



## TAREFAS

- Observação do exemplo da difração para uma frequência de ultra-som fixa para dois comprimentos de ondas luminosas.
- Observação de exemplo de difração para diversas frequências de ultra-som entre 1 e 12 MHz.
- Determinação dos comprimentos de ondas sonoras pertinentes e da velocidade do som.

## OBJETO

Determinação da velocidade das ondas de ultra-som em líquidos

## RESUMO

As alterações de densidade periódicas de uma onda de ultra-som dentro de um líquido parado são usadas como grade ótica para difração de um raio de luz paralelo monocromático, que se propaga verticalmente para a onda de ultra-som. Com o exemplo da difração é possível levantar o comprimento de onda sonora dentro do líquido mediante comprimento de onda conhecido, e aproveitá-lo para o cálculo da velocidade do som.

## APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Gerador ultra-sônico cw com sonda	U100061
1	Recipiente para amostras, completo	U10008
1	Diodo laser para a experiência do efeito Debye-Sears, vermelho	U10007
1	Diodo laser para a experiência do efeito Debye-Sears, verde	U10009
1	Fita métrica, 2 m	U10073
1	Gel de contato para ultra-som	XP999

3

## FUNDAMENTOS GERAIS

A difração da luz em ondas de ultra-som dentro de líquidos foi prevista em 1922 por Brillouin e em 1932 por Debye e Sears e confirmada por experiências de Lucas e Biquard. Esta é fundamentada na alteração periódica do índice de refração no líquido, que é provocado por uma onda de ultra-som. Sobre uma onda luminosa penetrante verticalmente esta disposição atua como grade de fases, que se desloca com velocidade do som. A sua constante de grade corresponde ao comprimento de onda das ondas de ultra-som e assim depende da sua frequência e da velocidade do som do meio atravessado pelos raios. O movimento da grade de fases durante a observação pode ser desprezado num painel de projeção muito distante.

Na experiência um conversor alinhado verticalmente acopla ondas de ultra-som mediante frequências entre 1 e 12 MHz para dentro do líquido da experiência. Um feixe de luz paralelo monocromático atravessa o líquido em sentido horizontal e é difracionado na grade de fases. O exemplo de difração contém várias máximas de difração em distâncias regulares entre elas.

Para o ângulo  $\alpha_k$  do máximo de difração da ordem  $k$  vale

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

$\lambda_L$ : Comprimento de onda luminosa,  
 $\lambda_S$ : Comprimento de onda sonora

Por isto o comprimento de onda sonora  $\lambda_S$  pode ser determinado pelas distâncias da máxima de difração. Além disso, de acordo com

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

é possível calcular a velocidade do som  $c$  dentro do líquido, pois também são conhecidas as frequências  $f$  das ondas sonoras.

## ANÁLISE

Mede-se a distância  $s$  entre o conversor de ultra-som e a imagem da difração bem como a distância  $x_{2k}$  entre o máximo de difração  $-k$  e o máximo de difração  $+k$  ambos os valores entram no cálculo do ângulo  $k$  para o máximo de difração da ordem  $k$ .

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

Deste modo a equação para determinar o comprimento de onda sonora  $S$  significa

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

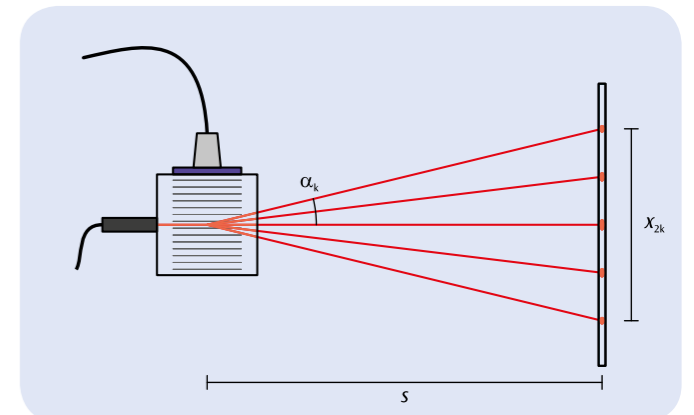


Fig. 1: Representação esquemática da difração da luz numa grade de fases gerada com ondas de ultra-som dentro de um líquido (Efeito Debye-Sears)

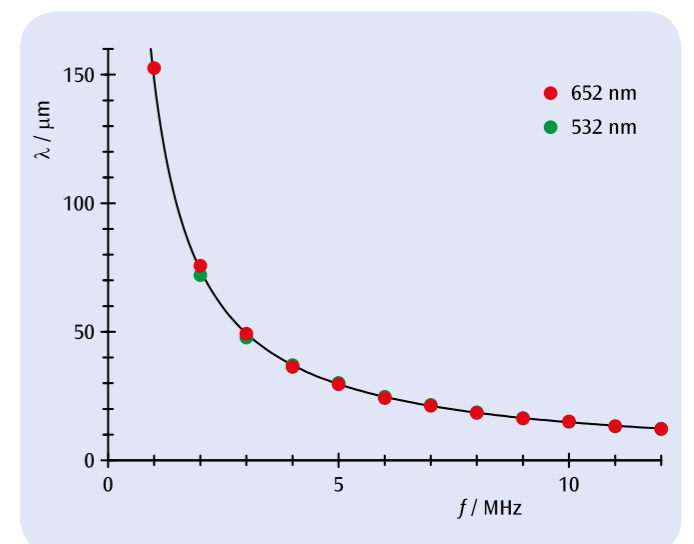


Fig. 2: O comprimento de onda sonora  $\lambda_S$  na água em dependência da frequência  $f$