

ΤΟΠΙΚΟΣ ΠΡΟΚΡΙΜΑΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ
EUSO 2014-2015
Ε.Κ.Φ.Ε. Νέας Σμύρνης



Εξέταση στη Φυσική

ΛΥΚΕΙΟ: _____

Τριμελής ομάδα μαθητών:

1. _____

2. _____

3. _____

Αναπληρωματικός: _____

Θέματα: Ηλ. Μαυροματίδης

Β' Σειρά Θεμάτων (Φυσική)



Μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας με ελατήριο

Θα υπολογισθεί πειραματικά η επιτάχυνση της βαρύτητας g αφού μετρηθεί η περίοδος της ταλάντωσης σωμάτων δεμένων στην άκρη κατακόρυφου ελατηρίου.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Όταν στο ελεύθερο άκρο ενός ελατηρίου εφαρμόσουμε μια δύναμη τότε το ελατήριο επιμηκύνεται. Επειδή η παραμόρφωση του ελατηρίου είναι ελαστική, όταν πάψει να εξασκείται η δύναμη, το ελατήριο επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα και μήκος. Στις ελαστικές παραμορφώσεις η δύναμη είναι ανάλογη με την επιμήκυνση που προκαλεί (νόμος του Hooke), γεγονός που στη γλώσσα των μαθηματικών εκφράζεται από τη σχέση:

$$F = k\Delta l \quad (1)$$

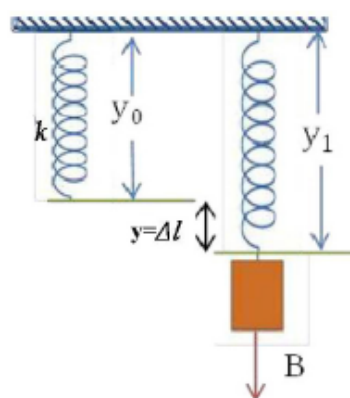
όπου F είναι η δύναμη που επιμηκύνει το ελατήριο και Δl η επιμήκυνση του ελατηρίου από το αρχικό του μήκος. Τέλος το k είναι ένας παράγοντας που έχει σχέση με τη σκληρότητα του ελατηρίου, ονομάζεται σταθερή του ελατηρίου και την μετράμε (στο S.I.) σε N/m.

Έστω ένα κατακόρυφο ελατήριο που αρχικά ισορροπεί και το αρχικό του μήκος είναι y_0 . Αν κρεμάσουμε στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου ένα σώμα μάζας m , το ελατήριο επιμηκύνεται από το βάρος του σώματος. Έστω y_1 το νέο μήκος του ελατηρίου (Δες διπλανό σχήμα). Τότε η προηγούμενη σχέση γίνεται:

$$mg = k\Delta l \quad (2),$$

όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και

$$\Delta l = y = y_1 - y_0$$



Αν απομακρύνουμε κατακόρυφα το σύστημα από την θέση ισορροπίας του και το αφήσουμε ελεύθερο, τότε αυτό θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση. Για παράδειγμα στη διπλανή εικόνα, αν μετατοπίσουμε το σώμα στο σημείο A λίγο πιο κάτω από τη θέση ισορροπίας και το αφήσουμε ελεύθερο, αυτό θα φθάσει στη θέση O (θέση ισορροπίας), στη συνέχεια στη θέση B, μετά επιστρέφει στην O και τέλος καταλήγει στην A. Ο χρόνος που χρειάζεται για να κάνει το σώμα την διαδρομή A-O-B-O-A ονομάζεται περίοδος της ταλάντωσης (T) και είναι ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης.



Αποδεικνύεται ότι η περίοδος T της ταλάντωσης του σώματος δίνεται από τη σχέση:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{ή} \quad T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} \quad (3),$$

όπου m η μάζα του σώματος και k η σταθερά του ελατηρίου.

Όμως, από τη σχέση (2) προκύπτει: $mg = k\Delta l \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{\Delta l}{g}$ και η (3) μετασχηματίζεται σε:

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

Σύμφωνα με την εξίσωση (4) το τετράγωνο της περιόδου της ταλάντωσης (T^2) είναι γραμμική συνάρτηση της επιμήκυνσης Δl του ελατηρίου. Επομένως αν κατασκευασθεί πειραματικά η γραφική παράσταση $T^2 = f(\Delta l)$ από την σχέση (4), τότε από την κλίση της μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας g .

Κατασκευή της πειραματικής διάταξης

Απαραίτητα όργανα και υλικά

1. Βάση στήριξης
2. Ράβδος μήκους 80 cm
3. Ράβδος μήκους 30 cm
4. Απλός σύνδεσμος (σταυρός)
5. Ελατήριο με προσαρμοσμένο βάρος στο ένα άκρο του (μάζα 500 g).
6. Μετροταινία
7. Διάφορα βαρίδια
8. Υπολογιστής τσέπης
9. Χαρτί millimeter
10. Χρονόμετρο

Έχοντας σαν οδηγό την παρακάτω φωτογραφία, στερεώστε στη βάση στήριξης κατακόρυφα την ράβδο μεγάλου μήκους και με τη βοήθεια των αντίστοιχων συνδέσμων στερεώστε οριζόντια την ράβδο μικρού μήκους. Από την οριζόντια αυτή ράβδο κρεμάστε το ελατήριο ώστε να ισορροπεί σε κατακόρυφη θέση. Στερεώστε κατακόρυφα την μετροταινία. Στο κάτω άκρο του ελατηρίου θα χρειαστεί να κρεμάσετε το βαρίδιο μάζας 500g. Έτσι θα ανοίξουν οι σπείρες του ελατηρίου και δεν θα έρχονται σε επαφή μεταξύ τους. Στο βαρίδιο αυτό υπάρχει, κατάλληλα προσαρμοσμένος δείκτης που πρέπει να φροντίσετε να βρίσκεται μπροστά από τις ενδείξεις της κατακόρυφης μετροταινίας.



Προσοχή: Αυτό το βαρίδιο θα παραμείνει προσαρμοσμένο στο ελατήριο σε όλη την διάρκεια των μετρήσεων. Σαν αρχικό μήκος του ελατηρίου (y_0) να θεωρήσετε το μήκος του ελατηρίου μετά την τοποθέτηση του βαριδίου επάνω του.

Μετρήσεις

1. Να σημειώσετε την θέση y_0 του δείκτη στην κλίμακα της μετροταινίας (αρχικό μήκος ελατηρίου έχοντας ήδη κρεμασμένη τη μάζα των 500 g).
2. Να τοποθετήσετε ένα βαρίδιο των 50 g στο άγκιστρο κάτω από τη μάζα των 500g. Το ελατήριο επιμηκύνεται. Να σημειώσετε στην στήλη (3) του Πίνακα 1 την αντίστοιχη θέση του δείκτη στην μετροταινία.
3. Να συμπληρώσετε στην στήλη (4) του Πίνακα την επιμήκυνση του ελατηρίου

$$\Delta l = y_i - y_0 (i = 1, 4)$$

4. Στη συνέχεια πρέπει να επιμηκύνετε λίγο το ελατήριο (3-4 εκατοστά αρκούν) και κατόπιν να το αφήσετε ελεύθερο ώστε να εκτελέσει κατακόρυφη ταλάντωση. Μετρήστε με το χρονόμετρο το χρόνο t , που απαιτείται για 5 πλήρεις ταλαντώσεις και καταγράψτε την μέτρηση στην στήλη (5) του πίνακα **(Να καλέσετε έναν επιτηρητή να παρακολουθήσει τουλάχιστον μία μέτρηση)**.
5. Να επαναλάβετε τα βήματα 2 έως 4 χρησιμοποιώντας βαρίδια έτσι ώστε η συνολική μάζα να ταυτίζεται με αυτές της στήλης (2) του Πίνακα 1.
6. Από τις τιμές του χρόνου στη στήλη (5) να υπολογίσετε την περίοδο της ταλάντωσης. Συμπληρώστε με αυτές τις τιμές τη στήλη (6).
7. Τέλος, υπολογίστε το τετράγωνο της περιόδου για κάθε τιμή της στήλης (6) και σημειώστε το αποτέλεσμα στη στήλη (7) του πίνακα.

Πίνακας 1

$y_0 =$	2	3	4	5	6	7
α/α μέτρησης	Συνολική μάζα βαριδίων	Θέση δείκτη $y(cm)$ - μήκος ελατηρίου	Επιμήκυνση ελατηρίου Δl	Χρόνος t 5 ταλαντώσεων (sec)	Περίοδος T (sec)	T^2 (sec ²)
1	$m_1=50g$	$y_1=$				
2	$m_2=100g$	$y_2=$				
3	$m_3=150g$	$y_3=$				
4	$m_4=200g$	$y_4=$				

Η σχέση (3), προσαρμοσμένη στο πείραμα, μετασχηματίζεται ως εξής:

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m + m_0}{k} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} + 4\pi^2 \frac{m_0}{k}$$

Όπου m_0 η μάζα του αρχικού βαριδίου (500g) και m η μάζα των υπόλοιπων βαριδίων που προσθέτετε κάθε φορά. Δεδομένου ότι ισχύει: $mg = k\Delta l \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{\Delta l}{g}$, η παραπάνω σχέση

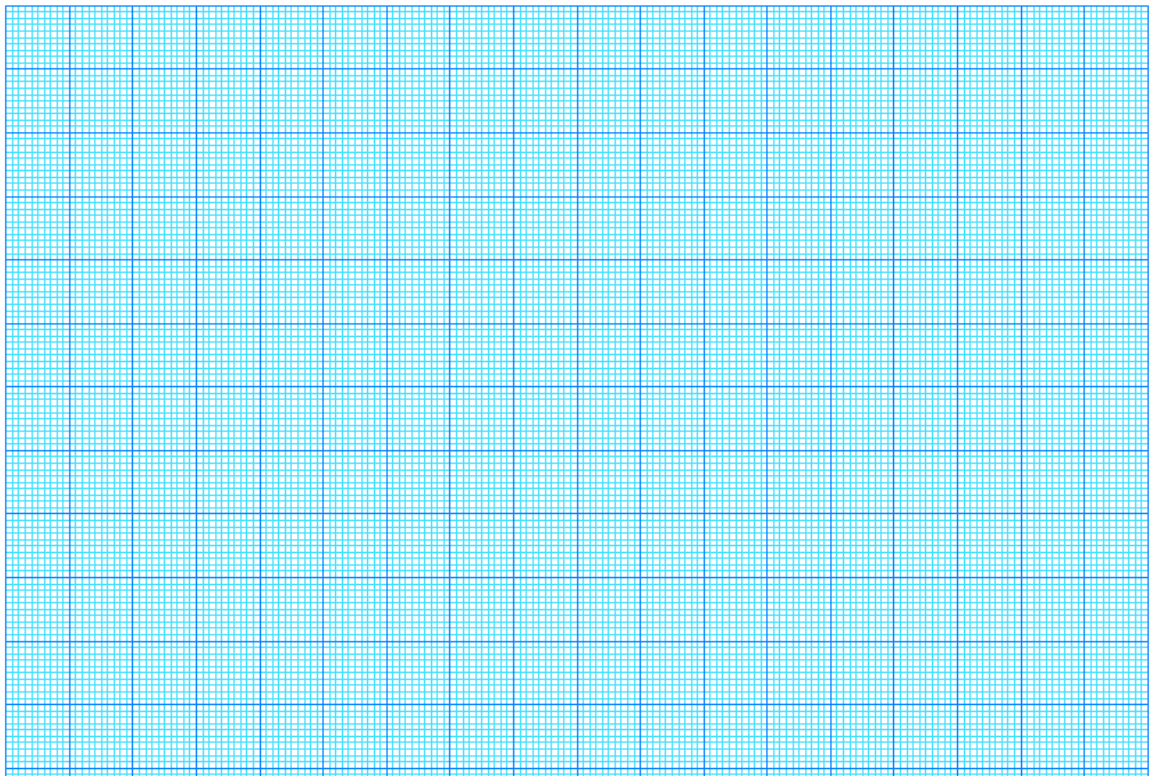
μετασχηματίζεται σε:
$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}\Delta l + 4\pi^2 \frac{m_0}{k} \quad (5),$$

όπου οι όροι $\frac{4\pi^2}{g}$ και $4\pi^2 \frac{m_0}{k}$ είναι σταθεροί.

Επεξεργασία των μετρήσεων

Κατασκευή γραφικής παράστασης

Στο millimeter χαρτί, σχεδιάστε σύστημα ορθογωνίων αξόνων. Ο οριζόντιος άξονας θα είναι η επιμήκυνση του ελατηρίου Δl , ενώ ο κατακόρυφος άξονας θα είναι το τετράγωνο της περιόδου T^2 , επιλέγοντας κατάλληλη κλίμακα. Τοποθετήστε στο σύστημα αξόνων τα πειραματικά σημεία σύμφωνα με τα δεδομένα του πίνακα. Στη συνέχεια σχεδιάστε την κατάλληλη γραφική παράσταση που ικανοποιεί τη σχέση (5)



Υπολογισμοί

1. Να υπολογίσετε την κλίση της γραφικής παράστασης

2. Από την κλίση που βρήκατε να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας

3. Θεωρώντας ότι για την Ελλάδα ισχύει $g_{\theta}=9.81 \text{ m/s}^2$, να υπολογίσετε το επί τοις εκατό σχετικό σφάλμα της τιμής του g_{π} που βρήκατε: $\sigma = \frac{|g_{\theta} - g_{\pi}|}{g_{\theta}} \times 100$

Ερωτήσεις

1. Να προεκτείνετε την γραφική παράσταση προς τους άξονες για να ελέγξετε αν περνά από την αρχή των αξόνων. Πιστεύετε ότι θα έπρεπε να περνά από την αρχή των αξόνων και γιατί;
2. Ποια πληροφορία σας δίνει το σημείο τομής με τους άξονες;
3. Γιατί σας ζητήθηκε να μετρήσετε το χρονικό διάστημα 5 ταλαντώσεων και όχι μίας (1) ταλάντωσης;