

Laboratório 1

Reflexão e Refração/Reflexão Interna Total

Quando um feixe luminoso incide sobre uma superfície lisa que separa dois meios diferentes, parte da luz incidente volta ao meio de origem da luz e parte penetra no segundo meio. Esse comportamento da luz pode ser analisado a partir de uma série de observações e medidas que permitem estabelecer duas leis da natureza: a lei da reflexão e a lei da refração.

Objetivos:

- aprendizagem destas duas leis e de seu método de obtenção;
- observar fenômeno de reflexão interna total, verificando a relação do ângulo limite com o índice de refração de uma substância;
- observar algumas aplicações das leis que descrevem a reflexão e a refração.

Descrição das Experiências:

Para realizar os experimentos, convém estabelecer as seguintes definições:

- ângulo de incidência (θ_1), reflexão (θ'_1) e refração (θ_2): ângulos entre a normal à superfície no ponto de incidência e os raios incidente, refletido e refratado, respectivamente (figuras 1 e 2);
- índice de refração do meio 1 (n_1) e do meio 2 (n_2);
- ângulo limite (θ_ℓ): ângulo de incidência a partir do qual não existe luz refratada, toda a luz incidente é refletida (figura 3);
- plano de incidência: plano determinado pelo raio incidente e pela normal a superfície no ponto de incidência. Pode-se definir analogamente, os planos de reflexão e refração.

Lei da reflexão

Quando um raio de luz incide sobre uma superfície de separação de dois meios óticos, formando um ângulo θ_1 com a normal à superfície, ele se reflete formando um ângulo θ'_1 (também com a normal à superfície) tal que: $\theta_1 = \theta'_1$. (Figura 1)

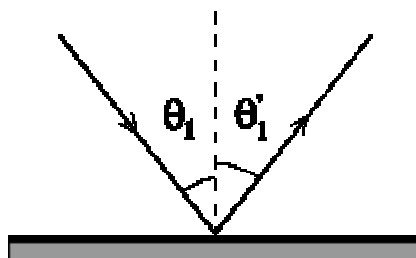


Figura 1

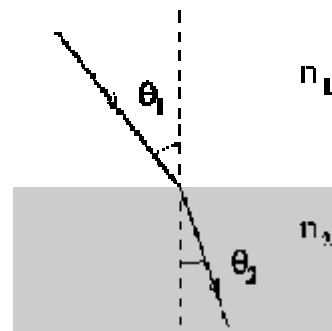


Figura 2

Lei da refração

Quando um raio de luz incide sobre uma superfície de separação de dois meios óticos, formando um ângulo θ_1 com a normal à superfície ele passa ao segundo meio (processo de refração) formando um ângulo θ_2 tal que: $n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2$. Pode-se escrever esta relação também como: $\text{sen} \theta_1 / \text{sen} \theta_2 = n_2 / n_1 = n_{21}$, onde n_{21} é o índice de refração do **meio 2** em relação ao **meio 1**. (Figura 2)

Como consequência do fenômeno de refração, quando um raio de luz passa de um meio opticamente mais denso (maior n) a outro menos denso (menor n), o raio se afasta da normal, podendo-se produzir o chamado processo de reflexão total. Isto acontece quando: $\theta_2 = 90^\circ$ e $\theta_1 = \theta_c$ (Figura 3)

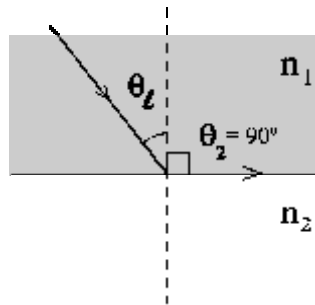


Figura 3

Nesta situação:

$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2$, portanto $\text{sen} \theta_1 = n_{21}$. Este ângulo $\theta_1 = \theta_c$ denomina-se **ângulo limite para reflexão total**.

Procedimento Experimental:

Para realizar o experimento você vai dispor de uma lâmpada sustentada por um suporte, um disco graduado, uma fenda estreita e um cilindro acrílico de seção semicircular.

1ª Parte:

- Coloque o cilindro centrado sobre o disco graduado, de forma que a superfície plana coincida com o diâmetro do disco, e faça um feixe de luz paralela incidir sobre o centro desta superfície plana. Você observará os feixes incidentes, refletidos e refratados, conforme é mostrado na figura 4.
- Escolha quatro ângulos de incidência θ_1 , com o raio incidente à direita da normal à superfície no ponto de incidência. Para cada θ_1 escolhido meça os correspondentes ângulos de reflexão θ'_1 e de refração θ_2 .
- Reajuste a posição do cilindro e repita as medidas com o raio incidente à esquerda da normal.
- Faça o reajuste e a repetição das medidas até obter no mínimo oito medidas para cada ângulo escolhido (por exemplo, duas medidas para cada quadrante do disco graduado).
- Organize suas medidas em tabelas (θ_1 , θ'_1 , θ_2 , $\text{sen} \theta_1$, $\text{sen} \theta_2$).

- Calcule as médias para cada ângulo determinado e o desvio padrão da medida e da média. (Qual a imprecisão de leitura do disco graduado?)
- Represente graficamente seus dados experimentais, fazendo dois gráficos: θ'_1 versus θ_1 , $\text{sen}\theta_1$ versus $\text{sen}\theta_2$. ($\text{sen}\theta_1 = n_{21} \text{sen}\theta_2 \leftrightarrow y = a x$)

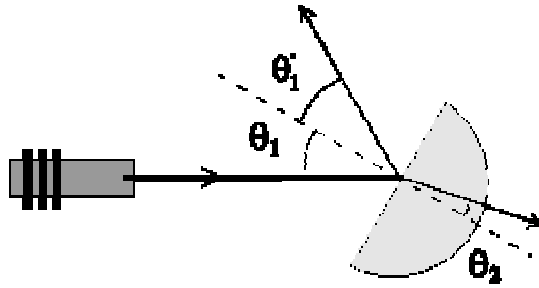


Figura 4

- Responda às seguintes perguntas:
 - a) Quanto vale a inclinação da reta no gráfico θ'_1 versus θ_1 ?
 - b) Quanto vale a inclinação da reta no gráfico $\text{sen}\theta_1$ versus $\text{sen}\theta_2$?
 - c) Quanto vale o índice de refração do acrílico em relação ao ar (n_{21})?

2ª Parte:

- Repita o procedimento acima descrito para a luz agora incidindo na face curva do cilindro, isto é, no outro lado da superfície plana, como mostra a figura 5 abaixo.

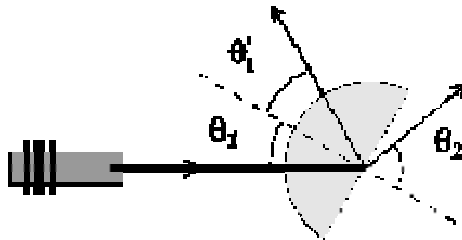


Figura 5

- Determine para quatro valores diferentes de θ_1 os valores correspondentes de θ'_1 e θ_2 . Repita o procedimento oito vezes. Determine também o ângulo limite θ_ℓ . Faça as tabelas correspondentes, calculando valores médios e desvios padrão.
- Repita os gráficos θ'_1 versus θ_1 e $\text{sen}\theta_1$ versus $\text{sen}\theta_2$.
 - a) Verifique a lei de reflexão.
 - b) Verifique a lei de refração.
 - c) Quanto vale o índice de refração do acrílico?
 - d) A partir da determinação de θ_ℓ , qual o valor do índice de refração do acrílico em relação ao ar?

Questões:

1. Compare os desvios padrões calculados com a imprecisão de leitura do disco graduado. O que você pode concluir? Qual efetivamente será a incerteza de sua medida?

(veja texto em <http://www.if.ufrgs.br/~marcia/medidas.pdf>)

2. Substitua o semicilindro de acrílico por outros objetos transparentes e observe o feixe transmitido quando é variado o ângulo de incidência da luz. Que característica tem a direção do feixe transmitido referente ao feixe incidente? Faça ilustrações sobre a aplicação das leis da reflexão e refração para alguns destes casos.