

1º Semestre 2003/2004
Instituto Superior Técnico



Experiência de Óptica Geométrica

Licenciatura em Engenharia Física Tecnológica

Ricardo Figueira nº53755
André Cunha nº53757
Tiago Marques nº53775

LFX4
Professor Bernardo Brotas de Carvalho

Lisboa, 3 de Novembro de 2003

Introdução

A realização desta experiência tem como objectivos, a determinação experimental do índice de refração de um vidro acrílico e das distâncias focais de de uma lente divergente (de forma concava) e de uma lente divergente (de forma convexa).

O cerne do procedimento experimental consiste nos princípios da óptica geométrica que derivam de uma margem de aproximação que consiste em considerar a luz como um fenómeno não ondulatório, devido às grandes distâncias envolvidas.

Determinação das distâncias focais de uma lente convergente e de uma lente divergente:

A determinação experimental das distâncias focais consiste em várias fases fundamentais:

Começaremos por efectuar uma medida directa da distância focal da lente convergente, de seguida essa medida será novamente efectuada através do método dos focos conjugados que consiste na seguinte relação:

$$\frac{1}{f_c} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_I} \quad \text{em que,}$$

f_c : Distância focal da lente convergente

d_o : Distância da lente ao objecto

d_I : Distância da lente à imagem focada

Poderemos também medir a ampliação da imagem em relação ao objecto experimentalmente visto que esta é igual ao quociente das dimensões da imagem pelas do objecto, ou ainda calculá-la pelo quociente das distâncias da lente ao objecto pela da lente à imagem focada.

Através de uma associação das lentes convergente e divergente tem-se para a distância focal da lente divergente a seguinte relação:

$$\frac{1}{f_T} = \frac{1}{f_c} + \frac{1}{f_D} + \frac{d}{f_D \cdot f_c} \quad \text{em que,}$$

d : Distância entre as duas lentes

f_T : Distância focal do conjunto de ambas as lentes

f_D : Distância focal da lente divergente

f_c : Distância focal da lente convergente

Determinação do índice de refração de um vidro acrílico

Para a obtenção do índice de refração de um vidro acrílico, começamos por realizar uma incidência do ar para o vidro em que se têm a seguinte relação:

$$\frac{n_V}{n_A} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} \quad \text{em que,}$$

n_V : Índice de refração do vidro

n_A : Índice de refração do ar

α : Ângulo de incidência

β : Ângulo de refração

Realiza-se depois o processo inverso (incidência do vidro para o ar), possível graças á forma semicilíndrica do corpo em acrílico donde se têm a seguinte relação:

$$\frac{n_V}{n_A} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2}$$

Determinar-se-á ainda λ , o ângulo limite da reflexão total que permite calcular o índice de refração do vidro através da seguinte relação:

$$\lambda = \arcsin\left(\frac{n_V}{n_A}\right)$$

Por fim, será observado o feixe reflectido quando o ângulo de incidência corresponde ao de Brewster μ , através de um polaróide colocado em diferentes posições. Através da relação entre os índices de refração dos meios considerados e do ângulo de Brewster, este pode ser determinado com precisão satisfatória:

Método experimental

1) Esquema de montagem

Conclusão

Na primeira fase da experiência determinou-se a distância focal de uma lente convergente recorrendo a 2 métodos diferentes. No primeiro, que não é mais que uma medição directa da distância focal, resultou o valor 0,8 cm, com um desvio à precisão de 0,1 cm e um erro de leitura estimado em 0,2 cm. No segundo, recorreu-se ao método dos focos conjugados, para calcular o valor da distância focal a partir da distância ao objecto e à imagem, tendo-se obtido o valor de 0,743 cm com um erro à precisão de 0,400 cm. Conclui-se que o primeiro método utilizado permitiu uma melhor precisão. Nesta montagem foi também possível comparar os valores da ampliação da largura e da altura do objecto com a ampliação calculada a partir das distâncias do objecto e imagem à lente. A diferença destas ampliações representa 5,7% do valor de ampliação observado durante a experiência.

Seguidamente, mais uma vez recorrendo ao método dos focos conjugados, calculou-se a distância focal de uma lente divergente por associação da mesma à anterior lente convergente, criando uma única lente, para a qual foi medida a sua “nova” distância focal. A distância focal da lente total foi estimada em 15,1 cm, o que nos permitiu obter o valor de 4,3 cm para a distância focal da lente divergente.

Quanto à determinação do índice de refração do vidro chegou-se ao valor médio de 1,52 com um desvio à precisão de 8,55%. Para calcular este valor assumiu-se que n do ar é igual a 1, ou seja, que a velocidade da luz no ar é igual à no vácuo.

Durante a execução desta montagem em particular foi ainda possível observar que o ângulo de reflexão total é $42,5^\circ$, ângulo para o qual não há transmissão de luz do vidro para o ar.

Na fase seguinte do protocolo, calculou-se o ângulo de Brewster, ou seja, provocou-se a polarização paralela da luz e seguidamente observou-se qual o ângulo para o qual deixa de haver reflexão. No entanto, para os ângulos entre 54° e 60° a reflexão não era observável devido às condições em que se desenvolvia a experiência pelo que se tomou o valor médio, isto é, 57° . Confirmou-se ainda que para uma polarização perpendicular ao plano de incidência, formado pela direcção de propagação e de reflexão, era possível observar a reflexão para todos os ângulos.

Apêndice

Bibliografia:

- Contribuição para o desenvolvimento do ensino da Física Experimental no IST, António C. Ribeiro, Pedro Sebastião e Francisco Tomé
- Apontamentos das aulas práticas e teóricas e protocolos, professor Bernardo Brotas e Isabel Cabaço