

Ε.Κ.Φ.Ε. Χαλανδρίου

Τοπικός Εργαστηριακός Διαγωνισμός Λυκείων

9 Δεκεμβρίου 2023

ΦΥΣΙΚΗ

Μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας g με το απλό εκκρεμές

ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ:

ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΤΩΝ/-ΤΡΙΩΝ:

1)

2)

3)



Γενικές οδηγίες

- α) Όποια χαρτιά χρησιμοποιήσετε, συμπεριλαμβανομένων και των σημειώσεων, πρέπει να παραδοθούν στο τέλος της πειραματικής δοκιμασίας.
- β) Όλα τα αποτελέσματα και οι απαντήσεις σας θα γραφούν στο απαντητικό φύλλο στο οποίο θα σας παραπέμπουν οι κατάλληλες οδηγίες. Το διάγραμμα να γίνει στο χαρτί μιλιμετρέ.
- γ) Η κατανομή των εργασιών μεταξύ των μαθητών/-τριών της ομάδας θα εξοικονομήσει χρόνο.
- δ) Για οποιαδήποτε πρόβλημα εμφανιστεί να καλέσετε τον επιβλέποντα/-ουσα.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Το απλό εκκρεμές είναι ένα ιδανικό σύστημα το οποίο αποτελείται από μια σημειακή μάζα εξαρτημένη από ακλόνητο σημείο με την βοήθεια αβαρούς, μη εκτατού νήματος. Κατά προσέγγιση ένα απλό εκκρεμές πραγματοποιείται εάν από σταθερό σημείο εξαρτηθεί, δια λεπτού νήματος, μια σφαίρα μικρής διαμέτρου της οποίας τη μάζα θεωρούμε συγκεντρωμένη στο κέντρο της.

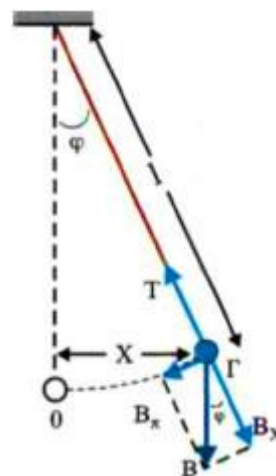
Όταν ένα απλό εκκρεμές μετατοπισθεί από τη θέση ισορροπίας του και αφεθεί ελεύθερο, τότε αιωρείται σε κατακόρυφο επίπεδο λόγω της επίδρασης της βαρύτητας. Η κίνησή του είναι περιοδική και εκτελεί ταλάντωση.

Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς με μικρό πλάτος ταλάντωσης αποδεικνύεται ότι είναι:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (\text{σχέση 1})$$

Όπου l το μήκος του εκκρεμούς και g η επιτάχυνση της βαρύτητας. Από τη σχέση 1 προκύπτει:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l \quad (\text{σχέση 2})$$



Πειραματικό μέρος

α/α	Όργανα & εξαρτήματα πειραματικής διάταξης	Ποσότητα
1	Βάση χυτοσιδήρου	1
2	Ράβδος μεταλλική 80 ή 100 cm	1
3	Φωτοπύλη με στέλεχος (ράβδος μεταλλική 30 cm)	1
4	Μεταλλικός σύνδεσμος	2
5	Μετροταινία	1
6	Λεπτό νήμα δεμένο σε Βαρίδι	1
7	Λαβίδα στήριξης	1
8	Σφιγκτήρας τύπου G	1
9	Διαστημόμετρο	1
10	Ψηφιακό χρονόμετρο & τροφοδοτικό	1

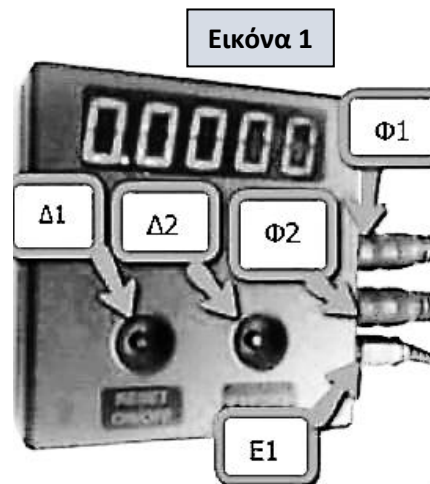
Περιγραφή λειτουργίας ηλεκτρονικού χρονόμετρου σε συνδυασμό με φωτοπύλη

- Το ηλεκτρονικό χρονόμετρο διαθέτει τρεις εισόδους:
Είσοδος «E1»: Συνδέεται με το τροφοδοτικό
Είσοδος «Φ1»: Συνδέεται με τη φωτοπύλη Φ1.
Είσοδος «Φ2»: Συνδέεται με τη φωτοπύλη Φ2.
- Διαθέτει μια έξοδο/οθόνη 5 ψηφίων.
- Διαθέτει δυο διακόπτες «Δ1», «Δ2» για την επιλογή της δυνατότητας RESET και των τύπων λειτουργίας F1/F2/F3, αντίστοιχα.

Τρόποι λειτουργίας

Το χρονόμετρο διαθέτει τρεις λειτουργίες. Κρατώντας πατημένο τον διακόπτη «Δ1», η διαδοχική πίεση του διακόπτη «Δ2» εμφανίζει και τις τρεις λειτουργίες διαδοχικά. Για το συγκεκριμένο πείραμα θα επιλέξετε την λειτουργία F₃.

- **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ «F3»:** Απαιτείται η χρήση μιας μόνο φωτοπύλης. Σε αυτή τη λειτουργία χρονομετρούμε τη χρονική διάρκεια της κίνησης ενός αδιαφανούς σώματος από την πρώτη διέλευσή του από τη φωτοπύλη μέχρι την τρίτη. Επομένως, είναι δυνατό να μετρήσουμε την περίοδο ενός εκκρεμούς.
- Οι μετρούμενοι χρόνοι εμφανίζονται άμεσα στην οθόνη και ταυτόχρονα αποθηκεύονται στη μνήμη του.
- Η μνήμη μπορεί να αποθηκεύσει έως 8 μετρήσεις.
- Η εμφάνιση των αποθηκευμένων μετρήσεων γίνεται με το πάτημα του διακόπτη «Δ2».
- Η μνήμη καθαρίζει πατώντας τον διακόπτη «Δ1».



Συναρμολόγηση πειραματικής διάταξης

1. Αναγνωρίστε τα υλικά και τα όργανα που σας παρέχονται για την εκτέλεση του πειράματος.
 2. Με υπόδειγμα την Εικόνα 2, να κατασκευάσετε την πειραματική διάταξη του εκκρεμούς. Με τη βοήθεια του σφικτήρα στερεώστε τη μεταλλική βάση στον πάγκο εργασίας. Να λάβετε υπόψη πως το μήκος l του εκκρεμούς είναι η απόσταση από το σημείο ανάρτησης του νήματος στη λαβίδα μέχρι τη θέση όπου εκτιμάτε ότι βρίσκεται το κέντρο μάζας του σφαιριδίου.
- Να περιγράψετε τη μεθοδολογία που ακολουθήσατε για τη μέτρηση του μήκους με τα διαθέσιμα όργανα.

.....

.....

.....

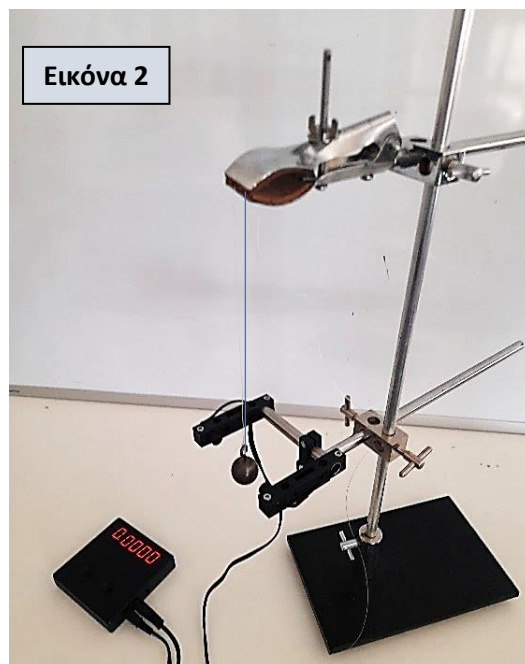
.....

.....

.....

.....

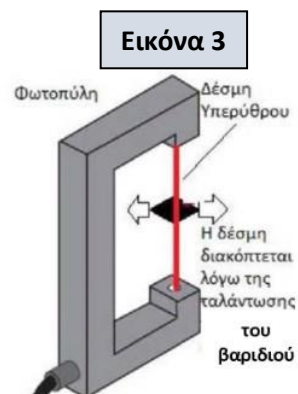
.....



3. Επιλέξτε αρχικό μήκος νήματος $l = 0.60 \text{ m}$. Σημειώστε την τιμή του μήκους στην αντίστοιχη στήλη του ΠΙΝΑΚΑ 1. Με την οριζόντια ράβδο και τον μεταλλικό σύνδεσμο στερεώστε τη φωτοπύλη σε τέτοια θέση, ώστε το ταλαντούμενο βαρίδι του εκκρεμούς να διακόπτει την υπέρυθρη δέσμη της, περνώντας ολόκληρο ανάμεσά της (Εικόνα 3).



Καλέστε τον επιβλέποντα/-ουσα να ελέγξει τη διάταξη.



Πειραματική διαδικασία

1. Εκτρέψτε το βαρίδι από τη θέση ισορροπίας κατά μικρή γωνία (περίπου μέχρι τις 5°). Αφήστε το βαρίδι ελεύθερο να ταλαντωθεί. Αμέσως ρυθμίστε την φωτοπύλη στον τρόπο λειτουργίας F_3 .
2. Όταν ο χρονομετρητής ολοκληρώσει τη μέτρηση των οκτώ πλήρων ταλαντώσεων, καταχωρίστε τις οκτώ μετρήσεις της περιόδου στις αντίστοιχες θέσεις του ΠΙΝΑΚΑ 1.
3. Επαναλάβετε τα βήματα 1 και 2 άλλες τέσσερις φορές, ελαττώνοντας κάθε φορά το μήκος του νήματος κατά 10 cm , ώστε να πάρετε συνολικά πέντε ομάδες μετρήσεων. Καταχωρίστε τις μετρήσεις στις αντίστοιχες στήλες του ΠΙΝΑΚΑ 1.

Σημείωση: Οι υπολογισμοί των μέσων τιμών να γίνουν με ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Μετρήσεις περιόδου T απλού εκκρεμούς					
Μήκος νήματος	0.60 (m)	0.50 (m)	0.40 (m)	0.30 (m)	0.20 (m)
α/α μέτρησης T	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
Μέση τιμή T (s)					
T² (s²)					

Γραφική παράσταση - Ερωτήσεις

1. Στο μιλιμετρέ χαρτί που σας δίνεται, να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου σε συνάρτηση με το μήκος του εκκρεμούς $T^2 = f(l)$.
2. Να υπολογίσετε την κλίση (κ) της καλύτερης ευθείας που σχεδιάσατε, με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

.....

-
3. Από την κλίση της καλύτερης ευθείας, να υπολογίσετε την πειραματική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας στο Χαλάνδρι (g), με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

.....

.....

.....

4. Με δεδομένο ότι η θεωρητική τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας στο Χαλάνδρι, είναι ίση με $g_0 = 9.80 \text{ m/s}^2$, να υπολογίσετε το σχετικό σφάλμα ως προς την πειραματική τιμή σας, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$\sigma = \frac{g - g_0}{g_0}$$

.....

$$\sigma \% = \dots\dots\dots$$

5. Να αναφέρετε δύο λόγους που επηρεάζουν την πειραματική τιμή που υπολογίσατε και στους οποίους οφείλεται η ενδεχόμενη απόκλιση από τη θεωρητική τιμή:

.....

.....

.....

.....

6. Ένα ρολόι εκκρεμούς είναι ένα ρολόι που χρησιμοποιεί ένα εκκρεμές, ταλαντευόμενο βάρος, ως στοιχείο μέτρησής του. Το πρώτο ρολόι με εκκρεμές εφευρέθηκε το 1656 από τον Ολλανδό επιστήμονα και εφευρέτη *Christian Huygens* και κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το επόμενο έτος. Ένα εκκρεμές δευτερολέπτων είναι ένα εκκρεμές του οποίου η περίοδος είναι ακριβώς δύο δευτερόλεπτα. Ένα δευτερόλεπτο για ταλάντευση προς μια κατεύθυνση και ένα δευτερόλεπτο για την ταλάντευση επιστροφής (συχνότητα 0.5 Hz). Αν ένα ρολόι εκκρεμούς προηγείται (πηγαίνει εμπρός) κατά 5 min εντός 10 ωρών, ποια η περίοδος του;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Καλή επιτυχία!

Οι εισηγητές

Β. Τίκας – Καθηγητής Φυσικής 4^{ου} ΓΕ.Λ. Αγίας Παρασκευής
Β. Κωνσταντινοπούλου – Υπεύθυνη Ε.Κ.Φ.Ε. Χαλανδρίου

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ θέματος Φυσικής			
Δοκιμασία ή ερώτημα	Μόρια	Επιτηρητή	Βαθμολογητή
• Συναρμολόγηση της πειραματικής διάταξης	25		
Κατασκεύασαν σωστά την πειραματική διάταξη	7		
Τοποθέτησαν σωστά την φωτοπύλη	4		
Ρύθμισαν σωστά τη φωτοπύλη	3		
Μέτρηση του μήκους με τα όργανα	5		
Κάλεσαν τον επιτηρητή να ελέγξει την πειραματική διάταξη	2		
Περιγραφή της μεθοδολογίας μέτρησης του μήκους	4		
• Συμπλήρωση πίνακα	35		
Κάθε μία μέτρηση μήκους που διαφέρει από την προηγούμενη ή την επόμενη κατά 10 cm βαθμολογείται με μία μονάδα	3+3+3+3+3=15		
Κάθε σετ των <u>οκτώ μετρήσεων περιόδου</u> , βαθμολογείται με <u>μία</u> μονάδα, αν έχει <u>ακρίβεια τριών δεκαδικών ψηφίων</u> βαθμολογείται με <u>επιπλέον μία μονάδα</u> και ο υπολογισμός κάθε <u>μέσης περιόδου</u> βαθμολογείται με επιπλέον <u>μία</u> μονάδα	3+3+3+3+3=15		
Κάθε υπολογισμός του τετραγώνου της μέσης περιόδου με τρία δεκαδικά ψηφία με μία μονάδα	1+1+1+1+1=5		
• Διάγραμμα	40		
Κλίμακες και βαθμονόμηση αξόνων γραφήματος	2+2=4		
Τοποθέτηση πειραματικών σημείων στο σύστημα αξόνων.	5		
Σχεδίαση πειραματικής ευθείας.	5		
Ερώτηση κλίση ευθείας	5		
Υπολογισμός της επιτάχυνσης της βαρύτητας	5		
Υπολογισμός του σχετικού σφάλματος	5		
Αναφορά δύο λόγων που επηρεάζουν τις πειραματικές μετρήσεις	6		
Ερώτηση εκκρεμούς ωρολογίου	5		
Σύνολο μορίων γραπτού μέρους	75		
→ Συνολικά μόρια	100		

Σημειώσεις για τους επιτηρητές

- ΔΕΝ ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΑΝ ΤΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕΤΑ ΤΟ ΤΕΛΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ - 5
- Καταστροφή οργάνου -10
- Βοήθεια μέτρησης με διαστημόμετρο -2