

Introdução às Medidas em Física

6ª Aula

<http://www.dfn.if.usp.br/~suaide/>

Alexandre Suaide

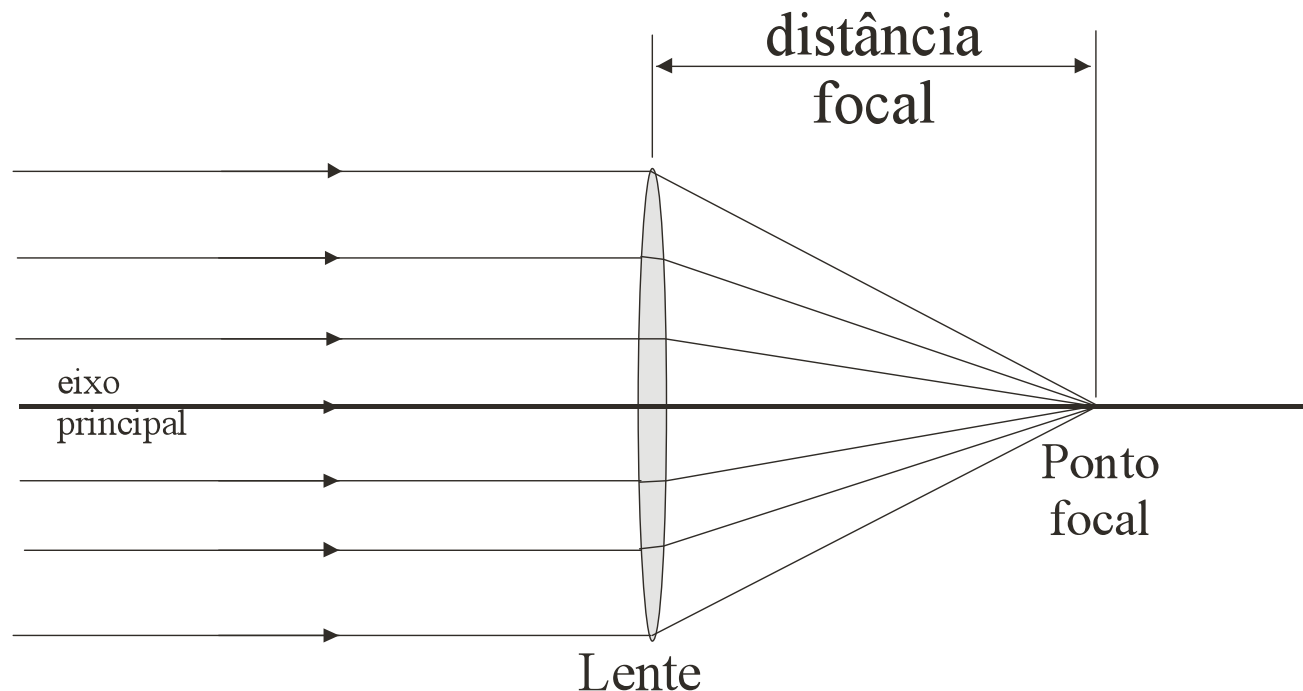
Ed. Oscar Sala

sala 246

ramal 7072

Distância focal de uma lente delgada

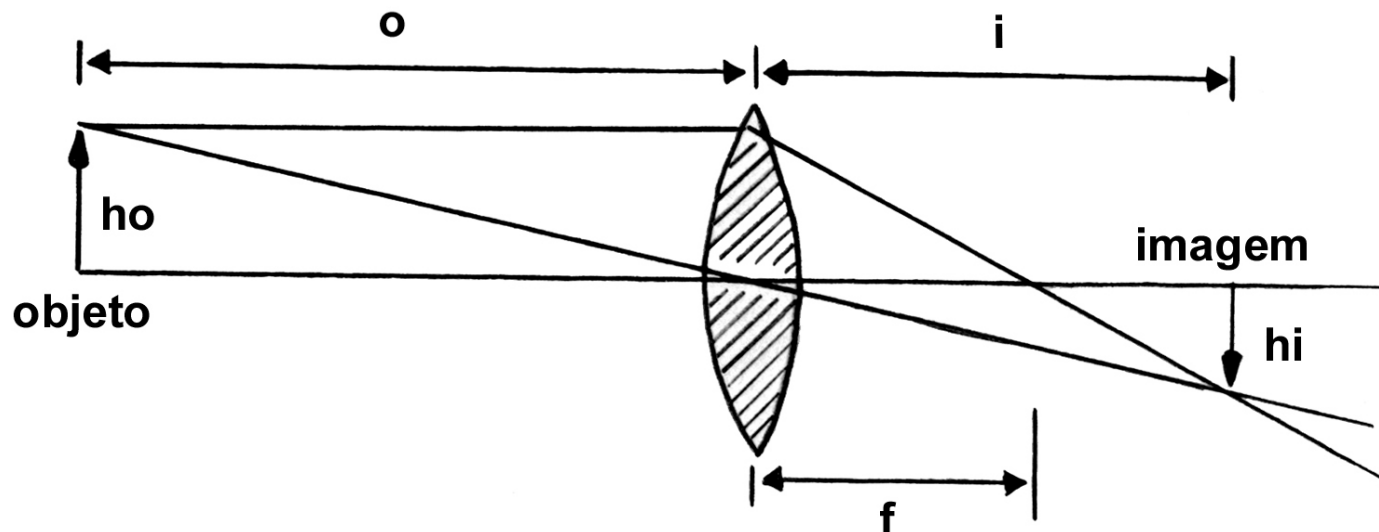
- Lente delgada é aquela na qual as suas dimensões físicas podem ser desconsideradas durante a análise óptica
- Distância focal é o ponto de convergência dos raios luminosos para um objeto a distância infinita da lente



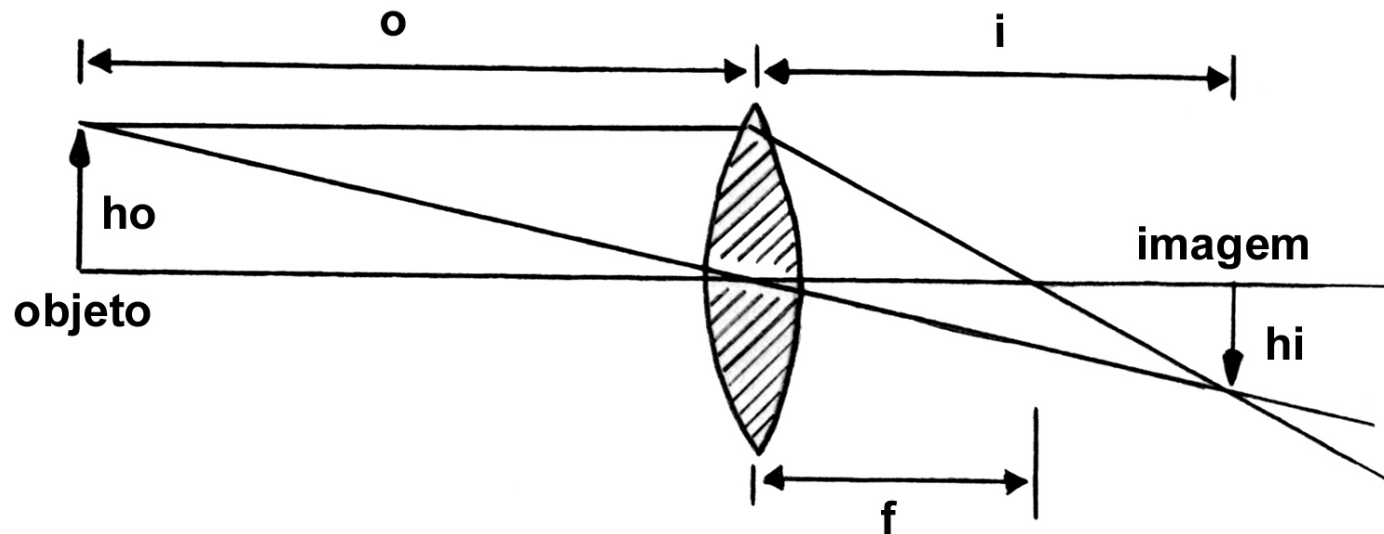
Construção da imagem de uma lente

- Duas regras básicas

- Qualquer raio luminoso paralelo ao eixo principal da lente é desviado de tal forma a passar pelo ponto focal da lente
- Qualquer raio luminoso incidente sobre o centro da lente não sofre desvio.



Equação de Gauss para uma lente delgada



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{i} + \frac{1}{o}$$

Objetivos do experimento

- Determinar a distância focal de uma lente delgada utilizando a técnica do objeto/imagem
- Método
 - Posicionar um objeto a uma distância em relação à lente e, com o auxílio de um anteparo, determinar a posição da imagem.
 - Calcular a distância focal utilizando a equação de Gauss

Contudo...

- A medida da imagem pode ser feita com precisão comparável com a régua?
- Exercício:
 - Cada aluno deve medir a posição da imagem para uma lente cujo objeto está em posição fixa (escolhida pelo prof.)
 - Calcule a posição média e o desvio padrão dos dados.

Como fazer quando a precisão do instrumento não é o fator limitante?

- Transferir esses fatores extras para variações estatísticas
 - No caso do pêndulo, por exemplo, toda a incerteza devido ao início e fim do movimento, bem como o tempo de reação foram avaliados estatisticamente.
 - Isso só pode ser feito quando as medidas efetuadas são totalmente independentes.

Porém...

- Incertezas sistemáticas (calibração, mau uso do equipamento) não aparecem em análises estatísticas.
- Em outros casos, a análise estatística torna-se muito dispendiosa devido à necessidade de repetir a mesma medida muitas vezes.

Neste caso...

- Cabe ao experimentador avaliar as limitações do método empregado e, com base nisso, estabelecer uma estimativa para a incerteza instrumental de uma determinada medida.
- Como fazer isso?
 - Analisar o método empregado para a medida
 - Avaliar as possíveis limitações
 - Auto-crítica é muito importante na Ciência!

Atividades

- Realizar medidas de distância da imagem à lente para 5 diferentes posições de objeto
 - Variar a posição do objeto desde 15-20 cm até o máximo possível no banco óptico para ter pontos espaçados.
 - Lembrar que a distância do objeto à lente possui incerteza
 - Avaliar, em cada caso, com critérios bem definidos, qual é a incerteza associada a cada medida de distância da imagem à lente.

Medidas indiretas: cálculo da distância focal

- Muitas vezes a medida em questão é feita de forma indireta
 - Ex: Determinar o período do pêndulo a partir do seu comprimento
 - Ex: Medir a área da sala a partir das medidas do comprimento e largura
 - Ex: Medir a velocidade de um carro a partir do tempo que o mesmo leva para percorrer uma determinada distância
- Como eu avalio as incertezas em medidas indiretas?

Propagação de erros: fórmula geral

- Seja uma grandeza G , dependente de duas variáveis, A e B . O valor da incerteza em G , σ_G , pode ser expressa em termos das incertezas em A e B (σ_A e σ_B , respectivamente) através da fórmula:

$$\sigma_G^2 = \left(\frac{\partial G}{\partial A} \sigma_A \right)^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial B} \sigma_B \right)^2$$

Cálculo da distância focal para cada medida realizada

- Calcular a distância focal da lente para cada caso, utilizando a equação de Gauss

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{i} + \frac{1}{o}$$

- Deduzir a expressão para a incerteza na distância focal a partir da equação de derivadas parciais
 - Dica: ache a incerteza de $1/i$ e $1/o$.
- Calcule as incertezas das distâncias focais obtidas

Qual é a distância focal da lente?

- A distância focal pode ser obtida através da média das várias medidas efetuadas.
- Mas que média?
 - Algumas medidas geram resultados mais preciso que outras. Como fazer?
 - Devo dar mais importância às medidas que são mais precisas no cálculo da média.
 - Quanto menor a incerteza, maior deve ser o peso da medida no cálculo da média.

Média ponderada

- Em situações onde eu tenho um conjunto de medidas com incertezas diferentes o valor médio é calculado através da média ponderada pelo inverso da incerteza quadrática.
- Média para um conjunto de n medidas $y_i \pm \sigma_i$.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i p_i}{\sum_{i=1}^N p_i}$$

$$p_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

$$\sigma_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^N p_i}}$$

Atividades

- Calcule o valor médio da distância focal a partir da distância focal obtida em cada medida individual
- Compare esse valor com os valores individuais. Todos os valores individuais são compatíveis com o valor médio obtido? Quais as medidas individuais que possuem maior peso no cálculo da média? Existe uma tendência evidente?