ΑΠΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ - ΜΕΛΕΤΗ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ
(με τη βοήθεια του ΣΣΛ-Α LabPro™) **Γ. Κουρούκλης**

Στόχοι:

Με τη βοήθεια των γραφικών παραστάσεων των ταλαντώσεων μέσω του ΣΣΛ-Α και για διαφορετικές μάζες, ο μαθητής αποκτά δεξιότητες με το:

Να επεξεργάζεται τα εργαστηριακά αποτελέσματα και να σχεδιάζει διαγράμματα.

Να μετράει τη περίοδο και να επιβεβαιώνει ότι αυτή αυξάνεται με την μάζα του σώματος.

Να επιβεβαιώνει ότι η ασκούμενη δύναμη από το ελατήριο στο σώμα είναι ανάλογη της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του.

Να υπολογίζει την σταθερά του ελατηρίου.

Εισαγωγικές γνώσεις:

Η απλή αρμονική ταλάντωση είναι μια ειδική περίπτωση γραμμικής ταλάντωσης στην οποία η απομάκρυνση ψ του σώματος από τη θέση ισορροπίας δίνεται από τη σχέση : $\psi = \psi_0 \eta\mu\omega t$ όπου ψ_0 το **πλάτος** της ταλάντωσης και ω η **γωνιακή συχνότητα**. Για την παραγωγή της γ.α.τ. πρέπει να ισχύει η σχέση $F = -F_0\ \eta\mu\omega t$ όπου F η συνολική δύναμη που δέχεται το σώμα και είναι υπεύθυνη για την επιτάχυνση του και ονομάζεται **δύναμη επαναφοράς.** Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι $F = -D.\psi$
Η σταθερά αναλογίας D καλείται **σταθερά επαναφοράς,** εξαρτάται από τη μάζα του σώματος και δίνεται από τη σχέση $D = m\ .\omega^2$

Από τη σχέση αυτή βρίσκεται η περίοδος της ταλάντωσης ίση με $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$.

Υψώνοντας τη σχέση αυτή στο τετράγωνο προκύπτει: $T^2 = \frac{4\pi^2}{D} m$

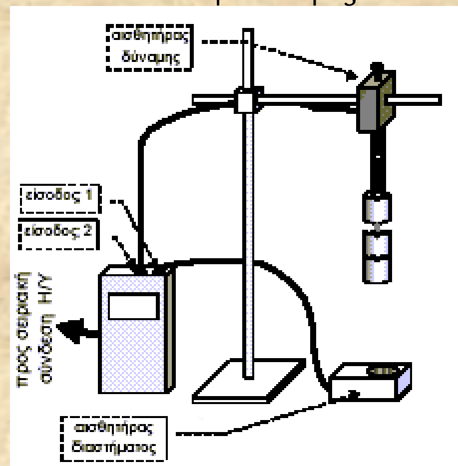
δηλαδή η περίοδος στο τετράγωνο είναι ανάλογη της μάζας του σώματος. Αν για διάφορες τιμές μαζών μετρήσουμε πειραματικά τις περιόδους, από την κλίση της γραφικής παράστασης $T^2 = f(m)$ μπορούμε να υπολογίσουμε την σταθερά D.

Απαραίτητα όργανα και συσκευές:

1. Σύστημα συγχρονιστικής λήψης και απεικόνισης Logger ProGr με αισθητήρα θέσης και αισθητήρα δύναμης
2. ηλεκτρονικός υπολογιστής
3. εκτυπωτής
4. βιντεοπροβολέας
5. βάση στήριξης
6. ράβδος μεταλλική 0,80m
7. ράβδος μεταλλική 0,30m
8. 2 σύνδεσμοι απλοί
9. ελατήριο σταθεράς της τάξης των 30 N/m(*)
10. κυλινδρικά σώματα με μάζες 50, 100, 150 και 200 g.

Πειραματική διαδικασία:

1. Πραγματοποιείστε τη διάταξη της εικόνας **1(*).** Επιλέξτε σώμα με μάζα 200 g και τοποθετείστε την σε ύψος 60 cm περίπου πάνω από τον αισθητήρα της απόστασης.



Εικόνα 1

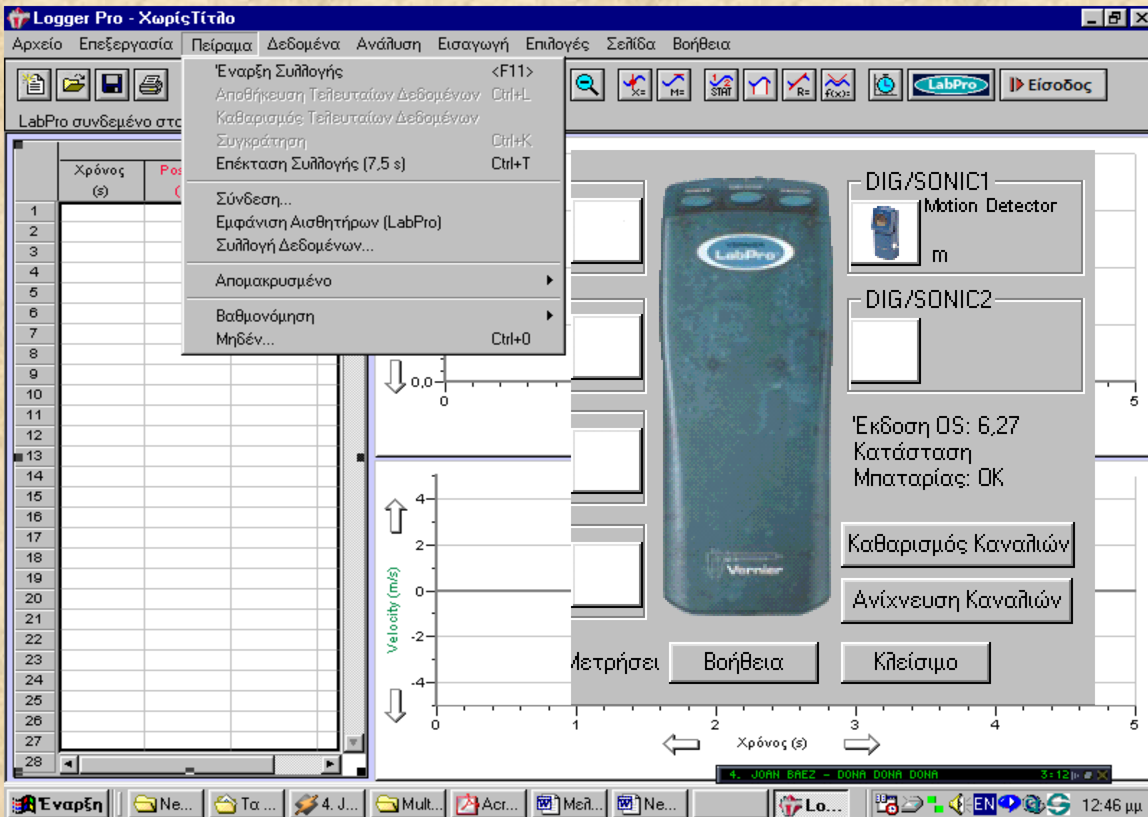
Συνδέστε τον αισθητήρα θέσης στην πρώτη, (DIG/SONIC 1) από τις δυο υποδοχές αισθητήρων του καταγραφέα (LabPro™) που βρίσκονται στη δεξιά πλευρά του.

2. Συνδέστε τον καταγραφέα (LabPro™) του ΣΣΛΑ LoggerProGr με υπολογιστή, στον οποίο έχει εγκατασταθεί το λογισμικό του συστήματος LoggerPro.
3. Ανοίξτε τον καταγραφέα (LabPro™) και ακολουθείστε τη διαδικασία στην οθόνη του υπολογιστή:

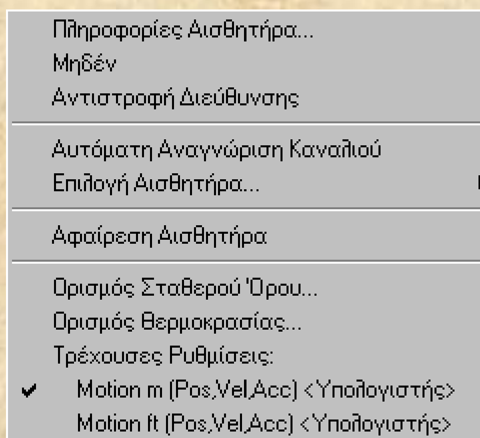
A) Ανοίξτε το λογισμικό LoggerProGr. Από το μενού εντολών **πείραμα[1]** του συστήματος επιλέξτε την εντολή **εμφάνιση αισθητήρων**. Στο παράθυρο **αισθητήρες** και στο κανάλι (θύρα) DIG/SONIC 1, φαίνεται ενεργοποιημένος ο αισθητήρας θέσης (Εικόνα 2). Πατήστε αριστερό κλικ στο εικονίδιο του αισθητήρα απόστασης και στο παράθυρο που εμφανίζεται (Εικόνα 3)επιλέξτε **μηδέν** και αμέσως **κλείσιμο.** Με τη ρύθμιση αυτή ο αισθητήρας θεωρεί μηδενική την απόστασή του από το σώμα, όταν αυτή βρίσκεται στη θέση ισορροπίας.

B.) Κλείστε το παράθυρο **αισθητήρες** και από το μενού **πείραμα** επιλέξτε **συλλογή δεδομένων[2]**. Στο παράθυρο που εμφανίζεται ρυθμίστε στη **βάση χρόνου** 15 δευτερόλεπτα και **ρυθμό δειγματοληψίας** 25 δείγματα (μετρήσεις) ανά δευτερόλεπτο (συνολικός αριθμός δειγμάτων 375) και πατήστε **ολοκληρώθηκε**. (Εικόνα 4).

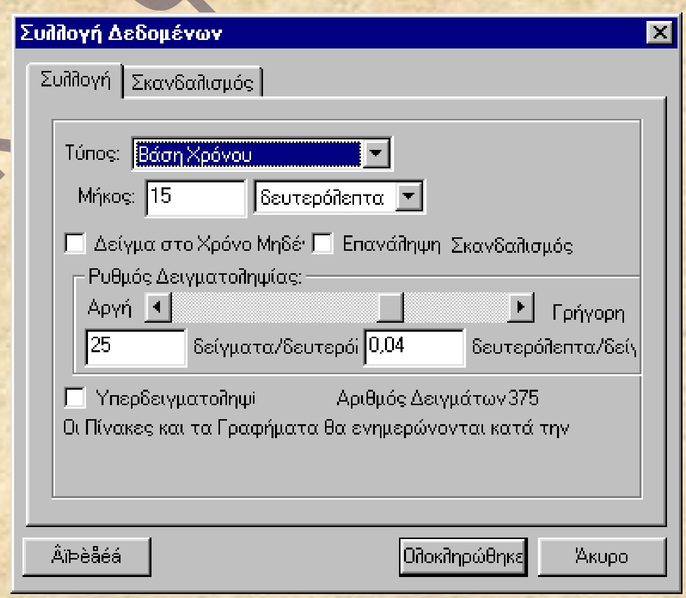
4. Με το σώμα στη θέση ισορροπίας και από το μενού **πείραμα** επιλέξτε **έναρξη συλλογής[3].** Στην οθόνη και στο διάγραμμα θέσης – χρόνου γράφεται μια ευθεία που πρέπει να εφάπτεται στον άξονα των χρόνων. Αν δεν συμβαίνει αυτό, μετακινείστε λίγο τον αισθητήρα, ώστε να στοχεύει καλύτερα τη μάζα και επαναλάβετε τη μέτρηση.
5. Θέστε το σώμα σε ταλάντωση πλάτους περίπου (5-10) cm και μετά από μερικές ταλαντώσεις (έτσι ώστε να σταματήσουν οι οριζόντιες δονήσεις και η



Εικόνα 2



Εικόνα 3

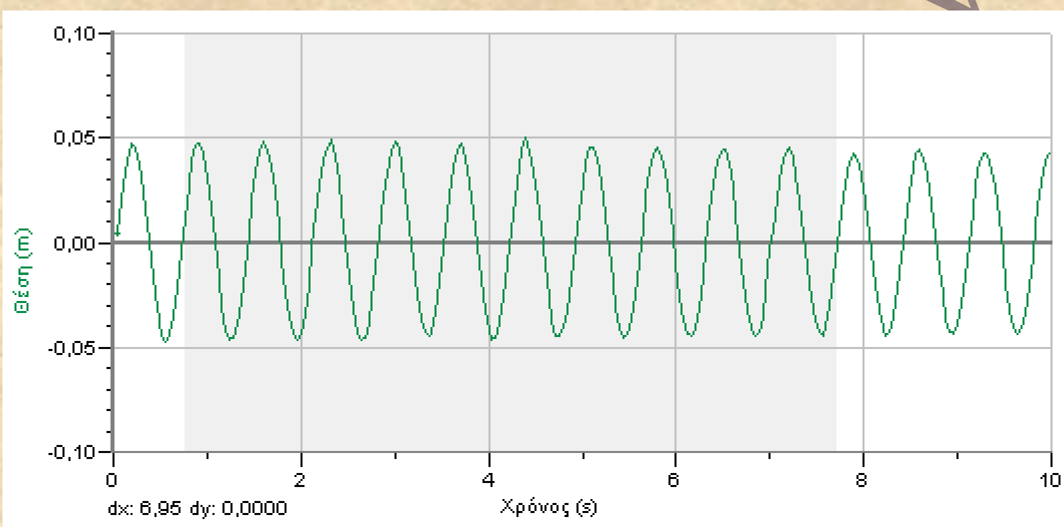


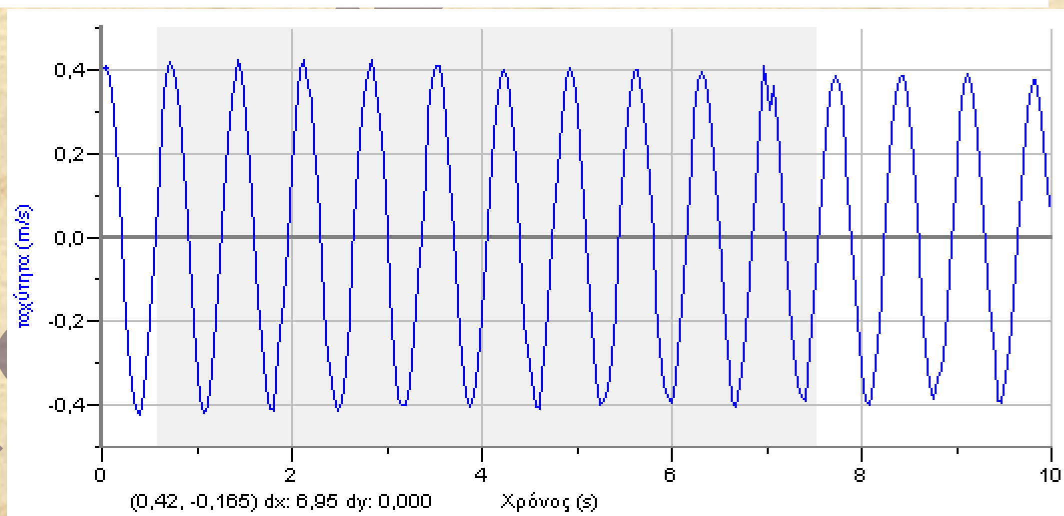
Εικόνα 4

ταλάντωση του συστήματος να γίνει κανονική) επιλέξτε **έναρξη συλλογής.** Στην οθόνη παρατηρείστε ότι εξελίσσεται η ταλάντωση, στο πρώτο γράφημα φαίνεται το διάγραμμα θέσης – χρόνου(**) και στο δεύτερο εκείνο της ταχύτητας – χρόνου. (Εικόνα 5**).**

6. ***Υπολογισμός περιόδου από το διάγραμμα.*** Για να υπολογίσετε την περίοδο από το διάγραμμα που βλέπετε στην οθόνη πρέπει να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα. 1) Από το πείραμα επιλέξτε αποθήκευση τελευταίων δεδομένων. Φέρτε το

δείκτη του ποντικιού (σχήμα βέλους) πάνω στον τίτλο του άξονα θέση και παρατηρείστε, ότι κάτω και δεξιά από το βελάκι σχηματίζεται το γράμμα y, τότε πατήστε αριστερό κλικ και στο μενού που εμφανίζεται επιλέξτε **επιπλέον**, στο παράθυρο που εμφανίζεται και στη θέση της κλίμακας επιλέξτε **μη αυτόματη.** Σημειώστε 0.1 μέγιστο και -0,1 ελάχιστο και πατήστε **ο.κ .** Επαναλάβετε το ίδιο για το διάγραμμα της ταχύτητας, επιλέγοντας μέγιστο 0,4 και ελάχιστο -0.4. 2)Παρατηρείστε ότι, το βελάκι του ποντικιού, μέσα στο διάγραμμα, παίρνει το σχήμα σταυρού, ενώ κάτω αριστερά το ζευγάρι τιμών, που εμφανίζεται, αντιστοιχεί στις συντεταγμένες της θέσης που βρίσκεται το ποντίκι, αν πατήσουμε αριστερό κλικ και σύρουμε δημιουργείται μια ταινία και κάτω αριστερά, εκτός του ζευγαριού των συντεταγμένων, φαίνονται και οι διαφορές των συντεταγμένων μεταξύ του σημείου που ξεκίνησε η ταινία και του τελικού.
Στην Εικόνα 5 έχει δημιουργηθεί μια τέτοια ταινία, που το πλάτος της αντιστοιχεί





Εικόνα 5

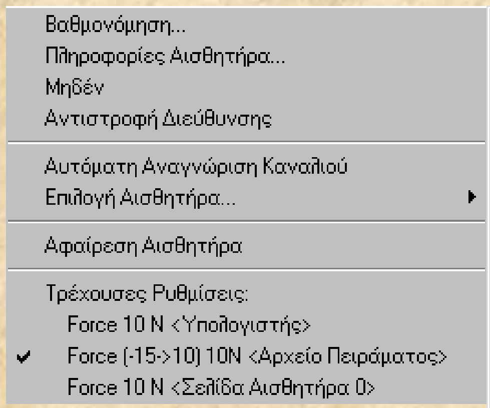
σε 10 περιόδους, κάτω και αριστερά σε κάθε διάγραμμα διαβάζω dx = 6,95 περίπου , που δεν είναι τίποτε άλλο παρά ο χρόνος 10 περιόδων σε (s). Επομένως η περίοδος της ταλάντωσης είναι T=0,695s. Πατώντας αριστερό κλικ στην περιοχή του διαγράμματος, η ταινία εξαφανίζεται. Καταγράψτε τις μετρήσεις στον πίνακα **Α**. Μια πρώτη παρατήρηση που αφορά την περίοδο. Από τα διαγράμματα φαίνεται ότι θέση και ταχύτητα έχουν την ίδια περίοδο.

7. Τοποθετείστε το σώμα με μάζα 150g και επαναλάβετε την ταλάντωση. Υπολογίστε τη νέα περίοδο T_2 και καταγράψτε την τιμή της στον πίνακα **Α**. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία με τα σώματα μαζών 250g και 300g.
8. Από την κλίση της γραφικής παράστασης T^2 =f(m) που πρέπει να είναι ευθεία η οποία περνά από την αρχή των αξόνων, υπολογίστε την σταθερά **k** του ελατηρίου.

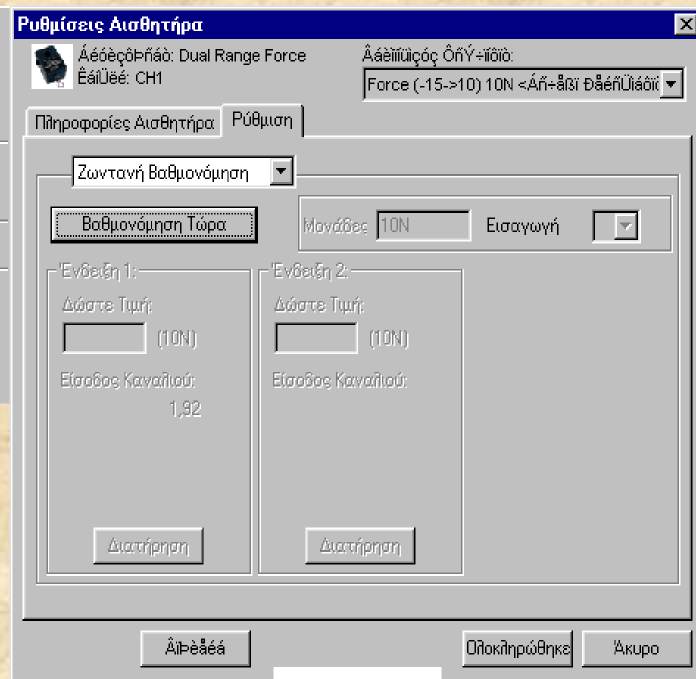
9. Συνδέστε τώρα και τον αισθητήρα της δύναμης, στην πρώτη (CH1) από τις τέσσερις υποδοχές αισθητήρων του καταγραφέα (LabPro™) που βρίσκονται στην αριστερή πλευρά του και ενεργοποιήστε τον.
Στο σημείο αυτό και για τη συνέχεια της πειραματικής διαδικασίας ενδείκνυται να κάνετε στον αισθητήρα την παρακάτω ρύθμιση:
Κρεμάστε το σώμα με μάζα 200g και από το μενού εντολών **πείραμα** του συστήματος επιλέξτε την εντολή **εμφάνιση αισθητήρων**. Στο παράθυρο **αισθητήρες** φαίνονται ενεργοποιημένοι και οι δυο αισθητήρες στις αντίστοιχες θέσεις.(Εικόνα 6)

Εικόνα 6

α.) Πατήστε αριστερό κλικ στο εικονίδιο του αισθητήρα δύναμης και στο παράθυρο που εμφανίζεται (Εικόνα 7)επιλέξτε **βαθμονόμηση.** Στο νέο παράθυρο (Εικόνα 8), πατήστε κλικ στο **Βαθμονόμηση τώρα** , δώστε τιμή μηδέν στην ένδειξη 1 και πατήστε **διατήρηση.** Προσθέστε στο ελατήριο ακόμη ένα σώμα με γνωστή μάζα Π.χ 300g (2.94N)και όταν ηρεμίσει, δώστε τιμή υποδεκαπλάσια του βάρους του (0,294N) στην ένδειξη 2. Πατήστε **διατήρηση** και **ολοκληρώθηκε**. Αυτό είναι απαραίτητο να γίνει για δυο λόγους ι) ο αισθητήρας δύναμης θα δείχνει μηδέν στη θέση ισορροπίας του συστήματος και ιι) Όταν θα μεταφέρετε, στο ίδιο διάγραμμα και τις δύο συναρτήσεις y=f (t) και F=f (t) να μπορείτε να κάμετε τις συγκρίσεις.

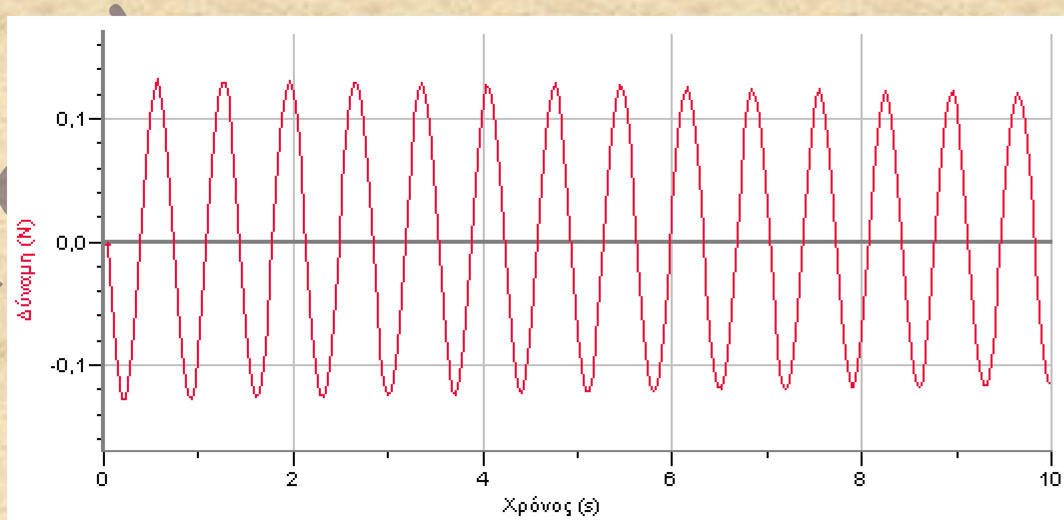


Εικόνα 7

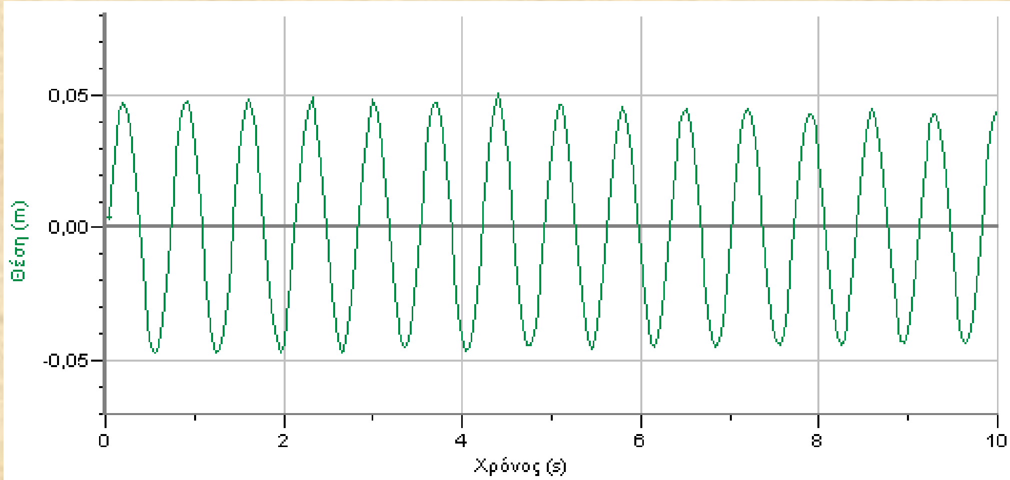


Εικόνα 8

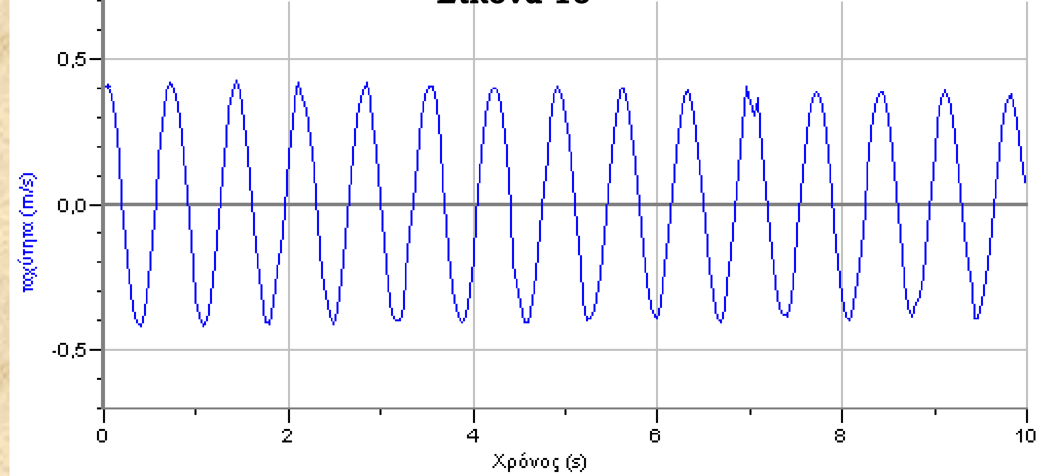
10. Θέστε το σώμα με μάζα 200g σε ταλάντωση πλάτους περίπου (5-10) cm και, μέχρι να σταματήσουν οι οριζόντιες δονήσεις, ώστε η ταλάντωση του συστήματος να γίνει κανονική, από το μενού **πείραμα** επιλέξτε **συλλογή δεδομένων.** Στο παράθυρο που εμφανίζεται ρυθμίστε στη **βάση χρόνου** 10 δευτερόλεπτα και **ρυθμό δειγματοληψίας** 25 δείγματα (μετρήσεις) ανά δευτερόλεπτο (συνολικός αριθμός δειγμάτων 250) πατήστε **ολοκληρώθηκε,** ξανά **πείραμα** και **συλλογή δεδομένων**. Στην οθόνη παρατηρείτε ότι εξελίσσεται η ταλάντωση, στο πρώτο γράφημα φαίνεται το διάγραμμα δύναμης–χρόνου, στο δεύτερο το διάγραμμα θέσης – χρόνου και στο τρίτο εκείνο της ταχύτητας – χρόνου. Τα παραπάνω διαγράμματα αφού υποστούν κατάλληλη επεξεργασία (αλλαγή κλίμακας, με τον τρόπο που περιγράψαμε), είναι αυτά που φαίνονται στις Εικόνες 9,10και 11



Εικόνα 9

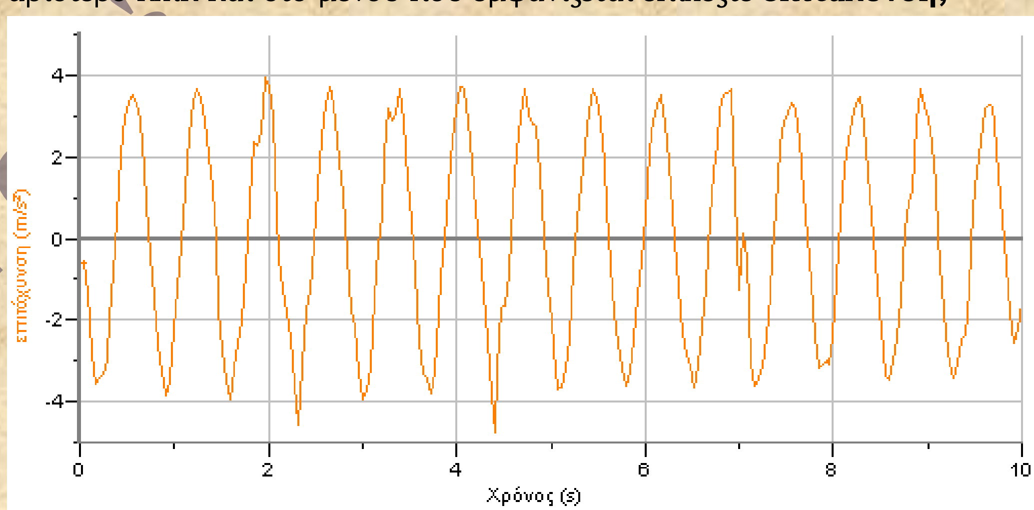


Εικόνα 10



Εικόνα 11

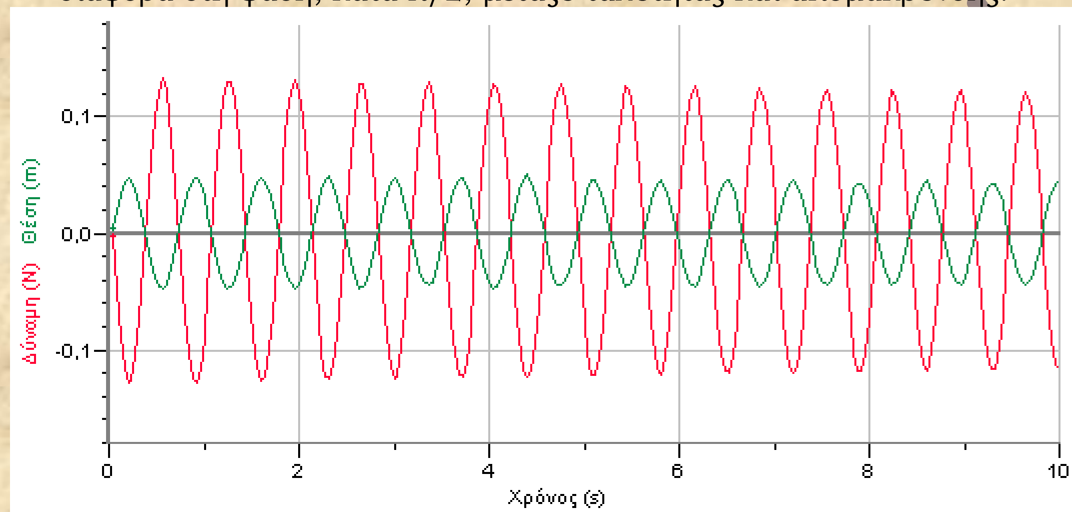
11. Πρέπει να αναφέρουμε πως το σύστημα σας δίνει και τις παρακάτω δυνατότητες:
   - Να δημιουργήσετε το **διάγραμμα επιτάχυνσης – χρόνου.** Φέρτε το δείκτη του ποντικιού (σχήμα βέλους) πάνω στον τίτλο του άξονα *θέση* και παρατηρείστε, ότι κάτω και δεξιά από το βελάκι σχηματίζεται το γράμμα y, τότε πατήστε αριστερό κλικ και στο μενού που εμφανίζεται επιλέξτε **επιτάχυνση,**



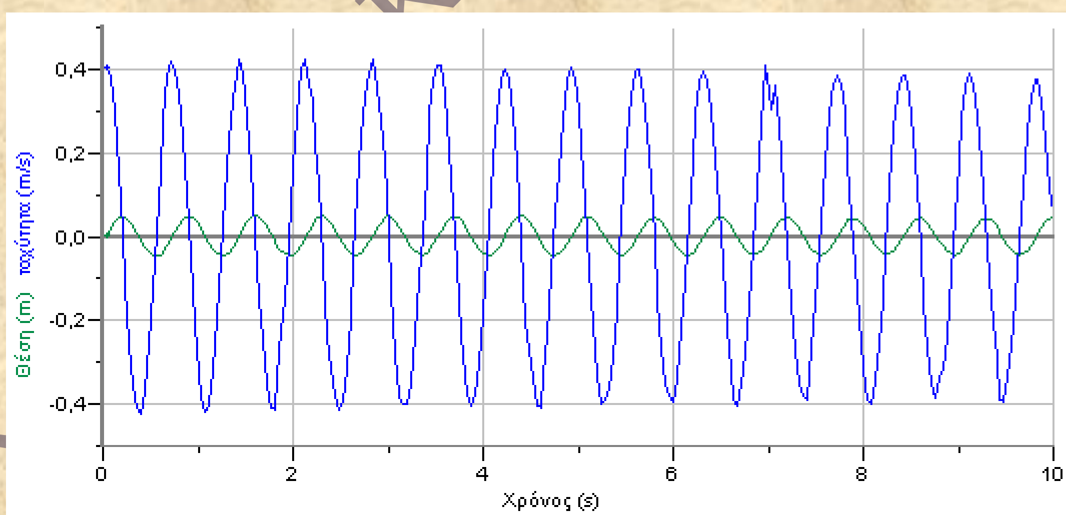
Εικόνα 12

παρατηρείστε ότι στη θέση του διαγράμματος θέσης – χρόνου δημιουργείται το διάγραμμα επιτάχυνσης – χρόνου, που μετά την αλλαγή κλίμακας είναι αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 12.

- Να πάρετε τα διαγράμματα ανά δύο σε κοινούς άξονες. **Δύναμη και θέση μαζί**. Φέρτε το δείκτη του ποντικιού (σχήμα βέλους) πάνω στον τίτλο του άξονα *δύναμη* και παρατηρείστε, ότι κάτω και δεξιά από το βελάκι σχηματίζεται το γράμμα y, τότε πατήστε αριστερό κλικ και στο μενού που εμφανίζεται επιλέξτε **επιπλέον.** Στο παράθυρο **ίχνη άξονα y** τσεκάρουμε *δύναμη* και *θέση* και πατάμε **ο.κ** .Μετά από την επεξεργασία κλίμακας παίρνουμε την εικόνα 13. **Θέση και ταχύτητα μαζί** (εικόνα 14) κ.ο.κ. Στα διαγράμματα αυτά φαίνεται καθαρά η αντίθεση φάσης μεταξύ της δύναμης και της απομάκρυνσης και η διαφορά στη φάση, κατά π/2, μεταξύ ταχύτητας και απομάκρυνσης.

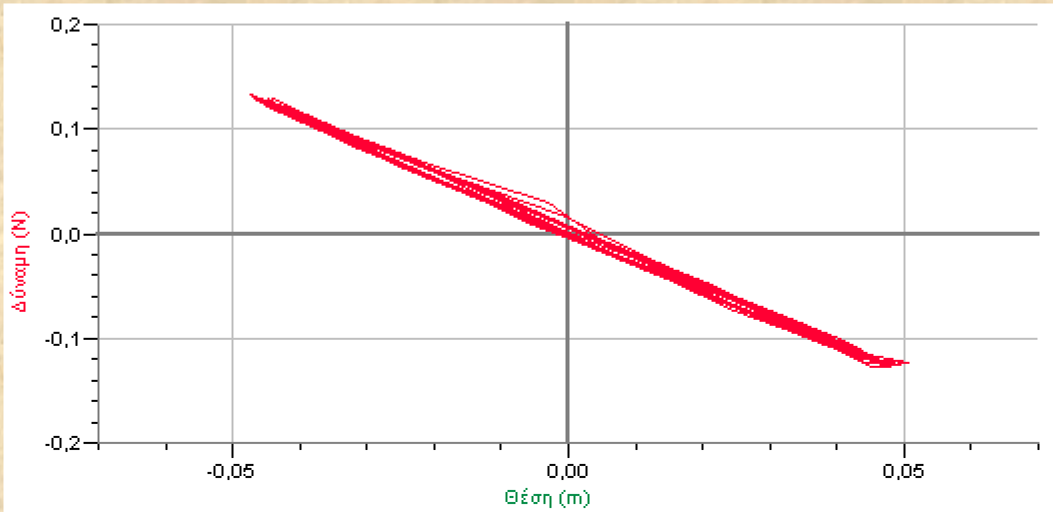


Εικόνα 13. Φαίνεται καθαρά η αντίθεση στη φάση μεταξύ της δύναμης και της απομάκρυνσης



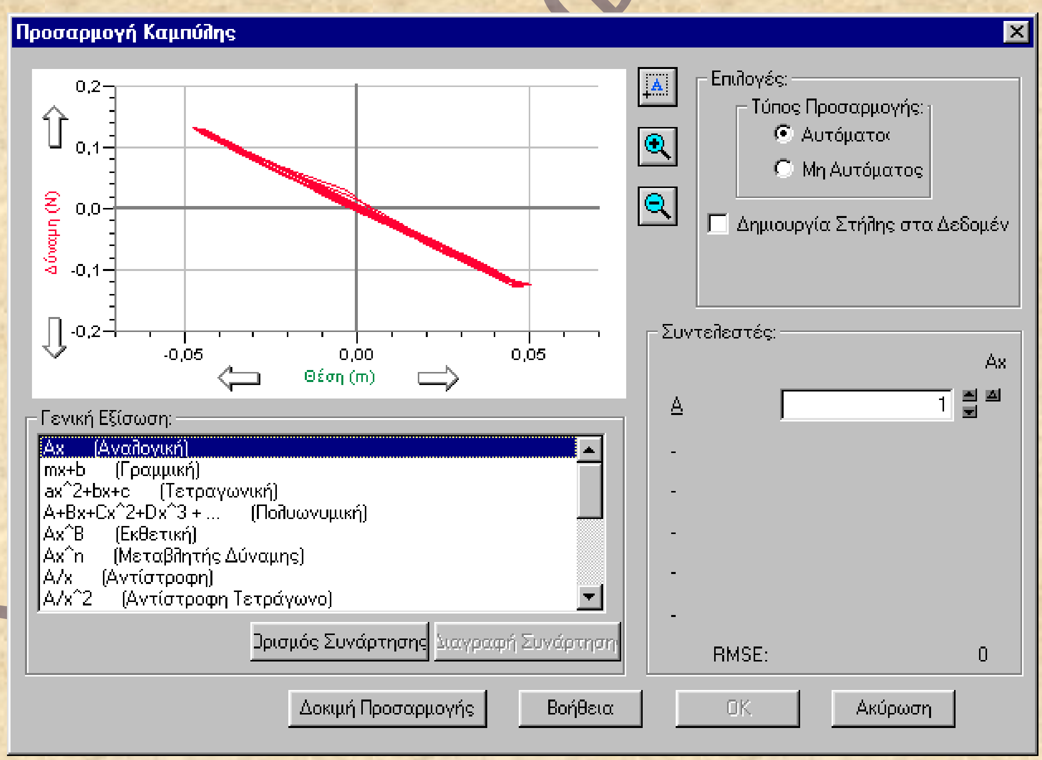
Εικόνα 14. Φαίνεται καθαρά η διαφορά στη φάση μεταξύ της ταχύτητας και της απομάκρυνσης

- Επίσης μπορείτε να πάρετε και το διάγραμμα δύναμης – θέσης. Στο διάγραμμα δύναμης – χρόνου, φέρτε το δείκτη του ποντικιού (σχήμα βέλους) πάνω στον τίτλο του άξονα χρόνος και παρατηρείστε, ότι κάτω και δεξιά από το



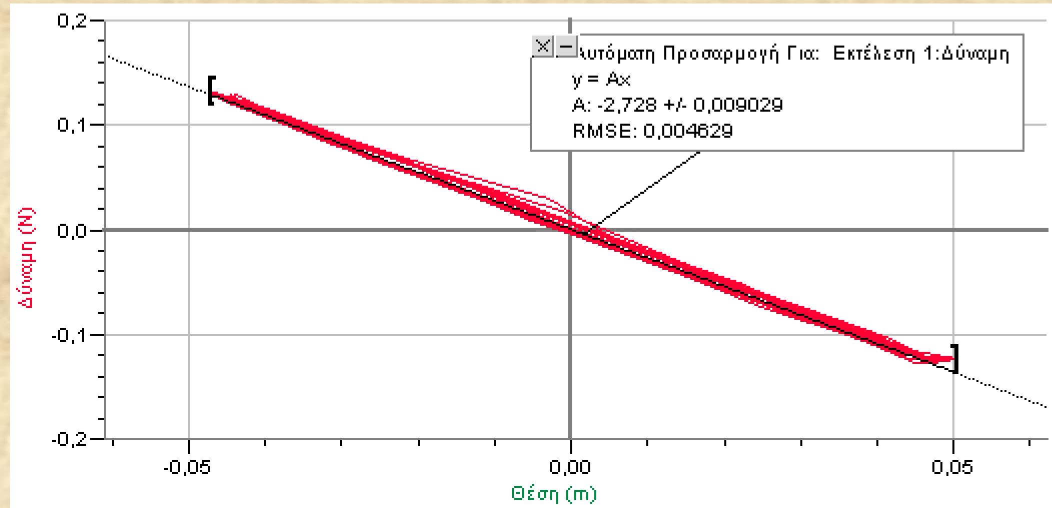
Εικόνα 15

βελάκι σχηματίζεται το γράμμα x, τότε πατήστε αριστερό κλικ και στο μενού που εμφανίζεται επιλέξτε *θέση*, ρυθμίζουμε την κλίμακα, στους δυο άξονες, με τον γνωστό τρόπο και παίρνουμε το διάγραμμα της Εικόνας 15, στο οποίο πράγματι φαίνεται η γραμμική σχέση που συνδέει τα δυο μεγέθη. Το σύστημα σας δίνει τη



Εικόνα 16

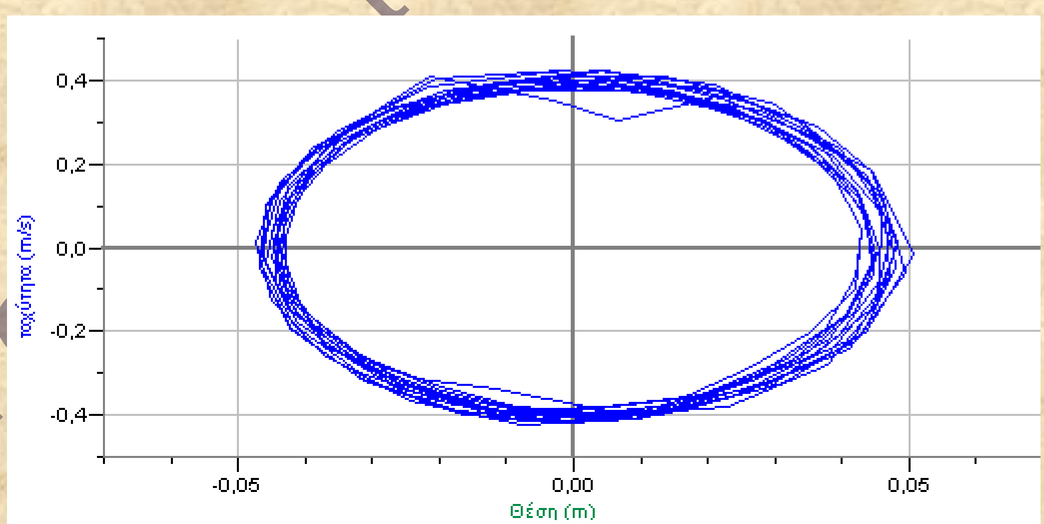
δυνατότητα να υπολογίσετε την κλίση αυτής της ευθείας, που είναι και η σταθερή **κ,** του ελατηρίου. Από το μενού **ανάλυση** επιλέξτε **προσαρμογή καμπύλης** και στο παράθυρο που εμφανίζεται (εικόνα 16), τσεκάρετε **Ax (Αναλογική)** , πατήστε **Δοκιμή Προσαρμογής** και **ο.κ.**



Εικόνα 17

Το πρόγραμμα θα αναγράψει τη βέλτιστη αναλογική συνάρτηση y=Ax που προσαρμόζεται στα πειραματικά σημεία (Εικόνα 17) στην οποία διαβάζουμε A=-2,728 που δεν είναι παρά η τιμή της σταθεράς του ελατηρίου D/10 (Θυμήσου την βαθμονόμηση) σε N/m. Δηλ. D=-27.28 N/m.

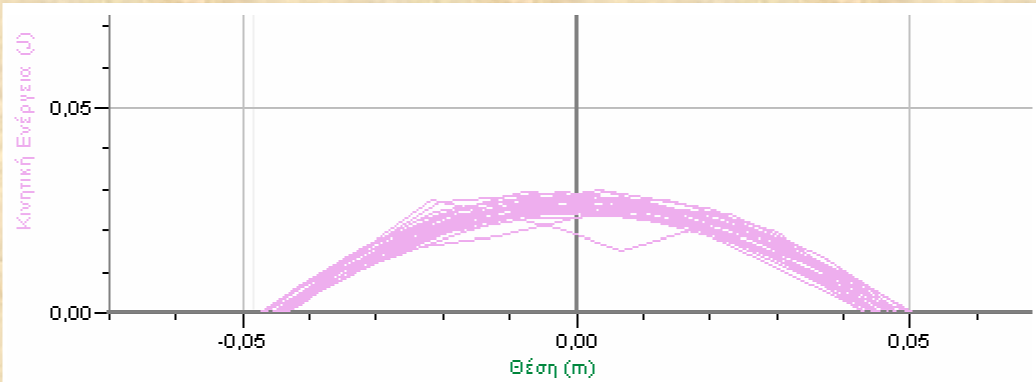
- Μπορούμε ακόμη μια και έχει τη δυνατότητα το σύστημα να δείξουμε στους μαθητές και το διάγραμμα ταχύτητας – θέσης (Εικόνα 18!), για τα 10s της ταλάντωσης.



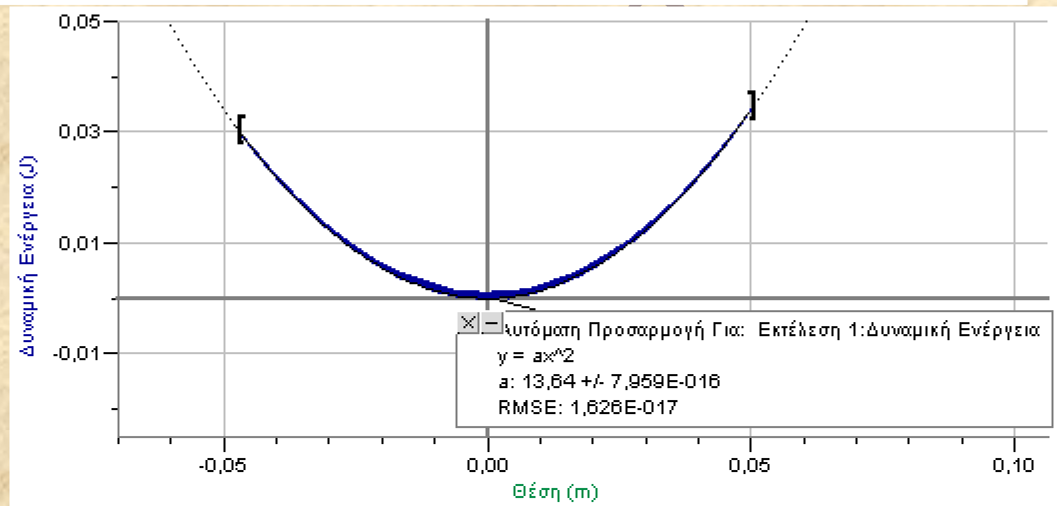
Άραγε ποια η εξίσωση που ανταποκρίνεται στο πιο πάνω διάγραμμα;

Εικόνα 18!

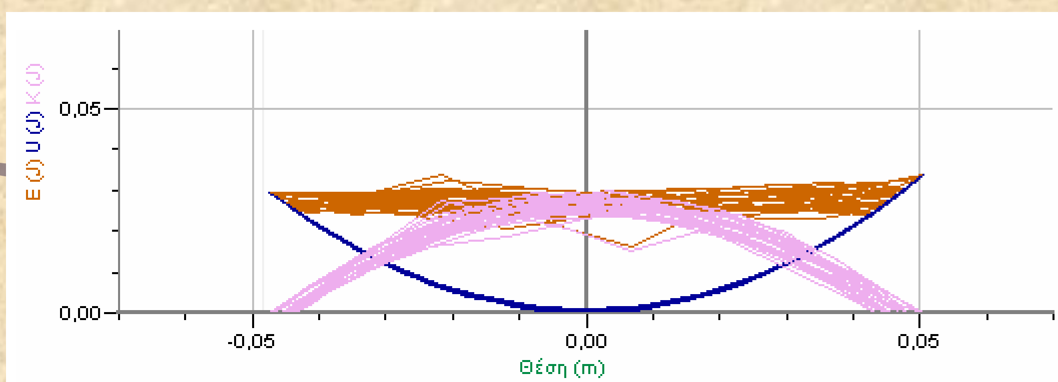
- Μπορούμε ακόμη να δημιουργήσουμε νέες στήλες(***) με τις τιμές του τετραγώνου της θέσης, του τετραγώνου της ταχύτητας και με τη βοήθεια αυτών τις στήλες της κινητικής (Κ), της δυναμικής (U) και της μηχανικής (Ε) ενέργειας. Μετά από αυτά μπορούμε να δημιουργήσουμε διάφορα διαγράμματα όπως: K=f (x), U =f (x), K,U, E=f (x)και ακόμη το K,U,E =f (t)



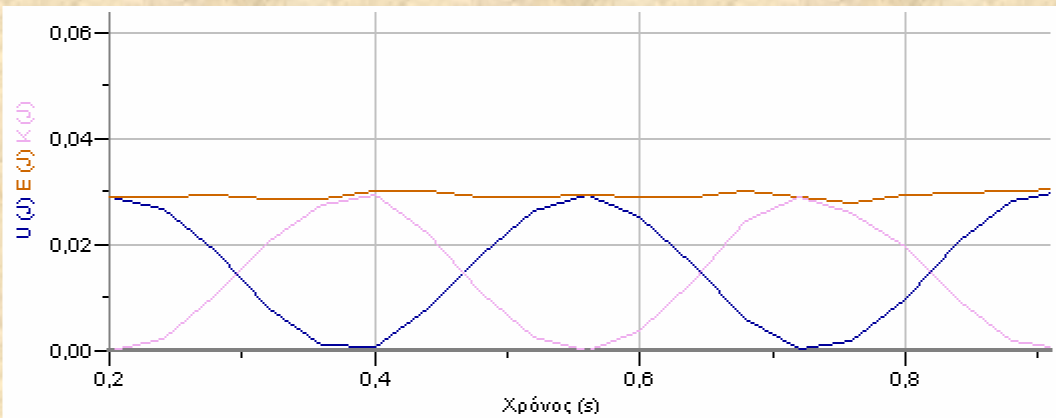
διάγραμμα 1: δείχνει τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας σαν συνάρτηση της θέσης



διάγραμμα 2: δείχνει τη μεταβολή της Δυναμικής Ενέργειας σα συνάρτηση της θέσης. Επίσης φαίνεται και η εξίσωση που "ταιριάζει" σ' αυτή τη συνάρτηση.



διάγραμμα 3: δείχνει τις μεταβολές της κινητικής (Κ), της δυναμικής (U) και της μηχανικής (Ε) ενέργειας σαν συνάρτηση της θέσης.

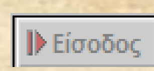


διάγραμμα 4: δείχνει τις μεταβολές της κινητικής (K), της δυναμικής (U) και της μηχανικής (E) ενέργειας σαν συναρτήσεις του χρόνου, στη διάρκεια μιας περιόδου.

(*) Το ελατήριο που χρησιμοποιήθηκε στην παραπάνω διαδικασία είναι της συσκευής ΜΣ 310.0, στο οποίο, πριν κάνουμε ρυθμίσεις αισθητήρων και πάρουμε μετρήσεις, χρειάστηκε να προσαρμόσουμε μάζα 100g, ώστε να ανοίξουν οι σπείρες του και να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.

1. την επιλογή αυτή μπορούμε να την κάνουμε και από τη γραμμή εργαλείων πατώντας το εικονίδιο 

2. την επιλογή αυτή μπορούμε να την κάνουμε και από τη γραμμή εργαλείων πατώντας το εικονίδιο 

3. την επιλογή αυτή μπορούμε να την κάνουμε και από τη γραμμή εργαλείων πατώντας το εικονίδιο 

(**) Στους κατακόρυφους άξονες τα διαγράμματα αναγράφεται το μέγεθος στα αγγλικά, μπορούμε όμως να τα μετατρέψουμε σε ελληνικά. Πατήστε δεξί κλικ πάνω στο διάγραμμα και στο μενού που εμφανίζεται επιλέξτε **επιλογές στηλών,** επιλέξτε τη στήλη που θέλετε να της αλλάξετε το όνομα π.χ force και στο παράθυρο που εμφανίζεται στο **όνομα**, μεταφέρετε με αντιγραφή και επικόλληση από ένα Word, τη λέξη δύναμη. Το ίδιο μπορείτε να κάμετε για οποιαδήποτε στήλη.

(***) **Δημιουργία στήλης με το όνομα : τετράγωνο Θέσης.** Από το μενού **δεδομένα** επιλέξτε **Νέα Υπολογισμένη Στήλη** και στη περιγραφή στήλης, στο όνομα γράφετε (με αντιγραφή και επικόλληση από ένα Word) **τετράγωνο Θέσης,** στο σύντομο όνομα **x^2** και στις μονάδες **m^2.** Στο κελί εξίσωση, γράφετε **"Θέση" * "Θέση"**, από τις **επιλογές** μπορείτε να επιλέξετε το χρώμα, το πλήθος των δεκαδικών που θα εμφανίζει η στήλη κ.λ.π. πατάτε ολοκληρώθηκε και έχετε έτοιμη τη στήλη με καταγραμμένα τα τετράγωνα των αντίστοιχων θέσεων.
Ας δημιουργήσουμε και τη στήλη με το όνομα Δυναμική Ενέργεια: Γράψτε **Δυναμική Ενέργεια** στο όνομα, **U** στο σύντομο όνομα, και **J** στις μονάδες. Στο κελί εξίσωση, γράφετε **13,64* "τετράγωνο Θέσης"** κ.λ.π.(το 13,64 =1/2 της σταθεράς του ελατηρίου, εικόνα 17).

ΑΠΛΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗ ΤΑΛΑΝΤ.ΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ LoggerPro
ΜΕΛΕΤΗ ΑΡΜΟΝΙΚΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
Τάξη, τμήμα:............
Ημερομηνία:.............
Επώνυμο-όνομα:....................................

Στόχοι:

Με τη βοήθεια των γραφικών παραστάσεων των ταλαντώσεων μέσω του ΣΣΛ-Α και για διαφορετικές μάζες, ο μαθητής αποκτά δεξιότητες με το:

Να επεξεργάζεται τα εργαστηριακά αποτελέσματα και να σχεδιάζει διαγράμματα.

Να μετρά τη περίοδο και να επιβεβαιώνει ότι αυτή αυξάνεται με την μάζα του σώματος.

Να επιβεβαιώνει ότι η ασκούμενη δύναμη από το ελατήριο στο σώμα είναι ανάλογη της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του.

Να υπολογίζει τη σταθερά του ελατηρίου.

Να επαληθεύει τις εξισώσεις που περιγράφουν την αρμονική ταλάντωση και αφορούν τα μεγέθη απομάκρυνση, ταχύτητα, επιτάχυνση και δύναμη.

Εισαγωγικές γνώσεις:

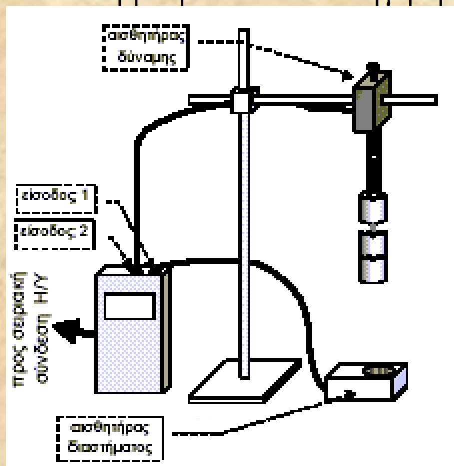
Η απλή αρμονική ταλάντωση είναι μια ειδική περίπτωση γραμμικής ταλάντωσης στην οποία η απομάκρυνση ψ του σώματος από τη θέση ισορροπίας δίνεται από τη σχέση: $\psi = \psi_0 \cdot \eta\mu\omega t$ όπου ψ_0 το **πλάτος** της ταλάντωσης και ω η **γωνιακή συχνότητα**. η όπου F Η συνολική δύναμη που δέχεται το σώμα και είναι υπεύθυνη για την επιτάχυνση του και ονομάζεται **δύναμη επαναφοράς** και υπολογίζεται από τη σχέση $F = -F_0\ \eta\mu\omega t$. Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει ότι $F = -D.\psi$. Η σταθερά αναλογίας D καλείται **σταθερά επαναφοράς,** εξαρτάται από τη μάζα του σώματος και δίνεται από τη σχέση $D = m\ .\omega^2$. Από τη σχέση αυτή βρίσκεται η περίοδος της ταλάντωσης ίση με $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$. Υψώνοντας τη σχέση αυτή στο τετράγωνο προκύπτει: $T^2 = \frac{4\pi^2}{D}m$ δηλαδή η περίοδος στο τετράγωνο είναι ανάλογη της μάζας του σώματος. Αν για διάφορες τιμές μαζών μετρήσουμε πειραματικά τις περιόδους, από την κλίση της γραφικής παράστασης $T^2 = f(m)$ μπορούμε να υπολογίσουμε την σταθερά D. Για το ταλαντούμενο σύστημα ελατήριο – σώμα η σταθερά D συμπίπτει με τη σταθερά του ελατηρίου κ.

Απαραίτητα όργανα και συσκευές:

Απαραίτητα όργανα και συσκευές:

1. Σύστημα συγχρονιστικής λήψης και απεικόνισης Logger ProGr με αισθητήρα θέσης και αισθητήρα δύναμης
2. ηλεκτρονικός υπολογιστής
3. εκτυπωτής
4. βιντεοπροβολέας
5. βάση στήριξης
6. ράβδος μεταλλική 0,80m
7. ράβδος μεταλλική 0,30m
8. 2 σύνδεσμοι απλοί
9. ελατήριο σταθεράς της τάξης των 30 N/m(*)
10. κυλινδρικές μάζες 50, 100, 150 και 200 g.

1. Με τη βοήθεια του καθηγητή πραγματοποιούμε τη διάταξη της εικόνας **1.**



Εικόνα 1

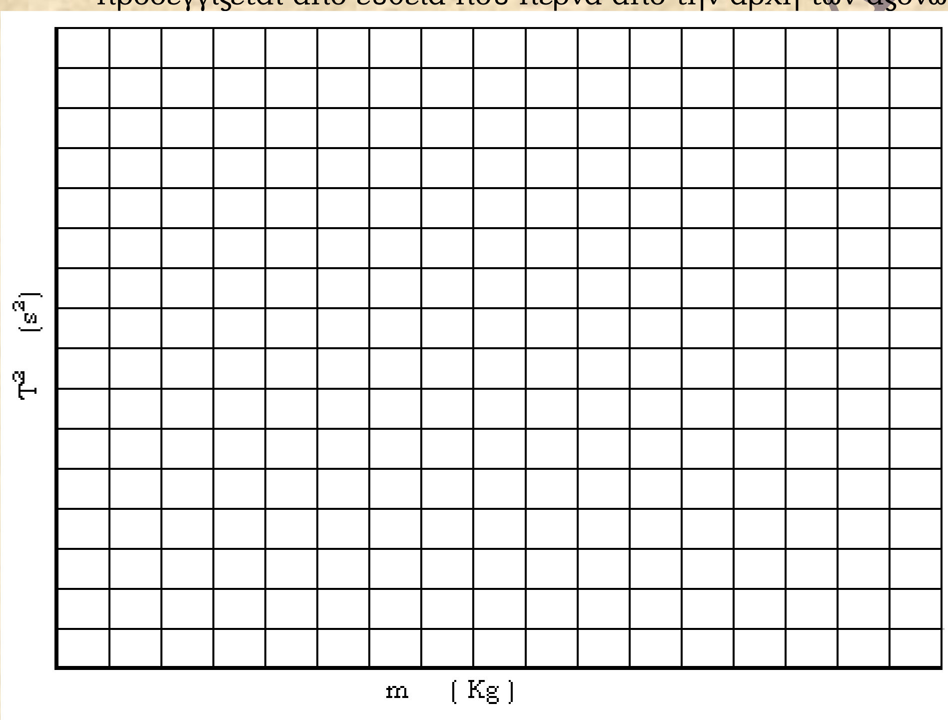
Επιλέγουμε κυλινδρική μάζα 200 g και την τοποθετούμε σε ύψος 60cm περίπου επάνω από τον αισθητήρα της απόστασης.
Ρυθμίζουμε τους αισθητήρες ώστε, ο αισθητήρας δύναμης να μετράει μηδέν δύναμη και ο αισθητήρας απόστασης μηδέν απόσταση, όταν το σύστημα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας και θέτουμε το σώμα σε ταλάντωση πλάτους περίπου 5 έως 10cm και μετά από μερικές ταλαντώσεις ενεργοποιούμε τη **συλλογή δεδομένων.** Στην οθόνη παρατηρούμε να εξελίσσεται η ταλάντωση. Στην οθόνη παρατηρούμε τη χρονική μεταβολή της απόστασης ψ και της ταχύτητας υ, από τον αισθητήρα της απόστασης και της δύναμης F, από τον αισθητήρα δύναμης.

- Ποιο το είδος της ταλάντωσης που εκτελεί η μάζα που κρέμεται από το ελατήριο;
  ………………………………………………………………………………………
  ………………………………………………………………………………………
  …………………………………………………………………………………
- Με τη βοήθεια του **LoggerPro και του καθηγητή,** μετρούμε τη περίοδο T_1 της ταλάντωσης. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό μετράμε το χρόνο 10 διαδοχικών μέγιστων. Καταγράφουμε τη μέτρηση στο πίνακα Α.
- Τοποθετούμε μάζα 150g και επαναλαμβάνουμε την ταλάντωση. Υπολογίζουμε τη νέα περίοδο T_2 και την καταγράφουμε στον πίνακα Α. Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία με μάζες 250 και 300g.
- Επεξεργαζόμαστε τα δεδομένα του πίνακα Α και συμπληρώνουμε τις υπόλοιπες στήλες του πίνακα. Υπολογίζουμε την μέση τιμή της σταθεράς του ελατηρίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α

Μετρήσεις	Μάζα m (Kg)	Χρόνος 10 περιόδων (s)	Περίοδος T (s)	T^2 (s^2)	σταθρά ελατηρίου **k** (N/m)	Μέση τιμή **k** (N/m)
1						
2						
3						
4						
5						

- Από τις τιμές της περιόδου στο τετράγωνο και της μάζας του ταλαντωτή φτιάχνουμε τη γραφική παράσταση $T^2 = f(m)$, η οποία πρέπει να προσεγγίζεται από ευθεία που περνά από την αρχή των αξόνων.



Από την κλίση της γραφικής παράστασης $T^2 = f(m)$, υπολογίζουμε την σταθερά **k** του ελατηρίου.
Κλίση: **($\Delta T^2/\Delta m$) = $4\pi^2/k$.** Άρα **k**=……………………………………………………

- Συγκρίνουμε τις τιμές της σταθεράς **k** που υπολογίσαμε με τις δυο διαδικασίες. Υπάρχει μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους; Ποια μέθοδος θεωρείται ακριβέστερη?
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
…………………………………………………………………………………………………
……………………………………………

Ο καθηγητής εκτυπώνει τις εικόνες που παρέχουν τα διαγράμματα ψ=f (t), υ= f (t), α=f (t), F= f (t) και F= f (ψ), τα φωτοτυπεί και τα μοιράζει για να τα επεξεργαστούν οι μαθητές και να απαντήσουν στα ερωτήματα που ακολουθούν.

- Η θεωρία προβλέπει ότι οι εξισώσεις που περιγράφουν μια τέτοια κίνηση είναι της μορφής:

  $\psi = \psi_0 \eta\mu\omega t$ για την απομάκρυνση

  $\upsilon = \upsilon_0 \sigma\upsilon\nu\omega t$ για την ταχύτητα

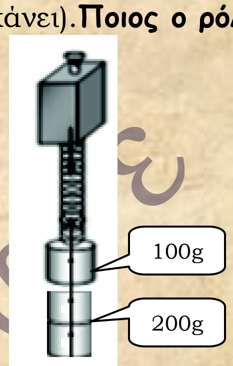
  $\alpha = -\alpha_0 \eta\mu\omega t$ για την επιτάχυνση

  $F = -F_0 \eta\mu\omega t$ για τη δύναμη της ταλάντωσης.

  Δείχνει το πείραμα αυτό που προβλέπει η θεωρία για τη μορφή των εξισώσεων;
- Επίσης η θεωρία προβλέπει ότι όλα τα παραπάνω μεγέθη μεταβάλλονται περιοδικά με το χρόνο έχοντας την ίδια περίοδο. (Μέτρησε με ένα υποδεκάμετρο το μήκος, σε cm, 10 περιόδων σε καθένα από τα διαγράμματα και σύγκρινέ το. Κάμε αναγωγή του μήκους που μέτρησες από cm σε δευτερόλεπτα και διαίρεσε με το 10 για να έχεις την περίοδο. **Τι διαπιστώνεις;**
- Μέτρησε τα πλάτη ψ_0, υ_0, α_0, F_0 από τα αντίστοιχα διαγράμματα (Λάβε υπόψη σου πως η δύναμη που διαβάζεις στο διάγραμμα, είναι 10 φορές μικρότερη από την πραγματική).

  Μπορείς να επαληθεύσεις αν, $\upsilon_0 = \frac{2\pi}{T}\psi_0$ **,** $\alpha_0 = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \psi_0$ **και**

  $F_0 = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \psi_0$ **;**
- Σχεδίασε και ονόμασε τις δυνάμεις που ασκούνται στον αισθητήρα και στη μάζα. **Πόση είναι η δύναμη που δείχνει ο αισθητήρας στη θέση ισορροπίας και πόση σε μια τυχαία θέση;** (Λάβε υπόψη σου τις ρυθμίσεις που έχουμε κάνει).**Ποιος ο ρόλος της μάζας των 100 g;**



- Από την κλίση της γραφικής παράστασης F= f (ψ), υπολόγισε την σταθερά **k** του ελατηρίου. Έτσι έχεις άλλη μια τιμή για τη σταθερά του ελατηρίου και μπορείς να κάμεις ακόμη μια σύγκριση.
  Κλίση: **(ΔF/Δψ) = k.**Άρα **k** =……………………………………………………
- Ακόμα μπορείς να ελέγξεις αν: $\frac{1}{2}\kappa\psi_0^2 = \frac{1}{2}m\upsilon_0^2$ ή $\frac{1}{2}\kappa\psi^2 + \frac{1}{2}m\upsilon^2 = \frac{1}{2}m\upsilon_0^2 = \frac{1}{2}\kappa\psi_0^2$

  σε μια τυχαία θέση.