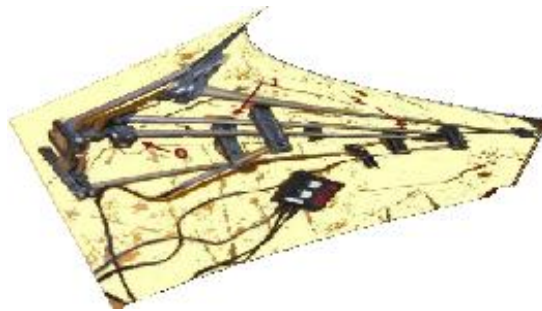




# ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

## ΦΥΣΙΚΗ



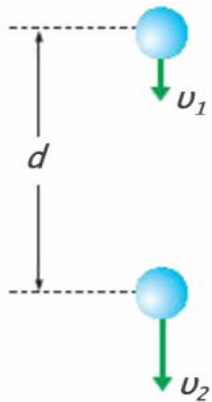
23 Ιανουαρίου 2016

ΛΥΚΕΙΟ: .....

ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ: 1. ....  
2. ....  
3. ....

ΜΟΝΑΔΕΣ:

## A. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑΣ - Η ΙΔΕΑ



Εικόνα 1: Ελεύθερη πτώση

Ελεύθερη πτώση ονομάζεται η κίνηση που εκτελεί ένα σώμα όταν αφεθεί ελεύθερο να πέσει από κάποιο ύψος και η μοναδική δύναμη που ενεργεί πάνω του είναι το βάρος του  $W$ . Η ελεύθερη πτώση είναι κίνηση ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη, η οποία πραγματοποιείται σε κατακόρυφη διεύθυνση, με σταθερή επιτάχυνση ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ . Η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου και από το ύψος του πάνω από το επίπεδο της θάλασσας.

Για μια τέτοια κίνηση, σε δύο τυχαίες θέσεις που απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d$  και στις οποίες το σώμα έχει ταχύτητες  $u_1$  και  $u_2$  αντίστοιχα (Εικόνα 1), ισχύει:

$$u_2 = u_1 + gt \quad (1)$$

$$d = u_1 t + \frac{1}{2} gt^2 \quad (2)$$

Απαλείφοντας το χρόνο από τις εξισώσεις (1) και (2) παίρνουμε:

$$u_2^2 - u_1^2 = 2g \cdot d \quad (3)$$

Αν θέσουμε  $y = u_2^2 - u_1^2$  και  $x = d$ , η εξίσωση (3) μετασχηματίζεται σε γραμμική εξίσωση της μορφής  $y = \lambda \cdot x$  με κλίση:

$$\lambda = 2g \quad (4)$$

Από τις εξισώσεις (3) και (4) γίνεται προφανές ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας μπορεί να προσδιοριστεί από την κλίση μιας πειραματικής ευθείας  $y = \lambda \cdot x$ , όπου  $y = u_2^2 - u_1^2$  και  $x = d$ , με  $d$  τη μετατόπιση του σώματος που εκτελεί ελεύθερη πτώση μεταξύ δύο θέσεων στις οποίες το σώμα έχει ταχύτητες  $u_1$  και  $u_2$  αντίστοιχα.

## B. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Βάση παραλληλόγραμμη
- Σφικκτήρας τύπου G
- Δύο (2) ράβδοι μεταλλικές 80 και 30 cm
- Δύο (2) απλοί σύνδεσμοι (σταυροί)
- Λαβίδα μεταλλική απλή για στήριξη οργάνων.
- Δακτύλιος ορειχάλκινος με άγκιστρο.
- Διαστημόμετρο.
- Διαφανής χάρακας 30 cm
- Αυτοκόλλητα αδιαφανή stick (σελιδοδείκτες)
- Λεπτά χάλκινα σύρματα μήκους 12 cm περίπου
- Αναπτήρας
- Σύστημα φωτοπυλών - ηλεκτρονικού χρονομέτρου P/N 1460 (αναλυτικές οδηγίες χρήσης και λειτουργίας στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ)
- Κομπιουτεράκι
- Χαρτί millimeter

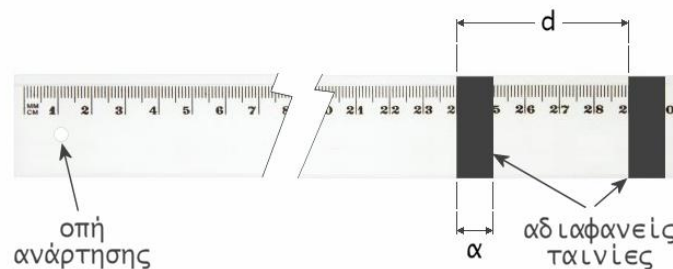
## Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Μπορείτε να προσδιορίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας με πολλούς διαφορετικούς τρόπους χρονομέτρησης. Στο συγκεκριμένο πείραμα θα χρησιμοποιήσετε μια φωτοπύλη συνδεδεμένη σε ένα αρκετά ακριβές ηλεκτρονικό χρονόμετρο. Η φωτοπύλη εκπέμπει μια λεπτή δέσμη υπέρυθρης ακτινοβολίας, η οποία «ταξιδεύει» από το ένα άκρο της προς το άλλο, όπου κατάλληλος δέκτης ανιχνεύει τότε διακόπτεται η δέσμη. Θα αφήσετε ένα διαφανή χάρακα να περάσει διαμέσου της φωτοπύλης. Ο χάρακας φέρει σε συγκεκριμένη απόσταση  $d$  μεταξύ τους δύο αδιαφανείς ταινίες πλάτους  $\alpha$  η κάθε μία. Το ηλεκτρονικό χρονόμετρο θα καταγράψει τους χρόνους διέλευσης των αδιαφανών ταινιών από τη φωτοπύλη. Με αυτούς τους χρόνους μπορείτε να υπολογίσετε τις ταχύτητες  $v_1$  και  $v_2$  με τις οποίες ο χάρακας διέρχεται από τη φωτοπύλη. Θεωρούμε πως οι ταχύτητες αυτές είναι ίσες με τις στιγμιαίες ταχύτητες στο μέσο κάθε αδιαφανούς ταινίας. Μεταβάλλοντας την απόσταση  $d$  μεταξύ των αδιαφανών ταινιών στο χάρακα και επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία θα συλλέξετε πειραματικά δεδομένα που θα σας επιτρέψουν να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση  $(v_2^2 - v_1^2) = f(d)$  από την οποία θα υπολογίσετε τελικά την επιτάχυνση της βαρύτητας στον τόπο διεξαγωγής του πειράματος.

### Προετοιμασία του χάρακα

1. Αρχικά με τη βοήθεια του διαστημομέτρου θα μετρήσετε το πλάτος  $\alpha$  των αδιαφανών ταινιών (αυτοκόλλητα sticks).

Είναι:  $\alpha = \dots\dots\dots \text{mm} = \dots\dots\dots \text{m}$



Εικόνα 2: Προετοιμασία χάρακα

2. Στο χάρακα που σας δόθηκε έχει ήδη κολληθεί η μία από τις δύο αδιαφανείς ταινίες. Με οδηγό την Εικόνα 2 κολλήστε και τη δεύτερη αδιαφανή ταινία στο χάρακα, ώστε οι δύο ταινίες να απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d = 5 \text{ cm}$ . **Προσέξτε** ώστε οι δύο ταινίες να είναι παράλληλες μεταξύ τους.

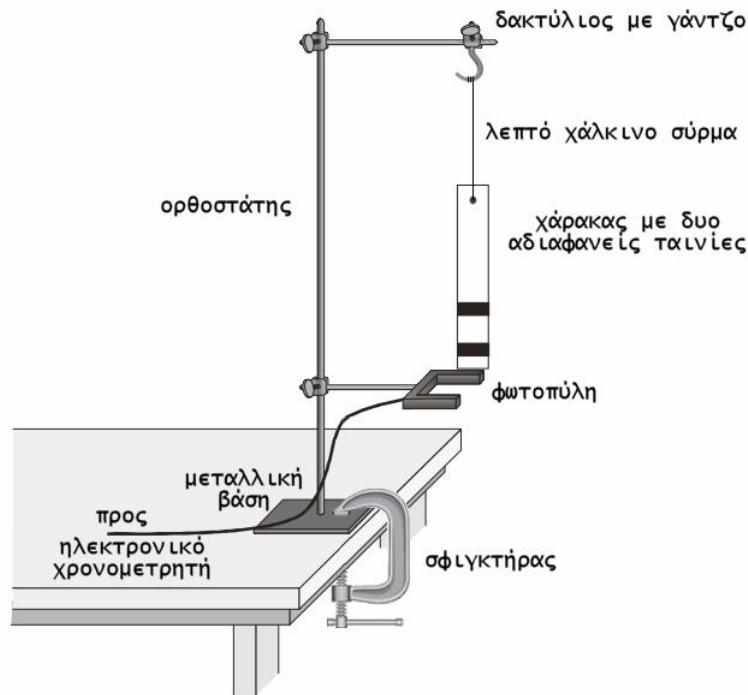
### Συναρμολόγηση της πειραματικής διάταξης

Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3. Η φωτοπύλη θα στερεωθεί στη διάταξη με τη βοήθεια της μεταλλικής λαβίδας που σας δίνεται, ώστε η δέσμη της να είναι οριζόντια. Το βύσμα τύπου jack της φωτοπύλης θα συνδεθεί στην είσοδο (1) του ηλεκτρονικού χρονομετρητή. Η διάταξη θα στερεωθεί στον πάγκο εργασίας με τη βοήθεια ενός σφιγκτήρα τύπου G.

Με ένα πολύ λεπτό χάλκινο σύρμα θα αναρτήσετε το χάρακα στο γάντζο της διάταξης, ώστε να κρέμεται κατακόρυφος κάτω από το γάντζο και με το κάτω άκρο του να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με την επάνω οριζόντια όψη της φωτοπύλης. Μικρορουθμίσεις μπορούν να γίνουν και με καθ' ύψος μετακίνηση της λαβίδας που συγκρατεί τη φωτοπύλη.

Θα προσέξτε ώστε κατά την πτώση του χάρακα οι αδιαφανείς ταινίες να τέμνουν κάθετα τη δέσμη της φωτοπύλης. Για το σκοπό αυτό μπορείτε να περιστρέψετε ελαφρά το γάντζο του ορειχάλκινου δακτυλίου ο οποίος μέσω του χάλκινου σύρματος θα στρέψει αντίστοιχα και το χάρακα.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Φροντίστε να ρυθμίσετε τη θέση του δακτυλίου με το γάντζο ώστε η δέσμη της φωτοπύλης **να μη τέμνει** το τμήμα του χάρακα που φέρει τη γράμμωση και τους αριθμούς.



Εικόνα 3: Η πειραματική διάταξη

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Φροντίστε να ρυθμίσετε τη θέση του δακτυλίου με το γάντζο ώστε η δέσμη της φωτοπύλης να μη τέμνει το τμήμα του χάρακα που φέρει τη γράμμωση και τους αριθμούς.

Αφού ολοκληρώσετε τη συναρμολόγηση και τις ρυθμίσεις της διάταξης, και προτού συνεχίσετε με τη λήψη των μετρήσεων, καλέστε τον επιτηρητή σας να ελέγξει τη διάταξη.

### Λήψη μετρήσεων

Συνδέστε το ηλεκτρονικό χρονόμετρο στην τάση τροφοδοσίας και επιλέξτε τρόπο λειτουργίας «F1». Ενώ ο χάρακας κρέμεται ακίνητος πάνω από τη φωτοπύλη, κάψτε προσεκτικά με τον αναπτήρα το χάλκινο σύρμα (χωρίς να το αγγίξετε και αναταράξετε το σύστημα). Ο χάρακας πέφτει τότε κατακόρυφα, οι δυο αδιαφανείς του ταινίες διακόπτουν διαδοχικά τη δέσμη της φωτοπύλης και ο ηλεκτρονικός χρονομετρητής καταγράφει τους χρόνους διέλευσης των αδιαφανών ταινιών από τη φωτοπύλη.

Σημειώστε στην πρώτη γραμμή του Πίνακα (1):

- Την απόσταση  $d$  μεταξύ των αντιστοίχων άκρων των δύο αδιαφανών ταινιών του χάρακα (όπως φαίνεται στην Εικόνα 2).
- Τους χρόνους  $\Delta t_1$  και  $\Delta t_2$  διέλευσης των αδιαφανών ταινιών από τη φωτοπύλη.

Καθώς ο χρόνος διέλευσης μιας αδιαφανούς ταινίας από τη φωτοπύλη αντιστοιχεί σε μετατόπιση του χάρακα κατά απόσταση ίση με το πλάτος  $\alpha$  της αδιαφανούς ταινίας, μπορείτε να υπολογίσετε τις αντίστοιχες ταχύτητες του χάρακα μέσω των εξισώσεων:

$$v_1 = \frac{\alpha}{\Delta t_1} \quad \text{και} \quad v_2 = \frac{\alpha}{\Delta t_2}$$

Συμπληρώστε τέλος και τα υπόλοιπα κελιά της πρώτης γραμμής του Πίνακα (1) με ακρίβεια τεσσάρων δεκαδικών σημείων.

Στη συνέχεια διατηρώντας σταθερή τη μία (την κατώτερη κατά την πτώση) αδιαφανή ταινία μετακινήστε την άλλη σε μεγαλύτερη απ' ό,τι προηγουμένως απόσταση  $d = 10 \text{ cm}$ . Με άλλο χάλκινο σύρμα αναρτήστε το χάρακα στο γάντζο. Προσέξτε σε κάθε περίπτωση το κάτω άκρο του χάρακα να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με την επάνω οριζόντια όψη της φωτοπύλης, ώστε ο χάρακας να πέφτει πάντα από το ίδιο ύψος σε σχέση με τη δέσμη της φωτοπύλης. Θυμηθείτε πριν κάψετε με τον αναπτήρα το χάλκινο σύρμα, να κάνετε επανεκκίνηση (Reset) του ηλεκτρονικού χρονομετρητή με πίεση του διακόπτη  $\Delta 1$ .

Απομακρύνοντας τις ταινίες κατά **5 cm** κάθε φορά, επαναλάβετε τη διαδικασία ώστε να πάρετε πέντε σύνολα μετρήσεων και συμπληρώσετε όλες τις γραμμές του Πίνακα (1).

### Επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων

1. Στο χαρτί millimeter, σχεδιάστε σύστημα ορθογωνίων αξόνων: απόσταση  $d$  (οριζόντιος άξονας) και διαφορά τετραγώνων ταχυτήτων  $v_2^2 - v_1^2$  (κατακόρυφος άξονας). Βαθμονομήστε τους άξονες, επιλέγοντας κατάλληλη κλίμακα με βάση τις πειραματικές τιμές του Πίνακα (1).

2. Τοποθετήστε στο σύστημα αξόνων τα πειραματικά σημεία απόστασης  $d$  - διαφοράς τετραγώνων ταχυτήτων  $v_2^2 - v_1^2$ , σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα (1). Εξετάστε αν τα πειραματικά σημεία βρίσκονται (περίπου) πάνω σε μια ευθεία. Σχεδιάστε την ευθεία που προσεγγίζει καλύτερα το σύνολο των σημείων.

3. Η γραμμή που χαράξατε αντιστοιχεί στην πειραματική επαλήθευση της σχέσης (3). Υπολογίστε την κλίση  $\lambda$  της πειραματικής ευθείας και μέσω της εξίσωσης (4) την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g$ . Τα αποτελέσματα να δοθούν σε μονάδες του Διεθνούς Συστήματος (S.I.) και με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

### Υπολογισμοί:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$\lambda = \dots\dots\dots$$

$$g = \dots\dots\dots$$

4. Η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας για τον τόπο που βρίσκεστε δίνεται από τη βιβλιογραφία περίπου ίση με  $g_o = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Να συγκρίνετε την τιμή του  $g$  που βρήκατε με τη θεωρητική τιμή  $g_o$ , υπολογίζοντας την επί τοις εκατό απόκλιση μεταξύ των δύο αυτών τιμών:

$$\sigma = \left| \frac{g - g_o}{g_o} \right| \times 100 = \dots\dots\dots \%$$

Αν η εκατοστιαία απόκλιση είναι μικρότερη από 5% μπορούμε να πούμε ότι ο σχεδιασμός και η πειραματική διαδικασία λειτούργησαν ικανοποιητικά.

5. Σε ποιους λόγους μπορεί να οφείλεται κατά τη γνώμη σας η απόκλιση της πειραματικής από τη θεωρητική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας; [Επιλέξτε σωστό ή λάθος. Κάθε σωστή απάντηση βαθμολογείται με 2 μονάδες στις 100, κάθε λανθασμένη με -2 και η μη απάντηση με 0]

α. Στα σφάλματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν κατά την πειραματική διαδικασία.

ΣΩΣΤΟ                      ΛΑΘΟΣ

β. Σε σφάλματα που οφείλονται στον τρόπο χάραξης της πειραματικής ευθείας.

ΣΩΣΤΟ                      ΛΑΘΟΣ

γ. Τα μεγαλύτερα σφάλματα οφείλονται στην αντίσταση του αέρα αφού η επιφάνεια του χάρακα που τέμνει κάθετα τον αέρα είναι σχετικά μεγάλη.

ΣΩΣΤΟ                      ΛΑΘΟΣ

6. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι χρησιμοποιήθηκε χάλκινο σύρμα για την ανάρτηση του χάρακα; Δε θα ήταν πιο απλό να χρησιμοποιούσαμε ένα εξίσου λεπτό νήμα και ψαλίδι για να το κόψουμε;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Ο υπολογισμός της ταχύτητας  $u_2$  δίνει τη στιγμιαία ταχύτητα του σημείου που βρίσκεται στη μέση της αντίστοιχης ταινίας ναι ή όχι και γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. Τι θα έπρεπε να αλλάξετε στην πειραματική διάταξη ώστε να μειώσετε το σφάλμα μέτρησης της ταχύτητας;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. Κατά την πειραματική διαδικασία σας ζητήθηκε να αφήνετε το χάρακα να πέσει πάντα από το ίδιο ύψος σε σχέση με τη δέσμη της φωτοπύλης. Πώς αποτυπώνεται το γεγονός αυτό στις μετρήσεις του χρόνου διέλευσης της πρώτης αδιαφανούς ταινίας από τη φωτοπύλη;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Καλή επιτυχία!!!**

Πίνακας 1: Μετρήσεις του πειράματος

$\alpha/\alpha$	$d$ (cm)	$\Delta t_1$ (s)	$\Delta t_2$ (s)	$u_1$ (m/s)	$u_2$ (m/s)	$u_1^2$ (m/s) <sup>2</sup>	$u_2^2$ (m/s) <sup>2</sup>	$u_2^2 - u_1^2$ (m/s) <sup>2</sup>
1								
2								
3								
4								
5								

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ****ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΟΠΥΛΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟ P/N 1460**

Το Ηλεκτρονικό Χρονόμετρο διαθέτει μία έξοδο, την οθόνη, με δυνατότητα μέτρησης από 0.0000 sec έως 99999 sec. Έχει δύο διακόπτες, «Δ1», «Δ2» για την επιλογή μεταξύ της δυνατότητας RESET και τριών τύπων λειτουργίας F1/F2/F3, αντίστοιχα.

Εδώ θα χρησιμοποιήσουμε μόνο τη λειτουργία «F1» στην οποία μετράει τον χρόνο κατά τον οποίο σκιάζεται η φωτοπύλη.

Όση ώρα εμφανίζεται στην οθόνη ο επιλεγμένος τρόπος λειτουργίας «F1», «F2» ή «F3» μετά από στιγμιαία ή συνεχή πίεση του διακόπτη Δ1, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει έναν άλλο τρόπο λειτουργίας πιέζοντας διαδοχικά τον διακόπτη Δ2, αυξάνοντας έτσι την ένδειξη της οθόνης κατά 1, επιστρέφοντας στην τιμή F1 μετά από το F3.

Όταν εμφανιστεί στην οθόνη η ένδειξη «0.0000» το χρονόμετρο είναι έτοιμο να κάνει μετρήσεις.

Κρατώντας πατημένο μόνο το διακόπτη Δ1 γίνεται διαγραφή των θέσεων μνήμης για το συγκεκριμένο τρόπο λειτουργίας (RESET).

Το χρονόμετρο έχει δυνατότητα καταγραφής μετρήσεων σε οκτώ (8) θέσεις μνήμης. Όταν συμπληρωθεί ο αριθμός των οκτώ μετρήσεων, τότε η ένδειξη του τελευταίου χρόνου που μετρήθηκε αναβοσβήνει στην οθόνη.

Η εμφάνιση των αποθηκευμένων μετρήσεων γίνεται πατώντας το διακόπτη Δ1 ως ακολούθως:

- Αρχικά εμφανίζεται για 1 sec ο τρόπος λειτουργίας με βάση τον οποίο έγιναν οι μετρήσεις.
- Κατόπιν, εμφανίζεται ο αύξων αριθμός της μέτρησης (1 – 8). Η ένδειξη αυτή παραμένει στην οθόνη για 1 sec.
- Στη συνέχεια εμφανίζεται ο χρόνος που καταγράφηκε. Η ένδειξη του χρόνου παραμένει στην οθόνη για 2 sec.

Χρησιμοποιώντας τον διακόπτη Δ2, ο χρήστης μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να σταματήσει προσωρινά την ροή του κύκλου απεικόνισης.