

Medindo o índice de refração da água usando difração

Objetivo:

Estudar analiticamente o desvio sofrido pela luz quando muda de meio de propagação (refração da luz) usando conceitos de difração da luz.

Material:

Recipiente transparente, água limpa, rede de difração (CD sem a película), folha de papel, caneta, ponteira laser, anteparo, fita adesiva e régua.

Procedimento:

- Colocar água dentro do recipiente transparente;
- Colar com a fita adesiva o anteparo e a rede de difração (CD sem a película) no recipiente transparente em extremidades opostas;
- Incidir sobre a rede de difração (CD) a luz da ponteira laser, e obterá no anteparo a luz difratada conforme a figura 1;

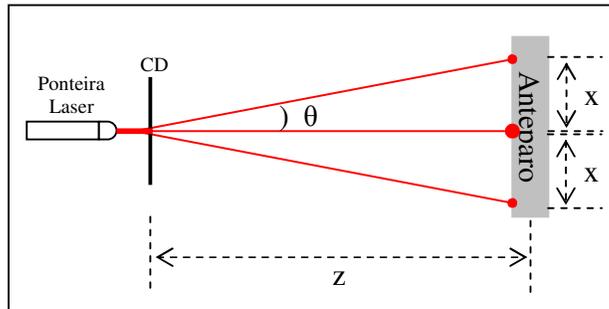


Figura 1

- Procure deixar a luz difratada simétrica com relação ao máximo central;
- Medir a distância entre o máximo central e a primeira ordem de difração;
- Calcular as relações abaixo.

Medida	X_{ar} (cm)	$X_{água}$ (cm)	$X_{ar}/X_{água}$	$\frac{x_{ar}\sqrt{x_{água}^2 + z^2}}{x_{água}\sqrt{x_{ar}^2 + z^2}}$
1				
2				
3				

Média:

Considerações:

A equação de difração através de uma rede de difração pode ser dada por: $d \text{sen}\theta = m\lambda$, onde d é a constante da rede de difração (e nesse caso $d = 1,6\mu\text{m}$), λ é o comprimento de onda da ponteira laser e o ângulo θ localiza as ordens de difração. Nesse caso usaremos apenas a 1ª ordem de difração que corresponde a $m = 1$, então a equação fica: $d \text{sen}\theta = \lambda$.

Relacionando as equações nos respectivos meios (ar e água), obtém-se a relação:
$$\frac{\text{sen}\theta_{ar}}{\text{sen}\theta_{água}} = \frac{\lambda_{ar}}{\lambda_{água}} \quad (1)$$

Podemos representar $\text{sen}\theta$ nos meios da seguinte forma: $\text{sen}\theta_{ar} = \frac{x_{ar}}{\sqrt{x_{ar}^2 + z^2}} \quad (2)$ e $\text{sen}\theta_{água} = \frac{x_{água}}{\sqrt{x_{água}^2 + z^2}} \quad (3)$.

A razão entre as equações (2) e (3) fica:
$$\frac{\text{sen}\theta_{ar}}{\text{sen}\theta_{água}} = \frac{x_{ar}\sqrt{x_{água}^2 + z^2}}{x_{água}\sqrt{x_{ar}^2 + z^2}}$$

Igualando as equações (1) e (3) obtém-se:
$$\frac{\lambda_{ar}}{\lambda_{\acute{a}gua}} = \frac{x_{ar} \sqrt{x_{\acute{a}gua}^2 + z^2}}{x_{\acute{a}gua} \sqrt{x_{ar}^2 + z^2}} \quad (4)$$

A frequência f não se altera ao propagar nos meios (devido a fonte que não muda ao longo do processo), e para f foi considerar: $f = \frac{v}{\lambda}$ (5)

A partir da equação (5), relacionando os meios fica: $\frac{v_{ar}}{\lambda_{ar}} = \frac{v_{\acute{a}gua}}{\lambda_{\acute{a}gua}}$ (6) e utilizando $n = \frac{c}{v}$ pode-se, através da equação

(6), chegar na relação:
$$\frac{n_{ar}}{n_{\acute{a}gua}} = \frac{\frac{c}{v_a}}{\frac{c}{v_b}} = \frac{v_{\acute{a}gua}}{v_{ar}} = \frac{\lambda_{\acute{a}gua}}{\lambda_{ar}} \quad (7)$$
, e a equação (7) com a equação (4) resulta:

$$\frac{n_{\acute{a}gua}}{n_{ar}} = \frac{x_{ar} \sqrt{x_{\acute{a}gua}^2 + z^2}}{x_{\acute{a}gua} \sqrt{x_{ar}^2 + z^2}}$$

Considerando o índice de refração do ar sendo $n_{ar} \cong 1$.

Se aproximarmos $\sin \theta \approx \text{tg } \theta \approx \theta$ a equação se reduz a:
$$\frac{n_{\acute{a}gua}}{n_{ar}} = \frac{x_{ar}}{x_{\acute{a}gua}}$$

Para toda medida experimental existe um erro agregado. Para este experimento o erro relativo pode ser comprovado

através da equação:
$$Erro = \frac{|n_{\acute{a}guaTabelado} - n_{\acute{a}guaMedido}|}{n_{\acute{a}guaTabelado}} \quad (8)$$