ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΦΘΙΝΟΥΣΑΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΤΑΛΑΝΤΩΤΗ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ

1^{Ο} ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ

Τάξη…………………… Τμήμα……………… Ημερομηνία…………………………

Ονοματεπώνυμο ………………………………………..………………………..

Στόχοι:

Με τη βοήθεια των γραφικών παραστάσεων των ταλαντώσεων μέσω του ΣΣΛ-Α και για διαφορετικές αποσβέσεις, καλείστε:

- Να παρατηρήσετε ότι η πραγματοποίηση αμείωτης μηχανικής ταλάντωσης, απουσία τριβών και αντιστάσεων, δεν εκπληρώνεται στην πράξη, με αποτέλεσμα οι (ελεύθερες) ταλαντώσεις να είναι φθίνουσες.
- καλείστε να περιγράψετε την εξέλιξη του φαινομένου
- να μετρήσετε την περίοδο, και να διαπιστώσεις ότι αυτή αυξάνεται με την απόσβεση
- να διαπιστώσετε από τη μέτρηση των πλατών ότι ο λόγος των διαδοχικών πλατών είναι σταθερός για κάθε φθίνουσα ταλάντωση.
- να αποφανθείτε από την εκθετική συνάρτηση που δείχνει τη μείωση των πλατών, ότι ο ρυθμός μείωσης τους αυξάνεται με την απόσβεση.

Να διαπιστώσετε μέσω θεωρητικού μοντέλου ότι για μεγάλες αποσβέσεις η ταλάντωση είναι απεριοδική.

Πειραματική επεξεργασία:

1. Παρατηρείστε τις ελεύθερες ταλαντώσεις που πραγματοποιούν σώματα διαφόρων μαζών που κρέμονται από το ελατήριο. Είναι αμείωτες όπως αυτές που μελετήσατε στα προηγούμενα μαθήματα; Αναφέρατε λόγους για τους οποίους συμβαίνει αυτό που παρατηρείτε.
   ………
   ………
   ………………………………………………………………………………
2. Παρατηρείστε την εξέλιξη του φαινομένου για διάφορες τιμές της μετωπικής επιφάνειας του ταλαντούμενου σώματος. Τι δημιουργεί στο ταλαντούμενο σύστημα η αύξηση της επιφάνειας και τι μεταβολές προκαλεί στο πλάτος και την περίοδο της ταλάντωσης; Αναπτύξτε τις απόψεις σας.

………
………
………
………

3. Καταγράφετε τις τιμές της μάζας m και της σταθεράς του ελατηρίου κ στο πίνακα Α. Ενεργοποιώντας τον αισθητήρα του διαστήματος παρατηρείτε στον βιντεοπροβολέα την μεταβολή της θέσης του σώματος με τον χρόνο. Ενεργοποιώντας τη «λήψη δεδομένων» και με το ταλαντούμενο σύστημα στη θέση ισορροπίας, καταγράψτε στο πίνακα Α την ακριβή απόσταση y_0 του αισθητήρα από την επιφάνεια του ταλαντωτή

4. Θέτοντας τον ταλαντωτή σε ταλάντωση πλάτους περίπου 10cm και ενεργοποιώντας τη «λήψη δεδομένων» μετά από 1-2 ταλαντώσεις, παρατηρείστε στην οθόνη πως εξελίσσεται η φθίνουσα ταλάντωση.

5. Μετρείστε την περίοδο και τα διαδοχικά μέγιστα y_1, $y_{2,\ldots\ldots}$ y_N της ταλάντωσης. (Ο καθορισμός της περιόδου γίνεται με διπλό αριστερό κλικ του ποντικιού πρώτα στην μια κορυφή της ταλάντωσης και μετά στην επόμενη διαδοχική. Ο χρόνος Δt που εμφανίζεται στο κάτω μέρος της οθόνης μετρά την περίοδο. Με διπλό κλικ επίσης σε κάθε κορυφή παίρνουμε τις τιμές των διαδοχικών μεγίστων που εμφανίζονται στο κάτω μέρος της οθόνης με την ένδειξη y.) Καταγράψτε τις μετρήσεις στο πίνακα Α.

6. Επαναλάβατε την ίδια διαδικασία (βήματα 4 και 5), αυξάνοντας την επιφάνεια ώστε να αυξηθούν και οι αποσβέσεις. Καταχωρείστε την περίοδο και τα διαδοχικά μέγιστα της νέας ταλάντωσης στον πίνακα Α.

7. **Επεξεργασία των μετρήσεων**
   Στη 3^η στήλη του πίνακα υπολογίστε τα διαδοχικά πλάτη A_1, A_2,…A_N
   Στη 4^η στήλη υπολογίστε τους λόγους **κ** των διαδοχικών πλατών A_1/A_2, A_2/A_3, … A_7/A_8 (με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού ψηφίου).
   Ποια συμπεράσματα εξάγετε για την μεταβολή του πλάτους και της περιόδου της ταλάντωσης; Επιβεβαιώνονται οι υποθέσεις που αναπτύξατε;

………
………
………

………
………

ΠΙΝΑΚΑΣ Α

<table>
<tr><td colspan="5">Μάζα ταλαντωτή:m=…………kg
Σταθερά ελατηρίου:k=…………N/m</td></tr>
<tr><td></td><td>Θέση ισορροπίας</td><td>Θέσεις κορυφών y_N</td><td>Πλάτη $A_N=y_N-y_0$</td><td>Λόγος διαδοχικών πλατών $κ=A_N/A_{N+1}$</td></tr>
<tr><td rowspan="8">1Η ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ</td><td rowspan="4">y_0=

Περίοδος
T_1=</td><td>y_1=</td><td>A_1=</td><td></td></tr>
<tr><td>y_2=</td><td>A_2=</td><td>A_1/A_2=</td></tr>
<tr><td>y_3=</td><td>A_3=</td><td>A_2/A_3=</td></tr>
<tr><td>y_4=</td><td>A_4=</td><td>A_3/A_4=</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Απόσβεση
b_1=</td><td>y_5=</td><td>A_5=</td><td>A_4/A_5=</td></tr>
<tr><td>y_6=</td><td>A_6=</td><td>A_5/A_6=</td></tr>
<tr><td>y_7=</td><td>A_7=</td><td>A_6/A_7=</td></tr>
<tr><td>y_8=</td><td>A_8=</td><td>A_7/A_8=</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2Η ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ</td><td rowspan="4">y_0=

Περίοδος
T_2=</td><td>y_1=</td><td>A_1=</td><td></td></tr>
<tr><td>y_2=</td><td>A_2=</td><td>A_1/A_2=</td></tr>
<tr><td>y_3=</td><td>A_3=</td><td>A_2/A_3=</td></tr>
<tr><td>y_4=</td><td>A_4=</td><td>A_3/A_4=</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Απόσβεση
b_2=</td><td>y_5=</td><td>A_5=</td><td>A_4/A_5=</td></tr>
<tr><td>y_6=</td><td>A_6=</td><td>A_5/A_6=</td></tr>
<tr><td>y_7=</td><td>A_7=</td><td>A_6/A_7=</td></tr>
<tr><td>y_8=</td><td>A_8=</td><td>A_7/A_8=</td></tr>
</table>

8. *Ο λόγος **κ** των διαδοχικών πλατών παραμένει σταθερός (μέχρι το πρώτο δεκαδικό ψηφίο); Αν ναι τότε τα πλάτη αποτελούν διαδοχικούς όρους γεωμετρικής προόδου και συνεπώς ακολουθούν φθίνουσα εκθετική συνάρτηση της μορφής:*

$$A_N = A_0 e^{-\frac{b}{2m}t} \qquad (1)$$

όπου ***A₀*** το αρχικό πλάτος, ***A_N*** το πλάτος μετά από χρόνο ***t=NT*** (*N* περιόδων), ***m*** η μάζα του σώματος, και ***b*** μια σταθερά που εκφράζει τις αποσβέσεις. Μια τέτοια συμπεριφορά του πλάτους προκύπτει (με τη βοήθεια των μαθηματικών) αν η δύναμη που προκαλεί την απόσβεση (τριβή, αντίσταση αέρα κλπ) είναι της μορφής: $F=-bu$ (2)

όπου ***u*** η ταχύτητα του σώματος. Αυτό στη πράξη συμβαίνει όταν οι ταχύτητα του σώματος είναι αρκετά μικρή.

Με βάση τα παραπάνω και με τη βοήθεια του καθηγητή και του λογισμικού που υποστηρίζει τους αισθητήρες προσαρμόζουμε τα πλάτη σε καμπύλη εκθετικής μορφής η μαθηματική σχέση της οποίας εμφανίζεται στο κάτω μέρος της γραφικής παράστασης. Επεξεργαστείτε τις αριθμητικές τιμές της εκθετικής συνάρτησης και υπολογίστε την σταθερά απόσβεσης b για κάθε ταλάντωση. Συμπληρώστε τον πίνακα Α.

2^{O} ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ

Σύγκριση πειραματικών μετρήσεων με το θεωρητικό μοντέλο.

1. Ανοίξτε το πρόγραμμα **Modellus** και το αρχείο **fthin1** . Στο παράθυρο «Μοντέλο» εμφανίζεται το θεωρητικό μοντέλο της φθίνουσας ταλάντωσης με τη δύναμη της απόσβεσης να είναι της μορφής *F=-bu.*
   Στο παράθυρο «Αρχικές συνθήκες» εισάγετε τις τιμές της μάζας του σώματος, της σταθεράς του ελατηρίου, της επιτάχυνσης *g* και της σταθεράς απόσβεσης b που υπολογίσατε. Στις αρχικές τιμές θέσατε το αρχικό πλάτος A_0 και αρχική ταχύτητα u=0.
2. Ενεργοποιήστε το παράθυρο «Έλεγχος»για να αρχίσει το πρόγραμμα. Στην οθόνη εξελίσσεται η προσομοίωση του θεωρητικού μοντέλου στους ίδιους άξονες με τα πειραματικά σημεία που έχουν ληφθεί κατά την πειραματική διαδικασία.
   Προσεγγίζει η θεωρητική την πειραματική καμπύλη θέσης χρόνου;
   Ρύθμισε τις αρχικές συνθήκες του μοντέλου, ώστε να επιτύχεις τη μέγιστη δυνατή συμφωνία θεωρίας και πειραματικών δεδομένων. Ποια συμπεράσματα προκύπτουν από τη σύγκριση των δύο καμπυλών;
   ………
   ………
   ……
3. Από το παράθυρο «Αρχικές συνθήκες», αυξήστε διαδοχικά τις τιμές του συντελεστή b και παρατήρησε τις μεταβολές που συνεπάγονται στο γράφημα

θέσης – χρόνου. Πώς μεταβάλλεται η «περίοδος» όταν αυξάνει η τιμή του συντελεστή απόσβεσης **b**;

……

……

………

4. Υπολογίστε την τιμή του **b** από τη σχέση: $b = 2m\sqrt{\frac{k}{m}}$ και θέσε την στις αρχικές συνθήκες. Τι παρατηρείτε;

……

……

………

5. Επαναλάβετε την διαδικασία 1-2 ανοίγοντας το αρχείο **fthin2**. Ποιες οι παρατηρήσεις σας τώρα που αυξήθηκαν οι αποσβέσεις;

……

……

……

6. Με βάση τα συμπεράσματα απαντήστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λάθος.

☐ Α) Το σύστημα ανάρτησης των αυτοκινήτων (αμορτισέρ) όταν φθαρούν αποκτούν μικρή σταθερά απόσβεσης.

☐ Β) Η κατασκευή των ψηλών κατασκευών (κτίρια, γέφυρες) γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε μετά από ένα σεισμό ο ρυθμός μείωσης του πλάτους ταλάντωσης να είναι όσο γίνεται μικρότερη.

☐ Γ) το πλάτος μιας φθίνουσας ταλάντωσης μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση (1). Το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται το μισό του αρχικού μετά από χρόνο:

$$t = \frac{\ln 2}{\frac{b}{2m}}$$

Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

……

……

……

……

……

Τουντουλίδης Γιώργος
Φυσικός M.Sc.