

### ✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Απλό εκκρεμές - Ταλάντωση - Περίοδος - Πλάτος ταλάντωσης - Επιτάχυνση της βαρύτητας

### ✎ Στόχοι

- Να μπορείς να μετράς την περίοδο της ταλάντωσης ενός εκκρεμούς.
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι:
  - η περίοδος  $T$  της ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς, είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του και το πλάτος της ταλάντωσης (όταν η απομάκρυνση από τη θέση της ισορροπίας του είναι μικρή)
  - το τετράγωνο της περιόδου είναι ανάλογο του μήκους του νήματος του εκκρεμούς.
- Να μετρήσεις την επιτάχυνση της βαρύτητας, εφαρμόζοντας τους νόμους του απλού εκκρεμούς.

### ✎ Θεωρητικές Επιστημονικές

Αν κρεμάσουμε ένα μικρό βαρίδι στην άκρη ενός νήματος, έχουμε κατασκευάσει ένα απλό εκκρεμές. Το πιο γνωστό απλό εκκρεμές που έχετε δει στο σχολείο είναι το νήμα της στάθμης. Το απλό εκκρεμές είναι μια πειραματική διάταξη με τη βοήθεια της οποίας μπορούμε να μετρήσουμε χρονικά διαστήματα.

Οι επιστήμονες πειραματιζόμενοι με όργανα μεγάλης ακρίβειας διαπίστωσαν ότι απομακρύνσεις μέχρι 10 μοιρών η περίοδος δεν επηρεάζεται αισθητά από το πλάτος της ταλάντωσης. Για μεγαλύτερες γωνίες αυτό παύει να ισχύει.

Αποδεικνύεται θεωρητικά ότι η περίοδος της ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς, όταν το πλάτος της είναι μικρό, δίνεται από τη σχέση:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (1)$$

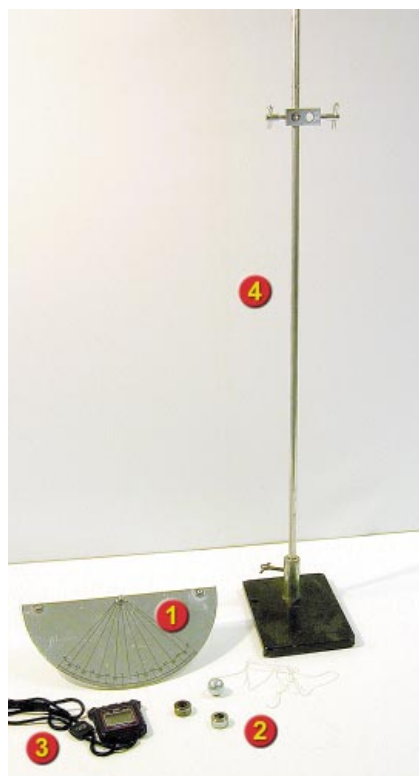
Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι η περίοδος εξαρτάται μόνο από το μήκος  $\ell$  του νήματος και από την επιτάχυνση  $g$  της βαρύτητας. Στον ίδιο τόπο, αφού το  $g$  παραμένει σταθερό, η περίοδος  $T$  εξαρτάται μόνο από το μήκος  $\ell$  του νήματος.

Επιλέγοντας το κατάλληλο μήκος, έχουμε στη διάθεσή μας ένα όργανο που μετρά χρονικά διαστήματα. Επιλέγοντας  $\ell = 1\text{ m}$  μπορούμε να μετράμε δευτερόλεπτα.

Από τη σχέση (1) προκύπτει:

$$T^2 = \left(2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}\right)^2 = 4\pi^2 \frac{\ell}{g} \quad \text{άρα} \quad g = 4\pi^2 \frac{\ell}{T^2}$$

Συνεπώς, μετρώντας την περίοδο  $T$  για συγκεκριμένο μήκος  $\ell$ , μπορούμε να μετρήσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$  στον τόπο μας.



Εικόνα 1

### ✎ Απαιτούμενα Υλικά:

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Ένα νήμα της στάθμης με μοιρογνώμονιο (1)

Τρεις ορειχάλκινους δακτυλίους (2)

Ένα χρονόμετρο (3)

Μια βάση στήριξης (4)

### ✎ Πειραματική διαδικασία



Εικόνα 2

1. Πραγματοποίησε τη διάταξη του σχήματος 2.
  - Απομάκρυνε το βαρίδι από τη θέση ισορροπίας του, ώστε το νήμα να σχηματίζει γωνία  $6^\circ$  με την κατακόρυφη.
  - Άφησέ το ελεύθερο.
  - Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεται για να εκτελέσει δέκα πλήρεις αιωρήσεις.
2. Επανάλαβε την προηγούμενη διαδικασία με διαφορετικά πλάτη ταλάντωσης, απομακρύνοντας, διαδοχικά, το νήμα του εκκρεμούς  $3^\circ$  και  $9^\circ$  και  $45^\circ$  από την κατακόρυφο.
  - Συμπλήρωσε τον πίνακα 1.
3. Για να ελέγξεις την επίδραση της μάζας του βαριδιού στην περίοδο της ταλάντωσης, πρόσθεσε έναν ορειχάλκινο δακτύλιο στο νήμα τις στάθμης.
  - Μέτρησε την περίοδο της ταλάντωσης ακολουθώντας την προηγούμενη διαδικασία.
  - Συμπλήρωσε τον πίνακα 2.
4. Για να ελέγξεις την επίδραση του μήκους του νήματος στην περίοδο της ταλάντωσης, άλλαξε το μήκος του νήματος σε. 25cm, 50 cm και 75cm
  - Για κάθε μήκος μέτρησε την περίοδο της ταλάντωσης ακολουθώντας την διαδικασία 1
  - Συμπλήρωσε τον πίνακα 3.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Υπολόγισε την περίοδο της ταλάντωσης του εκκρεμούς, από τη σχέση:

$$T = \frac{\text{Συνολικός χρόνος 10 αιωρήσεων (s)}}{10} = \dots \text{ s}$$

και συμπλήρωσε τη τελευταία στήλη του πίνακα 1.

Πίνακας 1

**ΣΧΕΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ  
ΚΑΙ ΓΩΝΙΑΣ (ΠΛΑΤΟΣ) ΤΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ**

Μήκος νήματος (m)	Γωνία Ταλάντωσης (°)	Χρόνος δέκα αιωρήσεων $t = 10 T$ (s)	Περίοδος $T$ (s)
1	3		
1	6		
1	9		
1	45°		

Συσχετίζοντας τα δεδομένα της δεύτερης και τελευταίας στήλης του πίνακα 1, συμπεραίνουμε ότι:  
Η περίοδος της ταλάντωσης του εκκρεμούς είναι ..... του πλάτους της ..... του εκ-  
κρεμούς μόνο για μικρές γωνίες εκτροπής.

Πίνακας 2

**ΣΧΕΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ ΚΑΙ  
ΜΑΖΑΣ (ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΑΚΤΥΛΙΩΝ)**

Μήκος νήματος (m)	Αριθμός ορειχάλκινων δακτυλίων	Χρόνος δέκα αιωρήσεων $t = 10 T$ (s)	Περίοδος $T$ (s)
1	0		
1	1		
1	2		
1	3		

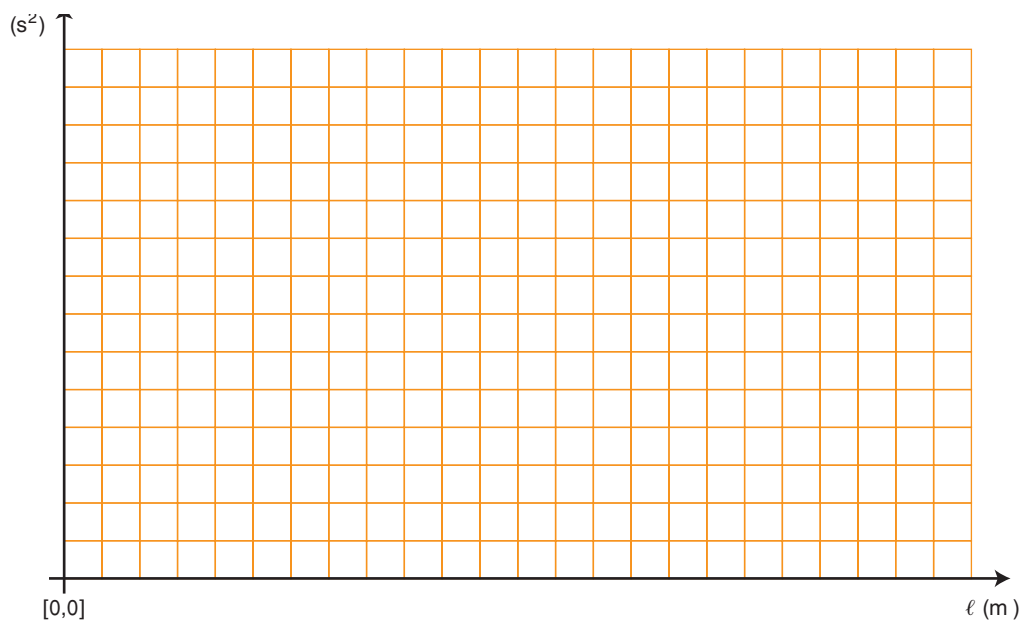
Συσχετίζοντας τα δεδομένα της δεύτερης και τελευταίας στήλης του πίνακα 2 συμπεραίνουμε ότι:  
η περίοδος της ταλάντωσης του εκκρεμούς είναι ..... της μάζας του εκκρεμούς

Πίνακας 3

## ΣΧΕΣΗ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΥΣ

Μήκος νήματος ( $l$ ) (m)	Χρόνος δέκα αιωρήσεων $t = 10 T$ (s)	Περίοδος $T$ (s)	$T^2$ ( $s^2$ )
1			
0,75			
0,5			
0.25			

Χρησιμοποιώντας τη πρώτη και τελευταία στήλη του πίνακα 3, κάνε τη γραφική παράσταση του  $T^2$  σε σχέση με το μήκος  $l$  του εκκρεμούς.



Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη σχέση που συνδέει το μήκος του εκκρεμούς με την περίοδο του;

.....

.....

.....

.....

.....

### Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση μελέτησες την ταλάντωση του απλού εκκρεμούς.

Επιβεβαίωσες πειραματικά ότι η περίοδος της ταλάντωσης ενός απλού εκκρεμούς:

- είναι ανεξάρτητη από τη μάζα και από το πλάτος ταλάντωσης, όταν η γωνία εκτροπής είναι μικρή.
- εξαρτάται από το μήκος του νήματος, (τετραπλασιάζεται όταν διπλασιάζεται το μήκος του νήματος κλπ).

### Ερωτήσεις

1. Με τη βοήθεια της σχέσης:  $g = 4\pi^2 \frac{1}{T^2}$  και χρησιμοποιώντας τις τιμές της τελευταίας στήλης του πίνακα 3 υπολόγισε την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας στον τόπο σου.
2. Κατασκεύασε ένα εκκρεμές χρησιμοποιώντας ένα σιδερένιο βαράκι.
  - Τοποθέτησε κάτω από το εκκρεμές ένα μαγνήτη και επανάλαβε τη διαδικασία 1.
  - Συνέκρινε τις τιμές της περιόδου παρουσία του μαγνήτη με αυτές του πίνακα 1 (χωρίς την παρουσία μαγνήτη).
  - Προσπάθησε να ερμηνεύσεις την προηγούμενη παρατήρηση σου.

### ✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ελατήριο - Περίοδος ταλάντωσης - Πλάτος ταλάντωσης - Σταθερά του ελατηρίου

### ✎ Στόχοι

- Να μετράς την περίοδο της ταλάντωσης ενός σώματος προσδεμένου στην άκρη ενός ελατηρίου
- Να υπολογίζεις τη σταθερά του ελατηρίου
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι η περίοδος είναι ανεξάρτητη από το πλάτος της ταλάντωσης  
εξαρτάται από τη μάζα του σώματος που ταλαντώνεται.

### ✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Στερεώνουμε τη μια άκρη ενός ελατηρίου σε ένα σταθερό σημείο. Στην ελεύθερη άκρη του, προσδένουμε ένα σώμα, έτσι ώστε το ελατήριο και το σώμα να ισορροπούν σε κατακόρυφη διεύθυνση.

Στο σώμα ασκούνται δύο δυνάμεις: Το βάρος του και η δύναμη επαναφοράς του ελατηρίου. Στη θέση ισορροπίας οι δυο δυνάμεις είναι αντίθετες.

Απομακρύνουμε το σώμα από τη θέση της ισορροπίας του, κατά τη κατακόρυφη διεύθυνση και το αφήνουμε ελεύθερο. Το σώμα εκτελεί ταλαντώσεις γύρω από τη θέση ισορροπίας του.

Η περίοδος της ταλάντωσης εξαρτάται από το είδος (τη σταθερά) του ελατηρίου και τη μάζα του σώματος. Όταν αυξήσουμε τη μάζα, η περίοδος αυξάνεται, ενώ όταν αυξήσουμε τη σταθερά του ελατηρίου (σκληρότερο ελατήριο), η περίοδος μειώνεται.

### ✎ Απαιτούμενα Υλικά:



Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Ελατήριο  
Ορθοστάτη  
Δύο ράβδους στήριξης  
Σταυρό και δακτύλιο  
Βαρίδια 2,5, 5 και 10N  
Μετροταινία.  
Χρονόμετρο

### 👉 Πειραματική διαδικασία

1. Πραγματοποίησε τη διάταξη της εικόνας



2. Ανάρτησε σώμα μάζας 500gr στην ελεύθερη άκρη του ελατηρίου. Άφησε το να ισορροπήσει σε μια θέση
3. Απομάκρυνε το σώμα σε απόσταση 5cm (πλάτος) από τη θέση ισορροπίας κατά τη διεύθυνση της κατακόρυφου και άφησέ το ελεύθερο.
4. Τι είδους κίνηση νομίζεις ότι εκτελεί το σώμα;  
.....  
.....
5. Με το χρονόμετρο, μέτρησε το χρόνο που απαιτείται για να εκτελέσει το σώμα 10 πλήρεις αιωρήσεις. Επανάλαβε την ίδια διαδικασία όσες φορές χρειάζεται, για να συμπληρώσεις τον πίνακα 1.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Υπολόγισε την περίοδο της ταλάντωσης, από τη σχέση:

$$T = \frac{\text{Συνολικός χρόνος 10 αιωρήσεων (s)}}{10} = \dots \text{ s}$$

και συμπλήρωσε το πίνακα 1.

**Πίνακας 1**

ΜΑΖΑ (gr)	ΠΛΑΤΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ (cm)	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΚΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ (s)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ (s)
500	5		
500	10		
1000	5		
1000	10		
1500	5		
250	10		

A. Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 1, συγκρίνοντας ταλαντώσεις:

1. Ίσων μαζών διαπιστώνουμε ότι:

Η περίοδος της ταλάντωσης του ελατηρίου είναι ..... από το πλάτος της ταλάντωσης

2. Ίδιου πλάτους διαπιστώνουμε ότι:

Η περίοδος της ταλάντωσης του ελατηρίου (**μεγαλώνει / μικραίνει**) όταν ..... η μάζα του σώματος που ταλαντώνεται

3. Διαφορετικών μαζών παρατηρούμε ότι:

Η περίοδος διπλασιάζεται όταν η μάζα του σώματος .....

### **Συμπεράσματα**

- Σ' αυτή την άσκηση μέτρησες τη περίοδο ταλάντωσης ενός σώματος που είναι κρεμασμένο στην άκρη ενός ελατηρίου
- Διαπίστωσες ότι η περίοδος είναι ανεξάρτητη από το πλάτος και εξαρτάται από την μάζα.

### **Ερωτήσεις**

- Γνωρίζεις ότι στα ωρολόγια παλιότερης τεχνολογίας χρησιμοποιούσαν ειδικά ελατήρια; Σε ποια από τις πειραματικές σου διαπιστώσεις νομίζεις ότι βασίζεται η χρησιμοποίηση του ελατηρίου στη μέτρηση του χρόνου;



### 👉 Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ταλάντωση, Απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας, Πλάτος ταλάντωσης, Περίοδος, Συχνότητα, Διαταραχή, Κύμα, Μήκος κύματος.

### 👉 Στόχοι

- Να διαπιστώσεις πειραματικά ότι κατά τη διάδοση του κύματος δεν μεταφέρεται μάζα.
- Να παρατηρήσεις και να διακρίνεις τις διαφορές μεταξύ των εγκάρσιων και των διαμηκών κυμάτων.
- Να υπολογίσεις τη ταχύτητα διάδοσης του κύματος
- Να διαπιστώσεις πειραματικά ότι όσο περισσότερο τεντώνουμε το ελατήριο η ταχύτητα του κύματος αυξάνεται.
- Να υπολογίζεις πειραματικά τη συχνότητα ενός αρμονικού κύματος.
- Να μετρήσεις το μήκος κύματος ενός εγκάρσιου αρμονικού κύματος.
- Να διαπιστώσεις πειραματικά, ότι το μήκος κύματος αυξάνει με την ταχύτητα του κύματος, όταν η συχνότητα διατηρείται σταθερή.

### 👉 Θεωρητικές Επισημάνσεις

Το μηχανικό κύμα είναι ο μηχανισμός διάδοσης μιας ταλάντωσης και γενικότερα μιας διαταραχής σε ένα υλικό μέσο. Με το κύμα μεταφέρεται ενέργεια από τη πηγή παραγωγής του αλλά δεν μεταφέρεται μάζα. Ανάλογα με το τρόπο διάδοσης τα μηχανικά κύματα διακρίνονται σε εγκάρσια και διαμήκη.

Τα χαρακτηριστικά φυσικά μεγέθη με τα οποία περιγράφουμε ένα κύμα, καθώς και τα κυματικά φαινόμενα, είναι η περίοδος ( $T$ ) η συχνότητα ( $f$ ) και το μήκος κύματος ( $\lambda$ ). Η σχέση που τα συνδέει ονομάζεται **εξίσωση του κύματος** και έχει τη μορφή:

$$c = \lambda \cdot f$$

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση με τη βοήθεια ενός ελατηρίου κυματισμών, θα παρατηρήσουμε και θα διακρίνουμε μεταξύ τους τα εγκάρσια και τα διαμήκη κύματα. Θα μετρήσουμε την περίοδο και το μήκος κύματος. Τέλος θα μελετήσουμε πώς μπορούμε να μεταβάλλουμε τα χαρακτηριστικά φυσικά μεγέθη του κύματος και να βρούμε σχέσεις μεταξύ αυτών των μεγεθών και των αιτίων που προκαλούν τις μεταβολές τους.

### 👉 Απαιτούμενα Υλικά:

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Δύο ελατήρια κυματισμών ένα μαλακό (1) και ένα σκληρό (2).

Χρονόμετρο

Μετροταινία



**Εικόνα 1**  
Ελατήρια κυματιστών

## 👉 Πειραματική διαδικασία

### Π Ε Ι Ρ Α Μ Α 1 ο

1. Τοποθέτησε στο πάτωμα του εργαστηρίου το μαλακό ελατήριο (1). Κράτησε εσύ το ένα άκρο του ενώ το άλλο άκρο του ένας συμμαθητής σου, έτσι ώστε η απόσταση των χεριών σας να είναι 3,5m (μήκος ελατηρίου  $L$ ) (εικόνα 1).



Εικόνα 1

2. Απομάκρυνε το ένα άκρο του ελατηρίου περίπου κατά 15cm από τη θέση ισορροπίας του και επανέφερε το απότομα στην αρχική θέση του. Παρατήρησε τι συμβαίνει και συμπλήρωσε την ερώτηση 1 του φύλλου εργασίας.
3. Δέσε μια κόκκινη κλωστή σε μια σπείρα του ελατηρίου. Επανάλαβε τη διαδικασία 2. Παρατήρησε την κίνηση ενός σημείου του ελατηρίου (κίνηση της κλωστής). Συμπλήρωσε την ερώτηση 2 του φύλλου εργασίας.
4. Συσπείρωσε τις πέντε πρώτες σπείρες του ελατηρίου με το χέρι σου και μετά, άφησέ τις ελεύθερες. Παρατήρησε τον τρόπο κίνησης των σπειρών του ελατηρίου και συμπλήρωσε την ερώτηση 3.
5. Επανάλαβε την διαδικασία 1, τεντώνοντας το ελατήριο έτσι ώστε η απόσταση μεταξύ των χεριών (μήκος του ελατηρίου) να γίνει 3,5m. Ο συμμαθητής σου πρέπει να κρατά την άλλη άκρη του ελατηρίου ακίνητη. Τότε θα παρατηρήσεις ότι ο αρχικός παλμός φθάνει μέχρι το το άλλο άκρο του ελατηρίου ανακλάται και επιστρέφει στο χέρι σου κοκ.
  - Μέτρησε το χρόνο που χρειάζεται ο παλμός για να φθάσει για πέμπτη φορά στο χέρι σου. Σε αυτή τη περίπτωση ο παλμός έχει διανύσει μετατόπιση  $10L$ , όπου  $L$  το μήκος του ελατηρίου. Καταχώρησε τον χρόνο στον πίνακα 1, του φύλλου εργασίας.
  - Επανάλαβε τη διαδικασία για διαφορετικά μήκη του ελατηρίου (αποστάσεις χεριών). Συμπλήρωσε τον πίνακα 1

**Π Ε Ι Ρ Α Μ Α 2 ο**

1. Πάρε το σκληρό ελατήριο (2) και θέσε το ένα άκρο του με το χέρι σου σε ταλάντωση **σταθερής** συχνότητας και πλάτους 10cm κάθετα στον άξονα του ελατηρίου (εικόνα 2).
2. Υπολόγισε τη συχνότητα ταλάντωσης του χεριού σου, μετρώντας το χρόνο 10 ταλαντώσεων.

$$\text{συχνότητα} = \frac{\text{αριθμός ταλαντώσεων}}{\text{χρονικό διάστημα που πραγματοποιούνται}}$$

$$f = \frac{N}{t}$$

$$f = \frac{10}{\dots \text{ s}} = \dots \text{ Hz} \quad \text{κατέγραψε την τιμή στο φύλλο εργασίας 2 στον πίνακα 1.}$$

3. Παρατήρησε τα όρη και τις κοιλάδες που δημιουργούνται. Μέτρησε την απόσταση μεταξύ διαδοχικών κοιλάδων ή ορέων (μήκος κύματος) και κατέγραψε την στον πίνακα 1 του φύλλου εργασίας 2.
4. Επανέλαβε τη διαδικασία 3 και για τα υπόλοιπα μήκη του ελατηρίου (πίνακας 1, φύλλο εργασίας 2) και συμπλήρωσε τον πίνακα.

**Εικόνα 2**

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

1. Παρατηρώ ότι η διαταραχή (παλμός) που δημιουργήθηκε από τη κίνηση του χεριού μου διαδίδεται ....
2. Στο ελατήριο δημιουργείται ένα κύμα. Κάθε σημείο του ελατηρίου δεν προχωρά μπροστά ούτε πίσω. Κάθε σημείο του ελατηρίου κινείται ..... στη διεύθυνση που διαδίδεται η διαταραχή (κύμα). Η διαταραχή που διαδίδεται στο ελατήριο λέγεται εγκάρσιο κύμα.
3. Παρατηρώ ότι η διαταραχή που δημιουργείται με τη συσπείρωση των σπειρών του ελατηρίου κινείται κατά μήκος του ελατηρίου. Οι σπείρες του ελατηρίου κινούνται ..... στη διεύθυνση διάδοσης της διαταραχής. Στο ελατήριο δημιουργείται ..... κύμα.
4. Υπολόγισε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος από τη σχέση:  $c = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  όπου  $\Delta x = 10L$  και  $\Delta t$  οι αντίστοιχοι χρόνοι που έχεις καταγράψει στην στήλη 2 του πίνακα 1.

Πίνακας 1

Μήκος ελατηρίου <b>L</b> <b>(m)</b>	<b>10L</b>	Χρόνος διάδοσης της διαταραχής σε απόσταση <b>10 L</b> <b>(s)</b>	Ταχύτητα διάδοσης <b>c</b> <b>(m/s)</b>
3,5			
4,5			
5,0			
5,5			
6,0			

5. Σύγκρινε την πρώτη στήλη με την τελευταία του πίνακα 1. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη μεταβολή της ταχύτητας διάδοσης του κύματος σε σχέση με τη μεταβολή του μήκους του ελατηρίου;

.....

.....

.....

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Πίνακας 1

Μήκος ελατηρίου $L$ (m)	Συχνότητα $f$ (Hz)	Μήκος κύματος $\lambda$ (m)
2,5		
3,0		
3,5		
4,0		
4,5		

1. Σύγκρινε την πρώτη με την τελευταία στήλη του πίνακα σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη μεταβολή του μήκους κύματος σε σχέση με τη μεταβολή του μήκους του ελατηρίου, εάν η συχνότητα είναι σταθερή;

.....

.....

2. Ερμήνευσε τη μεταβολή του μήκους κύματος, που διαπίστωσες, συνδυάζοντας την εξίσωση του κύματος  $c=f \cdot \lambda$  και τα συμπεράσματα από το πείραμα 1.

.....

.....

### 👉 Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση

- Παρατήρησες την δημιουργία και τον τρόπο διάδοσης εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων σε ελατήρια.
- Μέτρησες την ταχύτητα διάδοσης του κύματος και διαπίστωσες ότι εξαρτάται από τη δύναμη που τεντώνει το ελατήριο.
- Μέτρησες τη συχνότητα και το μήκος κύματος ενός αρμονικού κύματος.
- Διαπίστωσες ότι το μήκος κύματος είναι ανάλογο με την ταχύτητα διάδοσης του κύματος, όταν η συχνότητα διατηρείται σταθερή.

### 👉 Ερωτήσεις

1. Σε ένα βιβλίο φυσικής διαβάζεις: «Το μήκος κύματος ενός αρμονικού κύματος που διαδίδεται σε ελατήριο δεν μεταβάλλεται όταν μεταβάλλουμε το πλάτος της διαταραχής αλλά δεν μεταβάλλουμε τη συχνότητα». Πρότεινε μια πειραματική διαδικασία με την οποία μπορείς να επιβεβαιώσεις ή να διαψεύσεις την παραπάνω πρόταση.

### ✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ηλεκτρικό ρεύμα - Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος - Ηλεκτρική τάση - Αντίσταση αγωγού - Αντιστάτης

### ✎ Στόχοι

- Να αποκτήσεις την ικανότητα να συναρμολογείς απλά κυκλώματα ηλεκτρικού ρεύματος
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά το νόμο του Ohm, σε έναν αντιστάτη
- Να διαπιστώσεις πειραματικά ότι η αντίσταση ενός λαμπτήρα δεν υπακούει στο νόμο του Ohm

### ✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Όταν στα άκρα ενός αγωγού εφαρμόσουμε μια διαφορά δυναμικού, τότε ο αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (εφ' όσον η θερμοκρασία του αγωγού διατηρείται σταθερή) είναι ανάλογη της εφαρμοζόμενης τάσης:

$$I = \frac{V}{R}$$

Η πρόταση αυτή είναι γνωστή ως νόμος του Ohm.

Σύμφωνα με το νόμο του Ohm το πηλίκο (**R**) της τάσης στα άκρα ενός αγωγού προς την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει, είναι σταθερό (ανεξάρτητο της εφαρμοζόμενης τάσης). Ονομάζεται αντίσταση του αγωγού.

Ο νόμος του Ohm δεν ισχύει για όλους του αγωγούς. Για παράδειγμα, μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε πειραματικά ότι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα λαμπτήρα δεν είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άρα του.

Η κατηγορία των αγωγών για τους οποίους ισχύει ο νόμος του Ohm ονομάζονται αντιστάτες.

### ✎ Απαιτούμενα Υλικά:

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:  
Τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος 0-12V ή δύο μπαταρίες 4,5V  
Αντιστάτη 100Ω (1)

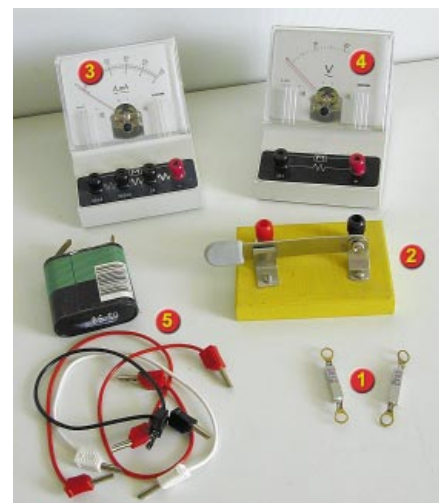
Μαχαιρωτό διακόπτη (2)

Αμπερόμετρο DC, κλίμακας 500mA και 1A(3)

Βολτόμετρο DC κλίμακας 0-30V (4)

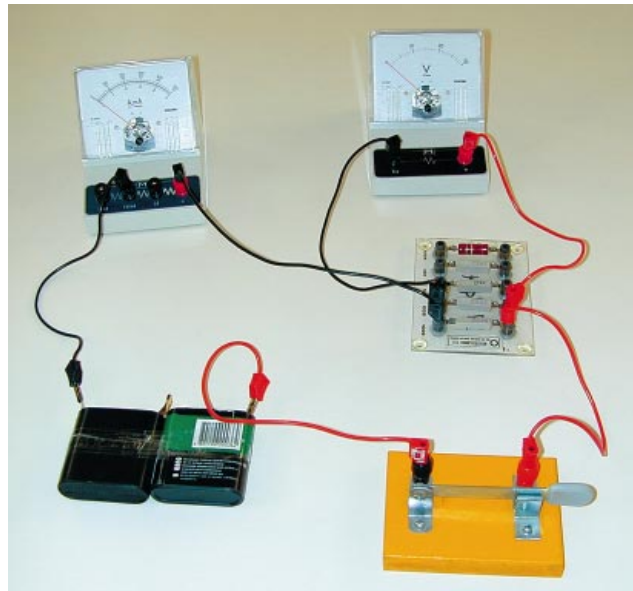
Έξι καλώδια σύνδεσης με μπανάνες (πολλαπλής σύνδεσης) (5)

Λαμπάκι 6 Volt (6)



### 👉 Πειραματική διαδικασία

1. Συναρμολόγησε το κύκλωμα της εικόνας 2.



Εικόνα 2

2. Αν δεν έχεις τροφοδοτικό χρησιμοποίησε δύο μπαταρίες των 4,5 Volt. Αν ανοίξεις το καπάκι που είναι στο πάνω μέρος της μπαταρίας θα δείς ότι η πλακέ μπαταρία των 4,5V αποτελείται από τρεις των 1,5V. Μετέβαλλε την τάση της πηγής (1,5V, 3,0 V, 4,5V), συνδέοντας διαδοχικά στο κύκλωμα τη μια, μετά τις δυο και στη συνέχεια τις υπόλοιπες μπαταρίες των 1,5V. Πέρνοντας τις κατάλληλες μετρήσεις, συμπλήρωσε το πίνακα 1 του φύλλου εργασίας.
3. Αντικατέστησε τον αντιστάτη με το λαμπάκι των 6V και το μιλιαμπερόμετρο με το αμπερόμετρο κλίμακας 1A. Επαναλαμβάνοντας την ίδια διαδικασία συμπλήρωσε το πίνακα 2. Να σχεδιάσεις το αντίστοιχο κύκλωμα.



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων, συμπλήρωσε την τελευταία στήλη του πίνακα 1.

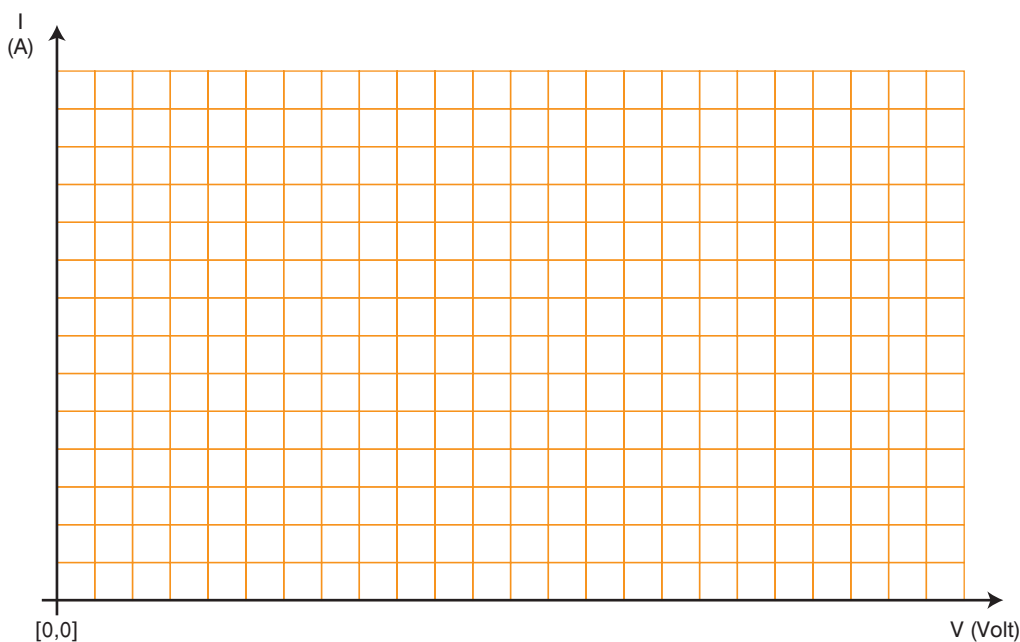
Πίνακας 1

ΤΑΣΗ ΠΗΓΗΣ Volt	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ (V) Volt	ΕΝΔΕΙΞΗ ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟΥ (I) A	$\frac{\text{ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ (V)}}{\text{ΕΝΔΕΙΞΗ ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟΥ (I)}}$
0	0	0	–
1,5			
3			
4,5			
6			
7,5			

2. Σύγκρινε τον λόγο  $\frac{V}{I}$ , που προέκυψε από τις πειραματικές τιμές, με την τιμή της αντίστασης του αντιστάτη που χρησιμοποίησες.
3. Από τις τιμές της τελευταίας στήλης του πίνακα 1 συμπεραίνουμε ότι το ..... της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του αντιστάτη προς την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι ..... και ίσο με την ..... του αντιστάτη.

$$\text{Δηλαδή } \frac{V}{I} = \dots$$

4. Με βάση τις πειραματικές τιμές του πίνακα 1, σχεδίασε τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη σε συνάρτηση με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του.



Πίνακας 2

ΤΑΣΗ ΠΗΓΗΣ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟΥ (V)	ΕΝΔΕΙΞΗ ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟΥ (I)	$\frac{V}{I}$
Volt	Volt	A	$\Omega$
0	0	0	–
1,5			
3			
4,5			
6			
7,5			

5. Από τις τιμές της τελευταίας στήλης του πίνακα 2 συμπεραίνουμε ότι η αντίσταση του σύρματος του λαμπτήρα ..... όσο αυξάνεται η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.  
Μπορείς να εξηγήσεις γιατί συμβαίνει αυτό;

.....  
.....

### ☞ Συμπέρασμα

Με αυτή τη πειραματική διαδικασία επιβεβαιώσαμε το νόμο του Ohm: η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του, όταν η θερμοκρασία του αντιστάτη παραμένει σταθερή.

### ☞ Ερωτήσεις

- Από την αντίστοιχη γραφική παράσταση τάσης - έντασης, που έχεις σχεδιάσει να υπολόγισεις την αντίσταση του αντιστάτη που χρησιμοποίησες στην πειραματική διαδικασία.
- Στο ίδιο σύστημα αξόνων, όπου έχεις σχεδιάσει τη γραφική παράσταση τάσης - έντασης όπως προέκυψε από τα πειραματικά δεδομένα, για τον αντιστάτη των 100Ω (ερώτηση 4 του φύλλου εργασίας) σχεδίασε τη γραφική παράσταση του νόμου του Ohm για έναν αντιστάτη αντίστασης 200Ω.  
Ποια είναι σχέση των κλίσεων των δύο γραφημάτων;
- Σε φύλλο μιλλμετρέ και με βάση τις πειραματικές τιμές του πίνακα 2, κάνε τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη σε συνάρτηση με την τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του.  
Υπολόγισε την αντίσταση του λαμπτήρα όταν η τάση στα άκρα του είναι: 2, 4 και 6V.  
Που νομίζεις ότι οφείλεται η παρατηρούμενη απόκλιση από το νόμο του Ohm;
- Διαθέτεις μια μπαταρία, ένα βολτόμετρο, ένα αμπερόμετρο και έναν αντιστάτη άγνωστης αντίστασης.  
Με ποιο τρόπο νομίζεις ότι μπορούμε να υπολογίσουμε πειραματικά την άγνωστη αντίσταση;  
Σχεδίασε το κύκλωμα που πρέπει να συναρμολογήσεις.

# ΝΟΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΣΥΡΜΑΤΙΝΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 14

### ✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Ηλεκτρική τάση - Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος - Αντίσταση - Ειδική αντίσταση.

### ✎ Στόχοι

- Να αποκτήσεις τη δεξιότητα να μετράς την αντίσταση ενός αγωγού με ωμόμετρο.
- Να εφαρμόζεις το νόμο του Ohm για να υπολογίζεις την αντίσταση ενός αγωγού χρησιμοποιώντας αμπερόμετρο και βολτόμετρο.
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι η αντίσταση ενός σύρματος:
  - ✓ είναι ανάλογη του μήκους του.
  - ✓ είναι αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού της διατομής του.
  - ✓ εξαρτάται από το υλικό του σύρματος.

### ✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού είναι ανεξάρτητη από την ηλεκτρική τάση που εφαρμόζουμε στα άκρα του και την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει. Εξαρτάται όμως από το μήκος  $\ell$ , τη διατομή  $S$  και από το υλικό του σύρματος:

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$$

Όπου  $\rho$  είναι η ειδική αντίσταση του υλικού του σύρματος. Εξαρτάται μόνον από το είδος του μετάλλου και από τη θερμοκρασία.

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα υπολογίσουμε την αντίσταση συρμάτων που θα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μήκος ή τη διατομή ή το υλικό. Ο υπολογισμός θα γίνει με δύο τρόπους:

- Χρησιμοποιώντας ένα Ωμόμετρο και
- με ένα βολτόμετρο και ένα αμπερόμετρο.

### ✎ Απαιτούμενα Υλικά

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Πολύμετρο

Τέσσερα καλώδια πολλαπλής σύνδεσης

Συσκευή νόμου του Ohm (ΗΛ 210.1). Η συσκευή αποτελείται από τέσσερα σύρματα μήκους 1m το καθένα εκ των οποίων τα τρία είναι κατασκευασμένα από κράμα Ni-Gr και το τέταρτο από κράμα Al-Gr. Τα τρία έχουν διάμετρο 0,7mm και το άλλο από κράμα Ni-Gr διάμετρο 0,7mm.

**Επισήμανση:** Όταν χρησιμοποιούμε το πολύμετρο ως ωμόμετρο πρέπει το κύκλωμα να είναι ανοικτό ή να μην υπάρχει πηγή.



**Εικόνα 1**

Συσκευή του νόμου του Ωμ

### 👉 Πειραματική διαδικασία

Χρησιμοποίησε τη συσκευή του νόμου του Ohm (Εικόνα 2). και το πολύμετρο ως ωμόμετρο. Κάνε τις παρακάτω μετρήσεις και κατάγραφέ τις στον πίνακα 1 του φύλλου εργασίας:



Εικόνα 2

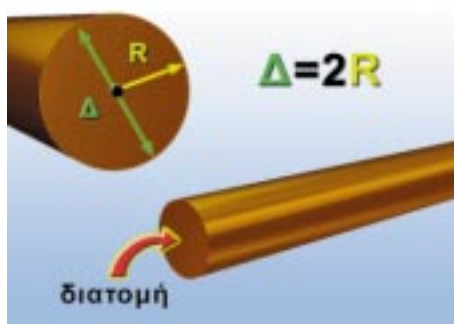
1. Μέτρησε την αντίσταση του σύρματος από κράμα Al-Cr (Αλουχρώμ) μήκους 0.5m και διαμέτρου 0.7mm.
2. Μέτρησε την αντίσταση του σύρματος από κράμα Al-Cr (Αλουχρώμ) μήκους 1m και διαμέτρου 0.7mm.
3. Μέτρησε την αντίσταση του σύρματος από κράμα Cr-Ni (Χρωμονικελίνη) μήκους 2m και διαμέτρου 0.5mm.
4. Μέτρησε την αντίσταση του σύρματος από κράμα Cr-Ni (Χρωμονικελίνη) μήκους 1m και διαμέτρου 0.5mm.
5. Μέτρησε την αντίσταση του σύρματος από κράμα Cr-Ni (Χρωμονικελίνη) μήκους 0.5m και διαμέτρου 0.5mm.
6. Μέτρησε την αντίσταση του σύρματος από κράμα Cr-Ni (Χρωμονικελίνη) μήκους 1m και διαμέτρου 0.7mm.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Συμπλήρωσε την τέταρτη στήλη του πίνακα 1 υπολογίζοντας από τη διάμετρο του σύρματος το εμβαδόν της διατομής του S

$$S = \pi \cdot r^2$$

$$S = \pi \cdot \frac{\Delta^2}{4}$$



Πίνακας 1

A/A	Υλικό	Διάμετρος (mm)	Διατομή Δ (mm)	Μήκος (m)	Αντίσταση R (Ω)
1	Al-Cr	0,7		0,5	
2	Al-Cr	0,7		1	
3	Cr-Ni	0,5		2	
4	Cr-Ni	0,5		1	
5	Cr-Ni	0,5		0,5	
6	Cr-Ni	0,7		1	

2. Σύγκρινε τις τιμές της στήλης 5 του πίνακα 1 με τις αντίστοιχες της στήλης 6. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη σχέση που συνδέει την αντίσταση του σύρματος με το μήκος του;

.....

.....

.....

.....

3. Σύγκρινε τις τιμές της στήλης 4 του πίνακα 1 με τις αντίστοιχες της στήλης 6. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη σχέση της αντίστασης του σύρματος με το εμβαδόν της διατομής του;

.....

.....

.....

.....

4. Παρατήρησε τη στήλη 2 του πίνακα 1 σε σχέση με τις αντίστοιχες της στήλης 6. Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για την εξάρτηση της αντίστασης από το υλικό του σύρματος;

.....

.....

.....

.....

### Συμπέρασμα:

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση διαπίστωσες ότι η αντίσταση ενός σύρματος είναι:

- ανάλογη του μήκους του,
- αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του και
- εξαρτάται και από το υλικό του σύρματος.

### Ερωτήσεις

1. Υπολόγισε την αντίστασή του σώματός σου, όταν τα δάκτυλά σου είναι στεγνά και όταν είναι βρεγμένα. Με βάση τις δύο αυτές μετρήσεις, υπολόγισε την ένταση του ρεύματος που θα σε διαπεράσει, αν η τάση ήταν 220 Volt. Θυμήσου ότι ρεύμα πάνω από 25mA είναι επικίνδυνο, ενώ πάνω από 100mA προκαλεί το θάνατο.
2. Πρότεινε μια πειραματική διαδικασία για να διαπιστώσεις την επίδραση της θερμοκρασίας στην αντίσταση των δύο συρμάτων αγωγών μήκους 1m.
3. Χρησιμοποίησε το πολύμετρο ως βολτόμετρο και ως μιλιαμπερόμετρο, υπολόγισε την αντίσταση του σύρματος της χρωμονικελίνης διαμέτρου 0,5mm και μήκους δύο μέτρων. Σύγκρινε τι τιμή που υπολόγισες με αυτή που μέτρησες με το Ωμόμετρο (πίνακας 1). Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις;

.....

.....

.....

.....

4. Με εφαρμογή της σχέσης:  $R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$  και με βάση τα στοιχεία του πίνακα 1 υπολόγισε την ειδική αντίσταση των δύο υλικών.

### ✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Αντιστάτης - Αντίσταση - Ηλεκτρική τάση - Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος - Ισοδύναμη αντίσταση

### ✎ Στόχοι

- Να αποκτήσεις την ικανότητα να συνδέεις λαμπτήρες σε σειρά
- Να διαπιστώσεις πειραματικά ότι οι λαμπτήρες που συνδέονται σε σειρά διαρρέονται από ρεύμα ίδιας έντασης
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά, ότι η τάση της πηγής είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα των λαμπτήρων.
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά ότι στην σύνδεση σε σειρά η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων των λαμπτήρων.
- Να διαπιστώσεις ότι όταν αυξάνεις τον αριθμό των λαμπτήρων, που συνδέονται σε σειρά, η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη πηγή ελαττώνεται.

### ✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι να συνδέσουμε δύο ή περισσότερους λαμπτήρες: Στη σειρά και παράλληλα.

Στη σύνδεση σε σειρά, οι λαμπτήρες συνδέονται έτσι ώστε να διαρρέονται πάντοτε από το ίδιο ρεύμα.

Η σύνδεση λαμπτήρων σε σειρά παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Όλοι οι λαμπτήρες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.
- Το άθροισμα των τάσεων στα άκρα των λαμπτήρων (πτώσεις τάσεων) είναι ίση με την τάση στα άκρα της πηγής
- Αύξηση του αριθμού των λαμπτήρων ελαττώνει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα καθώς και την τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα.
- Αύξηση του αριθμού των λαμπτήρων αυξάνει τη συνολική αντίσταση του κυκλώματος.
- Η συνολική (ή ισοδύναμη) αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων των λαμπτήρων.

$$R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση θα μελετήσουμε πειραματικά τα χαρακτηριστικά της σύνδεσης των λαμπτήρων σε σειρά.

### ✎ Απαιτούμενα Υλικά:



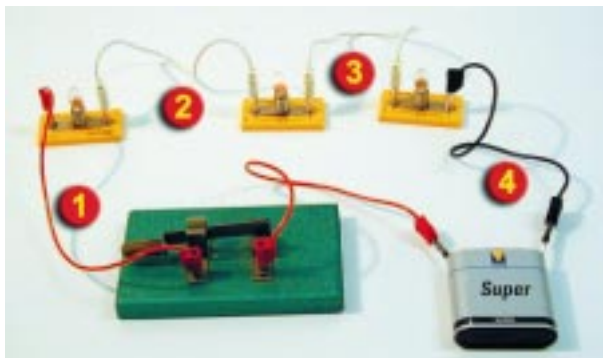
Εικόνα 1

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Τροφοδοτικό συνεχούς 0-5V ή μπαταρία 4,5V.  
 Τέσσερα λαμπάκια 3,6V  
 Επτά καλώδια σύνδεσης με μπανάνες  
 Πολύμετρο η βολτόμετρο DC 0-5V.  
 Πολύμετρο η αμπερόμετρο DC 0-1A.  
 Μαχαιρωτό διακόπτη.

### ✎ Πειραματική διαδικασία

1. Συναρμολόγησε το κύκλωμα σύνδεσης τριών λαμπτήρων σε σειρά (εικόνα 2).
2. Πραγματοποίησε την σχηματική αναπαράσταση του κυκλώματος που κατασκεύασες



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Σχηματική αναπαράσταση του κυκλώματος

3. Κλείσε το διακόπτη και παρατήρησε την φωτοβολία των λαμπτήρων. Σύγκρινε τις φωτοβολίες των ομοίων λαμπτήρων και γράψε τις παρατηρήσεις σου

.....

.....

.....

.....

4. Μέτρησε με το βολτόμετρο την τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα, συνδέοντας το στα άκρα κάθε λαμπτήρα (εικόνα 1).

Κατάγραψε τις τιμές στον πίνακα 1.



5. Μέτρησε τη τάση στα άκρα της πηγής και κατάγραψέ τη στο πίνακα 1.
6. Μέτρησε τη ένταση του ρεύματος που περνά από κάθε λαμπτήρα, τοποθετώντας το αμπερόμετρο διαδοχικά στις θέσεις 1, 2, και 3 (εικόνα 2).  
Κατάγραψε τις τιμές στον πίνακα 1
7. Μέτρησε την ένταση του ρεύματος που διέρχεται από την πηγή, τοποθετώντας το αμπερόμετρο στη θέση 4 του κυκλώματος.  
Κατάγραψε τις τιμές στον πίνακα 1.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Υπολόγισε την αντίσταση κάθε λαμπτήρα και την ολική αντίσταση χρησιμοποιώντας τις σχέσεις:

$$R_{\text{λαμπτήρα}} = \frac{V_{\text{λαμπτήρα}}}{I_{\text{λαμπτήρα}}}, \quad R_{\text{ολική}} = \frac{V_{\text{πηγής}}}{I_{\text{πηγής}}}$$

**Πίνακας 1**

	Τάση (V)	Ένταση ρεύματος (A)	Αντίσταση (Ω)	Ολική Αντίσταση (Ω)
1ος λαμπτήρας				
2ος λαμπτήρας				
3ος λαμπτήρας				
Πηγή				

1. Ποια σχέση συνδέει τη τάση στα άκρα της πηγής με τις τάσεις στα άκρα των λαμπτήρων;

.....

.....

.....

2. Ποια σχέση συνδέει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή;

.....

.....

.....

4. Με βάση τις τιμές που υπολόγισες και καταχώρησες στο πίνακα για την αντίσταση του κάθε λαμπτήρα και την συνολική αντίσταση του κυκλώματος, σε ποιο συμπέρασμα καταλήγεις για τη σχέση που τις συνδέει;

$R_{\text{ολ}} =$  .....

Διαπιστώνω ότι όταν οι λαμπτήρες συνδέονται στη σειρά η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με .....

Το ίδιο θα διαπιστώσουμε αν στη θέση των λαμπτήρων χρησιμοποιήσουμε αντιστάτες. Για τους αντιστάτες θα ισχύει:  $R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2 + R_3$

5. Ξεβίδωσε και αφαίρεσε τον 2ο λαμπτήρα από το κύκλωμα. Ποια είναι η πρόβλεψη σου σε σχέση με τη φωτοβολία των λαμπτήρων 1 και 3;  
Επιβεβαίωσε πειραματικά την πρόβλεψη σου αυτή.  
Πως ερμηνεύεις τις παρατηρήσεις σου;

.....

.....

.....

.....

6. Αν συνδέσεις ένα τέταρτο λαμπτήρα στο κύκλωμα σε σειρά με τους άλλους τρεις, τι προβλέπεις ότι θα συμβεί:
- α. στη φωτοβολία του κάθε λαμπτήρα
  - β. στην ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα
  - γ. στην τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα
- Συμπλήρωσε τις παρακάτω προτάσεις

Η φωτοβολία των λαμπτήρων **αυξάνει/παραμένει ίδια/ελαττώνεται** γιατί

.....

.....

.....

.....

Η ένταση του ρεύματος **αυξάνει/παραμένει ίδια/ελαττώνεται** γιατί

.....

.....

.....

.....

Η τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα **αυξάνει/παραμένει ίδια/ελαττώνεται** γιατί

.....

.....

.....

.....

7. Σύνδεσε ένα τέταρτο λαμπτήρα σε σειρά στο κύκλωμα και επιβεβαίωσε πειραματικά τις προβλέψεις σου.

.....

.....

.....

.....

### ☞ Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση

- Συνέδεσες λαμπτήρες σε σειρά.
- Επιβεβαίωσες πειραματικά ότι
  - α. διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα,
  - β. Η τάση της πηγής είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων στα άκρα τους,
  - γ. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος (ισοδύναμη) είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεων των λαμπτήρων.

### ☞ Ερωτήσεις

1. Διαθέτεις μια πηγή σταθερής τάσης 12V και αρκετούς αντιστάτες ίσων αντιστάσεων, 40Ω η καθεμία. Να αναπαραστήσεις συμβολικά τρία κυκλώματα όπου στο
  - **1° κύκλωμα:** η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή είναι 0,1A.
  - **2° κύκλωμα:** η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή είναι 0,3A.
  - **3° κύκλωμα:** η τάση στα άκρα του ενός αντιστάτη είναι 6V.
2. Συνδέεις δυο λαμπάκια στη σειρά με μια μπαταρία και παρατηρείς ότι δεν φωτοβολούν το ίδιο. Πως ερμηνεύεις την παρατηρή σου;

### ✎ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Αντιστάτης - Αντίσταση - Ισοδύναμη αντίσταση - Ηλεκτρική τάση - Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

### ✎ Στόχοι

- Να αποκτήσεις τη δεξιότητα να συνδέεις λαμπτήρες παράλληλα
- Να επιβεβαιώσεις πειραματικά
  - ✓ η τάση στα άκρα των λαμπτήρων που συνδέονται παράλληλα είναι ίση με την τάση της πηγής με την οποία συνδέονται.
  - ✓ αύξηση του αριθμού των παράλληλα συνδεμένων λαμπτήρων προκαλεί αύξηση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.
  - ✓ η ολική αντίσταση του κυκλώματος ενός συστήματος παράλληλα συνδεμένων λαμπτήρων είναι μικρότερη από την αντίσταση κάθε λαμπτήρα.
  - ✓ σχέση που συνδέει την ολική αντίσταση ενός συστήματος παράλληλα συνδεμένων λαμπτήρων με τις αντιστάσεις των λαμπτήρων.

### ✎ Θεωρητικές Επισημάνσεις

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι να συνδέσουμε δύο ή περισσότερους λαμπτήρες: Στη σειρά και παράλληλα. Στην παράλληλη σύνδεση οι λαμπτήρες συνδέονται έτσι ώστε τα άκρα τους να είναι κοινά. Η τάση είναι ίδια στα άκρα όλων των λαμπτήρων. Τα βασικά χαρακτηριστικά της παράλληλης σύνδεσης είναι τα ακόλουθα:

- Όλοι οι λαμπτήρες έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους.
- Το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων που διαρρέουν τους λαμπτήρες είναι ίσο με το ρεύμα που διέρχεται από την πηγή.
- Αύξηση του αριθμού των λαμπτήρων **δεν** μεταβάλλει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον καθένα, ούτε την τάση στα άκρα του κάθε λαμπτήρα. Αντίθετα, η συνολική αντίσταση του κυκλώματος μειώνεται, ενώ η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή αυξάνεται.
- Η ολική αντίσταση ( $R_{ολ}$ ) ενός συστήματος παράλληλα συνδεμένων λαμπτήρων, που έχουν αντιστάσεις  $R_1, R_2, \dots$  κλπ, δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{1}{R_{ολική}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$$

Στην παρούσα εργαστηριακή άσκηση θα ελέγξουμε πειραματικά τα χαρακτηριστικά της παράλληλης σύνδεσης λαμπτήρων.

### ✎ Απαιτούμενα Υλικά:



Εικόνα 1

Για τη διεξαγωγή της εργαστηριακής άσκησης θα χρειαστούμε:

Τροφοδοτικό συνεχούς 0-5V ή μπαταρία 4,5V.

Τέσσερα λαμπάκια 3,6 V.

Επτά καλώδια σύνδεσης με μπανάνες.

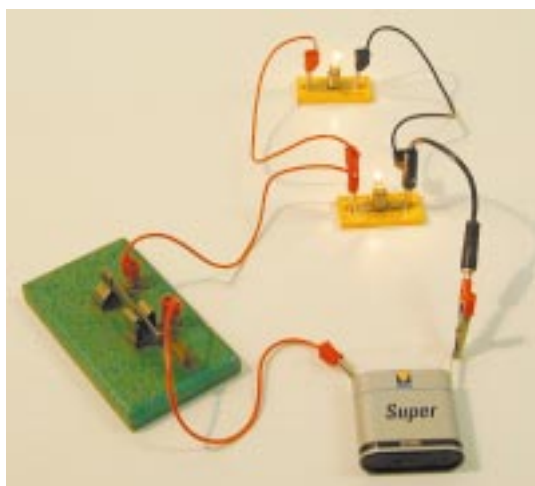
Πολύμετρο η βολτόμετρο DC 0-5V.

Πολύμετρο η Αμπερόμετρο DC 0-1A.

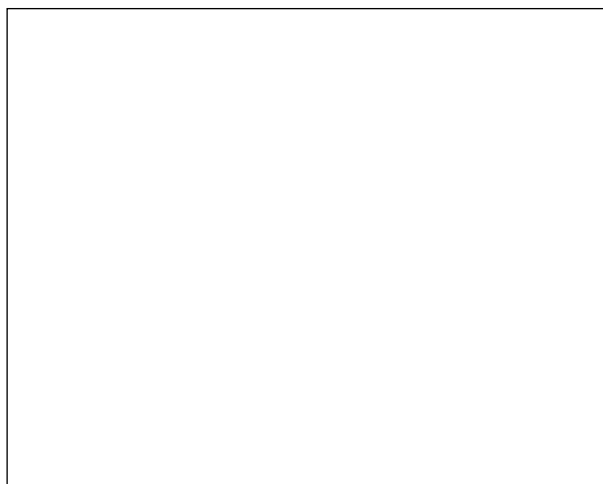
Μαχαιρωτό διακόπτη.

### ✎ Πειραματική διαδικασία

1. Συναρμολόγησε το κύκλωμα σύνδεσης δύο λαμπτήρων παράλληλα (εικόνα 1).



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Σχηματική αναπαράσταση του κυκλώματος δύο λαμπτήρων με παράλληλη σύνδεση

2. Κάνε την σχηματική αναπαράσταση του κυκλώματος που κατασκεύασες (εικόνα 3)
3. Κλείσε το διακόπτη και παρατήρησε την φωτοβολία των λαμπτήρων. Σύγκρινε τις φωτοβολίες των λαμπτήρων και γράψε τις παρατηρήσεις σου  
.....  
.....
4. Χρησιμοποίησε το βολτόμετρο για να μετρήσεις την τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα. Κατάγραψε τις τιμές στον πίνακα 1.
5. Μέτρησε την τάση στους πόλους της πηγής και κατάγραφέ την στον πίνακα 1.
6. Τοποθέτησε το αμπερόμετρο διαδοχικά στο κύκλωμα στις κατάλληλες θέσεις ώστε να μετρήσεις την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα.
  - Κατάγραψε τις τιμές στον πίνακα 1.
  - τοποθέτησε το αμπερόμετρο σε κατάλληλη θέση στο κύκλωμα ώστε να μετρήσεις ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την πηγή.
  - Κατάγραψε την τιμή της στον πίνακα 1.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Υπολόγισε την αντίσταση κάθε λαμπτήρα και την ολική αντίσταση χρησιμοποιώντας τις σχέσεις:

$$R_{\text{λαμπτήρα}} = \frac{V_{\text{λαμπτήρα}}}{I_{\text{λαμπτήρα}}},$$

$$R_{\text{ολική}} = \frac{V_{\text{πηγής}}}{I_{\text{πηγής}}}$$

Πίνακας 1

	Τάση (V)	Ένταση ρεύματος (A)	Αντίσταση (Ω)	Ολική Αντίσταση (Ω)
1ος λαμπτήρας				
2ος λαμπτήρας				
Πηγή				

2. Ποια είναι η σχέση που συνδέει τη συνολική τάση, που εφαρμόζουμε στα άκρα της πηγής με τη τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα;

.....

.....

.....

.....

3. Ποια είναι η σχέση που συνδέει το ρεύμα που διαρρέει κάθε λαμπτήρα με το ρεύμα που διαρρέει την πηγή;

.....

.....

.....

.....

4. Χρησιμοποιώντας τις τιμές του πίνακα 1, σύγκρινε την ολική αντίσταση του συστήματος με την αντίσταση κάθε λαμπτήρα. Διατύπωσε το συμπέρασμά σου.

.....

.....

.....

.....

5. Τι προβλέπεις ότι θα συμβεί στη φωτοβολία του ενός λαμπτήρα αν ξεβιδώσεις τον άλλο λαμπτήρα ενώ έχεις κλειστό το κύκλωμα;

.....  
 .....

Κλείσε τον διακόπτη και ξεβίδωσε τον λαμπτήρα για να επιβεβαιώσεις την πρόβλεψη σου.

Πως ερμηνεύεις τις παρατηρήσεις σου;

.....  
 .....

6. Υπολόγισε θεωρητικά την ολική αντίσταση του συστήματος χρησιμοποιώντας τη σχέση

$$\frac{1}{R_{\text{ολική}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R_{\text{ολική}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

και τις αντίστοιχες τιμές για τις  $R_1$  και  $R_2$  από τον πίνακα 1

.....

7. Σύγκρινε την τιμή της ολικής αντίστασης που προέκυψε από τα πειραματικά αποτελέσματα (πίνακας 1) με αυτή που υπολόγισες και συμπλήρωσε την παρακάτω πρόταση:

Η τιμή της ολικής αντίστασης του συστήματος των δύο λαμπτήρων είναι **ίδια** / **διαφορετική** με την τιμή που προκύπτει από την εφαρμογή του αντίστοιχου θεωρητικού τύπου. Τα πειραματικά αποτελέσματα το **επιβεβαιώνουν** / **διαψεύδουν**. Στην ίδια διαπίστωση θα καταλήγαμε αν αντί για λαμπτήρες χρησιμοποιούσαμε αντιστάτες.

### ⇒ Συμπεράσματα

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση.

Σύνδεσες λαμπτήρες παράλληλα και επιβεβαίωσες ότι:

- έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους
- το ρεύμα που διαρρέει τη πηγή είναι ίσο με το άθροισμα των ρευμάτων που διαρρέουν τους λαμπτήρες
- για δύο λαμπτήρες όταν συνδέονται παράλληλα ισχύει:  $R_{\text{ολ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

### ⇒ Ερωτήσεις

1. Συνδέουμε παράλληλα με τους λαμπτήρες έναν αντιστάτη  $100\Omega$ . Υπολόγισε τη συνολική αντίσταση του κυκλώματος και να τη συγκρίνεις τη με την αντίσταση κάθε λαμπτήρα και του αντιστάτη των  $100\Omega$ .
2. Από τις πειραματικές δραστηριότητες των εργαστηριακών ασκήσεων 15 και 16, διαπίστωσες ότι:
  - α. Όταν συνδέουμε λαμπτήρες σε σειρά η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι ίση με το ..... των αντιστάσεων των λαμπτήρων.
  - β. Όταν συνδέουμε λαμπτήρες παράλληλα, η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι ..... της αντίστασης των λαμπτήρων.



3. Στο κύκλωμα της άσκησης (εικόνα 2) προσθέτουμε και έναν τρίτο λαμπτήρα, παράλληλα. Τι προβλέπεις ότι θα συμβεί:

- α. στη φωτοβολία του κάθε λαμπτήρα;
- β. στην ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα;
- γ. στην τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα;
- δ. στην ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

Συμπλήρωσε τις παρακάτω προτάσεις

α. Η φωτοβολία των λαμπτήρων **αυξάνει** / **παραμένει ίδια** / **ελαττώνεται** γιατί:

.....

.....

.....

.....

.....

β. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα **αυξάνει** / **παραμένει ίδια** / **ελαττώνεται** γιατί:

.....

.....

.....

.....

γ. Η τάση στα άκρα κάθε λαμπτήρα **αυξάνει** / **παραμένει ίδια** / **ελαττώνεται** γιατί:

.....

.....

.....

.....

δ. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή **αυξάνει** / **παραμένει ίδια** / **ελαττώνεται** γιατί:

.....

.....

.....

.....

4. Διαθέτεις μια μπαταρία 6V και τέσσερα λαμπάκια που φωτοβολούν κανονικά με τάση 3V. Σχεδίασε ένα κύκλωμα, έτσι ώστε και τα τέσσερα λαμπάκια να φωτοβολούν κανονικά.