

Refração e Reflexão da Luz

Introdução

Quando um feixe de luz muda de meio de propagação é possível em geral observar dois efeitos: a reflexão e a refração. O fenômeno da refração ocorre a princípio porque a velocidade da luz varia com a mudança de meio, de forma que o índice de refração n é definido como a relação entre a velocidade da luz no vácuo c e a velocidade da luz nesse meio v . Como consequência direta dessa definição o índice de refração será uma função do comprimento de onda – $n(\lambda)$ – o que irá ocasionar o fenômeno da dispersão, que pode ser visualizado, por exemplo, através do arco-íris no qual a luz do Sol é decomposta nas cores que a compõem depois de atravessar gotículas de água.

Quando um raio de luz incide obliquamente – fazendo um ângulo θ_1 com a reta normal à superfície – na interface entre dois meios, por exemplo, ar-vidro, tem-se um raio refletido fazendo um ângulo θ_1' com a normal, de maneira que $\theta_1' = \theta_1$. O que é conhecido como Lei da reflexão. Já o raio refratado fará um ângulo θ_2 também em relação à normal que obedecerá a Lei da refração, dada por:

$$n_1 \text{sen}(\theta_1) = n_2 \text{sen}(\theta_2) \quad (1)$$

Também conhecida como Lei de Snell-Descartes.

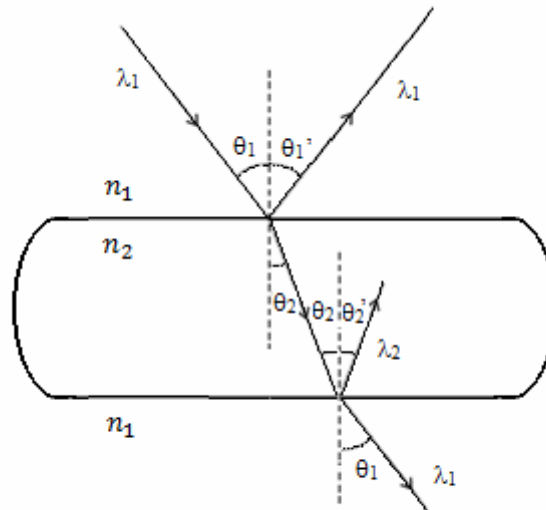


FIGURA 1 – Reflexão e refração na interface entre dois meios no caso em que $n_1 < n_2$.

Analisando agora o comportamento do feixe luminoso dentro do material de índice de refração n_2 verificamos que à medida que o ângulo de incidência θ_2 vai aumentando, o ângulo de refração também vai aumentando até a situação limite em que $\theta_1 = 90^\circ$, a

partir da qual para valores maiores de $\theta_2 = \theta_c$ (ângulo crítico) não será mais observada a refração. Esse fenômeno é conhecido como reflexão interna total e é o princípio básico do funcionamento das fibras ópticas. O ângulo crítico é definido a partir da Lei da refração como:

$$\theta_c = \text{sen}^{-1}\left(\frac{1}{n_2}\right) \quad (2)$$

No qual o índice de refração do ar foi aproximado pelo do vácuo ($n_1=1$).

► Explique por que a reflexão interna total só pode ocorrer quando um feixe de luz passa do meio mais refringente para o menos refringente.

Objetivos

- Verificar a lei de Snell-Descartes.
- Determinar o índice de refração do vidro de um prisma e o ângulo crítico de reflexão interna total.
- Observar a dispersão da luz branca.

Material Utilizado

- Laser He-Ne
- Fonte de luz branca
- Fenda
- Prisma semicircular com base
- Prisma triangular ($n \sim 1,4$) com base
- Trilho para montagem
- Dois anteparos

Procedimentos

Atenção: não toque nas superfícies dos prismas.

Atenção: nunca olhe diretamente para o feixe do laser, pois isso poderá causar danos sérios e permanentes a sua retina.

Lei de Snell-Descartes

► Faça a montagem representada na figura 2, ajustando o laser para que incida perpendicularmente sobre a superfície plana no centro do prisma semicircular.

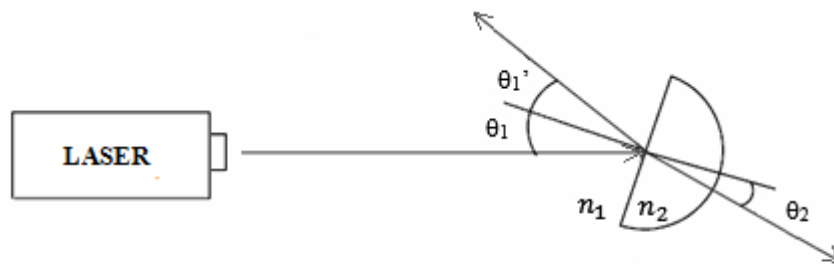


FIGURA 2 – Diagrama para medir os ângulos de reflexão e refração em um prisma semicircular.

- ▶ Gire o prisma e meça os ângulos de incidência θ_1 e de refração θ_2 . Observe que para ângulos muito altos haverá certa dispersão, nesse caso aproxime o valor da medição para o centro da linha de dispersão.
- ▶ Explique por que o ângulo de refração será sempre menor que o ângulo de incidência nesse caso.
- ▶ Por meio de uma análise gráfica, tendo como base a equação 1, obtenha o índice de refração do prisma com sua respectiva incerteza e verifique a Lei de Snell-Descartes.
- ▶ Explique por que a única refração ocorre na interface entre o ar e a face plana do prisma semicircular.

Reflexão interna total

- ▶ Ajuste o prisma de modo que o feixe do laser incida sobre sua superfície curva, saindo agora perpendicularmente pelo centro de sua superfície plana. Gire lentamente o prisma e localize os feixes refratado e refletido utilizando os anteparos giratório e graduado.
- ▶ Continue girando o prisma até que o feixe refratado desapareça. Determine assim o ângulo crítico e a partir dele obtenha o índice de refração do prisma utilizando a equação 2 com sua respectiva incerteza. Compare esse valor ao obtido no procedimento anterior.

Dispersão da luz

- ▶ Faça a montagem representada na figura 3.

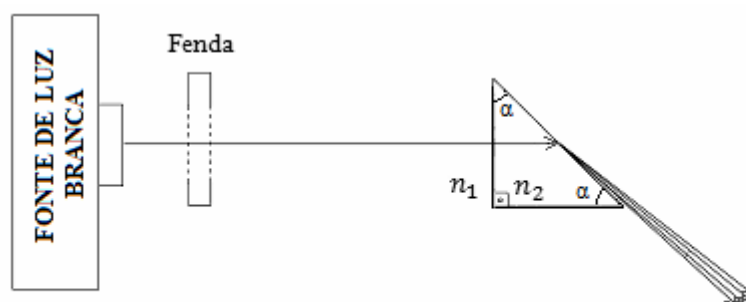


FIGURA 3 – Diagrama para a máxima decomposição da luz em um prisma triangular.

► Coloque o anteparo graduado alinhado à marca na extremidade da montagem. Acrescente uma lente convergente entre a fenda e o prisma e então ligue a lâmpada.

► Posicione o prisma triangular de modo que o feixe de luz incida perpendicularmente sobre uma de suas superfícies e ainda que seu maior lado esteja a um ângulo de 45° (aproximadamente o ângulo crítico) com o feixe incidente, isso porque o índice de refração desse prisma é próximo de 1,4 (observe a figura 3). Gire o suporte do prisma levemente até que todas as faixas de cores apareçam no anteparo. Nessa situação a decomposição da luz branca será máxima já que os ângulos de saída estarão próximos de 90° .

► Sabendo que o ângulo de incidência no anteparo graduado equivale ao ângulo de saída da luz do prisma e ainda desconsiderando a refração na interface ar-vidro (o que implica em $\theta_2=45^\circ$), calcule o índice de refração para cada faixa de luz usando a equação 1.

► Relacione os índices de refração encontrados para cada faixa de cor com seus respectivos comprimentos de onda e explique esse comportamento.

TABELA 1
Faixa de cor em função do comprimento de onda

Faixa de Cor	Comprimento de Onda (nm)
Violeta	~ 415
Azul	~ 462.5
Ciano	~ 485.5
Verde	~ 532.5
Amarelo	~ 580
Laranja	~ 605
Vermelho	~ 685