f(I)$ .



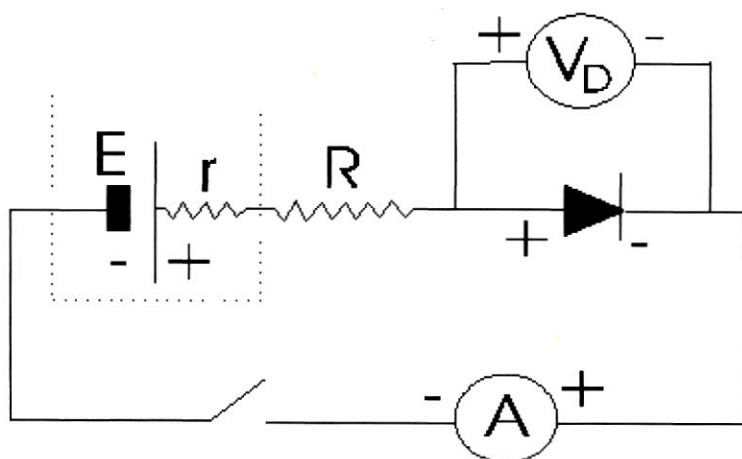
Εικόνα 3-3: Το κύκλωμα για την χάραξη της χαρακτηριστικής καμπύλης του αντιστάτη.

Μετά θα πρέπει να βρεις τι παριστάνει η κλίση του γραφήματος.

- **Για την χαρακτηριστική καμπύλη της κρυσταλλο-διόδου**

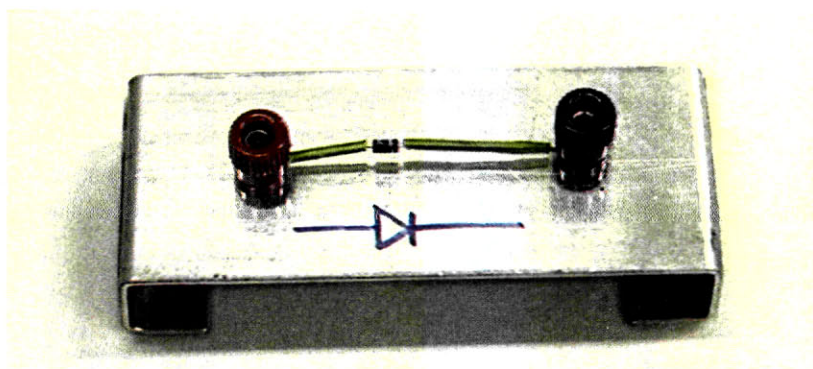
Θα πρέπει να πραγματοποιήσεις το κύκλωμα της εικόνας 3-4 επιλέγοντας τον αντιστάτη των  $20\Omega$  και αλλάζοντας σε κάθε μέτρηση την τάση από το τροφοδοτικό θα χαράξεις την καμπύλη  $I=f(V)$ .





Εικόνα 3-4: Το κύκλωμα για την χάραξη της χαρακτηριστικής καμπύλης της διόδου.

Στη συνέχεια θα αντιστρέψεις την πολικότητα της διόδου και θα πάρεις πάλι ζευγάρια τιμών τάσης – έντασης., ώστε να ερευνήσεις πως συμπεριφέρεται η διάδος σε ανάστροφη πολικότητα.



Εικόνα 3-5: Κρυσταλλο-δίοδος σε βάση

## 4

**Αποτύπωση (σε επίπεδο)  
μαγνητικού πεδίου σωληνοειδούς  
με τη βοήθεια «μαγνητόμετρου»****Στόχοι**

1. Να διαπιστώσεις τη δημιουργία των μαγνητικών δυναμικών γραμμών (μαγνητικό φάσμα) με σιδερόσκονη.
2. Να αναγνώσεις την επαγόμενη τάση στο μαγνητόμετρο (μικρό διερευνητικό πηνίο) και να ακολουθήσεις τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές μετρώντας την τάση που είναι ανάλογη της έντασης του μαγνητικού πεδίου.

**Εισαγωγικές γνώσεις**

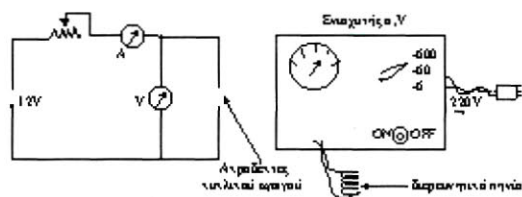
Ένα σωληνοειδές διαρρεόμενο από ηλεκτρικό ρεύμα (εναλλασσόμενο) παράγει μαγνητικό πεδίο που η ένταση του  $B$  είναι ανάλογη του ρεύματος  $I$ .

Εάν τοποθετήσουμε το μικρό διερευνητικό πηνίο που συνδέεται με ενισχυτή και όργανο ανάγνωσης σε  $mV$ , σε διάφορες θέσεις κατά μήκος του άξονα του σωληνοειδούς τότε οι ενδείξεις τάσης από επαγωγή  $E_m$  θα είναι ανάλογες της διερχόμενης εναλλασσόμενης μαγνητικής ροής και επομένως ανάλογες του μαγνητικού πεδίου.



**Εικόνα 4-1:** Φωτογραφία του κυκλικού αγωγού. Διακρίνεται όρθιο στη μέση του το διερευνητικό πηνίο.

Στην εικόνα 4-1 έχουμε ένα κυκλικό αγωγό  $n$  σπειρών και από τον άξονα του  $\Gamma$  περνά ένα οριζόντιο διαφανές επίπεδο, (π.χ. plexiglass) στο οποίο εάν σκορπίσουμε σιδερόσκηνη και δημιουργήσουμε μαγνητικό πεδίο με το κύκλωμα της εικόνας 4-2 τότε θα προσανατολισθούν οι κόκοι της σιδερόσκηνης και θα αισθητοποιήσουν τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές στο επίπεδο.



**Εικόνα 4-2:** Συνδεσμολογία κυκλώματος

## Όργανα μέτρησης

1. Διερευνητικό πηνίο με ενισχυτή και μιλιβολτόμετρο
2. Χάρακας με υποδιαιρέσεις σε cm στον άξονα του σωληνοειδούς.

## Υλικά

1. Κυκλικός αγωγός
2. Έτοιμο επίπεδο από διαφανές plexiglass
3. Μετασχηματιστής 12V
4. Ρυθμιστική αντίσταση.
5. Βολτόμετρο εναλλασσόμενου ρεύματος.
6. Αμπερόμετρο εναλλασσόμενου ρεύματος.
7. Σιδερόσκονη
8. Διαφανές χιλιοστομετρικό χαρτί.

## Πειραματική διαδικασία

Πραγματοποίησε το κύκλωμα της εικόνα 2-2. Σύνδεσε τον μετασχηματιστή 12V με το δίκτυο 220V ( $\nu=50\text{HZ}$ ).

Ρίξε σιδερόσκονη στο οριζόντιο διαφανές επίπεδο.

Τοποθέτησε 2 φύλλα χιλιοστομετρικού χαρτιού εκατέρωθεν του άξονα του μεγάλου πηνίου (κυκλικού αγωγού).

Θέσε σε λειτουργία το κύκλωμα οπότε απεικονίζονται στο χαρτί οι μαγνητικές δυναμικές γραμμές.

Μετακίνησε το μικρο διερευνητικό πηνίο κατά μήκος του άξονα  $r$  του κυκλικού αγωγού και κατάγραψε στον πίνακα 4-1 του τετραδίου σου τη μέγιστη κάθε φορά επαγόμενη τάση  $E_m$ . Αυτή η τάση, προσδιορίζεται σε κάθε θέση του άξονα  $r$ , στρέφοντας το (μικρό) διερευνητικό πηνίο μέχρι τη θέση που ο άξονάς του να γίνει παράλληλος με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.

Στη συνέχεια θα κάνεις τη γραφική παράσταση  $E_m = f(r)$ .

## 5

## Προσδιορισμός της έντασης της βαρύτητας με τη βοήθεια του απλού εκκρεμούς

### Στόχοι

1. Να πραγματοποιήσεις μικρού πλάτους ταλάντωση με τη χρήση του απλού εκκρεμούς.
2. Να μάθεις τον τρόπο μέτρησης της επιτάχυνσης της βαρύτητας με το απλό εκκρεμές και να την υπολογίσεις πειραματικά.

### Εισαγωγικές γνώσεις

Αν η εξίσωση που δίνει την περίοδο του απλού εκκρεμούς υψωθεί στο τετράγωνο, ώστε να φύγει η ρίζα, προκύπτει μια γραμμική εξάρτηση μεταξύ της περιόδου στο τετράγωνο και του μήκους του εκκρεμούς. Δηλαδή:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l$$

Ο σταθερός όρος είναι η κλίση  $k$  της ευθείας του γραφήματος  $T^2=f(l)$ .

### Όργανα μέτρησης

1. Κανόνας ή μετροταινία.
2. Χρονόμετρο.
3. Μοιρογνωμόνιο.



## Υλικά

---

1. Χυτοσιδερένια παραλληλεπίπεδη βάση.
2. Ράβδος μήκους 1m.
3. Ένα σύνδεσμο.
4. Μια λαβίδα.
5. Μικρό σιδερένιο σφαιρίδιο με τρύπα για να περάσει το νήμα.
6. Νήμα μήκους 1,2m
7. Δύο νομίσματα. (των 50 ή των 100Δρχ)



Εικόνα 5-1 Σχέδιο της πειραματικής διάταξης

## Πειραματική διαδικασία

---

Θα πάρεις ζευγάρια τιμών περιόδου και μήκους του εκκρεμούς ώστε να χαράξεις την γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου  $T^2$  συναρτήσει του μήκους  $l$  του εκκρεμούς. Από την κλίση  $k$  της ευθείας που θα προκύψει θα υπολογίσεις χρησιμοποιώντας την σχέση

$$g = \frac{4\pi^2}{k}$$

την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ .

Πρόσεξε το πλάτος της κάθε ταλάντωσης να μην υπερβαίνει τις 10 μοίρες.

Στη συνέχεια θα υπολογίσεις το σχετικό % σφάλμα της τιμής που βρήκες από την τιμή  $9,8\text{m/s}^2$  που είναι η πραγματική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας για το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας. Θα έχεις ένα καλό αποτέλεσμα αν το σφάλμα σου δεν υπερβαίνει το 5%.

## 6

## Ποιοτική μελέτη κυματικών φαινομένων παλμού και αρμονικού κύματος. Μέτρηση της ταχύτητας διάδοσης και του μήκους κύματος

### Στόχοι

1. Να παρατηρήσεις τη διάδοση ενός παλμού (διαταραχής) που δημιουργείται κατά την πτώση σώματος στην ήρεμη επιφάνεια ενός υγρού.
2. Να κατανοήσεις τα χαρακτηριστικά μεγέθη ενός αρμονικού κύματος. (πλάτος, συχνότητα, ταχύτητα διάδοσης)
3. Να διαπιστώσεις την ύπαρξη στασίμων κυμάτων σε κλειστό ηχητικό σωλήνα και να υπολογίσεις την ταχύτητα του ήχου στον αέρα.

### Εισαγωγικές γνώσεις

Παλμός ονομάζεται μία σύντομη χρονικά διαταραχή σε ένα φυσικό μέγεθος όπως η πίεση, η απομάκρυνση κ.τ.λ.

Αρμονικό κύμα είναι η περιοδική διαταραχή ενός φυσικού μεγέθους, π.χ. απομάκρυνση μορίων, η οποία ακολουθεί με το χρόνο ημιτονική καμπύλη, έχει ταχύτητα διάδοσης, μήκος κύματος, συχνότητα και μεταφέρει ενέργεια.

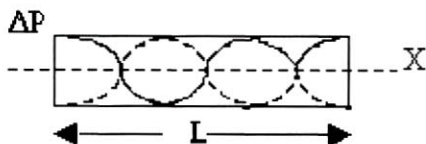
Αν δύο κύματα ίδιας συχνότητας και αντίθετων κατευθύνσεων συμβάλουν τότε σχηματίζεται στάσιμο κύμα. Το κύμα αυτό θα σχηματιστεί κατά μήκος ενός ογκομετρικού κυλίνδρου, που θα έχει μια μεταβαλλόμενη ποσότητα νερού.

Οι συχνότητες των κυμάτων θα είναι στην ακουστική περιοχή. (20Hz – 20KHz) και θα παράγονται από ένα μεγάφωνο που θα έχει συνδεθεί με μια γεννήτρια συχνοτήτων ή μέσω ενισχυτή αν χρειάζεται.

Σκοπός σου είναι να καταγράψεις τη συχνότητα συντονισμού και να μετρήσεις το ύψος της αέριας στήλης που σχηματίζεται στην περίπτωση αυτή

στο σωλήνα. Τότε θα έχεις δεσμό κίνησης στην επιφάνεια του νερού και κοιλία στο στόμιο του κυλίνδρου.

Στο στάσιμο κύμα η απόσταση δεσμού κοιλίας είναι  $\lambda/4$ , όπου  $\lambda$  το μήκος κύματός του.



Εικόνα 6-1: Στάσιμο ηχητικό κύμα (πίεση)

Στην εικόνα 6-1 έχουμε δεσμούς κίνησης στα δύο άκρα όπου συμβαίνουν και κοιλίες πίεσης. Στο μήκος  $L$  του σωλήνα χωρούν  $3 \frac{\lambda}{2} = L$ , όπου  $\lambda$  το μήκος κύματος.

Στην απλούστερη περίπτωση (1η αρμονική) στο μήκος  $L$  του σωλήνα θα έχεις μήκος κύματος  $\lambda/4$ . Τότε θα έχεις δεσμό κίνησης στην επιφάνεια του νερού και κοιλία στο στόμιο του κυλίνδρου. Δηλαδή  $L = \lambda/4$ . Επειδή η ταχύτητα  $c$  του ήχου  $c = \lambda \nu$  όπου  $\nu$  η συχνότητά του θα' χεις :

$$\nu = \frac{c}{4} \cdot \frac{1}{L}$$

Η σχέση αυτή είναι της μορφής  $y = ax$  με  $a = c/4$ . Από την κλίση της μπορείς να υπολογίσεις την ταχύτητα  $c$  του ήχου.

### Όργανα μέτρησης

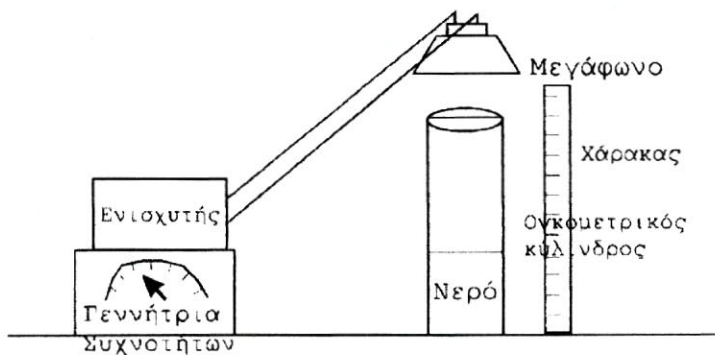
1. Ογκομετρικός κύλινδρος. Ύψους 30cm.
2. Γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων.
3. Χάρακας ή μετροταινία που μετρά με ακρίβεια 1mm.

## Υλικά

1. Διαπασών.
2. Ενισχυτής.
3. Λεκάνη με νερό.
4. Μεγάφωνο
5. Καλώδια σύνδεσης αμελητέας αντίστασης.
6. Μικρό αντικείμενο (πχ ένα κομμάτι πλαστελίνη)

## Πειραματική διαδικασία

Άφησε το μικρό αντικείμενο να πέσει στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Παρατήρησε το φαινόμενο και περιέγραψε το αποτέλεσμα στο τετράδιό σου.



Εικόνα 6-2: Σχέδιο της διάταξης

Στη συνέχεια χτύπησε ελαφρά το διαπασών ώστε να το διεγείρεις.

Ακούμπησέ το στην επιφάνεια του νερού. Περιέγραψε στο τετράδιό σου τους κυματισμούς που παρατηρείς.

Στον ογκομετρικό κύλινδρο της εικόνα 6-2 με τη γεννήτρια συχνοτήτων και τον ενισχυτή ρύθμισε τη συχνότητα και την ένταση του ηχητικού κύματος.

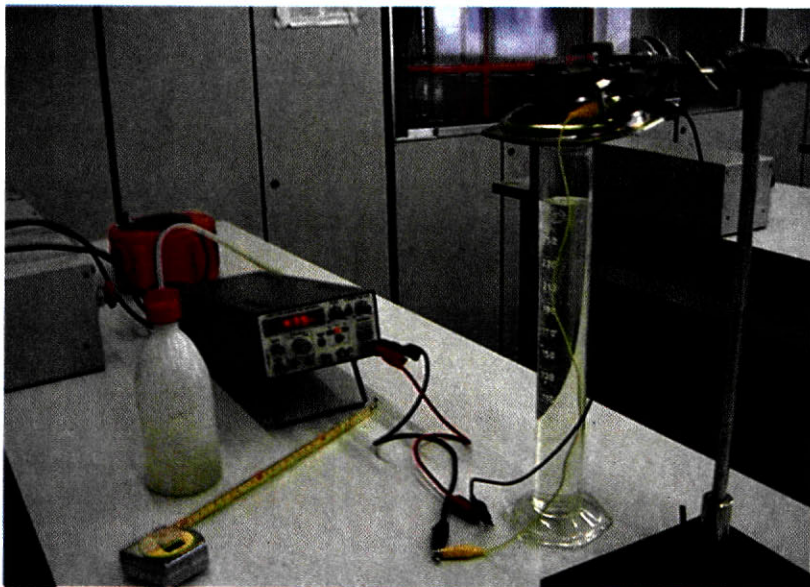
Μόλις η γεγνήτρια αρχίσει να λειτουργεί, ο ήχος που παράγεται στο μεγάφωνο ανακλάται στην επιφάνεια του νερού κι ενώ επιστρέφει πίσω συμβάλλει μ' αυτόν που έρχεται από το μεγάφωνο.

Προσθέτοντας νερό στον ογκομετρικό κύλινδρο ελλατώνεται η στήλη του αέρα.. Από τον ήχο που ακούγεται γίνονται αντιληπτές οι θέσεις μέγιστης έντασης του ήχου.

Για την πρώτη σου μέτρηση συχνότητας, ύψους στήλης αέρα, μη βάλεις καθόλου νερό στον κύλινδρο. Ξεκινώντας από χαμηλές συχνότητες (200Hz) βρες τη συχνότητα συντονισμού.

Άρχισε μετά να προσθέτεις νερό στο σωλήνα. Κάθε φορά να προσπαθείς να βρίσκεις την πρώτη συχνότητα συντονισμού. (1<sup>η</sup> αρμονική) μέχρι 1700Hz. Συμπλήρωσε τον πίνακα 6-1 του τετραδίου σου και κάνε τη γραφική παράσταση  $v=f(1/L)$ .

Από την κλίση της υπολόγισε την ταχύτητα του αέρα. Σύγκρινέ την με την τιμή  $c=340\text{m/s}$ . Καλές μετρήσεις θα έχεις πάρει αν το σφάλμα δεν ξεπερνά το 10%.



Εικόνα 6-3: Φωτογραφία της διάταξης.



## 7

## Μελέτη του συστήματος (κατακόρυφο) ελατήριο μάζα. Προσδιορισμός σταθεράς ελατηρίου-βαθμονόμηση. Ενεργειακή μελέτη του συστήματος

### Στόχοι

1. Να εξακριβώσεις ότι η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι ανάλογη της δύναμης που του ασκείται.
2. Να προσδιορίσεις την σκληρότητα  $k$  του ελατηρίου και να το βαθμονομήσεις.
3. Να παρατηρήσεις ότι η δυναμική ενέργεια βαρύτητας μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια τεντωμένου ελατηρίου.

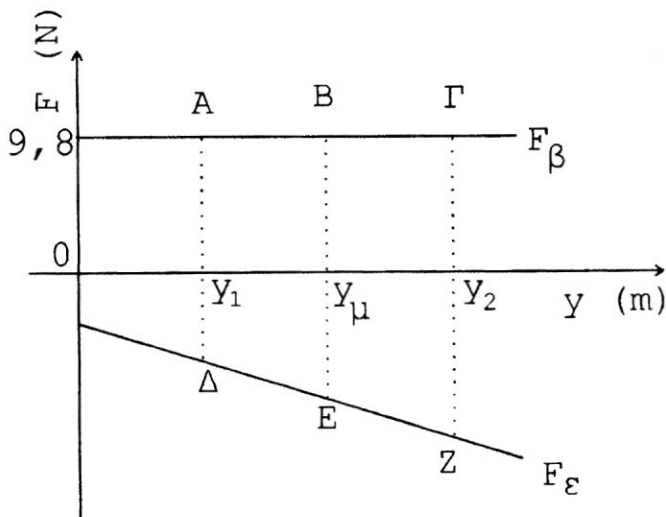
### Εισαγωγικές γνώσεις

Αν από ένα κατακόρυφο ελατήριο αναρτηθούν διαδοχικά μερικές μάζες (πχ 0,5- 1- 1,5Kg) το ελατήριο θα επιμηκύνεται όλο και πιο πολύ. Μετρώντας τη μετατόπισή του κάθε φορά από τη θέση ισορροπίας  $y_0$  μπορείς να κάνεις τη γραφική παράσταση της δύναμης  $F$  ως συνάρτηση της επιμήκυνσής του  $y$ , δηλαδή την  $F=f(y)$ . Αυτή θα' ναι μια πλάγια ευθεία που ίσως περνά κι απ' την αρχή των αξόνων. (Αυτό εξαρτάται από το ελατήριο)

Η κλίση  $k$  της ευθείας  $F=f(y)$  παριστάνει την σκληρότητα του ελατηρίου.

Για τη μετατροπή της μάζας που κρεμάς κάθε φορά από το ελατήριο σε δύναμη, χρησιμοποίησε τη σχέση  $F=B=mg$  όπου  $g=9,8m/s^2$  η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Αν θεωρηθεί η προς τα κάτω φορά ως θετική τότε η δύναμη βαρύτητας  $F_{\beta}$  θα 'ναι θετική ενώ η δύναμη ελαστικότητας  $F_{\epsilon}$  αρνητική. Αυτό φαίνεται και στην εικόνα 7-1.



**Εικόνα 7-1:** Τα διαγράμματα της δύναμης βαρύτητας  $F_{\beta}$  και της δύναμης ελαστικότητας  $F_{\epsilon}$  στους ίδιους άξονες για αναρτημένη μάζα 1Kg.

Από το διάγραμμα αυτό μπορείς να υπολογίσεις το μέτρο της μεταβολής τόσο της δυναμικής ενέργειας ελαστικότητας όσο και της δυναμικής ενέργειας βαρύτητας.

Για παράδειγμα το μέτρο της μεταβολής της δυναμικής ενέργειας ελαστικότητας (που δίνεται από τη σχέση  $\Delta U_{\epsilon k} = -W_{F_{\epsilon k}}$ ) για τις θέσεις  $y_1, y_2$  παριστάνεται από το εμβαδόν  $y_1 y_2 Z \Delta$ , ενώ το μέτρο της μεταβολής της δυναμικής ενέργειας βαρύτητας (που δίνεται από τη σχέση  $\Delta U_{\beta \alpha \rho} = -W_B$ ) παριστάνεται από το εμβαδόν  $y_1 y_2 \Gamma A$ .

Σκοπός σου είναι να συγκρίνεις αυτές τις δύο μεταβολές για τις θέσεις  $y_1, y_2$  και  $y_{\mu}$  όπου  $y_{\mu}$  η μεσαία θέση μεταξύ των απομακρύνσεων  $y_1, y_2$ .

## Όργανα μέτρησης

1. Κατακόρυφος χάρακας μήκους 1m. Μετρά με ακρίβεια 1mm.

## Υλικά

1. Χαλύβδινο σπειροειδές ελατήριο μήκους 22cm
2. Κωνικό βάρος με άγκιστρο για να ανοίγει λίγο τις σπείρες του ελατηρίου ώστε να μην ακουμπούν μεταξύ τους.
3. Βαρίδι 0.5Kg
4. Βαρίδι 1Kg.
5. Ράβδος 1m.
6. Κοντή ράβδος 20cm με σύνδεσμο για την ανάρτηση του ελατηρίου.
7. Χυτοσιδερένια βάση για τη στήριξη της μεγάλης ράβδου.
8. Χειρόβιδα για τη στήριξη της ράβδου στο τραπέζι.
9. Σύνδεσμο με λαβίδα ώστε να συγκρατείται ο χάρακας κατακόρυφος κάτω από το τραπέζι.

## Πειραματική διαδικασία

Πραγματοποίησε τη διάταξη της ανάρτησης του ελατηρίου. Κρέμασε του το κωνικό βαρίδι. Σημείωσε την ένδειξη του χάρακα που αντιστοιχεί στο κατώτερο άκρο του κωνικού βάρους. Από δω και πέρα το κωνικό βάρος μαζί με το ελατήριο θα το θεωρείς σαν ένα σώμα και από τη θέση αυτή θα μετράς κάθε φορά τη μετατόπιση. (θέση ισορροπίας)

### A. Υπολογισμός της σταθεράς του ελατηρίου

Στη συνέχεια κρέμασε διαδοχικά μάζες του 0,5 – 1 – 1,5Kg και συμπλήρωσε τον πίνακα 7-1 του τετραδίου σου. Με τις τιμές του κάνε τη γραφική παράσταση  $F_r = f(y)$  και υπολόγισε τη σκληρότητα του ελατηρίου.

## Β. Σύγκριση των μεταβολών των δυναμικών ενεργειών βαρύτητας και ελαστικότητας

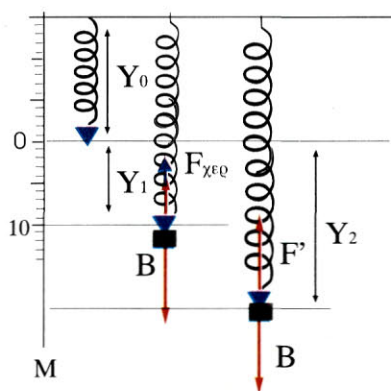
Κράτησε το βαρίδι του 1Kg 10cm πιο χαμηλά από τη θέση ισοροπίας. Αυτή είναι η θέση  $y_1$ . Άφησέ το να κινηθεί προσέχοντας, όπως το αφήνεις, να μην του δώσεις κάποια ώθηση προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Μέτρησε την κατώτερη θέση που φτάνει. Αυτή είναι η θέση  $y_2$ . Επανάλαβε μερικές φορές την ταλάντωση ώστε να σιγουρευτείς για την κατώτερη θέση.

Συμπλήρωσε τον πίνακα 7-2 του τετραδίου σου. Κάνε τη γραφική παράσταση της εικόνας 7-1. Θα υπολογίσεις στη συνέχεια τις μεταβολές της δυναμικής ενέργειας βαρύτητας και της δυναμικής ενέργειας ελαστικότητας για τη διαδρομή του 1Kg από τη θέση  $y_1$  έως τη θέση  $y_2$ .

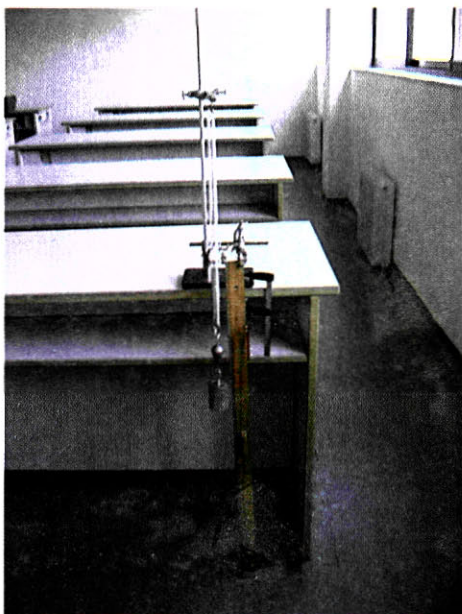
Μπορείς να προβλέψεις μια σχέση μεταξύ των δύο αυτών τιμών;

Αφού εντοπίσεις στη γραφική σου παράσταση το μέσο  $y_u$  της διαδρομής  $y_1, y_2$

Ξανακάνε υπολογισμό των μεταβολών της δυναμικής ενέργειας βαρύτητας και ελαστικότητας για τη διαδρομή  $y_1, y_u$ . Ποια μπορεί να είναι η σχέση μεταξύ των δύο αυτών τιμών;



Εικόνα 7-2: Σχέδιο των θέσεων  $y_0, y_1$  και  $y_2$  του ελατηρίου.



Εικόνα 7-3: Φωτογραφία της πειραματικής διάταξης.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### ΤΑ ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΕΓΕΘΗ ΤΟΥ ΣΙ ΚΑΙ ΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥΣ

Α/Α	ΦΥΣΙΚΟ	ΣΥΜΒΟΛΑ	ΜΟΝΑΔΑ	ΣΥΝΤ/ΦΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
1	Μήκος	l, S, r	Meter	m
2	Μάζα	M, m	Kilogramm	Kg
3	Χρόνος	t, T	Second	s
4	Ηλεκτρικό ρεύμα	i, I	Ampere	A
5	Θερμοδυναμική θερμοκρασία	T	Kelvin	K
6	Φωτεινή ένταση	I	Candela	cd
7	Ποσότητα ουσίας	n	Mol	mol

### ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΙ

Πρόθεμα	Συντ/φία	Σημασία	Πρόθεμα	Συντ/φία	Σημασία
Deka	da	$10^1$	Dezi	d	$10^{-1}$
Hekto	h	$10^2$	Zenti	c	$10^{-2}$
Kilo	k	$10^3$	Milli	m	$10^{-3}$
Mega	M	$10^6$	Mikro	μ	$10^{-6}$
Giga	G	$10^9$	Nano	n	$10^{-9}$
Tera	T	$10^{12}$	Pico	p	$10^{-12}$
Peta	P	$10^{15}$	Femto	f	$10^{-15}$
Exa	E	$10^{18}$	Atto	a	$10^{-18}$



## Παραδείγματα χρήσης των προθεμάτων

pF ηλ. χωρητικότητα

nm μήκος κύματος

μF ηλ. χωρητικότητα

mm απόσταση, διαδρομή, απομάκρυνση, μετατόπιση

cm απόσταση, διαδρομή, απομάκρυνση, μετατόπιση

Km απόσταση, διαδρομή, απομάκρυνση, μετατόπιση

Kg μάζα

MΩ ηλ. αντίσταση

Mhz συχνότητα

GV ηλ. τάση

## ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

### Μονάδες μέτρησης μήκους

Μονάδα	Συντομογραφία	meter, m (SI)	mm
Αστρονομική μονάδα	AM	$1,4960010^{11}$	
Έτος φωτός	ΕΦ	$0,94605 \cdot 10^{16}$	
Parsec	pc	$3,0859 \cdot 10^{16}$	
Θαλάσσιο μίλι	sm	1.852	
Μίλι	m	1.609,344	
Γιάρδα	yd	0,9144	
Πόδι	ft	0,3048	
Ιντσα	in	0,0254	25,4

### Μονάδες μέτρησης χρόνου

s(SI)	min	h	d
1	$1,67 \cdot 10^{-2}$	$2,78 \cdot 10^{-5}$	$1,16 \cdot 10^{-5}$
60	1	$1,67 \cdot 10^{-2}$	$6,94 \cdot 10^{-4}$
$3,610^3$	60	1	$4,17 \cdot 10^{-2}$
$8,6410^4$	$1,44 \cdot 10^3$	24	1

**Μονάδες μέτρησης μάζας**

<b>Μονάδα</b>	<b>Συντ/φία</b>	<b>Kg (SI)</b>	<b>g</b>
Gramm	g	$10^{-3}$	
Tonne	t	$10^3$	
Ατομική μονάδα μάζας	u	$1,66057 \cdot 10^{-27}$	
Μετρικό καράτι	kt	$210^{-4}$	0,2
ton	ton	$1,016047 \cdot 10^3$	
long ton	-	$1,016047 \cdot 10^3$	
short ton	-	$0,907185 \cdot 10^3$	
pound (λίβρα)	lb	0,45359237	
ounce	oz	0,02834952	

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Το Excel 97 είναι ένα πρόγραμμα της microsoft, που τρέχει κάτω από windows 95 ή 98 και μεταξύ άλλων αυτοματοποιεί τη χάραξη γραφικών παραστάσεων από τις μετρήσεις που του δίνουμε.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί έχουμε εισάγει τις πειραματικές μετρήσεις της τρίτης εργαστηριακής άσκησης τις έχουμε επεξεργαστεί με το πρόγραμμα και έχουμε κάνει τις γραφικές παραστάσεις.

Ας δούμε πρώτα τις στήλες δεδομένων του πρώτου μέρους.

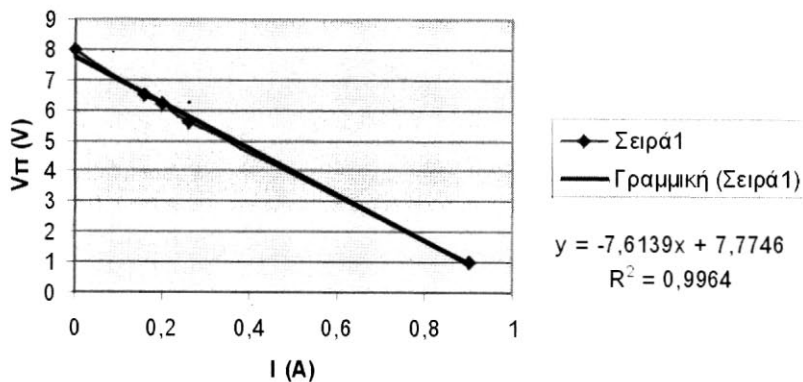
R ( $\Omega$ )	I (A)	V <sub>π</sub> (V)
0	0,9	1
20	0,26	5,6
30	0,2	6,2
40	0,16	6,5
1000000	0	8

Οι πειραματικές τιμές αναγράφονται στην 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> στήλη. Για την τελευταία τιμή της αντίστασης (1M $\Omega$ ) απλά βάλουμε μια μεγάλη τιμή. Στην πραγματικότητα η πηγή λειτουργούσε χωρίς φορτίο. Ενώ για την πρώτη τιμή της αντίστασης (0 $\Omega$ ) ήταν ουσιαστικά βραχυκυκλωμένη.

Για να γίνει το γράφημα επιλέγουμε τις δύο στήλες δεδομένων που θέλουμε να συσχετίσουμε. Στη συνέχεια από το μενού εισαγωγή επιλέγουμε γράφημα. Μετά Διασπορά XY και διασπορά με σημεία δεδομένων που συνδέονται με ομαλές γραμμές. Συμπληρώνουμε τις ετικέτες με τους τίτλους του γραφήματος και των αξόνων του. Με δεξί κλικ του ποντικιού σ' ένα ζεύγος συντεταγμένων καλούμε τη μορφοποίηση γραμμής τάσης. Επιλέγουμε τον γραμμικό τύπο και στις επιλογές την προβολή εξίσωσης στο γράφημα και προβολή τιμής R-τετράγωνο στο γράφημα, που μας δείχνει πόσο καλά ανταποκρίνονται οι πειραματικές τιμές στην γραμμική εξίσωση. ( Εδώ 0,9964 με άριστα το 1)

Μετά πρέπει να ακολουθήσει η ερμηνεία του γραφήματος.

## Χαρακτηριστική μπαταρίας



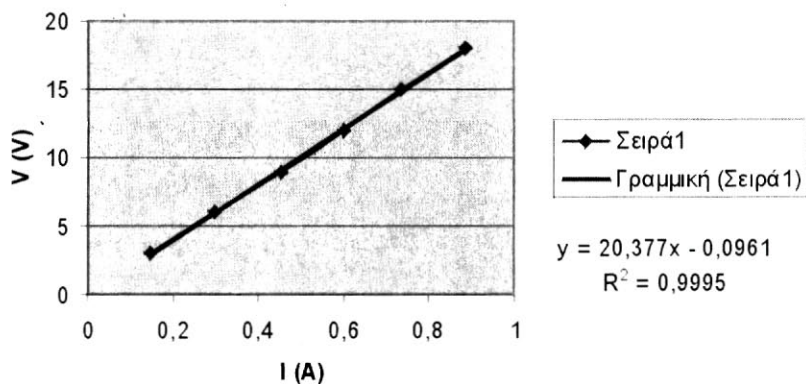
Γράφημα π2-1

Ακολουθούν οι πίνακες με τις πειραματικές τιμές των υπόλοιπων τμημάτων της άσκησης και οι αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις.

2.

I (A)	V (V)
0,145	3
0,3	6
0,455	9
0,6	12
0,735	15
0,885	18

## Χαρακτηριστική αντιστάτη

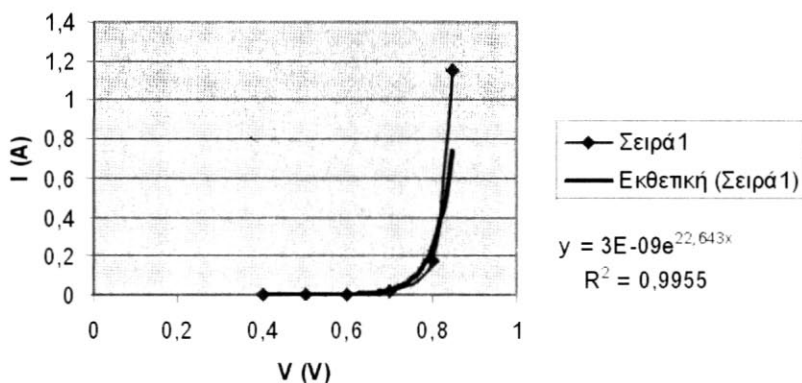


Γράφημα π2-2

3.

V (V)	I (mA)	I (A)
0,4	0,03	0,00003
0,5	0,3	0,0003
0,6	2,4	0,0024
0,7	20,5	0,0205
0,8	175	0,175
0,85	1150	1,15

## Χαρακτηριστική κρυσταλλοδιόδου

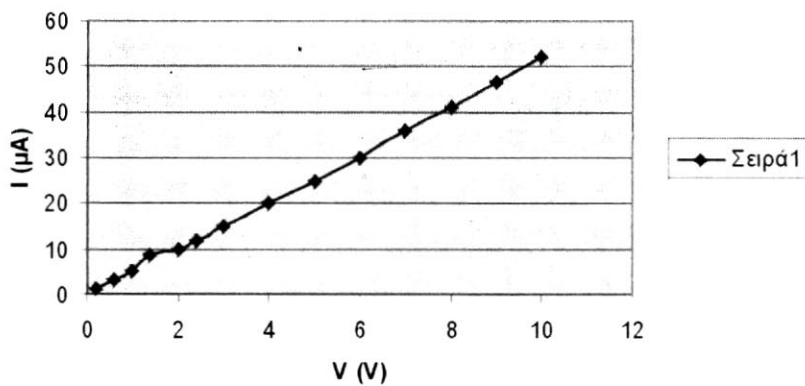


Γράφημα π2-3

V(V)	I (μA)
0,2	1
0,6	3
1	5
1,4	8,5
2	10
2,4	12
3	15
4	20
5	25
6	30
7	36
8	41
9	46,7
10	52



## χαρακτηριστική ανάστροφης



Γράφημα π2-4

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.*