

## Trabalhos práticos 1 – Ótica

Turma/Grupo \_\_\_\_/\_\_\_\_

Nomes: \_\_\_\_\_

Nmec: \_\_\_\_\_

Nomes: \_\_\_\_\_

Nmec: \_\_\_\_\_

Nomes: \_\_\_\_\_

Nmec: \_\_\_\_\_

**Minirrelatório:** Cada grupo deve levar para a aula um exemplar em papel deste documento. No final da aula, deve entregá-lo devidamente preenchido ao docente.

### Objetivos

Caracterizar as imagens formadas por lentes convergentes e divergentes.

### Introdução

Quando um objeto é colocado a uma distância  $p$  de uma lente (convergente ou divergente), forma-se uma imagem (real ou virtual), a uma distância  $q$ , que obedece à chamada equação dos focos conjugados (eq. 1), onde  $f$  representa a distância focal da lente.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \text{Eq. (1)}$$

A representação gráfica da eq. (1) para 2 lentes com valores de  $f$  diferentes é a seguinte:

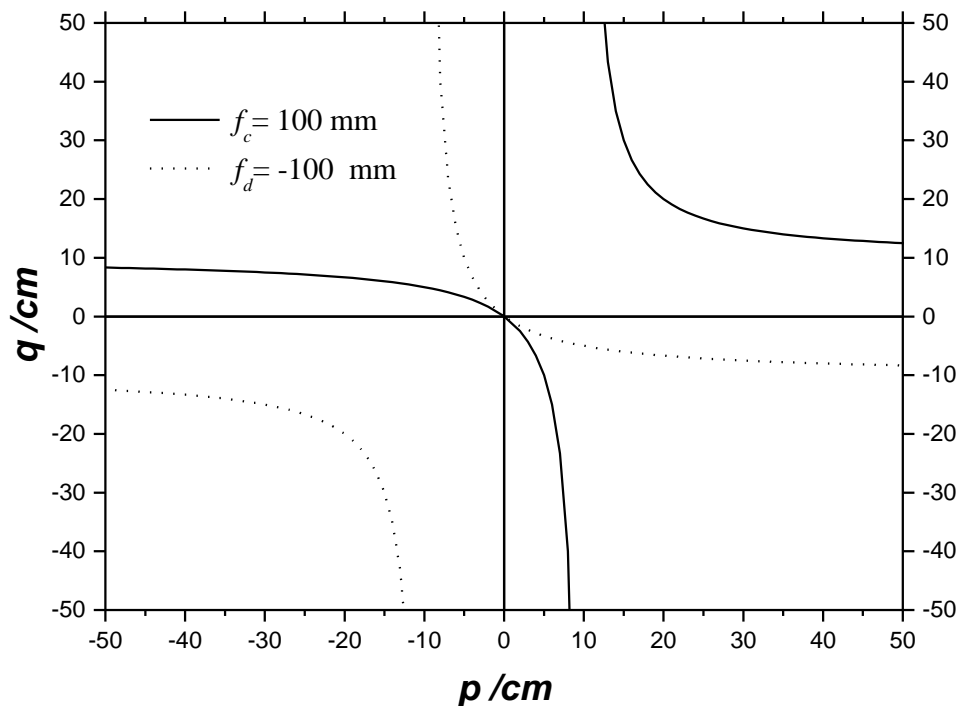


Figura 1

## Preparação do trabalho

a) Baseado no gráfico da Fig. 1 indique quais das seguintes afirmações são verdadeiras ou falsas:

1. Para um objeto virtual, a imagem dada por uma lente convergente com  $|f| = 10\text{ cm}$  é sempre real. \_\_\_\_\_
2. Para um objeto virtual, a imagem dada por uma lente divergente com  $|f| = 10\text{ cm}$  é sempre virtual. \_\_\_\_\_
3. Um objeto virtual situado a uma distância inferior a  $|f|$  de uma lente divergente pode formar imagens reais e virtuais. \_\_\_\_\_
4. A ampliação dum objeto real, dada por uma lente divergente colocada a uma distância de  $30\text{ cm}$ , é maior que 3. \_\_\_\_\_

b) Discuta com base no gráfico da Fig. 1 onde se forma a imagem quando a distância da lente divergente ao objeto tende para infinito.

c) Considere a Fig. 1. Para o caso da lente convergente, que gama de valores da distância objeto-lente lhe parece mais adequada para identificar a forma da curva descrita pela eq. (1)? Explique sucintamente a sua resposta.

- d) Reescreva a eq. (1) de forma a colocar  $q$  em evidência. Sabendo que a medida da distância objeto-lente é igual a  $p \pm \Delta p$  e a distância focal da lente é  $f \pm \Delta f$  determine a expressão do erro associado ao cálculo de  $q$ .

- e) Sabendo que a ampliação,  $m$ , de um objeto pode ser calculada por um dos processos seguintes,

$$m = \frac{y_{\text{imagem}}}{y_{\text{objeto}}} = -\frac{q}{p} \quad \text{Eq. (2)}$$

e que  $y = \bar{y} \pm \Delta y$ ,  $p = \bar{p} \pm \Delta p$ , etc, determine a expressão que permite obter o erro relativo  $\frac{\Delta m}{m}$ , para ambos os casos.

--	--

## Procedimento experimental

### Material Necessário

Fonte de Alimentação, foco luminoso, banco de ótica, suporte com objeto e dispersor, lentes convergente e divergente ( $|f| = 10.0 \pm 0.1$  cm), alvo, papel milimétrico, calculadora, fita métrica, régua e craveira.

Todos os valores medidos deverão ser registados na tabela I

(tenha em atenção a convenção de sinais e os algarismos significativos das grandezas)

- f) Analise o dispositivo experimental de acordo com a Fig. 2, identifique e meça o tamanho,  $y$ , do objeto. Esta medição deve ser efetuada com a craveira ou com a régua? Porquê? Estime o erro  $\Delta y$  cometido.

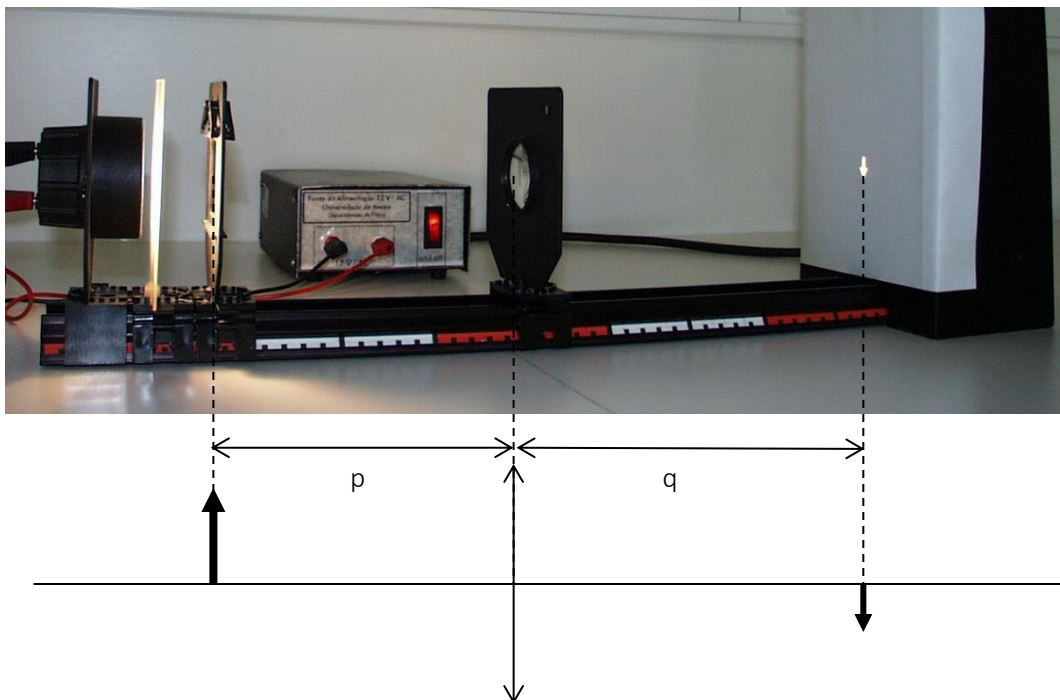


Figura 2: Dispositivo experimental e diagrama esquemático

- g) Utilize a lente convergente (distância focal  $f=10\text{ cm}$ ) e coloque-a a uma distância  $p$  do objeto tal que  $p < f$ . Tente obter a imagem no alvo e registre o que observa. Utilizando a Eq. (1) e o gráfico da Fig. 1, explique sucintamente as suas observações.

- h) Coloque agora a lente a uma distância  $p$  do objeto tal que  $p = f$ . De acordo com a Eq. (1) onde espera observar a imagem? Tente obter a imagem e comente as suas observações.

- i) Coloque a lente a uma distância  $p$  do objeto tal que  $p$  seja pouco maior que  $f$  e registre o valor na tabela I abaixo. Deslocando o alvo, obtenha a melhor imagem nele formada e caracterize-a (real ou virtual, direita ou invertida, ampliada ou reduzida).

- j) Meça a distância  $q_1$  da lente à imagem e o tamanho,  $y'_1$ , da imagem formada no alvo. Registe os valores na tabela I abaixo.

- k) Considerando a dificuldade na localização do ponto de focagem ideal, facilmente notará que a incerteza que afeta esta medição é superior ao erro de leitura. Afim de estimar a incerteza,  $\Delta q_i$ , mantenha constante a distância objeto-lente  $p$ , desfoque e volte a focar a imagem. Obtenha assim duas medidas da distância  $q_i$  ( $i=1,2$ ) da lente à imagem e o tamanho,  $y'_i$ , da imagem formada no alvo. Esta operação deverá ser feita por diferentes elementos do grupo e os valores registados na Tabela I.

- l) Repita o procedimento anterior, alíneas (i)j) e (k), para uma distância  $p$  superior à anterior em 10 cm e registe os valores na tabela I abaixo. De seguida complete com cálculos a tabela I.

Tabela I

Tamanho do objeto $y \pm \text{---}$ / $\text{---}$	Distância focal da lente $f \pm 1$ / mm	Distância do objeto à lente $p \pm \text{---}$ / $\text{---}$	Distância da imagem à lente $q_i \pm \text{---}$ / $\text{---}$	Tamanho da imagem $y'_i \pm \text{---}$ / $\text{---}$	$\bar{q}$ / $\text{---}$	$d_i =  q_i - \bar{q} $ / $\text{---}$	$\bar{y}'$ / $\text{---}$	$d_i =  y'_i - \bar{y}' $ / $\text{---}$

- m) Obtenha o valor mais provável das medições da distância lente-imagem ( $q \pm \Delta q$ ) e do respetivo tamanho da imagem ( $y' \pm \Delta y'$ ). Apresente o resultado final destas medições.

<u>Para <math>p</math> pouco maior que <math>f</math></u>	<u>Para <math>p</math> muito maior que <math>f</math></u>

- n) Compare o valor da incerteza obtido nas duas situações anteriores (alínea m). Explique, justificando, de que modo este resultado o poderá auxiliar na realização experimental quando o objetivo é medir a localização e o tamanho da imagem formada.

--

- o) Utilizando os resultados da questão (e) da preparação do trabalho, calcule pelos dois processos o valor do erro relativo da ampliação, para o par de valores  $(p,q)$  da tabela I, que melhor correspondem à sua resposta da alínea anterior.

--	--

- p) Considerando os resultados anteriores, escolha o método mais preciso e determine o valor da ampliação do objeto e o respetivo erro.

--

- q) Utilizando a Eq. (1), preveja onde se formaria a imagem quando se aumenta cada vez mais (no limite até ao infinito) a distância da lente ao objeto. Faça o paralelismo com o gráfico da Fig. 1.

--

## Bibliografia

Serway, Physics for scientists and Engineers with modern Physics, 5ª ed. Cap. 35 p. 1105-1162, Sanders College (2000)

Serway, Física 3 para cientistas e engenheiros, 3ª ed., Cap. 35 p. 306-346, LTC (1992)