

## **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.

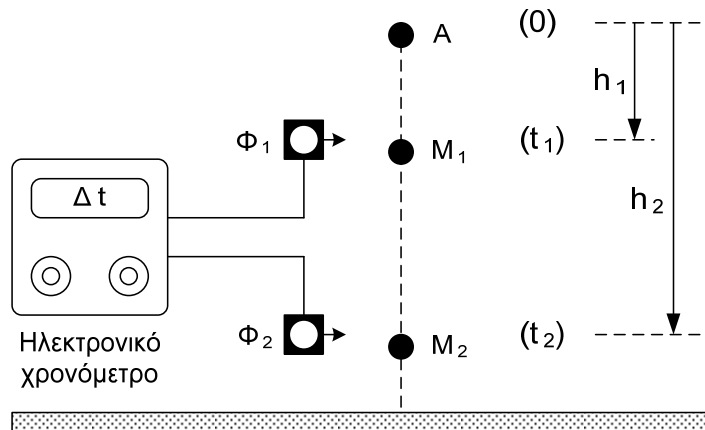
### **Γ. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ**

- Κεκλιμένο επίπεδο πολλαπλών χρήσεων
- 2 σφινγκήρες τύπου G
- Κλειδί τύπου Allen
- Αλφάδι
- Μεταλλική σφαίρα – κινητό, που θα εκτελέσει ελεύθερη πτώση
- Ηλεκτρονικό παχύμετρο

### **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 A, 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  $\Delta t = t_2 - t_1$  της κίνησης  $M_1 M_2$ .
- Οι εξισώσεις θέσης της κίνησης για  $t = t_1$  και  $t = t_2$  είναι αντίστοιχα :

$$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 \quad (1)$$

$$h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2 \quad (2)$$

- Από τις σχέσεις (1) και (2) βρίσκουμε :

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad \text{και} \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

από τις οποίες διαδοχικά παίρνουμε :

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

$$g = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{(t_2 - t_1)^2} \Rightarrow \quad (3\alpha)$$

$$g = \frac{(\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2}{(\Delta t)^2} \quad (3\beta)$$

- Μετρώντας :
  - ✓ τις αποστάσεις  $h_1$  και  $h_2$  με τη βοήθεια ενός διαστημομέτρου και
  - ✓ το χρονικό διάστημα  $\Delta t = t_2 - t_1$ , που χρειάζεται η σφαίρα για να κινηθεί μεταξύ των σημείων  $M_1$  και  $M_2$ , με τη βοήθεια ενός συστήματος ηλεκτρονικού χρονόμετρου και δύο φωτοπυλών,
 υπολογίζουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$  από τη σχέση (3).

## ΣΤ. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

- Στηρίζουμε το «κεκλιμένο επίπεδο» σε όρθια θέση όπως στη φωτογραφία και το ασφαλίζουμε με τους σφιγκτήρες.
- Με το αλφάδι φέρουμε το διάδρομο ολίσθησης σε κατακόρυφη θέση και τον ασφαλίζουμε με το κλειδί τύπου Allen.
- Στηρίζουμε τις φωτοπύλες με τα στηρίγματα τύπου Α πάνω στο διάδρομο ολίσθησης.
- Συνδέουμε τις φωτοπύλες με το ηλεκτρονικό χρονόμετρο.
- Τροφοδοτούμε το ηλεκτρονικό χρονόμετρο μέσω του μετασχηματιστή και τον θέτουμε σε λειτουργία με τον διακόπτη Δ1 (ON – OFF – RESET).
- Με το διακόπτη Δ2 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 το πάνω μέρος του διαδρόμου κύλισης με διαστημόμετρο και καταχωρούμε τις τιμές τους στον ΠΙΝΑΚΑ 1 (για ευκολία στους υπολογισμούς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε  $h_1 = 8 \text{ cm}$  και  $h_2 = 18 \text{ cm}$ ).
2. Αφήνουμε τη μεταλλική σφαίρα να πέσει από το πάνω άκρο του κατακόρυφου διαδρόμου κύλισης.
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 – RESET).
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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ			
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

### Επεξεργασία μετρήσεων

1. Θεωρούμε ότι για τον τόπο του πειράματος η θεωρητική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας είναι  $g_\theta = 9,81 \text{ m/s}^2$  και την καταχωρούμε στον ΠΙΝΑΚΑ 2.
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 [ $g_{\pi} = (\sqrt{2h_2} - \sqrt{2h_1})^2 / (\Delta t_{\mu})^2$ ].
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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
Σφάλμα μεταξύ θεωρητικής και πειραματικής τιμής του $g$ : $\sigma \% = (g_{\theta} - g_{\pi}) / g_{\theta} \cdot 100 \%$	$\sigma \%$		%