

Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών 2011
 Προκαταρκτικός διαγωνισμός στη Φυσική

Σχολείο

Ημερομηνία 27/11/2010

Μαθητές: α).....

β).....

γ).....

Ομάδα:

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΛΑΤΗΡΙΟ**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Σκοπός της άσκησης είναι να μετρήσετε το χρόνο ταλάντωσης ενός σώματος δεμένου στην άκρη κατακόρυφου ελατηρίου και να υπολογίσετε την πειραματική τιμή του g

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Στην άκρη ενός ακλόνητα στερεωμένου ελατηρίου κρεμάμε ένα βαρίδι, οπότε το ελατήριο επιμηκύνεται. Όταν αφαιρέσουμε το βαρίδι, το ελατήριο αποκτά το αρχικό του μήκος και σχήμα: Η παραμόρφωση του ελατηρίου είναι ελαστική.

Όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη που επιμηκύνει το ελατήριο, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιμήκυνσή του. Στις ελαστικές παραμορφώσεις η δύναμη είναι ανάλογη με την επιμήκυνση που προκαλεί. Η σχέση αυτή είναι γνωστή ως **νόμος του Hooke**. Στη γλώσσα των μαθηματικών ο νόμος του Hook εκφράζεται από τη σχέση

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

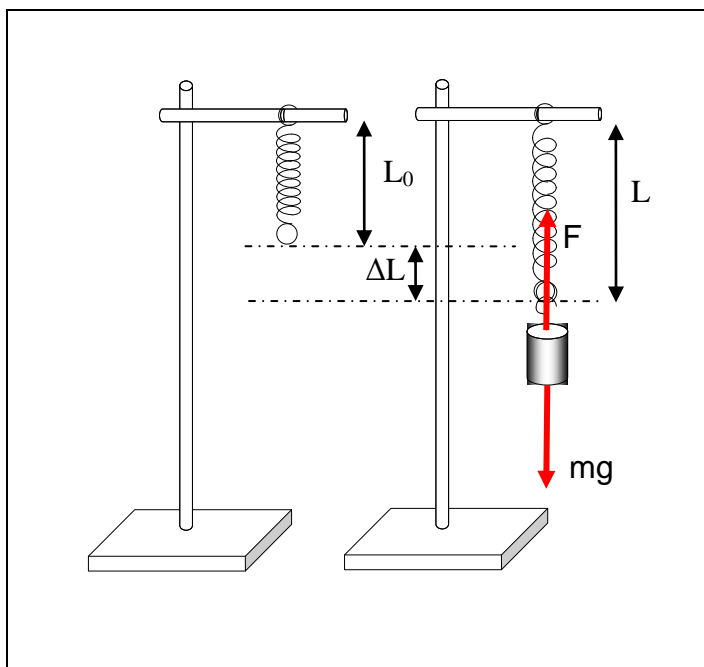
όπου: F η δύναμη που επιμηκύνει το ελατήριο,

ΔL η επιμήκυνση του ελατηρίου από το αρχικό του μήκος (δηλαδή το μήκος πριν ασκηθεί η δύναμη F) και k μια σταθερά που εξαρτάται από τη σκληρότητα του ελατηρίου.

Έστω ένα κατακόρυφο ελατήριο που αρχικά ισορροπεί και το μήκος του είναι L_0 . Αν κρεμάσουμε στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου ένα σώμα μάζας m , το ελατήριο επιμηκύνεται από το βάρος ενός σώματος. Έστω L το νέο μήκος του ελατηρίου (όταν βρίσκεται ξανά σε ισορροπία). Η προηγούμενη σχέση γίνεται τότε:

$$mg = k \Delta L \quad (2)$$

όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και $\Delta L = L - L_0$



Αν απομακρύνουμε κατακόρυφα το σύστημα από τη θέση στην οποία έχει ισορροπήσει και το αφήσουμε ελεύθερο, αποδεικνύεται ότι θα εκτελέσει **απλή αρμονική ταλάντωση** (μια περιοδική κίνηση γύρω από τη θέση ισορροπίας του).



Στην διπλανή εικόνα τραβάμε το σώμα στη θέση A (λίγο πιο κάτω από τη θέση που έχει ισορροπήσει) και το αφήνουμε ελεύθερο. Το σώμα από τη θέση A φθάνει στη θέση O (θέση που αρχικά ισορροπούσε), στη συνέχεια στη θέση B και μετά επιστρέφει στην O και ακολούθως ξανά στην A. Ο χρόνος που χρειάζεται για να κινηθεί το σώμα από το A στο O, μετά στο B και στη συνέχεια να επιστρέψει στο A, δηλαδή ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης, ονομάζεται περίοδος της ταλάντωσης (T). Η κίνηση αυτή επαναλαμβάνεται και η περίοδος της ταλάντωσης παραμένει σταθερή.

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 μάζα του σώματος και k η σταθερά του ελατηρίου.

Χρησιμοποιώντας την (2), η παραπάνω σχέση γίνεται:

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

Σύμφωνα με την εξίσωση (4) το τετράγωνο της περιόδου της ταλάντωσης (T^2) είναι μια γραμμική συνάρτηση της επιμήκυνσης ΔL του ελατηρίου.

Αν κατασκευάσουμε πειραματικά, την γραφική παράσταση $T^2=f(\Delta L)$ που αντιστοιχεί στην εξίσωση (4), τότε από την κλίση της μπορούμε να υπολογίσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας g.

Φάση 1. Πραγματοποίηση μετρήσεων και καταγραφή πειραματικών δεδομένων

Απαραίτητα όργανα και υλικά.

- Βάση στήριξης
- Ράβδος μήκους 80 cm
- Απλός σύνδεσμος (σταυρός)
- Ράβδος μήκους 30 cm
- Ελατήριο με προσαρμοσμένο βαρίδι μάζας 370gr στο ένα άκρο του
- Χρονόμετρο
- Μετροταινία
- Βαρίδια των 100 g
- Υπολογιστής τσέπης



1. Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη της προηγούμενης εικόνας. Στη βάση στήριξης που είναι ήδη στερεωμένη στην άκρη του εργαστηριακού πάγκου τοποθετήστε τη μεγάλη ράβδο. Στη συνέχεια προσαρμόστε το σταυρό, τη μικρή ράβδο και τέλος το ελατήριο έτσι ώστε να κρέμεται κατακόρυφο εκτός της επιφάνειας του τραπεζιού. Στο ελατήριο υπάρχει ήδη προσαρμοσμένο βαρίδι ώστε να ανοίξουν οι σπείρες του και να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.

Προσοχή: το βαρίδι αυτό θα πρέπει να παραμείνει προσαρμοσμένο στο ελατήριο καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων.

Μετρήστε και σημειώστε το μήκος (L_0) του ελατηρίου. Αυτό θα θεωρείται ως αρχικό μήκος του ελατηρίου

$L_0 = \dots\dots\dots$

2. Προσθέστε, ένα βαρίδι μάζας 100gr στο ελατήριο (προσαρμόστε το κάτω από το προηγούμενο βαρίδι) και αφού το ελατήριο ισορροπήσει, μετρήστε το νέο μήκος (L) του ελατηρίου και σημειώστε τη μέτρησή σας στη στήλη Α του πίνακα. Κατόπιν υπολογίστε την επιμήκυνση του ελατηρίου από το αρχικό του μήκος $\Delta L = L - L_0$ και καταγράψτε το αποτέλεσμα στην στήλη Β του πίνακα.

3. Στη συνέχεια πρέπει να επιμηκύνετε λίγο το ελατήριο (3-4 cm είναι αρκετά) και κατόπιν να το αφήσετε ελεύθερο προσεκτικά έτσι ώστε να εκτελέσει κατακόρυφη ταλάντωση. Μετρήστε με το

χρονόμετρο το χρόνο t , που απαιτείται για να συμπληρωθούν 20 πλήρεις ταλαντώσεις και καταγράψτε τη μέτρησή σας στη στήλη Γ του πίνακα μετρήσεων. Να είστε ιδιαίτερα προσεκτικοί ώστε η ταλάντωση να εκτελείται όσο πιο κοντά γίνεται στον κατακόρυφο άξονα.

4. Επαναλάβετε τα βήματα 2 και 3, τρεις φορές προσθέτοντας κάθε φορά ένα βαρίδι των 100gr στα προηγούμενα.

	A	B	Γ	Δ	E
Μέτρηση	Μήκος ελατηρίου L (m)	Επιμήκυνση ελατηρίου ΔL (m)	Χρόνος t , 20 ταλαντώσεων (sec)	Περίοδος ταλάντωσης T (sec)	Τετράγωνο Περιόδου T^2 (sec ²)
1					
2					
3					
4					

5. Διαιρέστε κατόπιν τις τιμές χρόνου της στήλης Γ δια 20, ώστε να βρεθεί η περίοδος T της κάθε ταλάντωσης και γράψτε τις τιμές αυτές στη στήλη Δ του ίδιου Πίνακα.

6. Υπολογίστε το τετράγωνο της Περιόδου για κάθε τιμή της στήλης Δ και σημειώστε το αποτέλεσμα στη στήλη E του Πίνακα.

Φάση 2:

Η σχέση (3) μπορεί να προσαρμοσθεί στον τρόπο που πραγματοποιήσατε το πείραμα ως εξής:

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m+m_0}{k} \quad \text{ή} \quad T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} + 4\pi^2 \frac{m_0}{k} \quad (4)$$

όπου m_0 η μάζα του αρχικού βαριδιού (που ήταν από την αρχή προσαρμοσμένο στο ελατήριο) και m η μάζα των υπολοίπων βαριδιών που είναι κάθε φορά προσαρμοσμένα στο ελατήριο. Επειδή σύμφωνα με την (2) είναι $mg = k\Delta L$, η παραπάνω σχέση γίνεται:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \Delta L + \frac{4\pi^2 m_0}{k} \quad (5)$$

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

1^ο Βήμα. Κατασκευή γραφικής παράστασης

Στο χαρτί millimeter, σχεδιάστε σύστημα ορθογωνίων αξόνων: **Επιμήκυνση ελατηρίου ΔL** (οριζόντιος άξονας) – **Τετράγωνο Περιόδου T^2** (κατακόρυφος άξονας). Βαθμονομήστε τους άξονες, επιλέγοντας κατάλληλη κλίμακα και 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).

2^ο Βήμα. Υπολογισμοί-Ερωτήσεις

Σημείωση: Για όλους σας τους υπολογισμούς δίνεται $\pi=3,14$

1. Υπολογίστε, την κλίση (α) της γραφική παράσταση:

$\alpha =$

2. Από την κλίση που βρήκατε υπολογίστε την επιτάχυνση της βαρύτητας:

$g =$

3. Υπολογίστε το επί τοις εκατό σχετικό σφάλμα της τιμής του g που βρήκατε, δεδομένου ότι η ακριβής τιμή του για την Ελλάδα είναι $g=9.81 \text{ m/s}^2$.

.....
.....

4. Προεκτείνετε την γραφική παράσταση προς τους άξονες. Διέρχεται από την αρχή των αξόνων; (ΝΑΙ ή ΟΧΙ);.....

- Πιστεύετε ότι έπρεπε να διέρχεται και γιατί;

.....
.....

5. Τι πληροφορία για το ταλαντούμενο σύστημα θα μπορούσατε να πάρετε από το σημείο τομής με τους άξονες;

.....
.....
.....

6. Γιατί πιστεύετε ότι σας ζητήθηκε να μετρήσετε το χρονικό διάστημα 20 ταλαντώσεων του συστήματος;

.....
.....
.....