

**Προκριματικός διαγωνισμός για την 13<sup>η</sup> EUSO 2015**  
**στην Φυσική**

**Σάββατο 6/12/2014**

Όνοματεπώνυμο μελών ομάδας

1).....

2).....

3).....

Σχολείο:.....

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ (g) ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ**

**Διάρκεια: 45 λεπτά**

**Στόχοι**

1. Εξάσκηση στη συναρμολόγηση διάταξης απλού εκκρεμούς, στην προσαρμογή χρονομετρικής διάταξης και στη λήψη μετρήσεων.
2. Διαπίστωση της γραμμικής σχέσης μεταξύ του τετραγώνου της περιόδου του απλού εκκρεμούς και του μήκους του. Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας g.

**Εισαγωγικές γνώσεις**

Κρεμώντας στο ένα άκρο ελαφρού νήματος ένα μικρό βαρίδι και δένοντας το άλλο άκρο σε ένα ακλόνητο σημείο, κατασκευάζουμε ένα απλό εκκρεμές. Αν εκτρέψουμε το βαρίδι από τη θέση της ισορροπίας του, έτσι ώστε το νήμα να σχηματίζει με την κατακόρυφη που περνάει από το σημείο στήριξης γωνία μέχρι 10 μοίρες το πολύ, και το αφήσουμε ελεύθερο, η κίνηση που θα κάνει (σε πολύ καλή προσέγγιση) είναι απλή αρμονική ταλάντωση.

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

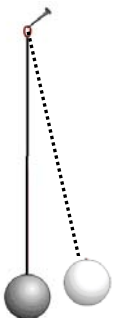
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1)$$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι η περίοδος εξαρτάται μόνο από το μήκος του νήματος (L) και από την επιτάχυνση της βαρύτητας (g). Σε ένα τόπο g έχει μια καθορισμένη τιμή. Τότε η περίοδος T εξαρτάται μόνο από το μήκος L του νήματος.

Από τη σχέση (1) προκύπτει:

$$T^2 = \left( 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \right)^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \quad \text{και τελικά}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L \quad (2)$$



Από τη σχέση (2) προκύπτει ότι η γραφική παράσταση του  $T^2$  σε συνάρτηση με το  $L$  είναι μια ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

**Όργανα συσκευές και υλικά που απαιτούνται:**

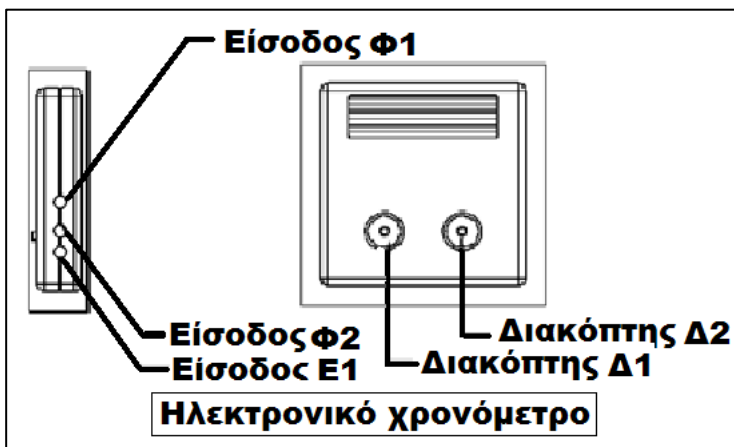
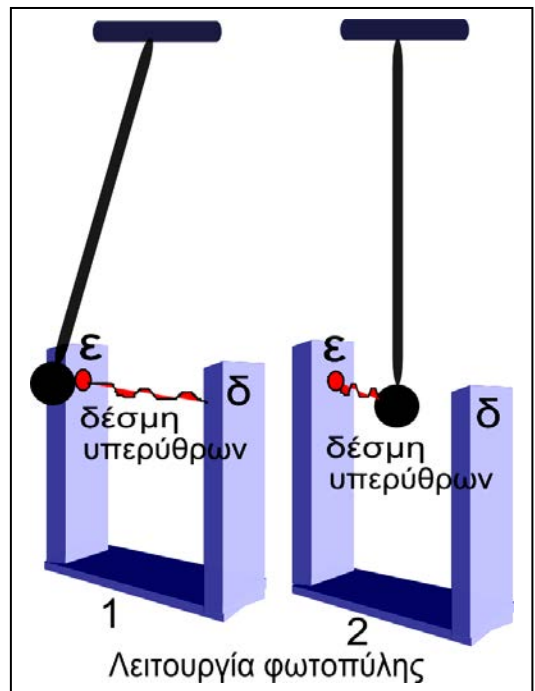
- Νήμα μη εκτατό μήκους 70cm περίπου και σφαιρικό βαρίδι.
- Μεταλλική ράβδος μήκους 1m και βάση παραλληλόγραμμη.
- Δύο λαβίδες.
- Δύο σύνδεσμοι απλοί.
- Δύο κέρματα.
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο με φωτοπύλη και το τροφοδοτικό τους.
- Μετροταινία.

**Μέθοδος – Πειραματική διάταξη**

Για την μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g$  ακολουθούμε την εξής μέθοδο:

Για διαφορετικά μήκη του εκκρεμούς μετράμε την περίοδο ταλάντωσής του. Κάνουμε την γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου ( $T^2$ ) με το αντίστοιχο μήκος ( $L$ ) του εκκρεμούς. Σύμφωνα με τη σχέση (2) αυτή η γραφική παράσταση είναι ευθεία. Από την κλίση αυτής της ευθείας υπολογίζουμε τον παράγοντα  $4\pi^2/g$  και στη συνέχεια το  $g$ .

Για την μέτρηση της περιόδου του εκκρεμούς χρησιμοποιούμε την φωτοπύλη, που σχηματικά φαίνεται στην διπλανή εικόνα. Στη θέση  $\epsilon$  της φωτοπύλης έχουμε εκπομπό δέσμης υπεριύθρων ακτίνων και στη θέση  $\delta$  έναν ανιχνευτή τους. Κινοούμενο το σφαιρίδιο του εκκρεμούς διακόπτει και αποκαθιστά συνεχώς την επικοινωνία μεταξύ  $\epsilon$  και  $\delta$ . Αυτές τις διακοπές καταγράφει το ηλεκτρονικό χρονόμετρο του σχήματος που ακολουθεί. Εισάγουμε το καλώδιο της φωτοπύλης στην είσοδο Φ1. Μόλις η είσοδος E1 του χρονομέτρου συνδεθεί στο τροφοδοτικό:



Μόλις η είσοδος E1 του χρονομέτρου συνδεθεί στο τροφοδοτικό:

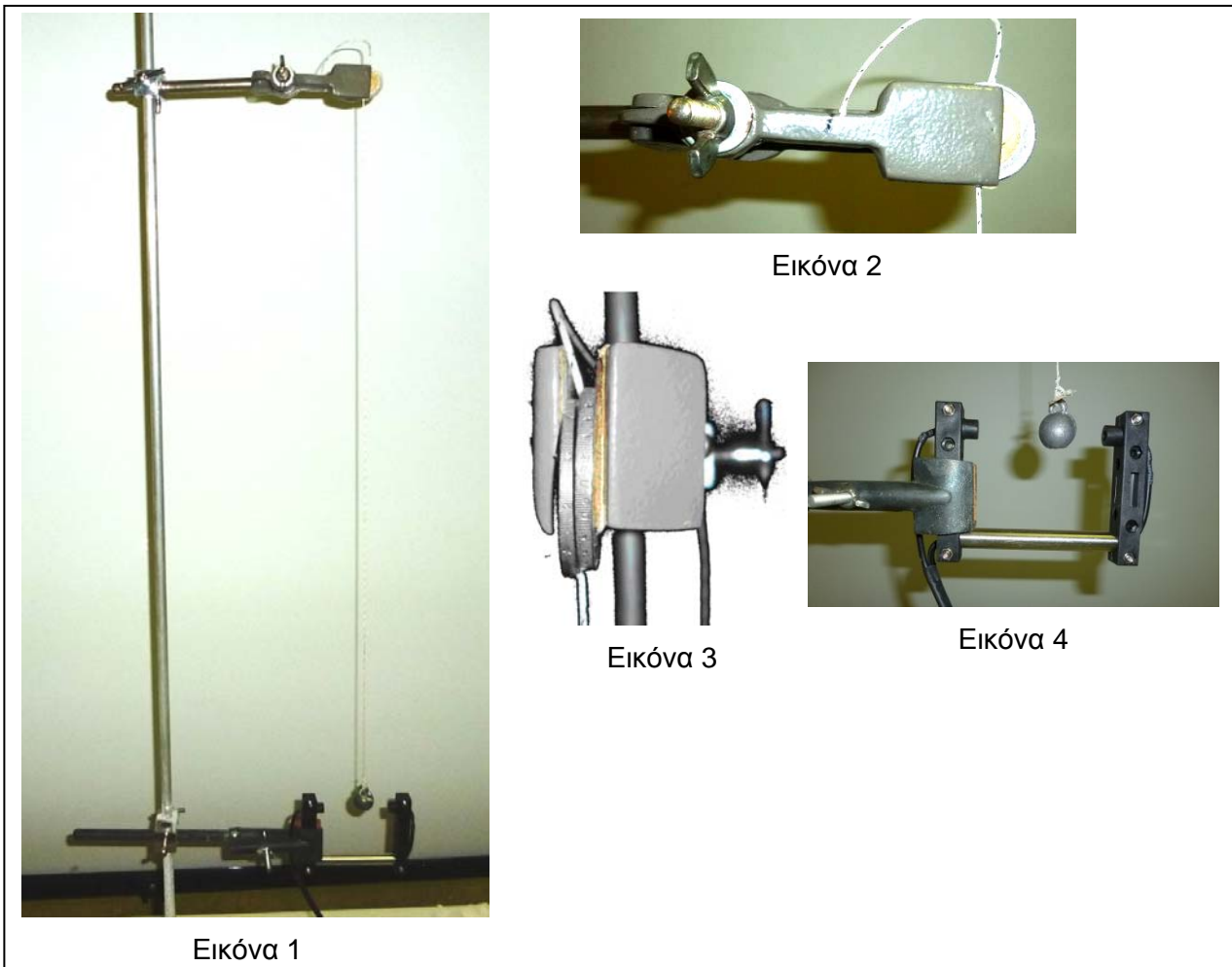
- Εμφανίζεται το μήνυμα «HELLO»
- Εμφανίζεται η ένδειξη «0.0000» και είναι έτοιμο για χρήση
- Πατάμε στιγμιαία τον διακόπτη Δ1 και μετά με τον διακόπτη Δ2 επιλέγουμε τον τρόπο λειτουργίας του χρονομέτρου, F3.

- Με αυτόν τον τρόπο λειτουργίας το χρονόμετρο καταγράφει την διάρκεια από το τέλος μιας διακοπής της δέσμης υπεριύθρων μέχρι το τέλος της μεθεπόμενης διακοπής της δέσμης δηλαδή την περίοδο του εκκρεμούς.

- Το χρονόμετρο σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας καταγράφει 8 μετρήσεις.
- Όταν καταγραφεί και η 8<sup>η</sup> μέτρηση η τιμή της εμφανίζεται στην οθόνη αναβοσβήνοντας.
- Πατώντας τον διακόπτη Δ2 εμφανίζεται στην οθόνη ο τρόπος λειτουργίας του χρονομέτρου (F3) και στην συνέχεια ο αριθμός μέτρησης και στην συνέχεια η τιμή της μέτρησης. Για παράδειγμα μόλις πατήσουμε το Δ2 έχουμε με σειρά εμφάνισης: Τρόπος λειτουργίας → αριθμός μέτρησης → τιμή μέτρησης → αριθμός μέτρησης → τιμή μέτρησης → αριθμός μέτρησης → τιμή μέτρησης...

### Πειραματική διαδικασία

1. Συναρμολογήστε τη διάταξη της εικόνας 1 με τη βοήθεια των λεπτομερέστερων εικόνων 2,



3 και 4.

2. Μετρήστε το μήκος από το σημείο στήριξης του νήματος μέχρι το κέντρο μάζας του βαριδιού ακριβώς στα 60cm και καταχωρήστε την τιμή του στον πίνακα 1.
3. Απομακρύνετε το βαρίδι από τη θέση ισορροπίας του, ώστε το νήμα να σχηματίζει γωνία μικρότερη των 10 μοιρών με την κατακόρυφη.
4. Ρυθμίστε την φωτοπύλη στον τρόπο λειτουργίας F3.

5. Αφήστε ελεύθερο το βαρίδι ώστε να ξεκινήσει η ταλάντωση του εκκρεμούς. Περιμένετε να εκτελεστούν 8 ταλαντώσεις δηλαδή μέχρι να ολοκληρωθεί η καταγραφή από το ηλεκτρονικό χρονόμετρο.
6. Καταχωρήστε τις μετρήσεις της περιόδου του εκκρεμούς στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα 1.
7. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για τρία ακόμα μήκη νήματος (40cm, 30cm και 20cm) και συμπληρώστε τις αντίστοιχες στήλες του πίνακα 1.

**Επεξεργασία**

1. Υπολογίστε την μέση τιμή περιόδου (Tμ) για κάθε στήλη του πίνακα 1.
2. Υπολογίστε το τετράγωνο της Tμ και συμπληρώστε αντίστοιχα την τελευταία γραμμή του πίνακα 1.
3. Παραστήστε τα ζεύγη των τιμών T<sup>2</sup> – L στο σύστημα αξόνων και χαράξτε την κατάλληλη ευθεία γραμμή που να ικανοποιεί καλύτερα όλες τις μετρήσεις που προκύπτουν από τις αντίστοιχες πειραματικές τιμές του πίνακα 1.
4. Υπολογίστε από το διάγραμμα την κλίση (κ) της ευθείας που έχετε σχεδιάσει. Σύμφωνα με τη σχέση (2) η κλίση της ευθείας είναι ίση με το συντελεστή 4π<sup>2</sup>/g, του L. Επομένως ισχύει:

$$g = \frac{4\pi^2}{\kappa} \quad (3)$$

Από τη σχέση (3) υπολογίστε την επιτάχυνση της βαρύτητας **g**.

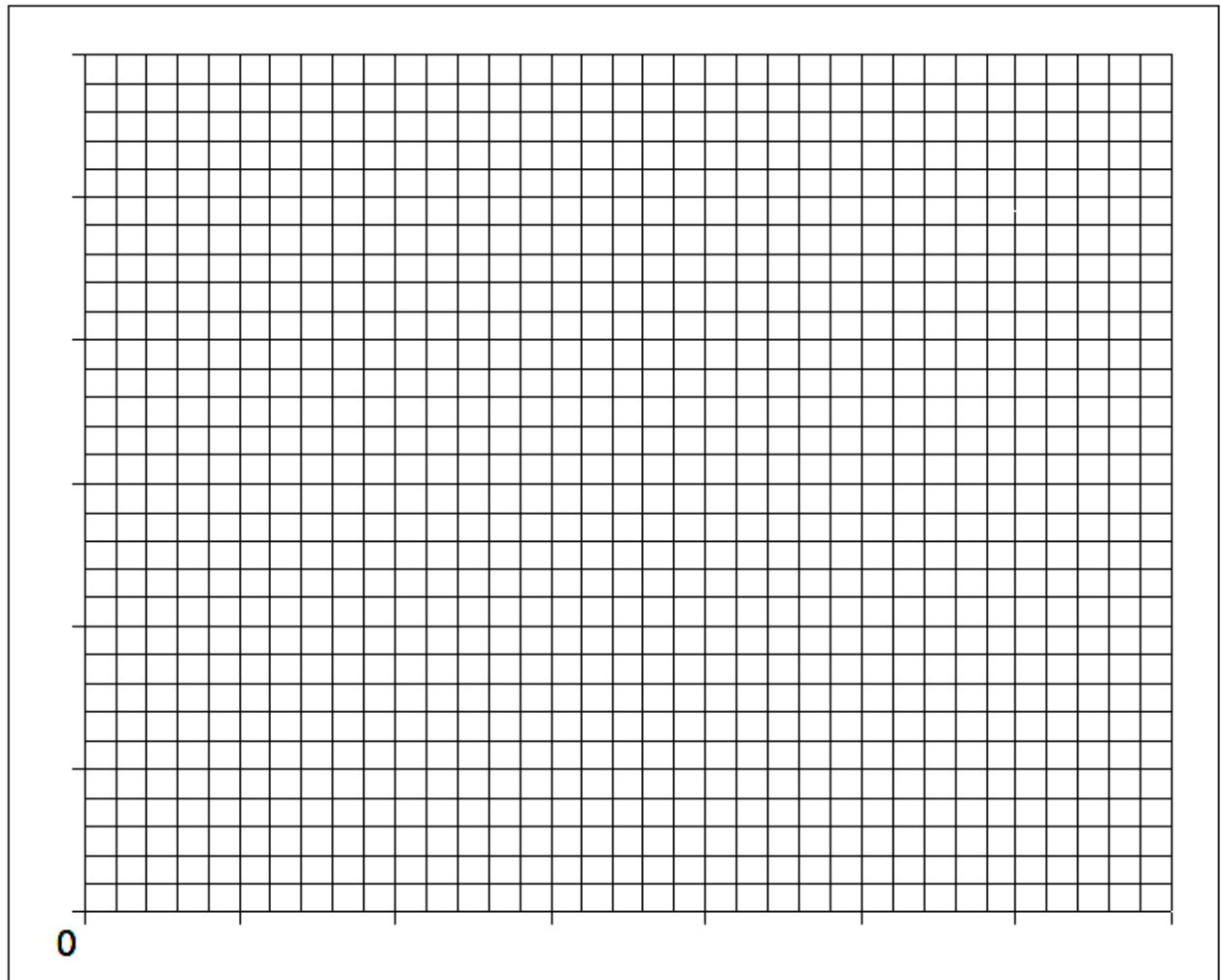
**Ερωτήσεις**

1. Η σχέση του T<sup>2</sup> με το L είναι γραμμική; Τι συμπεραίνετε σχετικά με την ισχύ του νόμου του εκκρεμούς (σχέση 2);  
.....  
.....  
.....  
.....
2. Συγκρίνετε την πειραματική τιμή με την τιμή g<sub>0</sub>=9,80 m/s<sup>2</sup>. Κάνετε μια αξιολόγηση των μετρήσεών σας υπολογίζοντας τη σχετική επί τοις εκατό απόκλιση από την τιμή g<sub>0</sub>=9,80 m/s<sup>2</sup>:

$$\alpha = \frac{|g - g_0|}{g_0} \times 100$$

Που κατά τη γνώμη σας οφείλεται αυτή η απόκλιση από την πραγματική τιμή g<sub>0</sub> = 9,80m/s<sup>2</sup>;  
.....  
.....  
.....  
.....

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 1</b>				
	L1(m)	L2(m)	L3(m)	L4(m)
Αριθμός μέτρησης φωτο- πύλης				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
Μέση τιμή περιόδου (Tμ)(s)				
Tμ <sup>2</sup> (s <sup>2</sup> )				



# ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΟΜΑΔΑ.....

Σημεία αξιολόγησης	Μέγιστη τιμή	Αξιολόγηση ομάδας
Μέτρηση μηκών εκκρεμούς	10	
Προσαρμογή ανάρτησης νήματος	5	
Ρύθμιση φωτοπύλης-χρονομέτρου	10	
Έναρξη μέτρησης με φωτοπύλη	5	
Καταχώριση μετρήσεων	5	
Υπολογισμοί στον πίνακα μετρήσεων	5	
Κλίμακες, μονάδες, βαθμολόγηση αξόνων	10	
Τοποθέτηση σημείων στη γραφική παράσταση	10	
Σχεδίαση πειραματικής ευθείας + απάντηση ερώτησης 1	5+5	
Υπολογισμός κλίσης ευθείας	10	
Εκτίμηση $g$ από πειραματική ευθεία	10	
Εκτίμηση της επί τοις % απόκλισης από την τιμή της $g_0$	5	
Αιτιολόγηση της απόκλισης	5	
<b>Σύνολο</b>	100	