

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ ΜΕ
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΣΤΑΣΙΜΩΝ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ
ΣΤΟΝ ΣΩΛΗΝΑ KUNDT**

A. ΣΤΟΧΟΙ

Οι μαθητές

- Να εξοικειωθούν με τη χρήση απλών πειραματικών διατάξεων καθώς και τη χρήση γεννήτριας ακουστικών συχνοτήτων.
- Να εφαρμόσουν τις θεωρητικές τους γνώσεις για τα στάσιμα κύματα.
- Να εκτιμήσουν τα σφάλματα που υπεισέρχονται κατά τις μετρήσεις.

B. ΟΡΓΑΝΑ

- Διαφανής κυλινδρικός σωλήνας PVC με χειροκίνητο έμβολο πάνω σε βάση στήριξης.
- Μεγάφωνο στερεωμένο στη βάση κοντά στο ανοικτό άκρο του σωλήνα
- Γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων
- Μετροταινία ενσωματωμένη στον διαφανή σωλήνα PVC
- Θερμόμετρο δωματίου

Γ. ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

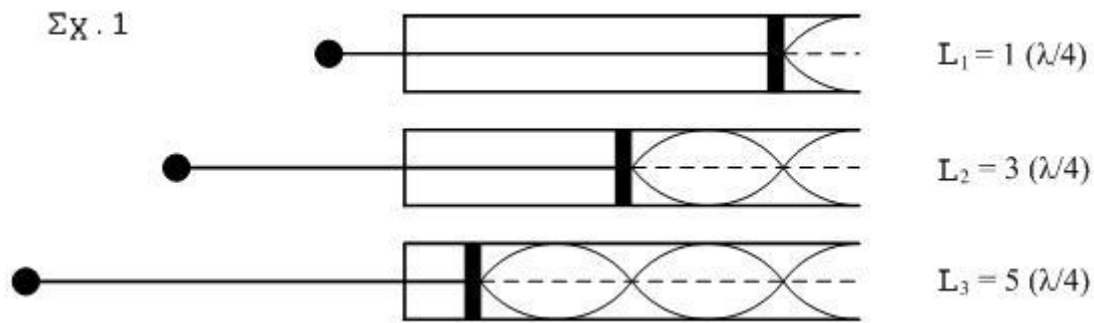
- Κύματα
- Στάσιμα κύματα

Δ. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

Οι ήχοι είναι διαμήκη κύματα τα οποία μπορούν να διαδοθούν σε όλα τα υλικά μέσα στερεά, υγρά και αέρια. Τα σώματα τα οποία όταν ταλαντώνονται μπορούν να παράγουν ήχους, καλούνται ηχητικές πηγές. Για παράδειγμα τέτοια σώματα μπορεί να είναι η χορδή μιας κιθάρας, ένα διαπασών ή ακόμα μια αέρια μάζα σε ταλάντωση στο εσωτερικό ενός σωλήνα. Ένας τέτοιος σωλήνας ονομάζεται ηχητικός σωλήνας.

Ένας ηχητικός σωλήνας ονομάζεται κλειστός όταν το άκρο του που είναι απέναντι από το στόμιο είναι κλειστό. Αυτό επιτυγχάνεται με την παρουσία κινητού (ή ακινήτου) εμβόλου. Όταν παράγεται ήχος σταθερής συχνότητας εμπρός από το στόμιο ενός τέτοιου σωλήνα μπορεί να δημιουργηθούν στάσιμα κύματα. Στο κλειστό άκρο υπάρχει δεσμός ενώ (περίπου) στο στόμιο αντιστοιχεί κοιλία. Για να είναι δυνατή η δημιουργία μονίμων στάσιμων κυμάτων μέσα σε ένα τέτοιο σωλήνα θα πρέπει το μήκος L της αέριας στήλης να είναι περιττό πολλαπλάσιο του $\lambda/4$, όπου λ το μήκος κύματος λ του παραγόμενου ήχου (Σχ.1). Δηλαδή,

$$L=(2K+1)\lambda/4, \text{ όπου } K = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$



Από την προηγούμενη σχέση προκύπτει ότι η διαφορά ΔL δύο διαδοχικών τιμών του L (π.χ για $K=1$ και $K=2$) είναι $\Delta L = \lambda/2$ (2).

Αν η ταχύτητα του ήχου του αέρα είναι v και η συχνότητά του f τότε ισχύει

$$v = \lambda f \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (2),(3) καταλήγουμε ότι

$$v = 2 \Delta L f \quad (4)$$

Συνεπώς, αν είναι γνωστή η συχνότητα ενός ήχου και μετρηθεί το ΔL , τότε από τη σχέση (4) είναι δυνατός ο προσδιορισμός της ταχύτητας του ήχου στον αέρα.

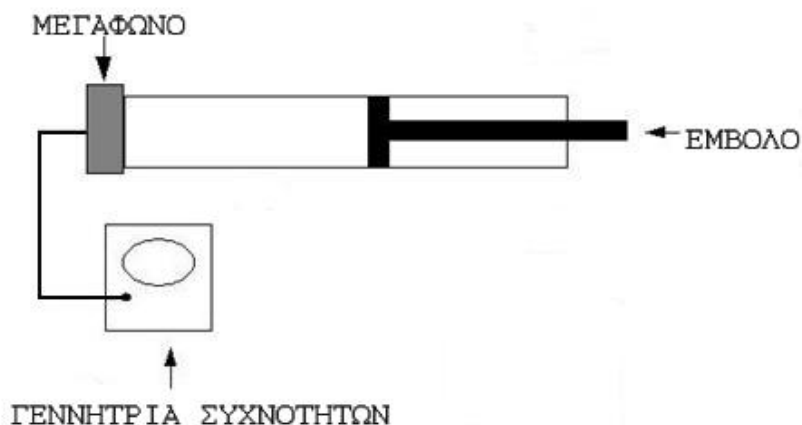
Η ταχύτητα του ήχου v_θ σε θερμοκρασία δωματίου θ συνδέεται με την ταχύτητα του ήχου v_0 σε θερμοκρασία 0°C με τη σχέση :

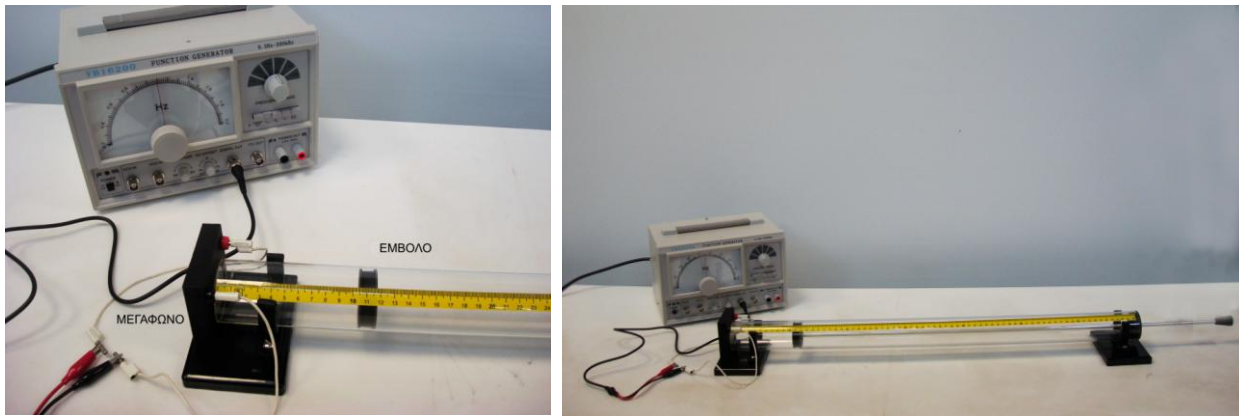
$$v_\theta = v_0 \sqrt{1 + \frac{\theta}{273}} \quad (5)$$

όπου $v_0 = 331 \text{ m/s}$.

Για παράδειγμα σε θερμοκρασία 18°C , η παραπάνω σχέση δίνει ότι η ταχύτητα του ήχου είναι $v_{18} = 341,7 \text{ m/s}$.

Ε. Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ





1. Τοποθετούμε τη συσκευή με τον σωλήνα PVC, το έμβολο και το μεγάφωνο καθώς και τη γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων στον πάγκο εργασίας, όπως φαίνεται στις εικόνες.

2. Έχοντας το κουμπί ρύθμισης πλάτους (AMPLITUDE) της γεννήτριας ακουστικών συχνοτήτων τέρμα αριστερά (κλειστό), συνδέουμε το μεγάφωνο με την έξοδο signal out.

Προσέχουμε να μη συνδέσουμε στην έξοδο ισχύος διότι η έξοδος ισχύος της γεννήτριας έχει ισχύ 10 W, ενώ η μέγιστη ισχύς του μεγαφώνου είναι μόνο 0,25 W και έτσι υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του. Επίσης, κατά τη σύνδεση του μεγαφώνου προσέχουμε την πολικότητα.

3. Φέρνουμε το έμβολο στο ανοιχτό στόμιο του σωλήνα κοντά στο μεγάφωνο.

4. Θέτουμε σε λειτουργία τη γεννήτρια ακουστικών συχνοτήτων επιλέγοντας την τιμή 600Hz και ρυθμίζουμε την ένταση του ήχου ώστε να ακούγεται, όχι πολύ δυνατά.

5. Αρχίζουμε να μετακινούμε το έμβολο ώστε να μεγαλώνει το μήκος της στήλης του αέρα και καταγράφουμε τις τιμές του μήκους της στήλης στην πρώτη μεγιστοποίηση της έντασης του ήχου (L_1) και στη δεύτερη (L_2) και υπολογίζουμε τη διαφορά τους $\Delta L = L_2 - L_1$.

6. Με τη βοήθεια της σχέσης (4) υπολογίζουμε την ταχύτητα του ήχου.

7. Επαναλαμβάνουμε τα βήματα 4,5,6 για διάφορες τιμές της συχνότητας έως 1200Hz (π.χ. για 700Hz, 800Hz, 1000Hz και 1200Hz).

8. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή των τιμών που βρήκαμε για την ταχύτητα του ήχου.

9. Με το θερμόμετρο μετρούμε την θερμοκρασία του δωματίου και από την σχέση (5) βρίσκουμε την θεωρητική τιμή της ταχύτητας του ήχου.

10. Υπολογίζουμε το σχετικό σφάλμα.

ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ ΜΕ
ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΣΤΑΣΙΜΩΝ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ
ΣΤΟΝ ΣΩΛΗΝΑ KUNDT**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΤΑΞΗ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

1. Συμπλήρωσε τις τιμές των L_1, L_2 στον πίνακα 1, για κάθε τιμή της συχνότητας σύμφωνα με τα βήματα 4,5,6,7 της πειραματικής διαδικασίας.

Πίνακας 1.

Συχνότητα (Hz)	L_1 (m)	L_2 (m)	ΔL	$\lambda=2\Delta L$	$v=\lambda f$

2. Υπολογίστε για κάθε μια συχνότητα το λ και την ταχύτητα του ήχου στον πίνακα 1.

3. Να υπολογίσετε την μέση τιμή της ταχύτητας

.....

.....

.....

.....

4. Μετρήστε με το θερμόμετρο τη θερμοκρασία του χώρου μέσα στον οποίο πραγματοποιήσατε την άσκηση.

Η θερμοκρασία ήταν.....

5. Υπολογίστε θεωρητικά, με χρήση της σχέσης (5), την ταχύτητα του ήχου στη θερμοκρασία που μετρήσατε.

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

6. Υπολογίστε το σχετικό σφάλμα της μέτρησή σας.

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

7. Αναφέρετε τους παράγοντες στους οποίους κατά τη γνώμη σας οφείλεται το σφάλμα.

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