

ΣΥΣΚΕΥΗ KUNDT
ΣΤΑΣΙΜΩΝ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ
SSWA1

ΚΩΔΙΚΟΣ 07-1

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΧΡΗΣΕΩΣ

ΣΚΟΠΟΣ

Η δημιουργία στασίμων ηχητικών κυμάτων ώστε να μελετηθούν τα χαρακτηριστικά τους (χροιά, ένταση, απόσταση δεσμών-κοιλιών, μήκος κύματος) καθώς και η ταχύτητα του ήχου στον αέρα.

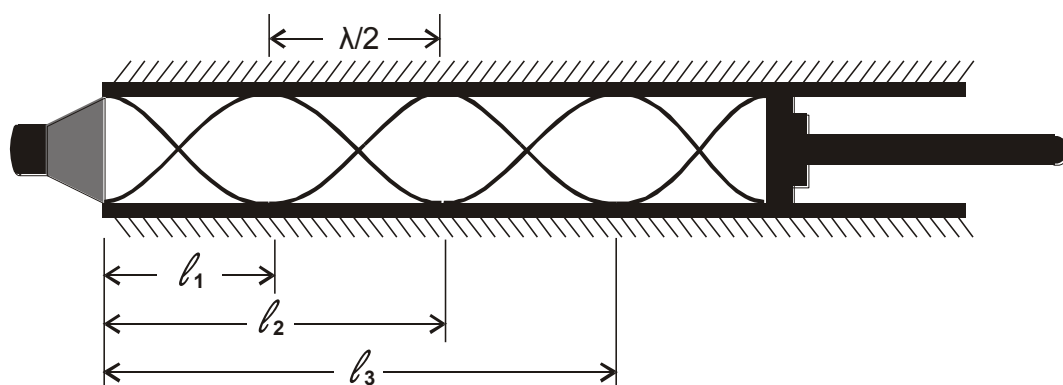
ΘΕΩΡΙΑ

Έστω ότι στο εσωτερικό ενός σωλήνα υπάρχει κάποιο αέριο, στη συγκεκριμένη περίπτωση αέρας. Μία διαταραχή στο στόμιό του διαδίδεται μέσα σε αυτόν με τη μορφή διαμήκων κυμάτων.

Αυτά τα κύματα όταν συναντήσουν εμπόδιο ανακλώνται, έτσι το προσπίπτον και το ανακλώμενο κύμα συμβάλλουν. Εκεί που συναντώνται σε φάση εμφανίζεται μέγιστο πλάτος κύμανσης (κοιλία) και εκεί που συναντώνται με διαφορά φάσης 180° εμφανίζεται μηδενικό πλάτος κύμανσης (δεσμός).

Δηλαδή, στο εσωτερικό του σωλήνα υπάρχουν περιοχές όπου η πυκνότητα του αέρα μεταβάλλεται, παίρνοντας κάποια μέγιστη και ελάχιστη τιμή, και περιοχές όπου έχει σταθερή τιμή, την τιμή της πυκνότητας όταν δεν διαδίδεται κύμα. Στις περιοχές κοιλιών έχουμε έντονη ταλάντωση του αέρα, ενώ στις περιοχές δεσμών ο αέρας είναι ακίνητος.

Η κατάσταση αυτή περιγράφεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχ. 1

Εάν χαρακτηρίσουμε με λ το μήκος κύματος του ήχου, από το Σχ. 1 έχουμε:

$$l_1 = \frac{\lambda}{2}, \quad l_2 = \frac{2\lambda}{2} \quad \text{και} \quad l_3 = \frac{3\lambda}{2}$$

άρα

$$l_2 - l_1 = \Delta l_1 = \frac{\lambda}{2} \quad \text{και} \quad l_3 - l_2 = \Delta l_2 = \frac{\lambda}{2}$$

Δεδομένου ότι η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος συνδέεται με τη συχνότητα σύμφωνα με την σχέση $u = \lambda f$, και δεδομένου ότι στο παραπάνω σχήμα $\lambda = 2\Delta l$ προκύπτει ότι :

$$u = 2\Delta l f$$

είναι δηλαδή δυνατόν, μετρώντας την απόσταση μεταξύ δύο κοιλιών ή δύο δεσμών και γνωρίζοντας τη συχνότητα του ηχητικού κύματος, να υπολογίσουμε την ταχύτητα του ήχου στον αέρα.

Περιγραφή εξοπλισμού

Ο εξοπλισμός αποτελείται από έναν κυλινδρικό σωλήνα από διαφανές πλεξιγκλάς και δύο βάσεις στήριξης. Ο σωλήνας, μήκους 70cm, έχει προσαρμοσμένο στο εσωτερικό του χειροκίνητο έμβολο και στο εξωτερικό του μετροταινία σε όλο του το μήκος. Στη μία από τις δύο βάσεις είναι προσαρμοσμένο ένα μεγάφωνο με δύο μπόρνες τροφοδοσίας. Η διάμετρος του μεγαφώνου είναι ίση περίπου με την εσωτερική διάμετρο του σωλήνα ώστε να μπορεί να εισαχθεί σ' αυτόν.

Εάν διεγερθεί το μεγάφωνο με μία ακουστική συχνότητα, δημιουργούνται στάσιμα ακουστικά κύματα. Όταν το έμβολο είναι σε θέση που αντιστοιχεί σε δεσμό, η ένταση του ήχου είναι ελάχιστη ενώ όταν το έμβολο είναι σε θέση που αντιστοιχεί σε κοιλία η ένταση του ήχου γίνεται μέγιστη.

Απαιτούμενος πρόσθετος εξοπλισμός

- 1) Γεννήτρια ακουστών συχνοτήτων με ενισχυτή
- 2) Θερμόμετρο 0-40°C

Πειραματική διαδικασία

1. Προσαρμόστε τη βάση με το μεγάφωνο στο ελεύθερο άκρο του σωλήνα και την άλλη βάση κοντά στο άλλο του άκρο. Περιστρέψτε το σωλήνα ώστε η μετροταινία να βρίσκεται σε βολική θέση ώστε να διαβάζεται εύκολα.
2. Συνδέστε το μεγάφωνο με την έξοδο ισχύος της γεννήτριας ακουστών συχνοτήτων. Γυρίστε το κομβίο AMPLITUDE της γεννήτριας τέρμα αριστερά, επιλέξτε μία συχνότητα (π.χ. 800Hz ή 600Hz) και θέστε σε λειτουργία τη γεννήτρια. Αυξήστε προσεκτικά τη στάθμη του σήματος ώστε ο ήχος του μεγαφώνου να ακούγεται καθαρά. **ΠΡΟΣΟΧΗ! Μην αυξήσετε πολύ τη στάθμη του σήματος εξόδου της γεννήτριας γιατί θα καταστραφεί το μεγάφωνο (η ισχύς του μεγαφώνου είναι 0,25 W ενώ της γεννήτριας είναι 10 W).**
ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν ο δείκτης του κομβίου AMPLITUDE βρίσκεται στην ωρολογιακή θέση “παρά τέταρτο”, το μεγάφωνο δεν κινδυνεύει.
3. Τοποθετήστε το έμβολο μέσα στο σωλήνα μέχρι το άκρο του μεγαφώνου.
4. Απομακρύνετε αργά το έμβολο από το μεγάφωνο. Θα παρατηρήσετε ότι σε κάποιες θέσεις η ένταση του ήχου είναι μέγιστη και σε κάποιες άλλες ελάχιστη.
5. Εντοπίστε τις πρώτες τρεις διαδοχικές θέσεις με τη μέγιστη ένταση και για κάθε μία καταγράψτε στο φύλλο εργασίας την ένδειξη της μετροταινίας που αντιστοιχεί στην κάθε θέση.
6. Επαναλάβετε για άλλες δύο συχνότητες.
7. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση του λ ως προς $1/f$. Η κλίση της γραμμής που παριστάνει η προηγούμενη γραφική παράσταση δίνει την ταχύτητα του ήχου στην θερμοκρασία του αέρα που εκτελείται το πείραμα.

Σημείωση: η ταχύτητα του ήχου στον αέρα σε θερμοκρασία 0°C είναι $u_0 = 331 \text{ m/s}$, ενώ η ταχύτητα του ήχου στον αέρα σε θερμοκρασία θ , δίνεται από τη σχέση

$$u_{\theta} = u_0 \sqrt{1 + \frac{\theta}{273}}$$

Υπολογισμοί

1. Με βάση τις μετρήσεις που έχετε κάνει, υπολογίστε την ταχύτητα του ήχου στον αέρα σε θερμοκρασία 0°C.
2. Ποια η επί τοις εκατό (%) απόκλιση της πειραματικής τιμής από τη θεωρητική;

Φύλλο Εργασίας

Συχνότητα	1 ^ο μέγιστο	2 ^ο μέγιστο	3 ^ο μέγιστο	Μέση τιμή διαφοράς	Μήκος κύματος

