



TAREAS

- Observación del patrón de difracción manteniendo la frecuencia ultrasónica constante, para dos longitudes de onda de luz diferentes.
- Observación del patrón de difracción para dos frecuencias de ultrasonido diferentes entre 1 y 12 MHz.
- Determinación de las longitudes de onda del sonido correspondientes y la velocidad del sonido.

OBJETIVO

Determinación de la velocidad de ondas ultrasónicas en líquidos

RESUMEN

Los cambios de densidad periódicos de una onda ultrasónica estacionaria en un líquido se utilizan como una rejilla óptica para la difracción de un rayo de luz monocromático paralelo, el cual se propaga perpendicularmente a la onda de ultrasonido. A partir del patrón de difracción se puede determinar la longitud de onda del sonido en el líquido, conociendo la longitud de onda de la luz y así utilizarla para calcular la velocidad del sonido.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Generador ultrasónico cw con sonda	1002576
1	Recipiente de pruebas, completo	1002578
1	Diodo láser rojo para efecto Debye-Sears	1002577
1	Diodo láser verde para efecto Debye-Sears	1002579
1	Cinta métrica de bolsillo, 2m	1002603
1	Gel de acoplamiento para ultrasonido	1008575



FUNDAMENTOS GENERALES

La difracción de la luz en ondas ultrasónicas en líquidos fue predicha por Brillouin en 1922 y comprobada experimentalmente por Debye y Sears y Lucas y Biquard en 1932. Ésta tiene como base el cambio del índice de refracción en el líquido, el cual se origina por una onda ultrasónica en el líquido. Esta disposición experimental que se desplaza con la velocidad del sonido actúa como una rejilla de fase. Su constante de rejilla corresponde a la longitud de onda de las ondas ultrasónicas y por lo tanto depende de la frecuencia y de la velocidad del sonido del medio irradiado. El movimiento de la rejilla de fase se puede despreciar al hacer la observación sobre una pantalla a una gran distancia.

En el experimento un acoplador orientado verticalmente excita ondas ultrasónicas en el líquido de prueba con frecuencias entre 1 y 12 MHz. Un haz de luz monocromático y paralelo entra en el líquido horizontalmente y es difractado por la rejilla de fases. El patrón de difracción contiene varios máximos de difracción en distancias regulares entre sí.

Para el ángulo α_k del máximo de difracción de orden k se tiene:

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

λ_L : Longitud de onda de la luz; λ_S : Longitud de onda del sonido

Por lo tanto la longitud de onda del sonido λ_S se puede determinar a partir de las distancias entre los máximos de difracción. Además de acuerdo con la relación:

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

se puede calcular la velocidad del sonido c en el líquido, porque también son conocidas las frecuencias f de las ondas sonoras.

EVALUACIÓN

Se mide la distancia s entre el convertidor de ultrasonido y el patrón de difracción así como la distancia x_{2k} entre el máximo de difracción de orden $-k$ y el de orden $+k$. Ambos valores forman parte del cálculo del ángulo del ángulo α_k para el máximo de difracción de orden k .

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

Por lo tanto la ecuación para la determinación de la longitud de onda del sonido λ_S es:

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

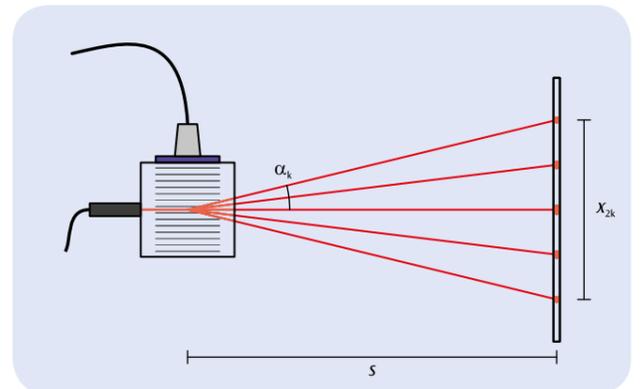


Fig. 1: Representación esquemática para la difracción de la luz en una rejilla de fase creada con ondas ultrasónicas en un líquido (Efecto Debye Sears)

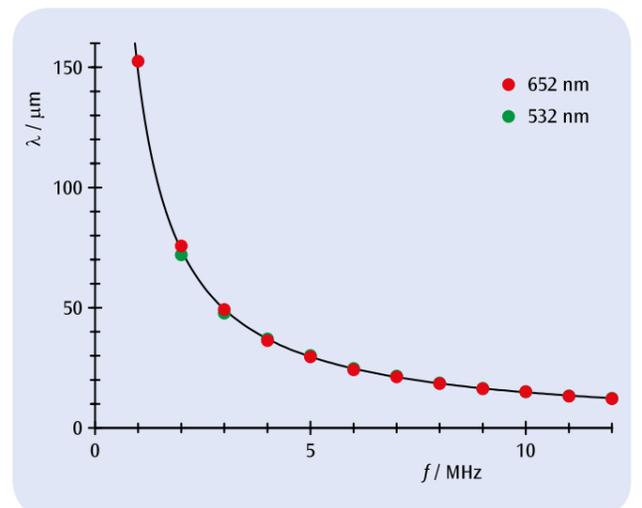


Fig. 2: Longitud de onda del sonido λ_S en el agua que depende de la frecuencia f