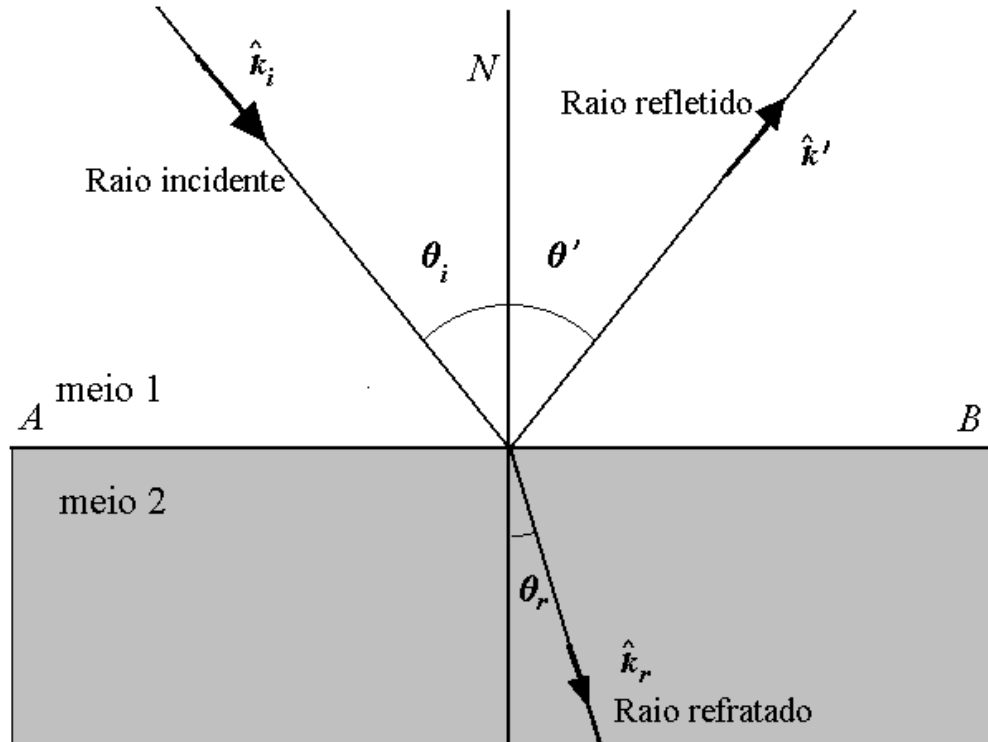


Física IV - Laboratório

REFLEXÃO E REFRAÇÃO

(Parte 2)

O que acontece quando uma onda luminosa que se propaga em um **meio 1** encontra a superfície de um **meio 2**?



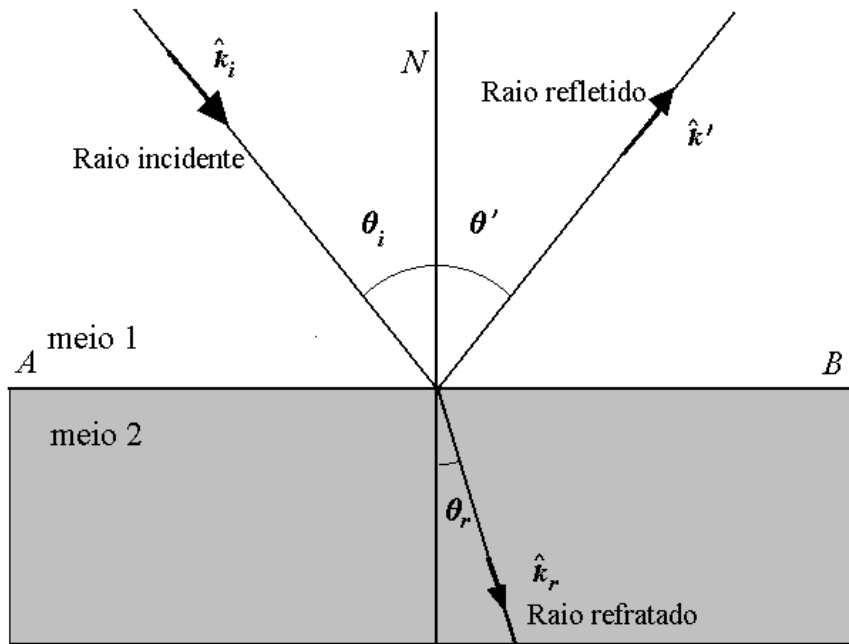
Vetores unitários

\hat{k}_i direção da onda incidente

\hat{k}_r direção da onda refratada

\hat{k}' direção da onda refletida

As direções das ondas incidente, refratada e refletida estão contidas em um mesmo plano.



Temos também que

$$\theta_i = \theta'$$

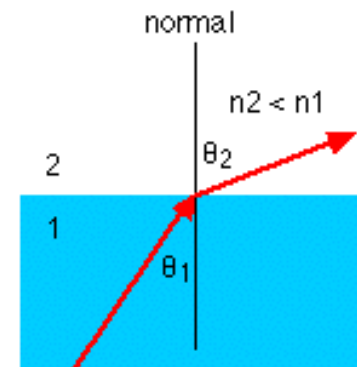
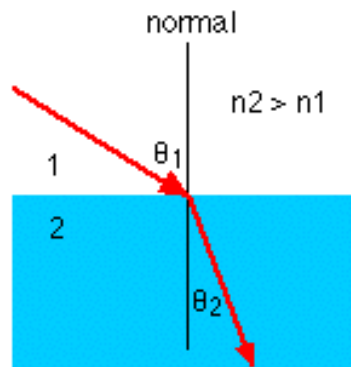
e

$$\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r} = n_{21}$$

onde n_{21} é o índice de refração do meio 2 em relação ao meio 1.

Lei de Snell

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



Objetivos

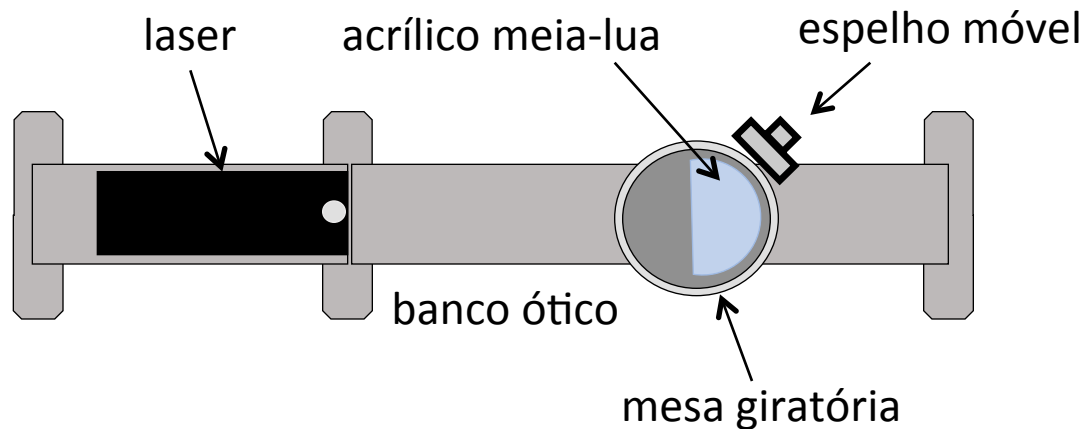
- Verificar a lei da refração por diferentes métodos;
- Calcular o índice de refração de materiais translúcidos.

Material Utilizado

- Banco ótico;
- Laser He-Ne;
- Blocos de materiais;
- Mesa giratória;
- Anteparo com escala;
- Régua.

1) Estudo da refração em uma interface

- 1) Coloque a mesa giratória sobre o banco óptico, e ajuste a meia-lua de acrílico sobre a mesa. A face plana da meia-lua deve coincidir com a linha transversal no centro da mesa giratória, de modo a que a seta indique a normal à face;

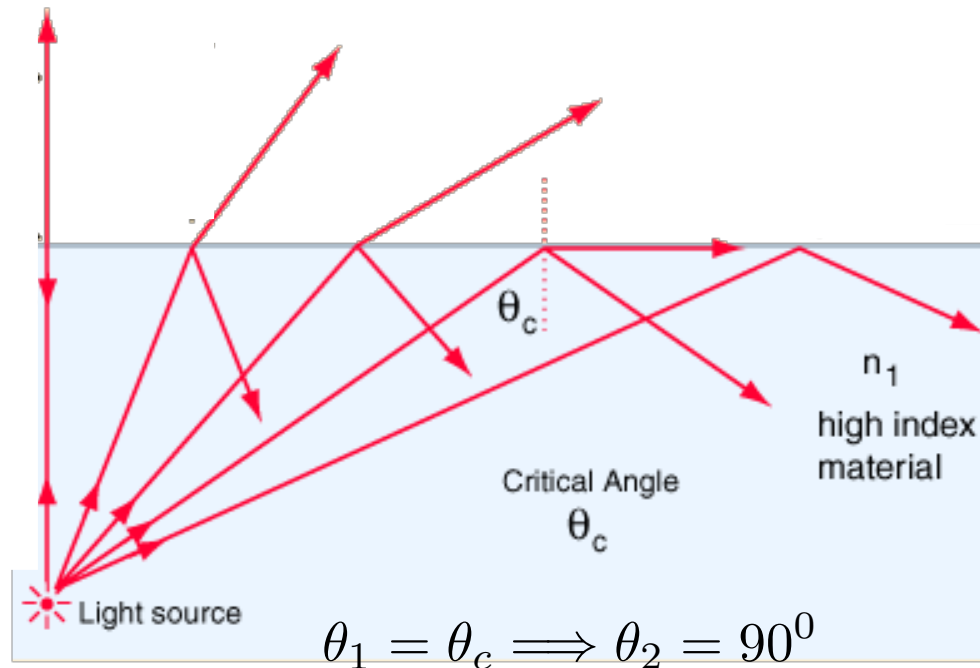


- 2) Faça o alinhamento do sistema;

- 3) Coloque o anteparo com escala sobre o braço giratório da mesa, e ajuste-o de modo a usar o 2 da escala como referência para medidas de ângulo de refração, usando a incidência normal;
- 4) Variando o ângulo de incidência de 10° em 10° , meça os ângulos de refração, e construa uma tabela;
- 5) Faça um gráfico de $\sin \theta_i \times \sin \theta_r$ em papel milimetrado. A partir da lei de Snell, o que podemos esperar deste gráfico?
- 6) Use o método dos mínimos quadrados para extrair o índice de refração do material, bem como o erro da medida e verifique se ele está de acordo com o valor de referência ($n = 1,49$). Trace a reta ajustada no gráfico do item anterior.

Reflexão Interna Total

Quando não existe o raio refratado, ocorre o fenômeno de reflexão total interna.



$$n_1 \cdot \text{sen} \theta_c = n_2 \cdot \text{sen}(90^0)$$

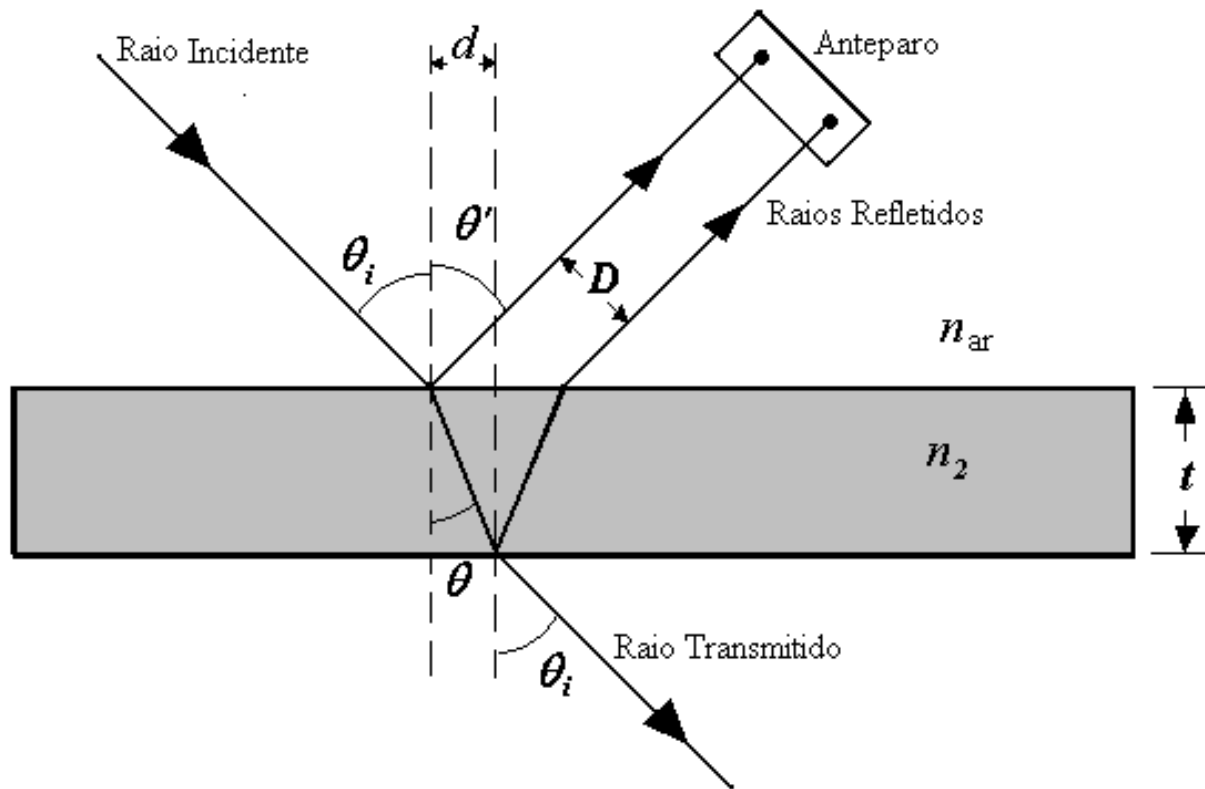
ângulo crítico

$$\theta_c = \text{sen}^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

2) Reflexão total e ângulo crítico

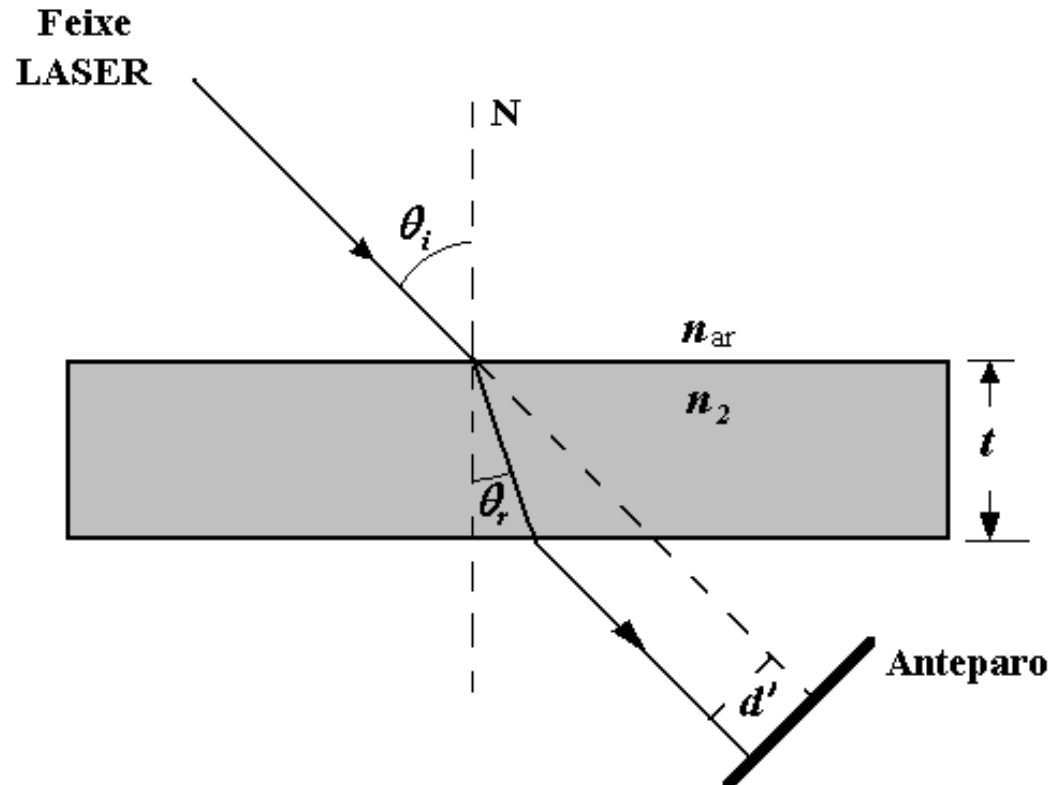
- 1) Utilize o mesmo arranjo do primeiro método, fazendo o feixe incidir na face curva da meia-lua, de modo a permitir o estudo do comportamento do feixe refratado do acrílico para o ar;
- 2) Consulte a tabela construída no primeiro método, e verifique o princípio da reversibilidade dos raios luminosos;
- 3) Verifique que para ângulos de incidência acima de um determinado valor θ_c , chamado de ângulo crítico, não existe feixe transmitido, e o feixe incidente sofre o fenômeno da reflexão total (Sugestão: observe este fenômeno com as luzes da sala apagadas);
- 4) Meça o ângulo crítico θ_c , e use esta medida para determinar o índice de refração do acrílico que compõe a meia-lua utilizada, através da expressão, $n_{\text{acr}} = 1/\text{sen } \theta_c$, onde assumimos que $n_{\text{ar}} = 1$.

3) Distância entre os feixes refletidos



- 1) Coloque a mesa giratória sobre o banco óptico;
- 2) Prenda a placa de acrílico no suporte, e alinhe o conjunto sobre a mesa giratória de modo que $\theta_i = \theta_r = 0$;
- 3) Prenda a escala no braço da mesa giratória;
- 4) Gire a placa de acrílico de um ângulo qualquer (por exemplo 30°);
- 5) Ajuste o braço da mesa giratória para medir as posições dos dois feixes refletidos. Meça a distância D entre estes dois feixes;
- 6) Calcule a distância d entre as normais aos pontos de reflexão de um mesmo raio em cada face;
- 7) Por fim, sabendo que $\tan \theta_r = d/t$, medir a espessura t da placa de acrílico e, usando a Lei de Snell, determine o índice de refração do material refletor utilizado;
- 8) Repita o procedimento anterior para dois ângulos de incidência diferentes. Faça a média dos valores encontrados e compare com o valor teórico, $n_2 = 1,49$;
- 9) Repita os procedimentos anteriores, substituindo a placa de acrílico por uma placa de vidro ($n = 1,52$).

4) Desvio Lateral (Opcional)



- Fixe a placa de acrílico no suporte e alinhe o conjunto à mesa giratória;
- Coloque a escala no braço da mesa de modo que ela fique paralela à placa de acrílico;
- Ligue a fonte laser, fazendo o ponto luminoso coincidir com um ponto de referência na escala (por exemplo, o 2), enquanto o braço giratório está na posição de 180° ;
- Gire a placa de um ângulo de 10° (ângulo de incidência) e meça o deslocamento do ponto luminoso na escala;
- Repita o procedimento anterior para os ângulos de 20° , 30° , 40° e 50° ;
- Para cada caso, calcule o valor do ângulo de refração através da equação

$$\cos \theta_i \tan \theta_r = \sin \theta_i - \frac{d'}{t}$$

onde d' é o desvio e t é a espessura da placa;

- Calcule o índice de refração n_2 usando a Lei de Snell;
- Calcule a média dos valores de n_2 e compare com os valores teóricos;
- Repita os procedimentos anteriores trocando a placa de acrílico pela placa de vidro ($n_2 = 1,52$).

Análise

- Anote as incertezas de todas as medidas e utilizando a propagação de erros, calcule as incertezas das medidas de índices de refração.
- Responda às questões do questionário da apostila.