

Εργαστηριακή Διδασκαλία των Φυσικών εργασιών στα Γενικά Λύκεια
Περίοδος 2006 – 2007
Φυσική Κατεύθυνσης Γ Λυκείου

Ενδεικτική προσέγγιση της εργαστηριακή δραστηριότητας :

Απλή αρμονική ταλάντωση με χρήση Multilog

Από τον Πέτρο Γ. Ιακώβου Χημικό Μηχανικό (ΠΕ12.08)

Στόχοι : Να αποκτήσουν οι μαθητές τις δεξιότητες στο :

1. Να συναρμολογούν την πειραματική διάταξη, για τη μελέτη της ταλάντωσης σώματος προσδεμένου στην ελεύθερη άκρη ελαστικού ελατηρίου.

Με τη χρήση αισθητήρα θέσης και αισθητήρα δύναμης, του οργάνου Συστήματος Συγχρονικής Λήψης και Απεικόνισης (ΣΣΛΑ) η (Multilog) συνδεδεμένου σε ηλεκτρονικό υπολογιστή με ειδικό λογισμικό, να δημιουργούν τις πειραματικές καμπύλες θέσης – χρόνου ($x-t$) και δύναμης επαναφοράς – χρόνου ($\Sigma F-t$).

Με βάση τα πειραματικά γραφήματα που θα προκύπτουν στην οθόνη του υπολογιστή να μετρούν το πλάτος της ταλάντωσης, την περίοδο, τη συχνότητα και τη διαφορά φάσης δύναμης επαναφοράς – απομάκρυνσης του σώματος.

2. Να σχεδιάζουν το πειραματικό γράφημα δύναμης επαναφοράς – απομάκρυνσης (να τυπώνουν το γράφημα της εικόνας που φαίνεται στη οθόνη του υπολογιστή και να υπολογίζουν την πειραματική τιμή της σταθεράς επαναφοράς D ,συνεπώς και της σταθεράς k του ελατηρίου αφού στο πείραμα είναι $D = k$.

Προκαταρκτικά :

Όταν μπουν στο εργαστήριο οι μαθητές μαζεύονται γύρω από τη διάταξη του πειράματος. Πρέπει να έχουν μαζί τους το Τετράδιο του εργαστηρίου (η να τους δοθούν σε φωτοτυπίες οι σελίδες που ακολουθούν).

**ΤΕΤΡΑΔΙΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Πειραματική εργασία : Απλή αρμονική ταλάντωση με χρήση Multilog

ΤΑΞΗ : ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ :
ΤΜΗΜΑ : ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

- 1) Απο το φωτοτυπημένο διάγραμμα $F = f(t)$ και $y = f(t)$
να συμπληρωθεί ο πίνακας .

Πίνακας

| | |
|--|--|
| Μάζα κυλίνδρου-ελατηρίου (kg) | |
| Απόσταση ΘΙΤ απο αισθητήρα (m) | |
| Μέγιστη απομάκρυνση κυλίνδρου απο αισθητήρα (m) | |
| Ελάχιστη απομάκρυνση κυλίνδρου απο αισθητήρα (m) | |
| Πλάτος ταλάντωσης (m) | |
| Περίοδος ταλάντωσης (s) | |
| Δύναμη αισθητήρα στην ΘΙΤ (N) | |
| Βάρος κυλίνδρου-ελατηρίου (N) | |
| Μέγιστη δύναμη αισθητήρα (N) | |
| Μέγιστη δύναμη ελατηρίου (N) | |
| Μέγιστη δύναμη ταλάντωσης (N) | |
| Διαφορά φάσης $F - y$ (rad) | |

- 2) α) Απο την σχέση της θεωρίας $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k\theta}}$ να υπολογιστεί η σταθερά του ελατηρίου $k\theta$.

β) Απο την φωτοτυπημένη γραφική παράσταση $F = f(y)$, που καταγράφηκε στον υπολογιστή με την χρήση Multilog , να βρεθεί η πειραματική σταθερά του ελατηρίου $k\pi$.

γ) Να βρεθεί το % σφάλμα μέτρησης μεταξύ θεωρητικής και πειραματικής τιμής της σταθεράς του ελατηρίου.

- 3) α) Να βρεθεί η ολική ενέργεια της ταλάντωσης με βάση την $k\pi$.

β) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος όταν αυτό διέρχεται απο την ΘΙΤ

Στον εργαστήριο πρέπει να υπάρχουν τα εξής όργανα και συσκευές :

- 1) Ορθοστάτης με βάση στήριξης και μεταλλικές ράβδους μήκους 0,8m και 0,3m
- 2) Ελατήριο σταθεράς της τάξης των 10N/m
- 3) 1 κυλινδρικό βαρίδιο με μάζα 150g
- 4) Ζυγαριά
- 5) Η συσκευή (η καταγραφέας) Multilog (Σ.Σ.Λ.Α) . (Τα σχολικά εργαστήρια διαθέτουν τη συσκευή DB 526 της εταιρίας Fourier) . Η συσκευή μπορεί να λειτουργήσει με μπαταρία 9V η με μετασχηματιστή από την πρίζα της ηλεκτρικής παροχής της ΔΕΗ κατευθείαν στην υποδοχή του καταγραφέα Multilog.
- 6) Έναν αισθητήρα δύναμης (της εταιρίας Vernier 10 - 50N)
- 7) Έναν αισθητήρα κίνησης (θέσης) (της Sonic Ranger η άλλης).
- 8) Ηλεκτρονικό υπολογιστή , στον οποίο έχει εγκατασταθεί το ειδικό λογισμικό DB-Lab (έκδοση 3.2 η νεότερη έκδοσή του στα Ελληνικά η English) από την δισκέτα η CD που συνοδεύει το πρόγραμμα.
- 9) Κατάλληλα καλώδια (σύνδεσμοι) με τις σωστές υποδοχές , για τη σύνδεση των δύο αισθητήρων με τη συσκευή multilog και αυτής με τον υπολογιστή.

Συνδεσμολογία διάταξης :

α) Συναρμολογούμε τον ορθοστάτη . Συνδέουμε την μεταλλική ράβδο στήριξης των 0,8m με την βάση σε κατακόρυφη θέση και σε οριζόντια θέση στο πάνω μέρος προσαρμόζουμε την οριζόντια ράβδο στήριξης των 0,3m σε ικανό ύψος (στην κορυφή της κατακόρυφου ράβδου στήριξης) .Αν δεν υπάρχει ικανή ευστάθεια , σφίγγουμε τη βάση του ορθοστάτη με σφικτήρα τύπου G.5.

β) Προσαρμόζουμε τον αισθητήρα δύναμης στην οριζόντια πάνω ράβδο .Ο αισθητήρας κίνησης θα βρίσκεται τοποθετημένος πάνω στο τραπέζι – πάγκο.

γ) Προσαρτούμε την πάνω άκρη του ελατηρίου στην οριζόντια ράβδο και στην ελεύθερη άκρη κρεμάμε ένα κυλινδρικό βαρίδιο . Μετακινούμε τον αισθητήρα κίνησης (θέσης) ώστε να βρεθεί ακριβώς κάτω από το βαρίδιο σε απόσταση περίπου 50 - 65 cm και ρυθμίζουμε στη θέση + 10N.



γ) Συνδέουμε τους αισθητήρες κίνησης (θέσης) και δύναμης στις δύο πρώτες θύρες της συσκευής multilog. Τον αισθητήρα της κίνησης τον συνδέουμε στην υποδοχή του multilog I/O-1 και τον αισθητήρα δύναμης στην υποδοχή I/O-2 .



δ) Συνδέουμε τη συσκευή multilog (σε κατάσταση OFF) με την βοήθεια κατάλληλου συνδέσμου - καλωδίου στην κατάλληλη υποδοχή του ηλεκτρονικού υπολογιστή (H/Y).

Προεργασία :

- 1) Ζυγίζουμε στην ζυγαριά την μάζα του κυλίνδρου μαζί με την μάζα του ελατηρίου για να βεβαιωθούμε για τις τιμές της κάθε μίας , (στο πείραμα μας θα χρησιμοποιήσουμε μόνο την μάζα των 100g , θα μπορούσαμε όμως να εκτελέσουμε πειράματα με περισσότερες μάζες για να σχεδιάσουν οι μαθητές την γραφική παράσταση $T^2 = f(m)$, από το οποίο θα προσδιορίζαν την σταθερά του ελατηρίου)
- 2) Ανοίγουμε τον υπολογιστή και τρέχουμε το πρόγραμμα DB-Lab .
- 3) Ανοίγουμε τον διακόπτη του Multilog στη θέση ON .
- 4) Ρυθμίζουμε το Multilog μέσα από το λογισμικό DB-lab στον υπολογιστή, από το μενού Καταγραφέας (Logger) , επιλέγοντας από τον Πίνακα ελέγχου **Αισθητήρες** Είσοδος 1 (αισθητήρας κίνησης (θέσης) και Είσοδος 2 (αισθητήρας δύναμης).

Πειραματική διαδικασία :

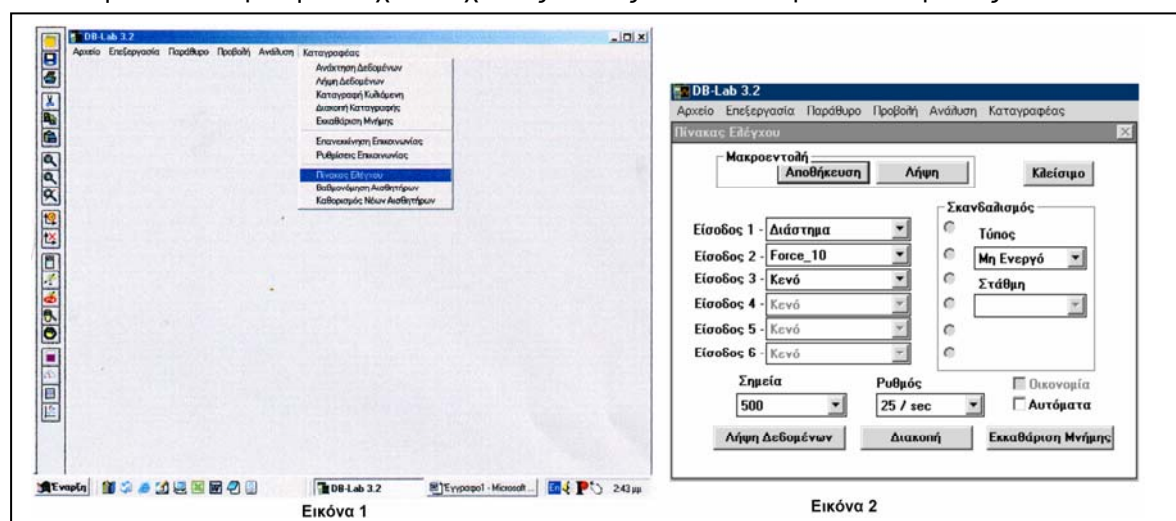
Η πειραματική διαδικασία θα πραγματοποιηθεί σε 6 βήματα .

1^ο βήμα : (καθορισμός αισθητήρων)

Θέτουμε τη συσκευή multilog στη θέση ON .Αφού η συσκευή αυτορυθμιστεί, ενεργοποιούμε στον υπολογιστή το λογισμικό DB-Lab και παρατηρούμε ότι στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζεται ένα παράθυρο όπως αυτό στο διπλανό σχήμα .Στο το μενού , πάνω δεξιά , υπάρχει ο τίτλος **Καταγραφέας** το οποίο επιλέγουμε και πάμε στην εντολή **Πίνακας Ελέγχου** για να εισάγουμε τους αισθητήρες διαστήματος και δύναμης στα κουτάκια που γράφουν **Είσοδος 1** , **Είσοδος 2** , που αρχικά είναι κενά . Τσεκάρουμε με το ποντίκι του υπολογιστή το πρώτο κουτάκι και επιλέγουμε **Διάστημα** , τσεκάρουμε και το δεύτερο κουτάκι και επιλέγουμε , **Force_10** , (καθώς η δύναμη του βαριδίου , μαζί με το ελατήριο είναι γύρω στα 1,6N η κλίμακα αυτή μας καλύπτει , μέχρι τα 10N) , αφήνοντας τα άλλα κουτάκια κενά. Στα δύο κουτάκια , που γράφουν **Σημεία** και **Ρυθμός** επιλέγουμε τις τιμές , **Σημεία** : 500 , **Ρυθμός** 25/sec . (Αυτό σημαίνει ότι η συσκευή multilog θα καταγράφει 500 φορές τη θέση του ταλαντωτή με ρυθμό 25 μετρήσεις το δευτερόλεπτο . Δηλαδή η διάρκεια της καταγραφής του φαινομένου θα είναι $500/25 = 20s$) .

Ο **Σκανδαλισμός** είναι μη ενεργός , (χρειάζεται να ρυθμιστεί στην περίπτωση που η ροή των δεδομένων είναι γρήγορη) .

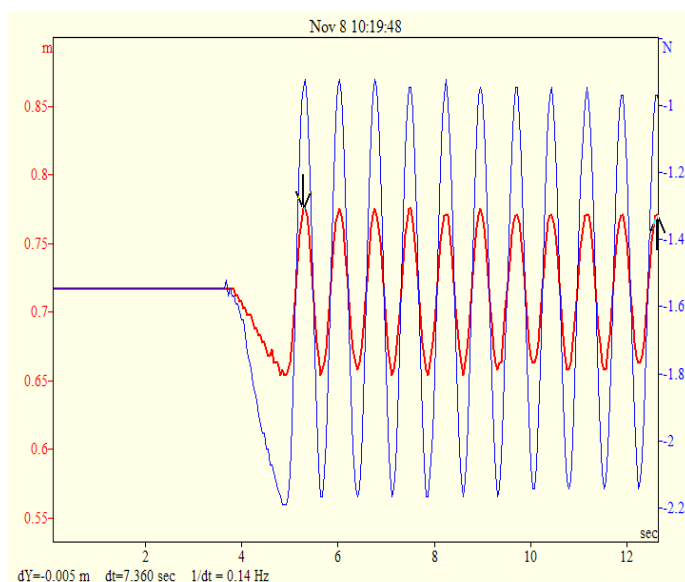
Η οθόνη του υπολογιστή διαδοχικά δείχνει τις εικόνες 1 και 2 που φαίνονται αμέσως κάτω .



2^ο βήμα : (Λήψη κοινής γραφικής παράστασης δύναμης , θέσης σε συνάρτηση με τον χρόνο)

Εκτρέπουμε το βαρίδιο από την θέση ισορροπίας περίπου κατά 5 - 10cm και το αφήνουμε να ταλαντωθεί. Μετά από μερικές ταλαντώσεις , καθώς εξομαλύνονται οι οριζόντιες κινήσεις του

βαριδίου, αυτό κινείται κατακόρυφα και τότε , πιέζουμε το πλήκτρο **Λήψη Δεδομένων** , για να δούμε την γραφική παράσταση της θέσης και της δύναμης σε συνάρτηση με τον χρόνο . Στο ίδιο παράθυρο εμφανίζονται με διαφορετικά χρώματα τα γραφήματα θέσης (απόστασης αισθητήρα – μάζας και όχι απομάκρυνσης από την Θ.Ι) και δύναμης (ελκτική δύναμη που ασκείται στο κάτω άκρο - γάντζο του αισθητήρα δύναμης)σε συνάρτηση με τον χρόνο . Εισάγοντας βελάκια (διπλό αριστερό κλικ) στις θέσεις που μας ενδιαφέρουν , μας επιτρέπει να βρίσκουμε τις τιμές των μεγεθών στις θέσεις αυτές, οι οποίες αναγράφονται κάτω αριστερά στο σχήμα.(Με διπλό δεξί κλικ πάνω σε ένα από τα βελάκια αυτά αφαιρούνται). Η εικόνα που παίρνουμε είναι η εικόνα 3 .



Εικόνα 3

Στη ταλάντωση αυτή η εικόνα 3 δείχνει ότι η δύναμη στην θέση ισορροπίας έχει τιμή $F_0 = 1,545 \text{ N}$ (βάρος κυλίνδρου και ελατηρίου) , στην πάνω θέση έχει τιμή $0,990 \text{ N}$ και στην κάτω θέση τιμή $2,120 \text{ N}$, ενώ η απόσταση της θέσης ισορροπίας από τον αισθητήρα θέσης είναι $x_0 = 0,717 \text{ m}$, στην πάνω θέση είναι $0,774 \text{ m}$ και στην κάτω θέση είναι $0,654 \text{ m}$, (άρα το πλάτος της ταλάντωσης είναι $A = \frac{0,774 - 0,654}{2} (\text{m}) \rightarrow A = 0,06 (\text{m})$.

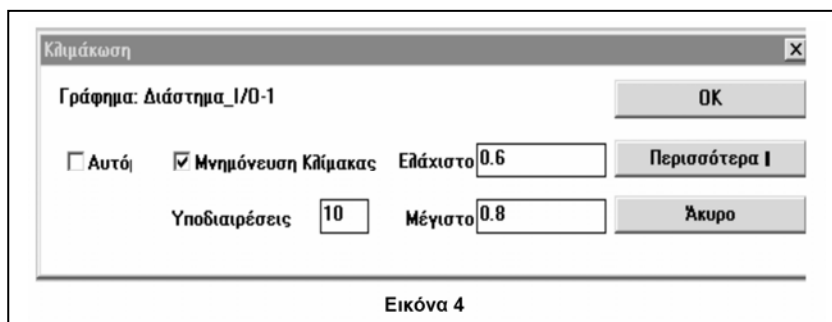
Για ακριβέστερο υπολογισμό πλάτους και περιόδου , μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον δείκτη κρόνου αριστερό κλικ στις γραφικές παραστάσεις στα κατάλληλα σημεία , για να υπολογίσουμε τον χρόνο 10 ταλαντώσεων , (ο οποίος δείχνεται και στο κάτω μέρος της γραφικής παράστασης σαν $dt = 7,360 \text{ sec}$. Έτσι ο χρόνος 1 ταλάντωσης , δηλαδή η περίοδος είναι $T = 0,736 \text{ s}$.

Το $dY = 0,005 \text{ m}$, που φαίνεται κάτω από την γραφική παράσταση , είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των δεικτών) .

Καταγράφονται στο τετράδιο του εργαστηρίου , η μάζα , η απόσταση της θέσης ισορροπίας από τον αισθητήρα θέσης , η τιμή της δύναμης στην θέση ισορροπίας και το πλάτος της ταλάντωσης , (το οποίο βρίσκεται σαν το dY , που θα προκύψει, αν βάλουμε τον έναν δείκτη στην θέση ισορροπίας και τον άλλο σε ένα μέγιστο της θέσης).

Παρατηρήσεις :

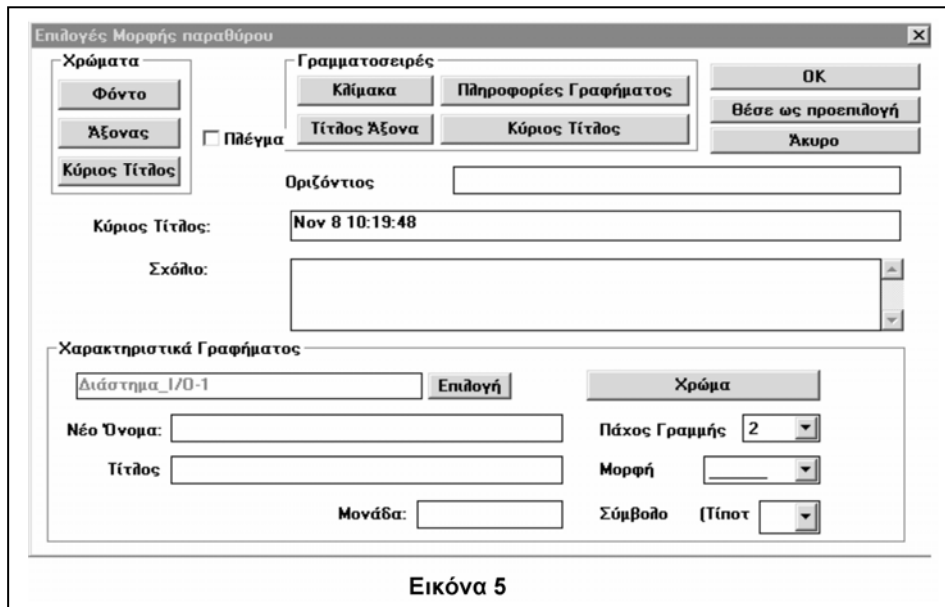
1) Εάν οι υποδιαιρέσεις της κλίμακας της απομάκρυνσης δεν επαρκούν για τον ακριβή προσδιορισμό της, από το μενού **Προβολή** επιλέγουμε **Κλιμάκωση**. Στο παράθυρο που ανοίγει



Εικόνα 4

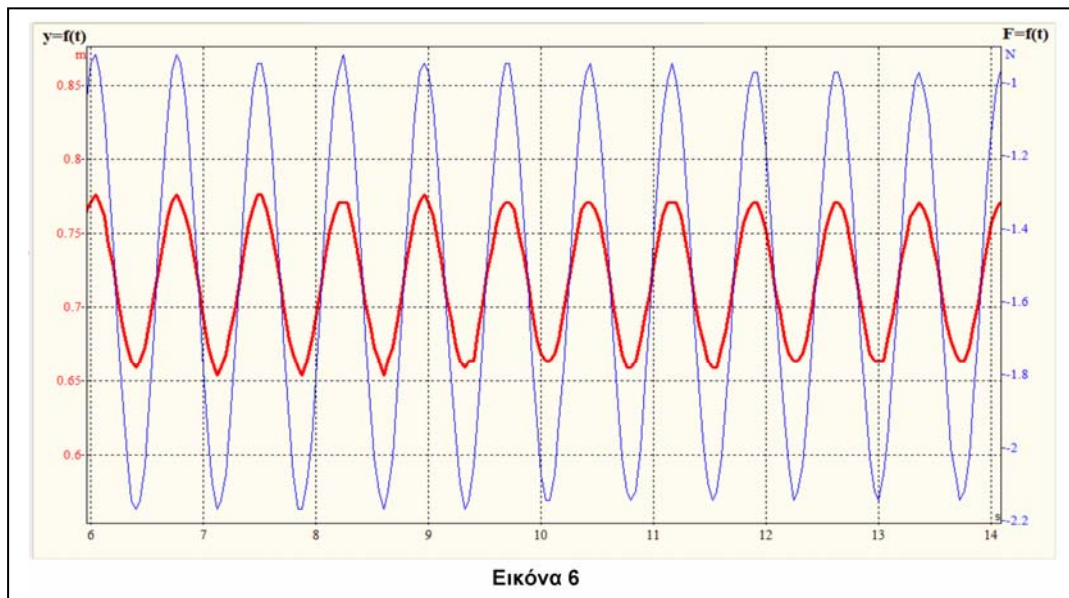
επιλέγουμε τον επιθυμητό αριθμό υποδιαιρέσεων, το μέγιστο και ελάχιστο όριο της κλίμακας και σκεκάρουμε τη μνημόνευση της κλίμακας.

2) Μπορούμε αν θέλουμε να επιλέξουμε την μορφή παραθύρου όπου εμφανίζονται οι γραφικές παραστάσεις, βάζοντας τίτλους αλλάζοντας χρώματα, αυξάνοντας το πάχος γραμμών, ώστε να διαμορφώσουμε τις γραφικές παραστάσεις στην μορφή που μας αρέσουν. Για τον σκοπό αυτό πατάμε στην **Επιλογή δεδομένων** και από το νέο παράθυρο που ανοίγει επιλέγουμε έστω το Διάστημα I/O 1 και συμπληρώνουμε ότι επιθυμούμε, (πάχος γραμμής 2, Τίτλο κλπ στην συνέχεια πατάμε OK, (βλέπε εικόνα 5)



Εικόνα 5

3) Μπορούμε να ζουμάρουμε με την εντολή **Zoom in**, στο τμήμα που τοποθετήσαμε τα βελάκια.



Εικόνα 6

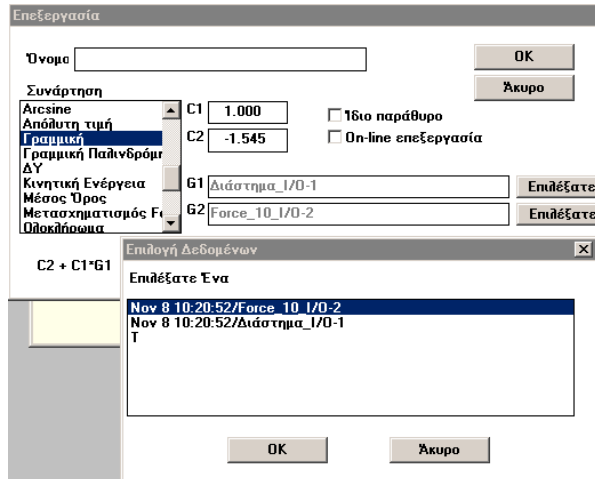
3^ο βήμα : (Μετασχηματισμός της αρχής των αξόνων σε τιμή 0)

Έχοντας τις γραφικές παραστάσεις της εικόνας 3 στην οθόνη, μπορούμε να μετασχηματίσουμε την αρχή των αξόνων να ξεκινάει από μηδέν, στις γραφικές παραστάσεις $F = f(t)$ και $y = f(t)$.

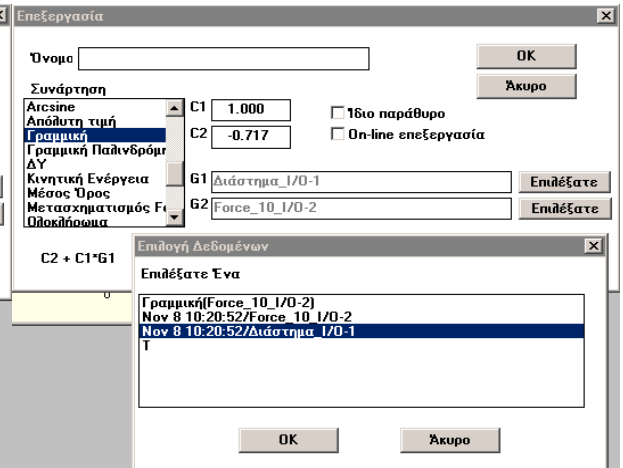
Για τον σκοπό αυτό Από το μενού **Ανάλυση** επιλέγουμε **Περισσότερα...** κοντά στο κουτάκι **G1** κάνουμε κλικ στο πλήκτρο **Επιλέξτε** και επιλέγουμε τη δύναμη.

Στο κουτάκι **Συνάρτηση** επιλέγουμε **Γραμμική**.

Στο κουτάκι **C1** εισάγουμε την τιμή 1 και στο κουτάκι **C2** εισάγουμε την τιμή $-F_0$ (στο παράδειγμά μας γράφουμε $-1,545$), για να μετατοπίσουμε τον άξονα στο 0. Κάνουμε κλικ στο **OK** και ένα νέο παράθυρο εμφανίζεται δείχνοντας τη νέα δύναμη. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία και για τη θέση, επιλέγοντας **Διάστημα**, σημειώνοντας στο κουτάκι **C1** την τιμή 1 και το κουτάκι **C2** την τιμή $-x_0$ (στο παράδειγμά μας βάζουμε $-0,717$). Βλέπε εικόνες 7 και 8.



Εικόνα 7

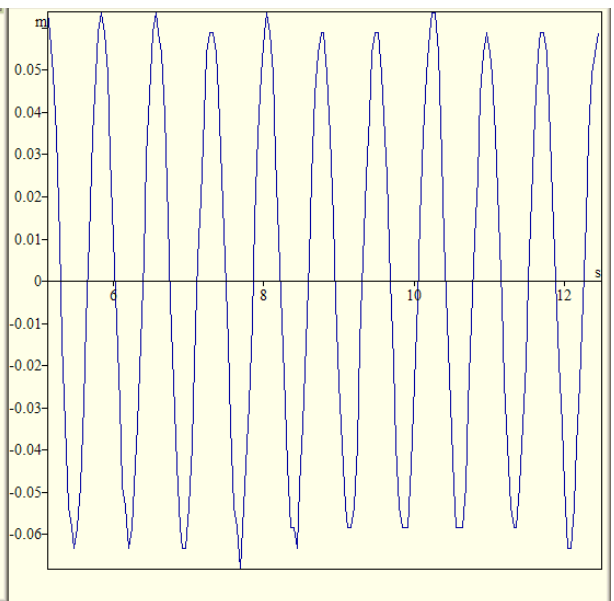


Εικόνα 8

Οι γραφικές παραστάσεις θα έχουν τώρα την μορφή των εικόνων 9 και 10.



Εικόνα 9



Εικόνα 10

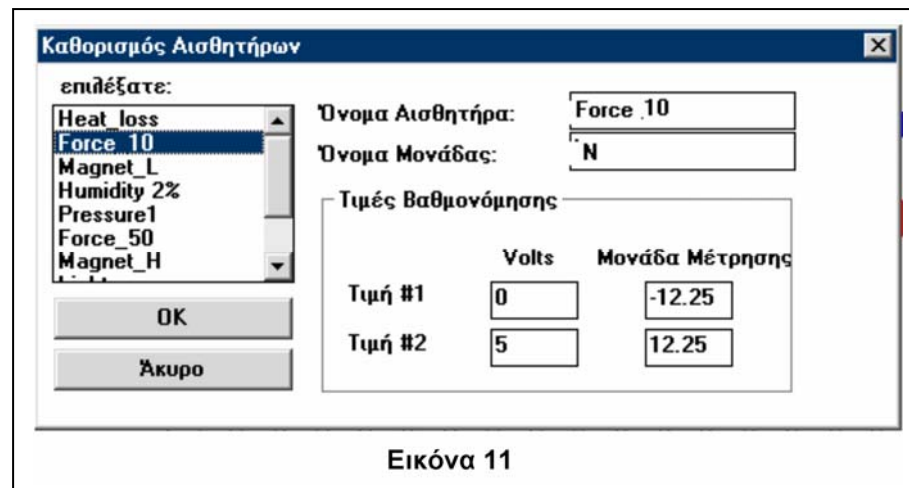
Αν θέλουμε σε κοινό διάγραμμα τις δύο καμπύλες, τότε βάζουμε σε μπροστινό παράθυρο την γραφική παράσταση που θέλουμε να επικολήσουμε και από την επιλογή **Επεξεργασία**, κάνουμε **Αντιγραφή** και πάμε στο άλλο διάγραμμα, στην συνέχεια πάμε πάλι στην **Επεξεργασία** κάνουμε **Επικόλληση**, (ή κάνουμε **shift insert** με το πληκτρολόγιο). Έτσι προκύπτουν οι δύο γραφικές παραστάσεις σε ένα σχήμα.

4° βήμα: (Γραφική παράσταση $F = f(t)$ και $x = f(t)$ σε διαφορά φάσης 180° , αντίθεση φάσης)

Στις γραφικές παραστάσεις που πήραμε μέχρι τώρα , η δύναμη και η θέση ήταν σε συμφωνία φάσης (διαφορά φάσης 0) , επειδή ο αισθητήρας δύναμης μετράει την δύναμη που τον έλκει , η οποία όμως είναι ίση και αντίθετη με αυτή που ασκείται στο σώμα που ταλαντώνεται . Μπορούμε λοιπόν να δούμε σε κοινό διάγραμμα τις γραφικές παραστάσεις σε αντίθεση φάσης , ώστε να είναι σε συμφωνία με τα πρόσημα των σχέσεων στο σχολικό βιβλίο .

Για τον σκοπό αυτό ενεργούμε ως εξής :

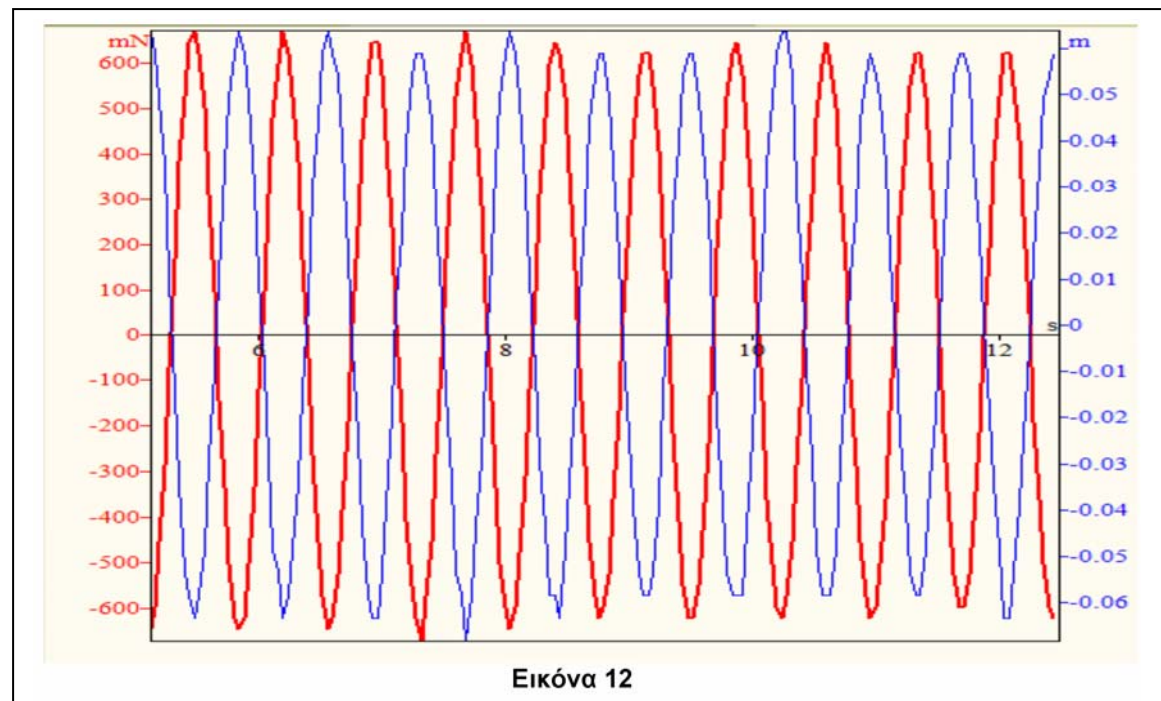
Από το μενού **Καταγραφέας** ανοίγουμε το τελευταίο παράθυρο **Καθορισμός νέων αισθητήρων** , επιλέγουμε τον αισθητήρα **Force_10** και αλλάζουμε τα πρόσημα στη μονάδα μέτρησης. Δηλαδή στη τιμή 1 το -12.25 γίνεται 12.25 και στη τιμή 2 κάνουμε το αντίθετο.(εικόνα 11).



Εικόνα 11

Πάμε στην γραφική παράσταση της $F = f(t)$ την οποία φέρνουμε σε πρώτο παράθυρο και από το μενού **Επεξεργασία** επιλέγουμε **Αντιγραφή** .Στην συνέχεια μεταβαίνουμε στην γραφική παράσταση της $y = f(t)$ και κάνουμε **Επικόλληση** (η **shift insert** με τα πλήκτρα)

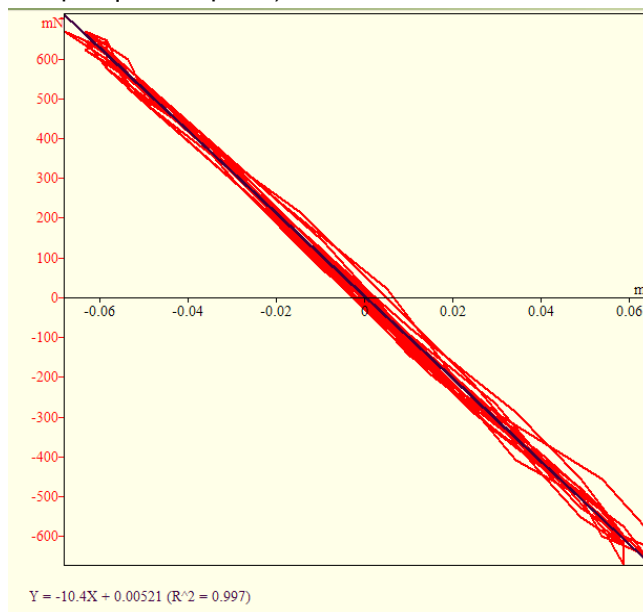
Οι δύο συναρτήσεις $F = f(t)$ και $y = f(t)$ εμφανίζονται τώρα σε κοινούς άξονες σε αντίθεση φάσης (εικόνα 12).



Εικόνα 12

5 βήμα : [Γραφική παράσταση $F = f(y)$]

Μπορούμε να κάνουμε και την γραφική παράσταση της δύναμης σε συνάρτηση με την θέση , $F = f(y)$, η οποία είναι ευθεία. Για τον σκοπό αυτό από το μενού **Προβολή** , επιλέγουμε την εντολή **Απεικόνιση Υ(X)** και πατάμε **προκαθορισμένη**, έτσι παίρνουμε την γραφική παράσταση $F = f(y)$, η οποία στην περίπτωση που έχουμε επιλέξει σαν αρχή των αξόνων το 0 , έχουν την μορφή της εικόνας 13 . (Αν δεν επιλεγεί η αρχή των αξόνων 0 , τότε παίρνουμε διάγραμμα παρόμοιο με αυτό της εικόνας 13, αλλά η ευθεία δεν διαχέεται από το 0 , η κλίση της όμως πάλι ισούται με την σταθερά k_{π}).



Εικόνα 13

Η κλίση της ευθείας $F = f(y)$ δίνει τη τιμή της σταθεράς του ελατηρίου k , η οποία μπορεί να προσδιοριστεί ως εξής: από το μενού **Ανάλυση** επιλέγουμε την εντολή **Γραμμική παλινδρόμηση** . Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε **Force** και πατάμε **OK**. Η σχέση της δύναμης με τη απομάκρυνση προσεγγίζεται από την ευθεία η μορφή της οποίας καταγράφεται στο κάτω αριστερό άκρο της γραφικής παράστασης. Ο συντελεστής του X , δίνει την σταθερά k ,(βλέπε εικόνα 13 κάτω αριστερά ο συντελεστής είναι $k = -10.4$).

6° βήμα : (Επεξεργασία πειραματικών μετρήσεων από μαθητές)

Δίνουμε στους μαθητές σε φωτοτυπίες στον κάθε έναν τις εικόνες 12 και 13 και τους ζητάμε να συμπληρώσουν το φύλλο εργασίας .

Παρατηρήσεις :

1) Η αρχική φάση της απομάκρυνσης από την ΘIT , είναι $\pi/2$ rad , (βλέπε εικόνα 12) . Έτσι αν θέλουμε μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές και άλλα ερωτήματα , επιπλέον αυτών που υπάρχουν στο φύλλο εργασίας. Π.χ στον Πίνακα 1 να γράψουν την εξίσωση της απομάκρυνσης από την ΘIT με την μορφή $x = A\eta\mu(\omega t + \pi/2)$, την εξίσωση της ταχύτητας $u = \omega A\sigma\upsilon\upsilon(\omega t + \pi/2)$, την εξίσωση της επιτάχυνσης $\alpha = -\omega^2 A\eta\mu(\omega t + \pi/2)$, με τις αριθμητικές τιμές του πειράματος και στην συνέχεια να βρουν στιγμιαίες τιμές κλπ.

2) Στη θεωρητική τιμή της σταθεράς ελατηρίου που υπολογίζεται από την σχέση $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{\theta}}}$,

βάζουμε την τιμή της περιόδου της ταλάντωσης T που καθορίστηκε , όπως στο 2° βήμα. Η πειραματική τιμή της k_{π} , υπολογίζεται από την κλίση της $F = f(y)$.

3) Αν για διάφορες τιμές μαζών μετρήσουμε πειραματικά τις περιόδους , όπως κάναμε στην εργασία αυτή , και κάνουμε την γραφική παράσταση $T^2 = f(m)$, τότε η k_{π} μπορεί να υπολογιστεί με την βοήθεια της κλίσης της γραφικής παράστασης , έχοντας υπόψη ότι είναι :

$$\text{Κλίση} = \frac{4\pi^2}{k_{\pi}} \rightarrow k_{\pi} = \frac{4\pi^2}{\text{Κλίση}} , \text{ αφού ισχύει η σχέση } T^2 = \frac{4\pi^2}{k_{\pi}} m .$$

4) Η δύναμη της ταλάντωσης προκύπτει αν από την δύναμη του αισθητήρα αφαιρεθεί το βάρος του συστήματος κυλίνδρου ελατηρίου.

Ενδεικτικό παράδειγμα :

**ΤΕΤΡΑΔΙΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Πειραματική εργασία : Απλή αρμονική ταλάντωση με χρήση Multilog

ΤΑΞΗ : ...Γ... ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : Μέγας Αλέξανδρος.....
 ΤΜΗΜΑ : ...Γ1... ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 7-11-2006.....

1) Από το φωτοτυπημένο διάγραμμα $F = f(t)$ και $y = f(t)$
να συμπληρωθεί ο πίνακας .

Πίνακας

| | |
|--|-------|
| Μάζα κυλίνδρου-ελατηρίου (kg) | 0,158 |
| Απόσταση ΘΙΤ απο αισθητήρα (m) | 0,717 |
| Μέγιστη απομάκρυνση κυλίνδρου απο αισθητήρα (m) | 0,774 |
| Ελάχιστη απομάκρυνση κυλίνδρου απο αισθητήρα (m) | 0,654 |
| Πλάτος ταλάντωσης (m) | 0,060 |
| Περίοδος ταλάντωσης (s) | 0,736 |
| Δύναμη αισθητήρα στην ΘΙΤ (N) | 1,545 |
| Βάρος κυλίνδρου-ελατηρίου (N) | 1,545 |
| Μέγιστη δύναμη αισθητήρα (N) | 2,120 |
| Μέγιστη δύναμη ελατηρίου (N) | 2,120 |
| Μέγιστη δύναμη ταλάντωσης (N) | 0,575 |
| Διαφορά φάσης F - y (rad) | 0 |

2) α) Από την σχέση της θεωρίας $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{\theta}}}$ να υπολογιστεί η σταθερά του ελατηρίου k_{θ} .

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{\theta}}} \rightarrow k_{\theta} = 4\pi^2 \frac{m}{T^2} \rightarrow k_{\theta} = 4(3,14)^2 \frac{(0,158)}{(0,736)^2} \text{ (N/m)} \rightarrow$$

$$k_{\theta} = 11,5 \text{ (N/m)}$$

β) Από την φωτοτυπημένη γραφική παράσταση $F = f(y)$, που καταγράφηκε στον υπολογιστή με την χρήση Multilog , να βρεθεί η πειραματική σταθερά του ελατηρίου k_{π} .

Είναι : $|εφφ| = k_{\pi} = \frac{0,660}{0,060} \text{ (N/m)} \rightarrow k_{\pi} = 11 \text{ (N/m)}$

γ) Να βρεθεί το % σφάλμα μέτρησης μεταξύ θεωρητικής και πειραματικής τιμής της σταθεράς του ελατηρίου.

$$\sigma = \frac{|k_{\pi} - k_{\theta}|}{k_{\theta}} = \frac{|11 - 11,5|}{11,5} \rightarrow \sigma = 0,0435 \text{ ή } \sigma = 4,35\%$$

3) α) Να βρεθεί η ολική ενέργεια της ταλάντωσης με βάση την k_{π} .

$$E = \frac{1}{2} k_{\pi} A^2 = \frac{1}{2} 11(0,06)^2 \text{ (J)} \rightarrow E = 0,0198 \text{ (J)}$$

β) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος όταν αυτό διέρχεται από την ΘΙΤ

Είναι : $u_{\max} = \omega A = \frac{2\pi}{T} A = \frac{2(3,14)}{0,736} \text{ (m/s)} \rightarrow u_{\max} = 8,533 \text{ (m/s)}$