

ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Μάθημα: Φυσική

Διδακτική ενότητα: Απλό εκκρεμές

Χρόνος: 2 διδακτικές ώρες

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

Προσομοίωση της κίνησης ενός απλού (ιδανικού) εκκρεμούς.

Απλό εκκρεμές είναι ένα σύστημα που αποτελείται από ένα σφαιρίδιο μάζας m δεμένο στο ένα άκρο αβαρούς νήματος μήκους L το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο και εκτελεί ταλαντώσεις μικρού πλάτους.

Με τη βοήθεια του παραπάνω συστήματος θα υπολογιστεί η επιτάχυνση της βαρύτητας (g) για την επιφάνεια της Γης αλλά και άλλων πλανητών.

A. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Επιλέγεται το εκπαιδευτικό λογισμικό προσομοιώσεων PhET και συγκεκριμένα το προσομοίωση-αρχείο Pendulum-Lab. Το συγκεκριμένο αρχείο Java δίνει τη δυνατότητα να μελετήσουμε σε εικονικό εργαστήριο την ταλάντωση του απλού εκκρεμούς (η μάζα του να είναι υλικό σημείο, το νήμα του να μην είναι εκτατό και να μην υπάρχει η αντίσταση του αέρα). Το πρόγραμμα αυτό δίνει επίσης την δυνατότητα η προσομοίωση του απλού εκκρεμούς να γίνεται όχι μόνο στην επιφάνεια της Γης αλλά και άλλων πλανητών.

Για την δεύτερη προτεινόμενη δραστηριότητα, όπου θα γίνει σε πραγματικό εργαστήριο, επιλέγεται το σύστημα ψηφιακής λήψης και απεικόνισης Multi-log. Σε υπολογιστή θα είναι εγκατεστημένο το κατάλληλο λογισμικό επικοινωνίας και ανάκτησης δεδομένων, Db-Lab 3.2, από την συσκευή Multi-log. Για την πραγματοποίηση της δραστηριότητας στο εργαστήριο φυσικών επιστημών θα χρησιμοποιήσουμε για την κατασκευή εκκρεμούς μια παραλληλόγραμμη βάση, μεταλλική ράβδο, συνδέσμους, νήμα με σφαιρίδιο ή νήμα στάθμης.

Για τις δύο δραστηριότητες θα διανεμηθούν στους μαθητές φύλλα εργασίας.

B. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Μαθησιακοί στόχοι

Οι μαθητές μετά το τέλος της διδακτικής ενότητας, με την χρήση εικονικού και πραγματικού εργαστηρίου, θα πρέπει να είναι σε θέση να:

1. διαπιστώσουν ότι στο απλό εκκρεμές το σφαιρίδιο εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση για μικρές γωνίες.
2. διαπιστώνουν πειραματικά ότι η περίοδος του απλού εκκρεμούς είναι ανεξάρτητη της μάζας του σφαιριδίου (ή της μάζας του νήματος στάθμης)
3. υπολογίζουν πειραματικά την περίοδο της ταλάντωσης του απλού εκκρεμούς.
4. ελέγχουν πειραματικά το νόμο της περιόδου του απλού εκκρεμούς.
5. υπολογίζουν την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) για την επιφάνεια της Γης αλλά και άλλων πλανητών από την προσομοίωση της κίνησης ενός εκκρεμούς.
6. υπολογίζουν την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) στη Γη σε πραγματικό εργαστήριο με βάση τις πειραματικές τιμές της περιόδου T και του μήκους L του εκκρεμούς.
7. να μπορούν να συγκρίνουν τα αποτελέσματα εικονικού και πραγματικού εργαστηρίου και να ερμηνεύσουν τυχόν αποκλίσεις.

Γενικότεροι στόχοι (Στάσεις, δεξιότητες, αξίες):

1. Η ανάπτυξη της προσωπικότητας του μαθητή, με τη καλλιέργεια ανεξάρτητης σκέψης και ικανότητας για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων.
2. Η διαρκής επαφή του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την επιστημονική μεθοδολογία (παρατήρηση, συγκέντρωση - αξιοποίηση πληροφοριών από διάφορες πηγές, διατύπωση υποθέσεων, πειραματικό έλεγχο τους, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων και ικανότητα γενίκευσης.
3. Η ανάπτυξη συνεργατικής στάσης του μαθητή

Γ. ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

1. Γραμμική αρμονική ταλάντωση.
2. Συνθήκες που πρέπει να ισχύουν ώστε ένα σώμα να εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση.
3. Σταθερά της γραμμικής αρμονικής ταλάντωσης (D).
4. Την σχέση της περιόδου στην γραμμική αρμονική $T=2\pi\sqrt{m/D}$

Δ. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Προτείνεται το διδακτικό μοντέλο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης. Οι μαθητές με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού μπορούν να διερευνήσουν τα φαινόμενα και να ανακαλύψουν την επιθυμητή γνώση, δηλαδή να ανακαλύψουν νόμους, να ερμηνεύσουν φαινόμενα, να κατανοήσουν έννοιες.

Ε. ΙΔΕΕΣ ΠΑΙΔΙΩΝ – ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΜΠΟΔΙΑ

1. Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του σφαιρίδιο του εκκρεμούς, τόσο μικρότερη είναι η περίοδος.
2. Η περίοδος μιας ελεύθερης ταλάντωσης του εκκρεμούς εξαρτάται από το πλάτος της.

ΣΤ. ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ

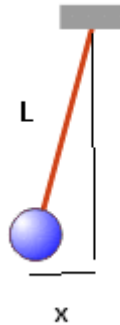
Για την πρώτη δραστηριότητα (εικονικό εργαστήριο) οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες 2 ατόμων ανά υπολογιστή στην αίθουσα πληροφορικής. Γίνεται χρήση των λογισμικού PhET (www.phet.colorado.edu), το οποίο έχει τη δυνατότητα να είναι κατεβασμένο διαδικτυακά και αποθηκευμένο στον υπολογιστή, ώστε να τρέχει offline. Εναλλακτικά, το μάθημα μπορεί να γίνει στην αίθουσα διδασκαλίας με Η/Υ και βιντεοπροβολέα.

Για την δεύτερη δραστηριότητα (πραγματικό εργαστήριο) οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες 2 ατόμων στο εργαστήριο φυσικών επιστημών για την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων. Για την συλλογή των πειραματικών δεδομένων χρησιμοποιείται το σύστημα ψηφιακής λήψης και απεικόνισης Multi-log. Στον διαθέσιμο Η/Υ του εργαστηρίου θα είναι εγκατεστημένο το κατάλληλο λογισμικό επικοινωνίας και ανάκτησης δεδομένων, Db-Lab 3.2, από την συσκευή Multi-log. Με βιντεοπροβολέα θα δείχνονται τα πειραματικά δεδομένα στους μαθητές.

Δραστηριότητα 1^η
Απλό εκκρεμές – Εύρεση της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g)
με το λογισμικό PheT

1.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Στην παρακάτω φωτογραφία έχουμε ένα απλό εκκρεμές μήκους L σε μια τυχαία θέση που σχηματίζει γωνία ϕ με την κατακόρυφη και το σφαιρίδιο μάζας m απέχει απόσταση x από τη θέση ισορροπίας.



Να σημειώσετε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο σφαιρίδιο και στη συνέχεια να αποδείξετε ότι αυτό εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Να βρείτε τη σταθερά της ταλάντωσης (D).

.....

.....

.....

.....

Πώς προβλέπετε ότι θα μεταβάλλεται η περίοδος της ταλάντωσης (T) αν αλλάξουμε
(α) τη μάζα του σώματος (m) και
(β) το μήκος του νήματος (L);
Δικαιολογήστε την άποψή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Με τα άλλα μέλη της ομάδας σου μπορεί να μην έχεις κάνει τις ίδιες προβλέψεις. Συζητείστε και σχεδιάστε μια πειραματική διαδικασία με τις υπάρχουσες προσομοιώσεις του λογισμικού PhET για να ελέγξετε αν οι προβλέψεις σας είναι σωστές:

.....

.....

.....

.....

Πριν πραγματοποιήσετε το πείραμα θα κουβεντιάσετε με όλη την τάξη την πρότασή σας ώστε όλα τα παιδιά της τάξης να συμφωνήσετε να κάνετε τον ίδιο πειραματικό έλεγχο.

1.3 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Κάνουμε κλικ στο αρχείο java με το όνομα *Pendulum-Lab*.

1. Αφήνουμε το μήκος του εκκρεμούς στα 2m διαλέγουμε τη μάζα m της σφαίρας στα 0.5kg.
2. Με το ποντίκι μετακινούμε τη μάζα του εκκρεμούς στις 10 μοίρες (deg) και την αφήνουμε να κάνει ταλάντωση.
3. Τσεκάρουμε την φωτοπύλη (*photogate timer*) και κάνουμε κλικ στην έναρξη (*start*).
4. Σημειώνουμε την περίοδο T .
5. Πατάμε αρχικοποίηση (*reset*) και επαναλαμβάνουμε τα βήματα 1 ως 5 με μάζες 1, 1.5 και 2kg.
6. Συμπληρώνουμε τον πίνακα.

m (kg)	0.5	1	1.5	2
T (sec)				

Συμπέρασμα: Είχατε προβλέψει ότι η περίοδος T του απλού εκκρεμούς από την μάζα του εκκρεμούς και από το πείραμα διαπιστώνεις ότι.....

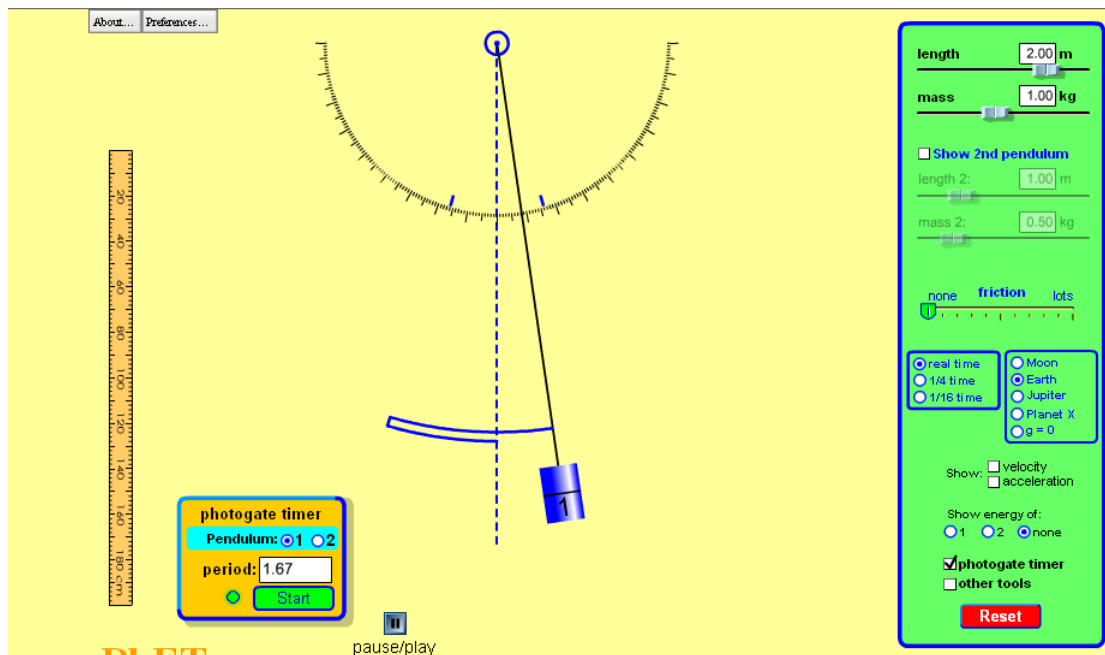
7. Στη συνέχεια αφήνουμε σταθερή τη μάζα του εκκρεμούς στο 1kg και ρυθμίζουμε το μήκος του στο 0.5m.
8. Με το ποντίκι μετακινούμε τη μάζα του εκκρεμούς στις 10 μοίρες (deg) και την αφήνουμε να κάνει ταλάντωση
9. Τσεκάρουμε την φωτοπύλη (*photogate timer*) και κάνουμε κλικ στην έναρξη (*start*).
10. Σημειώνουμε την περίοδο T .
11. Πατάμε αρχικοποίηση (*reset*) και επαναλαμβάνουμε τα βήματα 1 ως 5 με μήκη 1, 1.5 και 2m.
12. Συμπληρώνουμε τον πίνακα.

L (m)	0.5	1	1.5	2
T (sec)				

Συμπέρασμα: Είχατε προβλέψει ότι η περίοδος T του απλού εκκρεμούς από το μήκος του εκκρεμούς και από το πείραμα διαπιστώνεις ότι.....

Να αποδείξετε από τα πειραματικά δεδομένα ότι ο τύπος που δίνει την περίοδο στο απλό εκκρεμές είναι $T=2\pi\sqrt{L/g}$

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



Σχήμα 1. Προσομοίωση στο PhET

Διαδικασία εύρεση της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g)

Λύνοντας τον τύπο της περιόδου ως προς g βρίσκουμε ότι:

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

Τον παραπάνω τύπο μπορούμε να τον χρησιμοποιήσουμε για να βρούμε την επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης αλλά και σε άλλους πλανήτες που επιτρέπει η προσομοίωση του προγράμματος.

Ρυθμίζουμε το μήκος του εκκρεμούς $L=1\text{m}$ και τη μάζα του σφαιριδίου $m=1\text{kg}$.

Μετακινούμε το σφαιρίδιο στις 10 μοίρες (deg) και αφήνουμε να εκτελέσει ταλάντωση.

Σημειώνουμε την περίοδο της ταλάντωσης για κάθε πλανήτη και στη συνέχεια υπολογίζουμε την αντίστοιχη επιτάχυνση τη βαρύτητας.

	Γη	Σελήνη	Δίας	Πλανήτη X
T (s)				
g (m/s ²)				

Γράψτε τις παρατηρήσεις που έχετε να κάνετε:

.....

.....

Ποια είναι τα συμπεράσματα σας;

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 2^η

Μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) με το απλό εκκρεμές με την χρήση του Συστήματος Συγχρονικής Λήψης – Απεικόνισης Multilog και το λογισμικό DB-Lab

2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Με τα άλλα μέλη συζητείστε και σχεδιάστε μια πειραματική διαδικασία με την χρήση του Multi-log και του συνοδευτικού λογισμικού Db-lab:

(α) για να επιβεβαιώσετε ότι η σχέση του τετραγώνου της περιόδου T είναι ανάλογη του μήκους L του απλού εκκρεμούς και

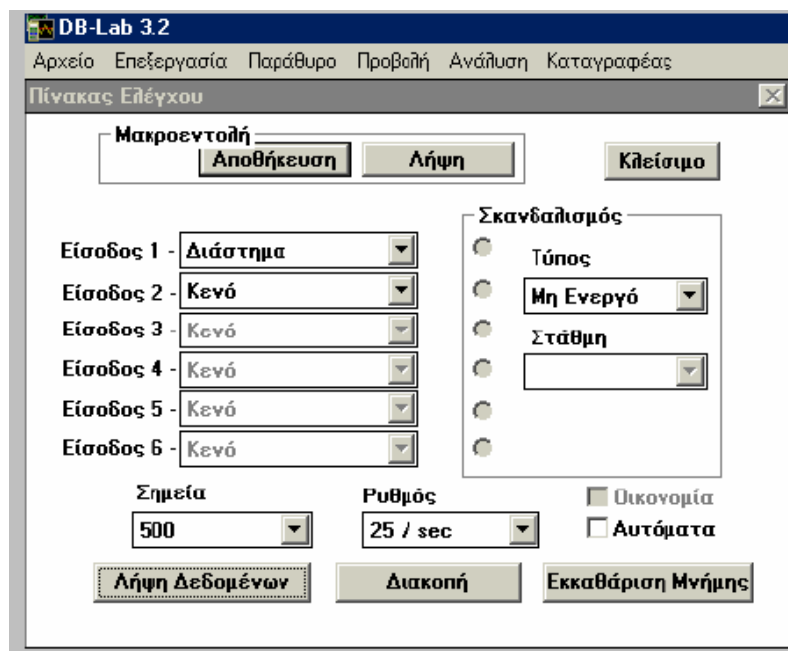
(β) να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας g .

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

Πριν πραγματοποιήσετε το πείραμα θα κουβεντιάσετε με όλη την τάξη την πρότασή σας ώστε όλα τα παιδιά της τάξης να συμφωνήσετε να κάνετε τον ίδιο πειραματικό έλεγχο.

2.2 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

1. Πραγματοποιούμε την διάταξη του απλού εκκρεμούς (παράλληλόγραμμη βάση, μεταλλική ράβδος, σύνδεσμοι, νήμα με σφαιρίδιο ή νήμα στάθμης).
2. Τοποθετούμε τον αισθητήρα της απόστασης 50-60 cm ακριβώς απέναντι από το σφαιρίδιο ή το άκρο του νήματος στάθμης και τον συνδέουμε με τον υποδοχέα εισόδου I/O-1 του καταγραφέα δεδομένων Multi-log.
3. Συνδέουμε τον Multi-log μέσω της θύρας εισόδου στον υπολογιστή στον οποίο έχουμε ήδη εγκαταστήσει το λογισμικό DB-Lab.



Σχήμα 2.

4. Ανοίγουμε το Multi-log (θέση ON) και ακολουθούμε την διαδικασία στην οθόνη του υπολογιστή (σχήμα 2)

A) Ανοίγουμε το λογισμικό DB-Lab. Στην οθόνη επιλέγουμε το μενού «Καταγραφείας»

B) Ανοίγουμε το παράθυρο «Πίνακας Ελέγχου» και στην «είσοδο 1» επιλέγουμε το «Διάστημα». Οι άλλες είσοδοι παραμένουν «κενές».

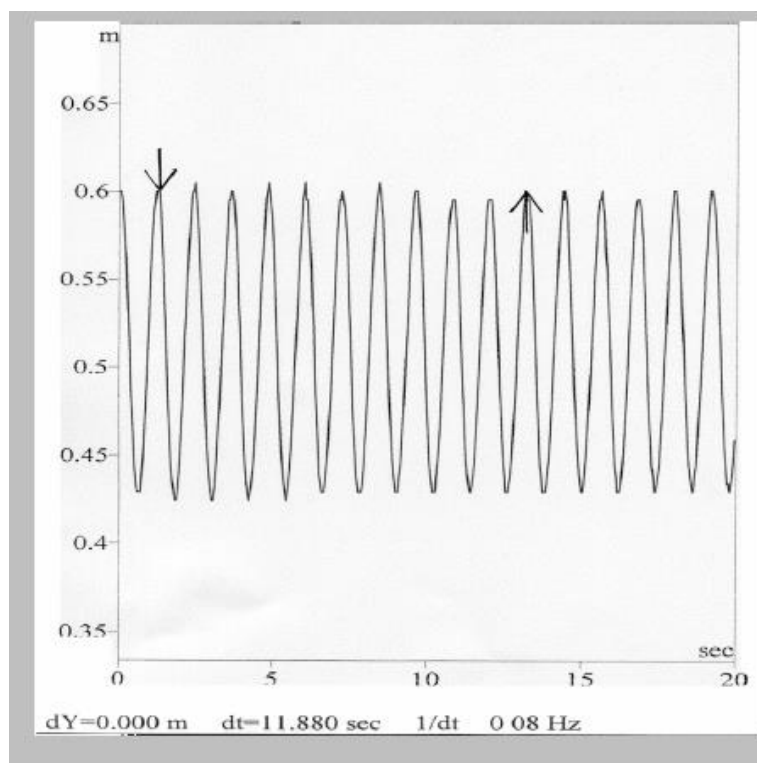
Γ) Επιλέγουμε 500 «σημεία» και «ρυθμό» 25/s.

5. Χρησιμοποιώντας τη μετροταινία, μετρούμε με ακρίβεια το μήκος του νήματος μέχρι το κέντρο του σφαιριδίου αρχίζοντας από το 1m και καταχωρούμε την τιμή του στον πίνακα 1.

6. Απομακρύνουμε το σφαιρίδιο από τη θέση ισορροπίας του, ώστε το νήμα να σχηματίζει γωνία μικρότερη των 10 μοιρών με την κατακόρυφη, και το αφήνουμε ελεύθερο. Στο επίπεδο ταλάντωσης πρέπει να βρίσκεται το «μάτι» του αισθητήρα, ενώ αντιθέτως ο ορθοστάτης και οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο πρέπει να βρίσκονται μακριά από το οπτικό πεδίο του αισθητήρα.

7. Καθώς το εκκρεμές ταλαντώνεται ενεργοποιούμε τον αισθητήρα πατώντας τη «Λήψη δεδομένων». Στην οθόνη εμφανίζεται η απεικόνιση της ταλάντωσης (σχήμα 3).

Μετρούμε το χρόνο που χρειάζεται για να εκτελέσει δέκα (10) πλήρεις αιωρήσεις. Ο καθορισμός των 10 ταλαντώσεων γίνεται με διπλό αριστερό κλικ του ποντικιού πρώτα στην μια κορυφή της ταλάντωσης και μετά στην επόμενη που απέχει 10 περιόδους. Προσέχουμε ώστε οι δύο επιλεγμένες κορυφές που δείχνουν το πλάτος της ταλάντωσης να έχουν την ίδια τεταγμένη ($dY=0.000$) όπως φαίνεται στο κάτω μέρος της απεικόνισης. Ακριβώς δίπλα στο dY καταγράφεται ο χρόνος dt των 10 ταλαντώσεων. Καταχωρούμε την τιμή του στον Πίνακα 1.



Σχήμα 3

8. Μεταβάλλουμε το μήκος του νήματος ώστε να είναι 90 cm. Μετρούμε με ακρίβεια και επαναλαμβάνουμε τα προηγούμενα βήματα 6 και 7, μεταβάλλοντας το μήκος του νήματος κατά 10 cm, μέχρι τα 60 cm.

9. Με βάση τα πειραματικά δεδομένα συμπληρώνουμε τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα 1.

10. Τοποθετούμε στο σύστημα αξόνων $T^2 - L$ τα σημεία που προκύπτουν από τις αντίστοιχες πειραματικές τιμές του πίνακα 1. Σχεδιάζουμε την ευθεία και όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων.

Η σχέση του T^2 με το L είναι γραμμική;

.....

Τι συμπεραίνουμε σχετικά με την ισχύ του νόμου του εκκρεμούς $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$;

.....

11. Υπολογίζουμε από το διάγραμμα την κλίση (k) της ευθείας που έχουμε σχεδιάσει.

Σύμφωνα με τη σχέση $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}L$ η κλίση της ευθείας είναι ίση με το συντελεστή $4\pi^2/g$ του L . Επομένως ισχύει:

$$g = \frac{4\pi^2}{k}$$

Από την παραπάνω σχέση υπολογίζουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας g . Συγκρίνουμε την πειραματική τιμή με την θεωρητική τιμή $g_{\text{θεωρ}}=9,81\text{m/s}^2$, που αναφέρεται στο σχολικό βιβλίο.

Πόσο της % είναι η απόκλιση της πειραματικής τιμής από την θεωρητική $g_{\text{θεωρ}}$; Τι συμπεραίνουμε για την πειραματική διαδικασία;

.....

12. Από τις πειραματικές τιμές του Πίνακα 1 για το g , υπολογίζουμε τη μέση τιμή του της επιτάχυνσης της βαρύτητας g .

Συγκρίνουμε τη μέση τιμή του g με την τιμή που βρήκαμε από την επεξεργασία του διαγράμματος $T^2 - L$.

.....

Κάνουμε σύγκριση και αξιολόγηση των δύο μεθόδων. Τι συμπεραίνουμε;

.....

Πίνακας 1

Μήκος νήματος L (m)	Χρόνος 10 ταλαντώσεων t (s)	Περίοδος T (s)	Τετράγωνο περιόδου T^2 (s ²)	Επιτάχυνση της βαρύτητας g (m/s ²)

