



FUNZIONI

- Osservazione della figura di diffrazione in presenza di una frequenza degli ultrasuoni fissa per due diverse lunghezze di onda luminosa.
- Osservazione della figura di diffrazione per diverse frequenze di ultrasuoni tra 1 e 12 MHz.
- Determinazione delle rispettive lunghezze d'onda e della velocità del suono.

SCOPO

Determinazione della velocità delle onde ultrasonore nei liquidi

RIASSUNTO

Le variazioni periodiche di densità di un'onda ultrasonora stazionaria all'interno di un liquido vengono utilizzate come reticolo ottico per la diffrazione di un raggio luminoso parallelo monocromatico che si propaga perpendicolarmente all'onda ultrasonora. Sulla base della figura di diffrazione, con la lunghezza dell'onda luminosa nota è possibile determinare la lunghezza dell'onda sonora nel liquido e utilizzarla per il calcolo della velocità del suono.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Generatore ultrasuoni cw con sonda	1002576
1	Recipiente campione completo	1002578
1	Diodo laser per l'effetto Debye-Sears, rosso	1002577
1	Diodo laser per l'effetto Debye-Sears, verde	1002579
1	Metro a nastro tascabile, 2 m	1002603
1	Gel accoppiante per ultrasuoni	1008575

3

BASI GENERALI

La diffrazione della luce nelle onde ultrasonore nei liquidi fu intuuta da Brillouin nel 1922 e confermata in modo sperimentale da Debye e Sears nonché da Lucas e Biquard nel 1932. Si basa sulla variazione periodica dell'indice di rifrazione nei liquidi che viene provocata da un'onda ultrasonora.

Su un'onda luminosa che penetra in un liquido in senso perpendicolare, questa disposizione agisce come reticolo di fase che si sposta alla velocità del suono. La sua costante reticolare corrisponde alla lunghezza d'onda delle onde ultrasonore e pertanto dipende dalla frequenza e dalla velocità del suono del mezzo irradiato. All'osservazione su uno schermo molto lontano il moto del reticolo di fase è trascurabile.

Nell'esperimento, un trasduttore orientato verticalmente accoppia onde ultrasonore con frequenze comprese tra 1 e 12 MHz nel liquido di prova. Un fascio luminoso monocromatico parallelo attraversa il liquido in direzione orizzontale e viene diffratto in corrispondenza del reticolo di fase. La figura di diffrazione contiene numerosi massimi di diffrazione disposti a distanza regolare.

Per l'angolo α_k del massimo di diffrazione del k -esimo ordine vale

$$(1) \quad \tan \alpha_k = k \cdot \frac{\lambda_L}{\lambda_S}$$

λ_L : Lunghezza dell'onda luminosa, λ_S : Lunghezza dell'onda sonora

Pertanto la lunghezza dell'onda sonora λ_S può essere determinata dalla distanza tra i massimi di diffrazione. Inoltre, in base a

$$(2) \quad c = f \cdot \lambda_S$$

è possibile calcolare la velocità del suono c nel liquido, dal momento che anche la frequenza f dell'onda sonora è nota.

ANALISI

Viene misurata la distanza s tra il trasduttore a ultrasuoni e l'immagine di diffrazione, nonché la distanza x_{2k} tra i massimi di diffrazione $-k$ e $+k$. Entrambi i valori sono considerati nel calcolo dell'angolo α_k per il massimo di diffrazione del k -esimo ordine.

$$\tan \alpha_k = \frac{x_{2k}}{2 \cdot s}$$

L'equazione condizionale per la lunghezza dell'onda sonora s è quindi

$$\lambda_S = \frac{2 \cdot k \cdot s}{x_{2k}} \cdot \lambda_L$$

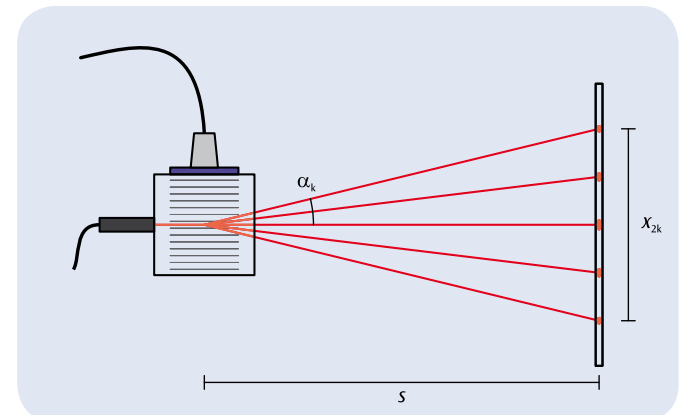


Fig. 1: Rappresentazione schematica della diffrazione della luce in un reticolo di fase prodotto da onde sonore in un liquido (effetto Debye-Sears)

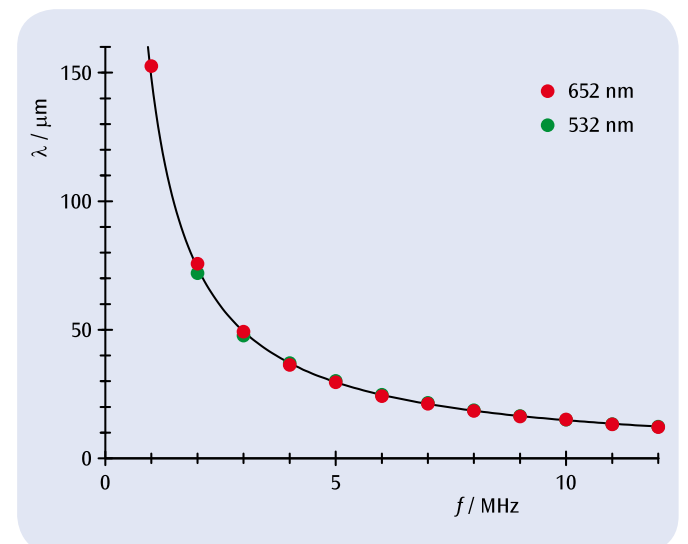


Fig. 2: Lunghezza dell'onda sonora λ_S nell'acqua in funzione della frequenza f