

Μελέτη απλής αρμονικής ταλάντωσης με Multilog

Όργανα – Υλικά

1. Βάση ορθογώνια – ράβδος 1m – σύνδεσμος (Ορθοστάτης) - ράβδος 30 cm
2. Αισθητήρες δύναμης και απόστασης , Multilog με μετασχηματιστή τροφοδοσίας
3. Ελατήριο - μάζα 100g

- Στόχοι :**
1. Να παρατηρηθεί , σε πραγματικό χρόνο, η σχέση των μεγεθών απομάκρυνση και δύναμη με το χρόνο t , σε γραφική παράσταση .
 2. Να εξαχθεί η σχέση $F = -k \cdot x$, και να μετρηθεί η περίοδος T .
 3. Να αποδειχθεί ότι η περίοδος είναι ανεξάρτητη από το πλάτος ταλάντωσης.
 4. Να παρατηρηθεί η γραφική παράσταση της ταχύτητας και να συσχετισθεί η ταχύτητα με τη θέση.

Πειραματική διαδικασία

1. Συναρμολογούμε τον ορθοστάτη και στην κορυφή συνδέουμε οριζόντια, με το σταυρό, τη μικρή ράβδο, από την οποία κρεμάμε τον αισθητήρα δύναμης ,στη ρύθμιση των $\pm 10N$. Από το άγκιστρο του αισθητήρα κρεμάμε το ελατήριο και από το ελατήριο τη μάζα των 100 g. Δίπλα από τη βάση, ακριβώς κάτω από τη μάζα, τοποθετούμε τον αισθητήρα απόστασης. Η ελάχιστη απόσταση αισθητήρα – μάζας να είναι 50 cm.

2. Σύνδεση και ρυθμίσεις Multilog

- Συνδέουμε το Multilog στον Η/Υ (COM 1) και, με το μετασχηματιστή, στο δίκτυο
- Ανοίγουμε τον Η/Υ και περιμένουμε να ολοκληρωθούν οι διαδικασίες έναρξης
- Ανοίγουμε το Multilog και συνδέουμε τον αισθητήρα απόστασης στην είσοδο 1 και τον αισθητήρα δύναμης στην είσοδο 2
- Ενεργοποιούμε στον Η/Υ το πρόγραμμα DB Lab 3.2 και στο παράθυρο που ανοίγει ακολουθούμε την εξής διαδρομή **Καταγραφέας → Ρυθμίσεις επικοινωνίας → Προσπάθεια σύνδεσης** (Αν στο σχετικό παράθυρο που ανοίγει εμφανιστεί η ένδειξη ότι η είσοδος COM 1 είναι **απασχολημένη** τότε στην προσπάθεια σύνδεσης εμφανίζεται το παράθυρο **Αποτυχία** και η σύνδεση Multilog και Η/Υ δεν είναι δυνατή. Τότε κλείνουμε το παράθυρο, με **OK**, κλείνουμε και το παράθυρο **Θύρα επικοινωνίας** και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία.)
- Όταν εμφανιστεί το παράθυρο **Συνδέθηκε** πατάμε **OK** και συνεχίζουμε με
- **Καταγραφέας → Πίνακας ελέγχου** και στο παράθυρο ελέγχουμε αν έχουν αναγνωριστεί οι αισθητήρες στις αντίστοιχες εισόδους. Αν δεν έχουν αναγνωριστεί τους ορίζουμε από τη λίστα αισθητήρων που εμφανίζεται αν ενεργοποιήσουμε το πεδίο των εισόδων 1 και 2..
- Στο πεδίο Ρυθμός ορίζουμε 25 μετρήσεις/second
- « « Σημεία « 100 μετρήσεις, δηλαδή ο χρόνος της μέτρησης θα είναι 4 s

Πατάμε **Λήψη δεδομένων** και περιμένουμε να ολοκληρωθεί η διαδικασία των μετρήσεων, ενώ διαμορφώνεται ταυτόχρονα και η γραφική παράσταση, σε κοινό διάγραμμα, των $x(t)$ και $F(t)$.

Παρατηρούμε ότι στη θέση ισορροπίας της μάζας οι ενδείξεις θέσης και δύναμης δεν είναι μηδέν . Τις βρίσκουμε (με το βελάκι) και τις σημειώνουμε:

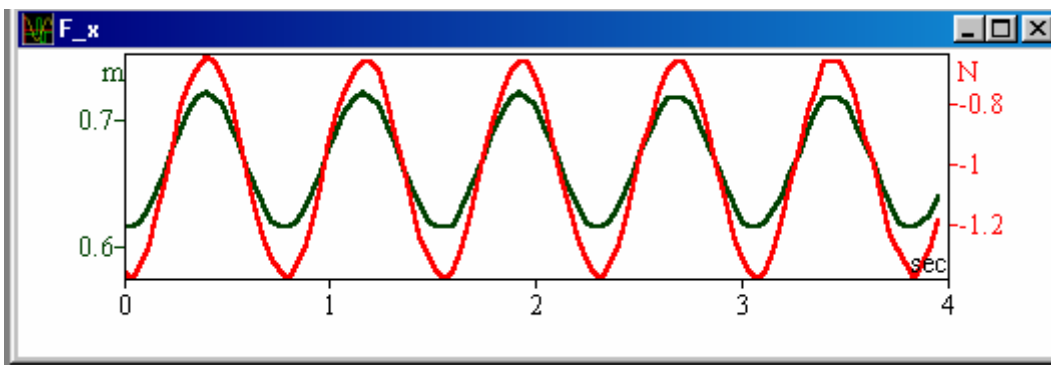
$$X_0 = \dots\dots \quad \text{και} \quad F_0 = \dots\dots$$

Απομακρύνουμε λίγα cm προς τα κάτω τη μάζα, από τη θέση ισορροπίας, και την αφήνουμε ελεύθερη να εκτελέσει κατακόρυφη ταλάντωση. Περιμένουμε λίγο για να αποσβεστούν οι πλάγιες ταλαντώσεις και πατάμε

Λήψη δεδομένων.

Στη γραφική παράσταση εμφανίζονται , με κοινό άξονα χρόνων, δύο ημιτονοειδείς καμπύλες, του διαστήματος, με τιμές στον αριστερό άξονα Y και της δύναμης, με τιμές στο δεξιό άξονα Y .

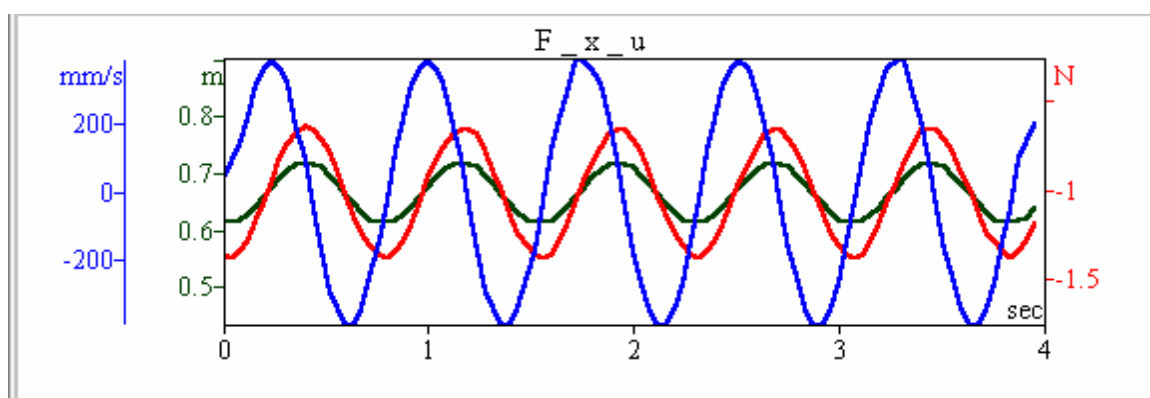
Αν οι καμπύλες ταυτίζονται (...πρόβλημα του λογισμικού), επιλέγουμε **Προβολή → Κλίμακα** και στο σχετικό παράθυρο που ανοίγει επιλέγουμε ένα μέγεθος, πατάμε **OK**, και στο νέο παράθυρο **Κλιμάκωση**, αλλάζουμε λίγο τα όρια «Ελάχιστο», «Μέγιστο», ώστε να μετακινηθεί κατακόρυφα η καμπύλη αυτού του μεγέθους, (σχήμα 1)



σχήμα 1

Επεξεργασία

1. Τσεκάρουμε, με τα βελάκια, δύο διαδοχικά μέγιστα ή ελάχιστα μιας καμπύλης και βρίσκουμε την περίοδο της ταλάντωσης $T = \dots\dots$
Αργότερα, όταν το πλάτος ταλάντωσης θα έχει μειωθεί, μπορούμε να επαναλάβουμε το πείραμα, για να διαπιστώσουμε αν η περίοδος παραμένει σταθερή $T_1 = ; \dots\dots$
2. Παρατηρούμε ότι ο ρυθμός μεταβολής των δύο μεγεθών (δύναμη – απομάκρυνση) είναι ο ίδιος , άρα τα μεγέθη είναι ανάλογα. Επίσης ότι ο άξονας της δύναμης έχει αρνητικές τιμές. Από τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι $F = - D \cdot x$
3. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να ελεγχθεί και μέσα από το λογισμικό.
Επιλέγουμε **Προβολή → Απεικόνιση Y(X) → Προκαθορισμένη** και προκύπτει η γραφική παράσταση της σχέσης $F(x)$. Λόγω διαφόρων σφαλμάτων τα σημεία δεν σχηματίζουν ευθεία γραμμή, αλλά παρουσιάζουν μικρή διασπορά, γύρω από την θεωρητικά προβλεπόμενη ευθεία.
Επιλέγουμε **Ανάλυση → Γραμμική παλινδρόμηση → επιλέγουμε** το μέγεθος δύναμη, πατάμε OK και εμφανίζεται η καλύτερη δυνατή ευθεία , που ταιριάζει στα δεδομένα μας. Στο κάτω μέρος του παραθύρου εμφανίζεται και η σχετική **εξίσωση** των δύο μεγεθών , Y για τη δύναμη και X για την απομάκρυνση. Ο συντελεστής του X είναι η σταθερά του ελατηρίου (N / m). Το $R^2 = \dots$ όταν είναι 1 σημαίνει ότι η σχέση είναι γραμμική, όσο πλησιάζει στο μηδέν σημαίνει ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση. Κλείνουμε τα παράθυρα.
4. Θέτουμε τη μάζα σε ταλάντωση και επαναλαμβάνουμε το πείραμα. Στη γραφική παράσταση που προκύπτει επιλέγουμε **Ανάλυση → Παράγωγος** και στο παράθυρο **Επιλογή δεδομένων επιλέγουμε** το διάστημα, πατάμε OK και εμφανίζεται η καμπύλη της ταχύτητας. Για να εμφανιστεί καλύτερα η γραφική παράσταση της παραγώγου επιλέγουμε **Ανάλυση → Μέσος όρος**. Κλείνουμε το παράθυρο της παραγώγου και αντιγράφουμε την γραφική παράσταση του μέσου όρου της παραγώγου στο αρχικό παράθυρο ώστε να έχουμε και τις 3 καμπύλες στο ίδιο παράθυρο (απομάκρυνση – δύναμη – ταχύτητα). Στο διάγραμμα φαίνεται η διαφορά φάσης ταχύτητας – απομάκρυνσης , χονδρικά στις 90° .



σχήμα 2

Άλλες δραστηριότητες για συγκρίσεις με κλασικό πείραμα

1. Μετράμε την επιμήκυνση Δx που προκαλεί η μάζα των 100g (βάρος $\sim 1N$) και βρίσκουμε τη σταθερά k του ελατηρίου. Συγκρίνουμε με αυτή που προέκυψε από το λογισμικό.
2. Μετράμε με ηλεκτρονικό χρονόμετρο χεριού το χρόνο 10 ταλαντώσεων, υπολογίζουμε την περίοδο T και συγκρίνουμε με αυτή που προέκυψε από το λογισμικό.
3. Από τη σχέση $T = 2\pi \cdot \sqrt{m / k}$ υπολογίζουμε το T και το συγκρίνουμε με το πειραματικό.