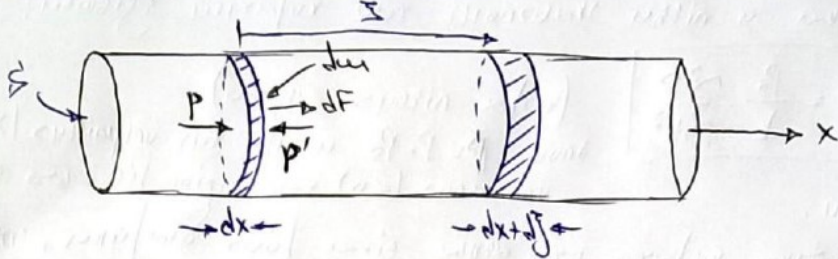


# ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Ελαστικά κύματα σε αέριο αέριο (Ηχητικά κύματα)



Έστω  $P_0$  και  $\rho_0$  η πίεση και η πυκνότητα ισορροπίας του αερίου. Αν διαταραχθεί η πίεση του αερίου κάθε στοιχειώδη μήκος  $dx$  ελαστικά σε κινήσεις και υφίσταται μια μετατόπιση  $\xi$  παράλληλη προς τον άξονα  $x$  και για μετατόπιση  $d\xi$ . Η σχέση που συνδέει την πίεση σε κάθε σημείο του αερίου με την μετατόπιση του στο ίδιο σημείο είναι:

$$P = P_0 - k \frac{\partial \xi}{\partial x} \quad (1) \quad \text{όπου } k \text{ το λόγο ελαστικότητας όγκου.}$$

Η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στα μήκη  $dx$  του καλώ-δουλου  $+x$  είναι:

$$dF = PS - P'S = (P - P')S = -(P' - P)S = -dPS \quad (2)$$

και  $dm = \rho_0 dV = \rho_0 S dx$  (απολογιστική του αρχικού μήκους  $dx$  και της πυκνότητας του αερίου  $\rho_0$ ).

Συνεπώς ο 2<sup>ος</sup> v. Newton δίνει:

$$dF = dm a \xrightarrow{(2),(1)} -dPS = \rho_0 S dx a \xrightarrow{III}$$

$$\rightarrow -\frac{\partial P}{\partial x} dx = \rho_0 dx \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} \xrightarrow{III} +k \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \rho_0 \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \left(\frac{\rho_0}{k}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}} \quad v = \sqrt{\frac{k}{\rho_0}}$$

Η παραπάνω κυματική β.ε. δείχνει ότι η μετατόπιση που οφείδεται σε διαταραχή του αερίου διαδίδεται με ταχύτητα  $v = \sqrt{k/\rho_0}$ .

ΜΑ



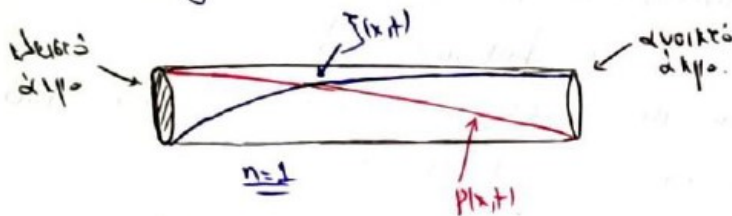
και ονομάζεται κύμα μετατόπισης αέριου.  
 Είναι και η πίεση λειτουργεί την κυματική εξίσωση:

$$\boxed{\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{\rho_0}{k} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}}$$

(κύμα πίεσης αέριου)  
 όπου  $p = P - P_0$  η τιμή της υπερπίεσης ( $>0$ ) ή υποπίεσης ( $<0$ ) του αέριου μέσα στο σωλήνα.

Παρατηρήσεις:

Τα μηχανικά κύματα στα αέρια είναι μόνο διαμήκη, επειδή στα αέρια μπορούμε να ακούσουμε συνηθέως (διαμήκη κύμα) κι όχι εγκάρσιες (διαπεριμετρικές) τρέσες.



Οριακές συνθήκες:

• Κλειστό άκρο:  $\xi(x,t) = 0$

• Ανοικτό άκρο:  $\frac{\partial \xi}{\partial x} = 0$

δηλ. οι θέσεις στο στάσιμο κύμα πίεσης λειτουργούν ως γυρίσματα που εμφανίζονται κοιλίες στο στάσιμο κύμα μετατόπισης των μορίων ξ αφού ισχύει:  $p(x,t) = P_{(x,t)} - P_0 = -k \frac{\partial \xi}{\partial x}$

Συγγραφή – Επιμέλεια: Παναγιώτης Φ. Μοίρας

