

Física Experimental IV

Segundo semestre de 2019

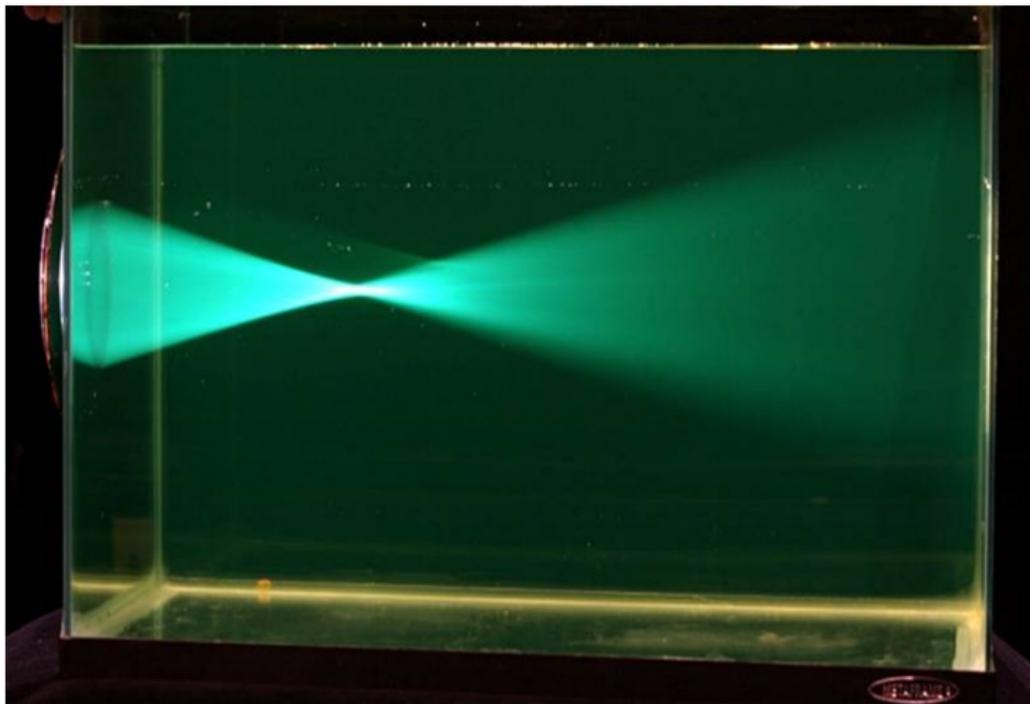
Aula 1 - Experimento I - semana 1

Página da disciplina:

<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=70354>

13 de agosto de 2019

Experimento I - Experiencias básicas de óptica



- 1 Experimento
 - Experimento I
 - Ótica geométrica
 - Lentes
 - Atividades da semana 1

- 1 Experimento
 - Experimento I
 - Ótica geométrica
 - Lentes
 - Atividades da semana 1

- 1 Experimento
 - Experimento I
 - Ótica geométrica
 - Lentes
 - Atividades da semana 1

Objetivos do experimento

- Estudar algumas características da ótica geométrica e construir imagens a partir de objetos em uma lente.
- Investigar a natureza ondulatória da luz através do estudo da difração e interferência.

- 3 semanas
 - ▶ **Semana 1**
 - ★ **Lente delgada**
 - ▶ **Semana 2**
 - ★ Determinação da distância focal de lentes convergente e divergente
 - ▶ **Semana 3**
 - ★ Estudo de difração e interferência em fendas simples e duplas e rede de difração

IMPORTANTE!

- Síntese da semana (até 1 ponto)
 - ▶ Arquivo em PDF com os gráficos das curvas obtidas, ajustes realizados e eventuais comentários (duas paginas no máximo!)
 - ▶ **A data máxima para upload é:**
 - ★ Diurno: 18h00 da segunda-feira
 - ★ Noturno: 08h00 da terça-feira
 - ★ Upload no site de reservas como “síntese”
- Muitas atividades são feitas através da comparação dos resultados de toda a turma
- **Banco de dados no site da disciplina** (não preencher afeta a nota!)
 - ▶ Grupos DEVEM fazer upload de resultados no site
 - ▶ A data máxima para upload é 18h00 do dia 31/08

- 1 Experimento
 - Experimento I
 - Ótica geométrica
 - Lentes
 - Atividades da semana 1

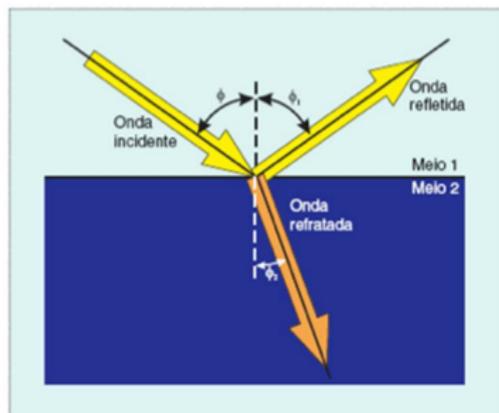
- Luz é uma onda eletromagnética, assim todos os fenômenos ondulatórios se aplicam
 - ▶ Interferência, difração, etc.
- Os efeitos ondulatórios se fazem mais evidentes quando o sistema possui dimensões compatíveis com os comprimentos de onda envolvidos
- A ótica geométrica é uma aproximação para sistemas cujas dimensões são muito maiores que os comprimentos de onda da luz

- Os comprimentos de onda típicos da luz visível estão entre 400 e 700 nm
 - ▶ Sistemas macroscópicos simples, do dia a dia, possuem dimensões tais que $\frac{\lambda}{d} < 10^{-3}$, ou seja, os efeitos ondulatórios são muito pequenos
- Neste caso, a **ótica geométrica** é aquela onde:
 - ▶ Podemos aproximar a luz por raios luminosos que se propagam de forma retilínea de um ponto a outro e os fenômenos ondulatórios podem ser desprezados

Propagação de um raio luminoso

- O que acontece quando um raio luminoso atinge uma superfície entre meios de propriedades óticas diferentes?
 - ▶ Reflexão e refração
 - ▶ Índice de refração: razão entre a velocidade da luz no vácuo e no meio

$$n = \frac{c}{v}$$

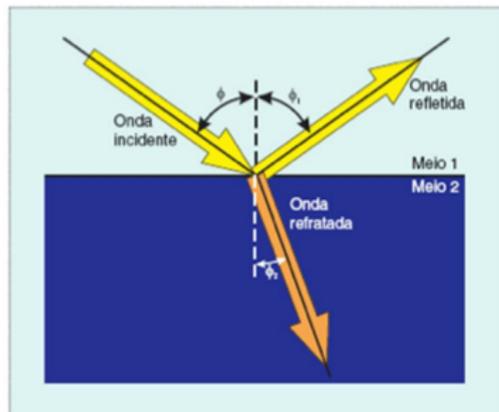


Propagação de um raio luminoso

- O raio luminoso refratado em uma superfície muda de direção de acordo com a lei de Snell

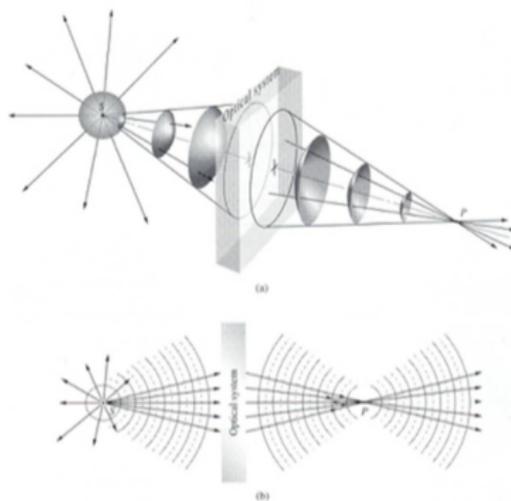
$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \phi_2$$

- Princípio básico para a construção de lentes



- 1 Experimento
 - Experimento I
 - Ótica geométrica
 - Lentes
 - Atividades da semana 1

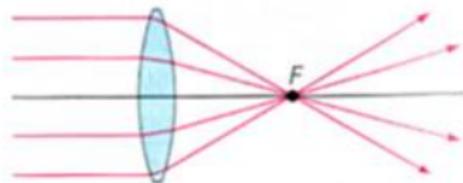
- Sistema refrator imerso em um meio
- O índice de refração da lente é diferente do meio e o seu formato é planejado de forma a alterar a direção dos raios luminosos incidentes



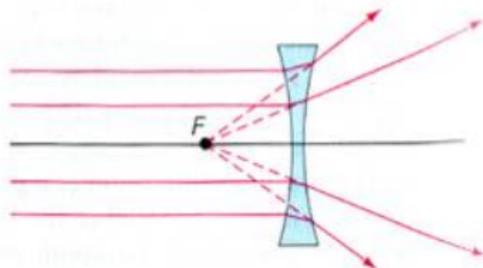
Tipos de lentes

- Lentes podem ser convergentes ou divergentes
 - ▶ Convergentes (positivas) aproximam os raios luminosos
 - ▶ Divergentes (negativas) afastam os raios luminosos

convergente



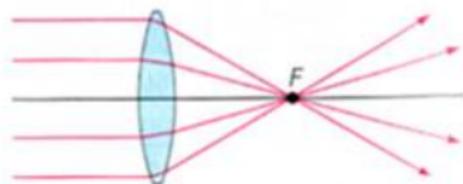
divergente



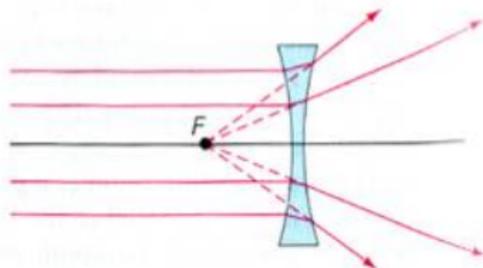
Lentes delgadas

- Toda lente delgada é caracterizada por uma distância focal única e independente da face que o raio luminoso a atinge
- A distância focal (f) é a distância entre o centro da lente e o ponto no qual todos os raios luminosos, incidentes paralelos ao eixo da lente, convergem (ou divergem)
 - ▶ Lentes convergentes: $f > 0$
 - ▶ Divergentes: $f < 0$

convergente



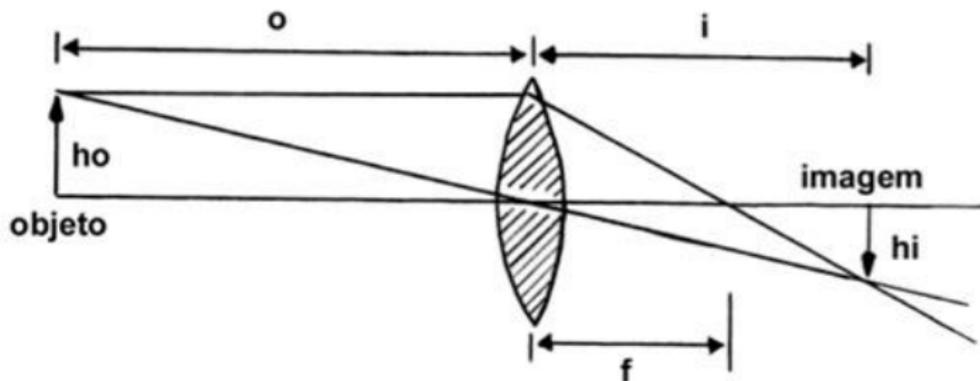
divergente



Algumas definições úteis

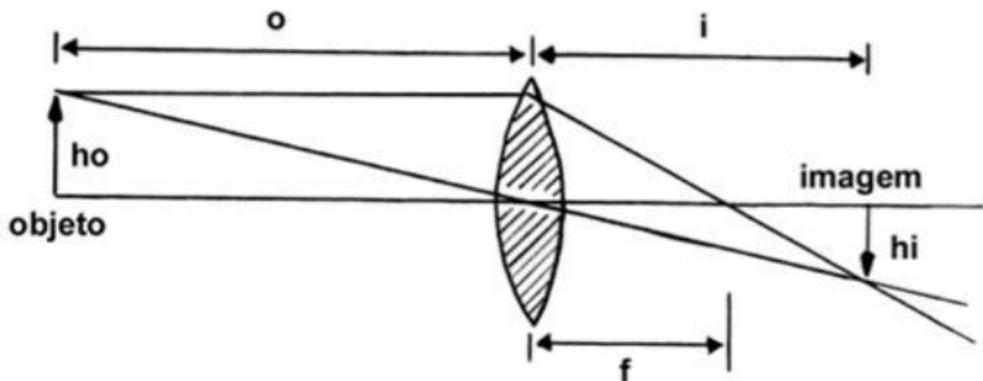
- Objeto e imagem de uma lente

- ▶ h_o = tamanho do objeto
- ▶ h_i = tamanho da imagem
- ▶ o = distância do objeto ao centro da lente
- ▶ i = distância da imagem ao centro da lente
- ▶ f = distância focal da lente



Propriedade de uma lente ideal

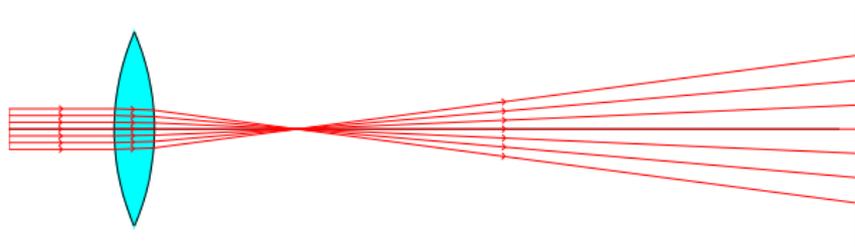
- Um raio que cruza o centro da lente não sofre desvio algum
- Raios que chegam paralelos, são todos desviados no foco
- Raios que saem do foco, criam um feixe paralelo



- 1 Experimento
 - Experimento I
 - Ótica geométrica
 - Lentes
 - Atividades da semana 1

Objetivos da semana

- A importância do alinhamento nas medida de ótica / aproximações e idealizações
 - ▶ Familiarizar-se com o equipamento do laboratório
 - ▶ Montar o próprio arranjo experimental; alinhar o sistema
 - ▶ Como trabalhar com o sistema; como os ajustes alteram o sistema
 - ▶ Estudar a deflexão de um raio de luz por uma lente convergente; verificação da aproximação de lentes delgadas

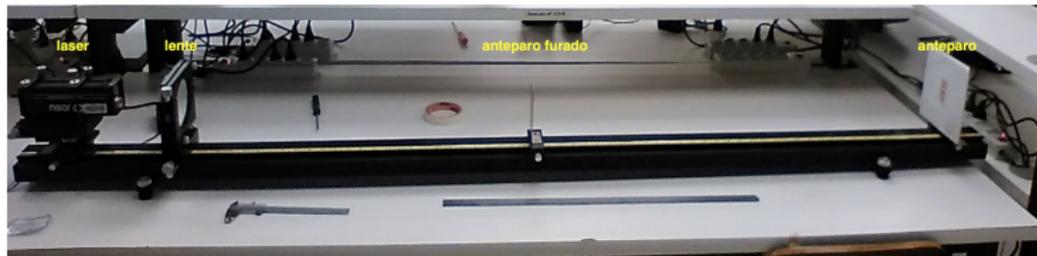


Atividade pré-lab: construção de um modelo físico adequado

- Partir da condição do feixe laser perfeitamente alinhado com a lente (o feixe cruza o centro da lente e se propaga paralelamente ao eixo óptico do sistema).
- Suponha que você desloque verticalmente, de uma distância d , a posição que o feixe laser atinge a lente, mas mantendo-o paralelo ao eixo óptico do sistema.
- Encontre a posição em que o feixe atinge o anteparo (em relação à posição em que atingia quando o feixe passava pelo centro da lente) em função de d e da distância entre a lente e o anteparo.
 - ▶ A distancia entre o laser e a lente é importante? Sim/não, por que?
 - ▶ **DICA:** use a propriedade das lentes e faça uma construção geométrica
- A lente que será usada no experimento tem $f_C \approx 20$ cm. É possível, com a medida acima, estimar f_C ? Sim/não, como?

Desvio de um raio de luz por uma lente delgada

- Alinhar o feixe com o trilho e com o eixo óptico da lente
 - ▶ O que acontece se o feixe não incide perpendicularmente à (e no centro da) lente ou não é paralelo ao eixo óptico do sistema? Investigue.
 - ▶ Uma vez que o feixe laser está paralelo com o eixo óptico do sistema, mantendo este paralelismo, medir a posição do feixe no anteparo em função da posição do feixe incidente (mexer na posição vertical do laser)
- Ver detalhes no roteiro de aula



- Aplicar o modelo construído aos dados experimentais
 - ▶ Ajuste de dados. Avalie o χ^2 e resíduos do ajuste. É um bom ajuste?
 - ▶ O modelo funciona independentemente da distância entre o feixe e o eixo ótico?
 - ▶ Obter a distância focal da lente convergente
- Colocar a distância focal da lente e sua respectiva incerteza no banco de dados do site.