

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ $g$ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΠΤΩΣΗ (ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΦΩΤΟΠΥΛΩΝ)

### A. ΣΤΟΧΟΙ

- Η ικανότητα συναρμολόγησης μιας απλής πειραματικής διάταξης.
- Η αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων.
- Η χρήση τεχνικών για τον περιορισμό των πειραματικών σφαλμάτων.
- Η χρήση φωτοπυλών για τη μέτρηση του χρόνου.
- Η εφαρμογή των νόμων της ελεύθερης πτώσης.
- Η αξιολόγηση της αξιοπιστίας των οργάνων και των υλικών που απαρτίζουν την πειραματική μας διάταξη.
- Η κατανόηση της έννοιας του σφάλματος κατά τη μέτρηση.
- Η κατανόηση των εννοιών θέση, μετατόπιση, χρονική στιγμή, χρονικό διάστημα.

### B. ΘΕΜΑ

- Η μέτρηση του χρόνου που χρειάζεται μία μεταλλική σφαίρα για να διανύσει μια συγκεκριμένη κατακόρυφη απόσταση εκτελώντας ελεύθερη πτώση.
- Ο υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g$ .
- Η σύγκριση των πειραματικών υπολογισμών με τις θεωρητικές προβλέψεις.

### Γ. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

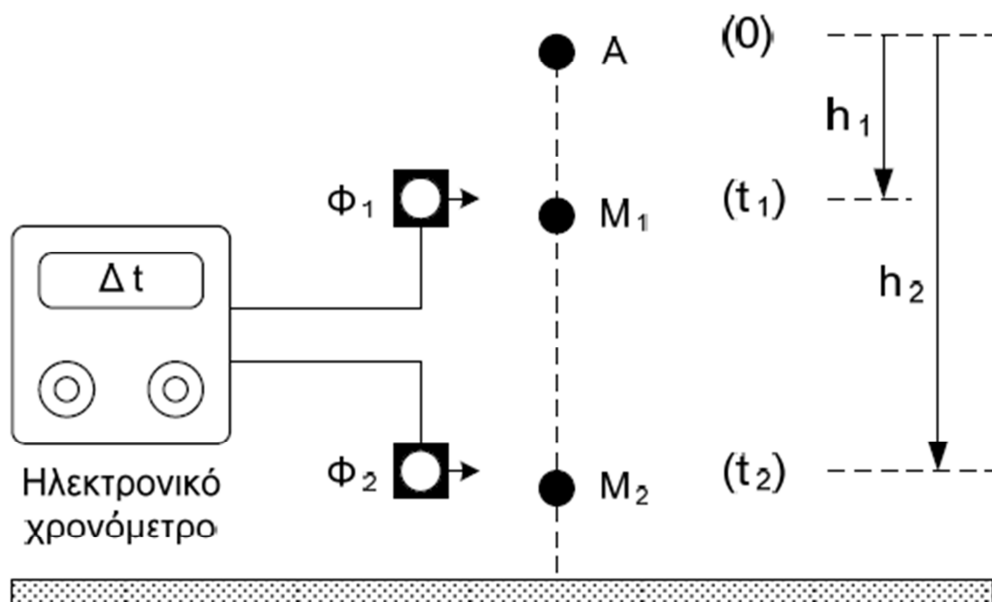
- ✓ Αισθητήρες φωτοπύλης
- ✓ Ορθοστάτης
- ✓ Μεταλλική σφαίρα – κινητό, που θα εκτελέσει ελεύθερη πτώση
- ✓ Ηλεκτρονικό χρονόμετρο
- ✓ Μετροταινία
- ✓ Μεταλλικές λαβίδες
- ✓ Σύνδεσμοι απλοί

## Δ. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Για την πραγματοποίηση και κατανόηση της άσκησης χρειάζονται οι παρακάτω γνώσεις από το σχολικό βιβλίο της Α' τάξης Γενικού Λυκείου :

- Ενότητα 1.1.2 : Ο προσδιορισμός της θέσης ενός σωματίου
- Ενότητα 1.1.3 : Οι έννοιες της χρονικής στιγμής, του συμβάντος και της χρονικής διάρκειας
- Ενότητα 1.1.4 : Η μετατόπιση σωματίου πάνω σε άξονα
- Ενότητα 1.1.7 : Η έννοια της στιγμιαίας ταχύτητας
- Ενότητα 1.1.8 : Η έννοια της επιτάχυνσης στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση
- Ενότητα 1.1.9 : Οι εξισώσεις θέσης και ταχύτητας ενός κινητού στην Ε.Ο.Μ. κίνηση
- Ενότητα 1.2.7 : Η ελεύθερη πτώση των σωμάτων

## Ε. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ



- Αφήνοντας τη μεταλλική σφαίρα να πέσει ελεύθερα (χωρίς αρχική ταχύτητα) από το σημείο Α, περνάει από τα σημεία  $M_1$  και  $M_2$  τις

χρονικές στιγμές  $t_1$  και  $t_2$  αντίστοιχα, οπότε το ηλεκτρονικό χρονόμετρο μέσω των δύο (2) φωτοπυλών  $\Phi_1$  και  $\Phi_2$  καταγράφει τη χρονική διάρκεια  $\Delta t = t_2 - t_1$ .

- Οι εξισώσεις θέσης της κίνησης από  $t_1$  έως  $t_2$  είναι αντίστοιχα:

$$h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 \rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}, \quad h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 \rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

από τις οποίες διαδοχικά παίρνουμε:

$$t_2 - t_1 = \frac{\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1}}{\sqrt{g}} \rightarrow g = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{\Delta t^2}$$

## ΣΤ. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Για το πείραμα διαλέγουμε ένα βαρύ και μικρό μεταλλικό σφαιρίδιο ώστε να ελαχιστοποιήσουμε την αντίσταση του αέρα.

- Στηρίζουμε τις φωτοπύλες με τα στηρίγματα πάνω στον ορθοστάτη.
- Συνδέουμε τις φωτοπύλες με το ηλεκτρονικό χρονόμετρο.
- Μια λαβίδα στερεώνεται κοντά στην κορυφή του ορθοστάτη, με την βοήθεια ενός συνδέσμου και θα χρειαστεί ώστε να πραγματοποιηθεί η πτώση του σφαιριδίου χωρίς αρχική ταχύτητα.
- Τροφοδοτούμε το ηλεκτρονικό χρονόμετρο μέσω του μετασχηματιστή και τον θέτουμε σε λειτουργία με τον διακόπτη  $\Delta 1$  (ON – OFF – RESET).
- Με το διακόπτη  $\Delta 2$  του ηλεκτρονικού χρονομέτρου επιλέγουμε τη λειτουργία F2 (μέτρηση χρόνου μεταξύ των δύο φωτοπυλών).

## Ζ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Λήψη μετρήσεων

1. Μετράμε τις αποστάσεις  $h_1$  και  $h_2$  του κέντρου των φωτοπυλών από την κορυφή του ορθοστάτη και καταχωρούμε τις τιμές τους στον ΠΙΝΑΚΑ 1.

2. Αφήνουμε τη μεταλλική σφαίρα να πέσει από το πάνω άκρο του ορθοστάτη.
3. Διαβάζουμε την ένδειξη  $\Delta t_1$  του ηλεκτρονικού χρονομέτρου και την καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
4. Μηδενίζουμε την ένδειξη του ηλεκτρονικού χρονομέτρου με τον διακόπτη Δ1 (ON – OFF – RE-SET).
5. Επαναλαμβάνουμε δύο φορές τη διαδικασία 2 – 4 και καταχωρούμε τις ενδείξεις  $\Delta t_2$  και  $\Delta t_3$  του ηλεκτρονικού χρονομέτρου στον ΠΙΝΑΚΑ 1.

#### Επεξεργασία μετρήσεων

1. Θεωρούμε ότι για τον τόπο του πειράματος η θεωρητική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι  $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$  και την καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2.

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 1 – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ</b>			
Θέση 1 <sup>ης</sup> φωτοπύλης Φ1	$h_1$		cm
Θέση 2 <sup>ης</sup> φωτοπύλης Φ2	$h_2$		cm
1 <sup>η</sup> μέτρηση ηλεκτρονικού χρονομέτρου	$\Delta t_1$		s
2 <sup>η</sup> μέτρηση ηλεκτρονικού χρονομέτρου	$\Delta t_2$		s
3 <sup>η</sup> μέτρηση ηλεκτρονικού χρονομέτρου	$\Delta t_3$		s

2. Μετατρέπουμε τις τιμές των  $h_1$  και  $h_2$  του ΠΙΝΑΚΑ 1 στο S.I. και τις καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2.
3. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή  $\Delta t_\mu$  των τιμών  $\Delta t$  του ΠΙΝΑΚΑ 1 και καταχωρούμε την τιμή της στον ΠΙΝΑΚΑ 2

$$\Delta t_\mu = (\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3)/3$$

4. Υπολογίζουμε την πειραματική τιμή  $g_{\pi}$ , της επιτάχυνσης της βαρύτητας και καταχωρούμε την τιμή της στον ΠΙΝΑΚΑ 2

$$g_{\pi} = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{\Delta t_{\mu}^2}$$

5. Υπολογίζουμε το σχετικό πειραματικό σφάλμα στον υπολογισμό της επιτάχυνσης της βαρύτητας και καταχωρούμε την τιμή του στον ΠΙΝΑΚΑ 2

$$\sigma \% = (g_{\theta} - g_{\pi}) / g_{\theta} \cdot 100 \%$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 – ΔΕΔΟΜΕΝΑ / ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ			
ΜΕΓΕΘΟΣ		ΤΙΜΗ	
Θεωρητική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας	$g_{\theta}$	9,81	$m/s^2$
Θέση 1 <sup>ης</sup> φωτοπύλης Φ1	$h_1$		m
Θέση 2 <sup>ης</sup> φωτοπύλης Φ2	$h_2$		m
Μέση τιμή χρονικής διάρκειας κίνησης $M_1M_2$ : $\Delta t_{\mu} = (\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3) / 3$	$\Delta t_{\mu}$		s
Πειραματική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας : $g_{\pi} = (\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2 / (\Delta t_{\mu})^2$	$g_{\pi}$		$m/s^2$
Σφάλμα μεταξύ θεωρητικής και πειραματικής τιμής του $g$ : $\sigma \% = (g_{\theta} - g_{\pi}) / g_{\theta} \cdot 100 \%$	$\sigma \%$		%