

Εργαστηριακή Άσκηση 33
Μέτρηση της ταχύτητας του ήχου στα υγρά
Α.Μ. [REDACTED]

ΣΕΜΦΕ Τμήμα Α

Φ. Φαράκος
20/10/2009

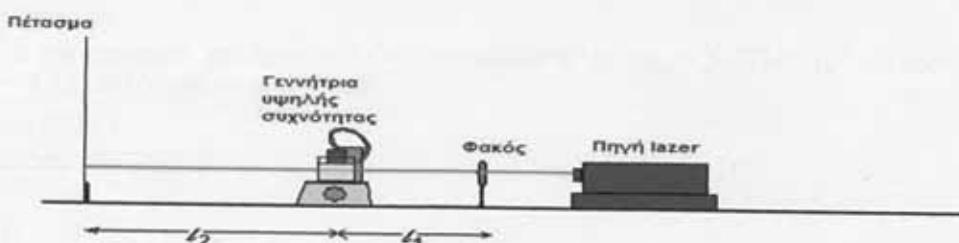
50

Περιγραφή - Σκοπός της άσκησης

Το αντικείμενο της άσκησης είναι η μελέτη και μέτρηση της ταχύτητας του ήχου στα υγρά. Για το σκοπό αυτό μελετήσαμε την αιθυλική αλκοόλη με τη μέθοδο στάσιμου υπερηχητικού κύματος. Χρησιμοποιήσαμε διάταξη που αποτελούνταν από γεννήτρια υψηλής συχνότητας, τάξης των 800 kHz και laser He-Ne, ισχύος 2-3 mW. Η ακτίνα laser, περνώντας μέσα από συγκεντρωτικό φακό και από δοχείο γεμάτο με αιθυλική αλκοόλη, προβαλόταν πάνω σε πέτασμα, χαρτί μιλιμετρέ, ενώ η γεννήτρια ήταν οριακά βιβλισμένη στην αλκοόλη σε βάθος 2 mm. Αυτή είναι η μέθοδος με την οποία το υπερηχητικό κύμα γίνεται ορατό, και προβάλει την εικόνα του πάνω στο πέτασμα. Αυτή είναι η εικόνα του στάσιμου κύματος που δημιουργείται στο υγρό. Επίσης μετρήθηκε η θερμοκρασία της αλκοόλης και αποστάσεις των μερών της διάταξης με θερμόμετρο και αριθμημένο χάρακα αντίστοιχα.

Η διάταξη

Πειραματική διάταξη



Πειραματικά Αποτελέσματα

Πλήθος γραμμών (κροσών): $n = 11$

Απόσταση l_1 ης και τελευταίας γραμμής (κροσού): $s = 17 \pm 1$ mm

Θερμοκρασία αιθυλικής αλκοόλης: $\theta = 24 \pm 0,25$ °C

$l_1: l_1 = 25 \pm 0,5$ cm

$l_2: l_2 = 48 \pm 0,5$ cm

Όπου l_1 η απόσταση του δοχείου από το φακό και l_2 η απόσταση του δοχείου από το πέτασμα. Για να βρούμε την απόσταση l_1 αφαιρέσαμε 2 cm, δηλαδή όσο η εστιακή απόσταση του συγκεντρωτικού φακού.

Επεξεργασία των μετρήσεων

[1]

Υπολογισμός απόστασης μεταξύ δύο γειτονικών κροσών

$$\text{Απόσταση } d = s/(n-1) \Rightarrow d = 1,7/10 \Rightarrow d = 0,17 \text{ cm}$$

$$\text{Σφάλμα απόστασης } \delta d = \sqrt{[(\partial d / \partial s)^* \delta s]^2} \Rightarrow \delta d = | [1/(n-1)]^* \delta s | \Rightarrow \delta d = 0,1/10 \Rightarrow \delta d = 10^{-2} \text{ cm}$$

$$d + \delta d = 0,17 \pm 10^{-2} \text{ cm}$$

[2]

Δίνεται:

Η εικόνα του στάσιμου κύματος στο πέτασμα είναι l_1/l_2 φορές μεγαλύτερη

Συχνότητα κύματος $f = 800 \text{ kHz}$

$$\text{Για το μέγεθος της εικόνας: } r = (l_2/l_1)^* s \Rightarrow r = (48/25)^* 1,7 \Rightarrow r = 3,264 \text{ cm}$$

$$\lambda/2 = r/(n-1) \Rightarrow \lambda/2 = 3,264/10 \Rightarrow$$

$$\lambda/2 = 0,3264 \text{ cm}$$

$$\text{Για την ταχύτητα του ήχου: } c = \lambda f \Rightarrow c = 0,6528 * 8 * 10^5 \Rightarrow c = 5,2224 * 10^5 \text{ cm/sec} \Rightarrow \\ c = 5,2224 * 10^3 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$$c = 5222,4 \\ \text{m/sec}$$

[3]

$$c = \sqrt{1/(k_{ad} * \rho)} \Rightarrow c^2 = 1/(k_{ad} * \rho) \Rightarrow c^2 * k_{ad} * \rho = 1 \Rightarrow k_{ad} = 1/(c^2 * \rho) \Rightarrow (\mu \rho = 0,789 * 10^3 \text{ kg/m}^3) \Rightarrow$$

$$K_{ad} = 4,647 * 10^{-3} \text{ (m * sec}^2\text{)/kg}$$

[4]

Η δοθήσα από τη βιβλιογραφία τιμή της ταχύτητας c του ήχου σε υγρό, αναφέρεται στο νερό, και δίνεται ίση με $c = 1557 \text{ m/sec}$, δηλαδή περίπου 3,5 φορές μικρότερη από αυτή που υπολογίσαμε για την αιθυλική αλκοόλη. Βεβαίως και η τιμή που υπολογίσαμε είναι προσεγγιστική, αφού (ακόμα και τα όργανα μετρήσεων να είναι ιδανικά), κανείς δεν μας εγγυάται την απόλυτα ακριβή καταγραφή των μετρήσεων (π.χ. Θερμοκρασία, αποστάσεις κροσών κ.λπ.), η οποία έγινε με οπτική ανάγνωση των μέτρων.