

## 1. Objetivos

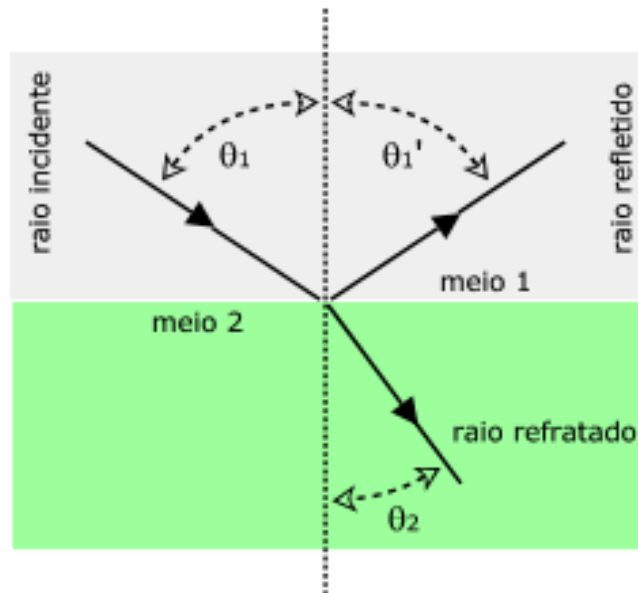
Estudar o comportamento da luz em materiais transparentes com diferentes índices de refração.

## 2. Introdução

A velocidade da luz em um meio transparente é sempre menor que sua velocidade  $c=3.10^8m/s$  no vácuo. Todo meio transparente é caracterizado por um índice de refração  $\eta$ , definido como a relação entre a velocidade da luz no vácuo,  $c$ , e a velocidade da luz no meio  $v$ :

$$\eta = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Quando um raio luminoso atinge a superfície que separa dois meios diferentes, parte da energia luminosa é refletida e parte penetra no segundo meio (figura 1).



**Figura 1:** Raios incidentes, refletidos e refratados na interface entre dois meios (ex: ar e água)

Se a luz incidente for perpendicular à superfície, o raio refletido coincidirá com o raio incidente. A mudança de direção do raio transmitido é chamada de refração. O ângulo  $\theta_1$  entre o raio incidente e a normal em relação à interface, é denominado ângulo de incidência; o plano definido pelo raio incidente e a normal é chamado de plano de incidência. O raio refletido está no plano de incidência e faz um ângulo  $\theta_1'$  com a normal, além disso ele é igual ao ângulo de incidência:  $\theta_1 = \theta_1'$ . Esse resultado é conhecido como a lei de reflexão e é válido para ondas de todos os tipos.

O raio que passa para o segundo meio é denominado raio refratado e o ângulo  $\theta_2$ , entre esse raio e a normal, é chamado de ângulo de refração. Quando uma onda atravessa uma interface na qual sua velocidade diminui, o ângulo de refração é menor que o ângulo de incidência, ou seja o raio refratado se aproxima da normal. Quando, por outro lado, a velocidade da onda aumenta, o raio refratado se afasta da normal.

O ângulo de refração  $\theta_2$  depende do ângulo de incidência e da relação entre as velocidades da onda nos dois meios. Se  $v_1$  é a velocidade no meio inicial e  $v_2$  é velocidade no meio final, os ângulos de incidência e refração obedecem a seguinte relação, que é válida para qualquer tipo de onda:

$$\frac{1}{v_1} \text{sen} \theta_1 = \frac{1}{v_2} \text{sen} \theta_2 \quad (2)$$

Em termos dos índices de refração dos dois meios,  $\eta_1$  e  $\eta_2$ , a equação 2 assume a seguinte forma:

$$\eta_1 \text{sen} \theta_1 = \eta_2 \text{sen} \theta_2 \quad (3)$$

A relação expressa pela equação 3 foi descoberta experimentalmente em 1621 pelo cientista holandês W. Snell e hoje é conhecida como Lei de Snell ou Lei da Refração.

Existe uma situação limite na qual à medida que o ângulo de incidência aumenta, o ângulo de refração também aumenta, até que o primeiro atinja um valor crítico  $\theta_C$  tal que o ângulo de refração seja igual a  $90^\circ$ . Para ângulos de incidência maiores que esse ângulo crítico, não existe raio refratado; toda energia é refletida. Esse fenômeno é denominado reflexão interna total. Para calcular o ângulo crítico basta fazer  $\theta_2=90^\circ$  na equação 3 e determinar o valor de  $\text{sen} \theta_1$ :

$$\text{sen} \theta_C = \frac{\eta_2}{\eta_1} \cdot \text{sen} 90^\circ = \frac{\eta_2}{\eta_1} \quad (4)$$

Através da equação 4 verifica-se que a reflexão interna total só pode ocorrer quando a luz se encontra inicialmente em um meio que possui maior índice de refração. Em termos matemáticos, quando  $\eta_2 > \eta_1$ , a equação 4 não tem solução porque não existe nenhum ângulo real cujo seno seja maior que 1.

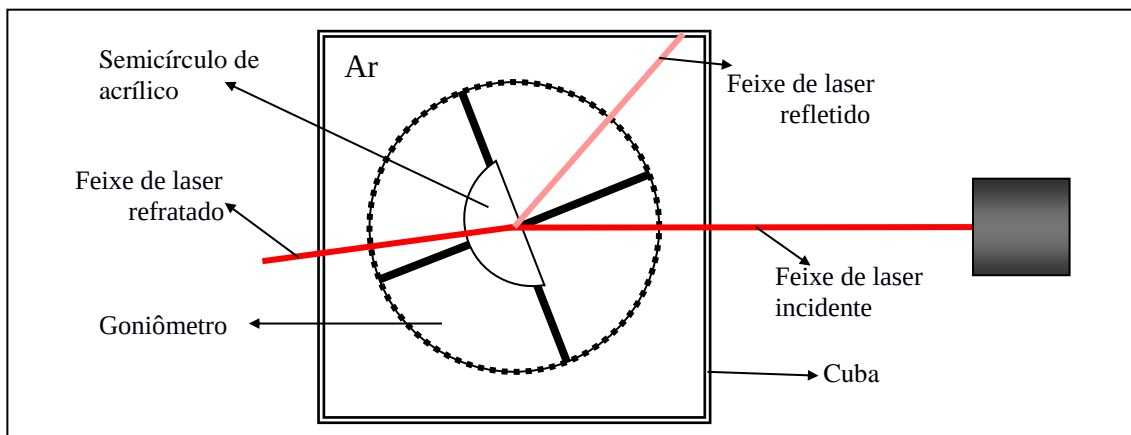
## Lista de Material

- Laser
- Trilho
- Goniômetro
- Cuba com água
- Peças de acrílico com forma de paralelepípedo e semicírculo.

## Procedimento Experimental

### a. Determinação do índice de refração do acrílico e velocidade da luz no acrílico

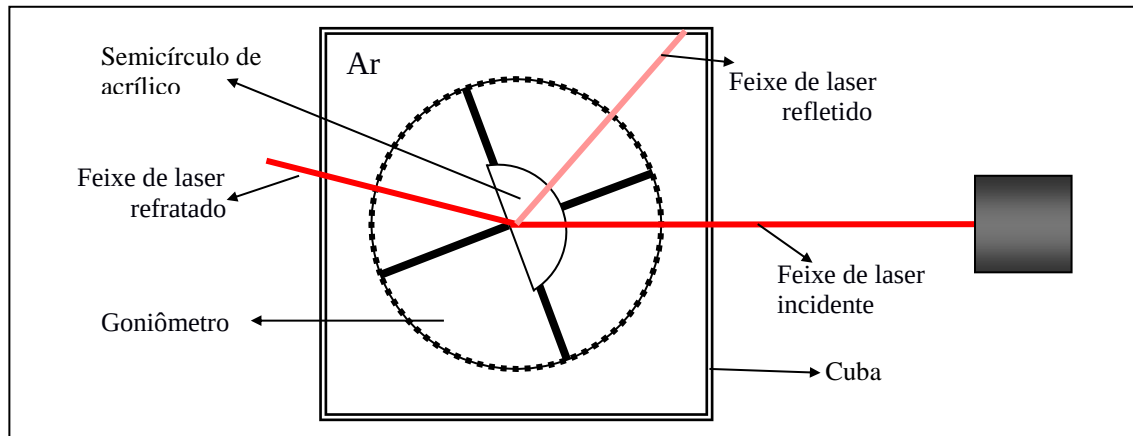
Monte o sistema esquematizado na *figura 2*. Com a ajuda de um goniômetro colocado em baixo do acrílico, obtenha várias medidas de diferentes ângulos de incidência com os respectivos ângulos de refração (use incrementos de  $5^\circ$ ). Considerando o índice de refração do ar igual a 1, calcule o índice de refração do acrílico e a velocidade da luz neste meio.



*Figura 2: Interface de refração Ar-Acrílico*

**b. Determinação do ângulo crítico do acrílico**

Repita todo o procedimento anterior com o feixe de luz incidindo na face circular do acrílico (*figura 3*) e agora avalie o comportamento da luz na passagem do feixe do acrílico para o ar. Qual o índice de refração encontrado para o acrílico? Qual o ângulo crítico para ocorrência da reflexão interna total? Compare seu valor experimental com o valor calculado teoricamente.



*Figura 3: Interface de refração Acrílico-Ar*

**c. Determinação do índice de refração da água e do ângulo crítico do acrílico quando mergulhado na água**

Repita os dois experimentos anteriores usando a cuba preenchida com água.

Analise seus dados baseado em toda experiência adquirida nos experimentos anteriores.