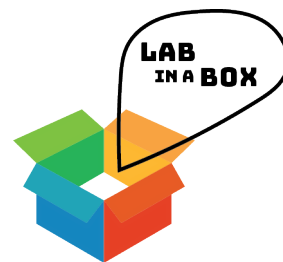


LENTE CONVEXA



Nesta atividade iremos explorar as características de uma lente convexa e aprender a determinar o seu foco.

DISCIPLINA

FQ - 8º ano; Física - 10º ano

PROGRAMA CURRICULAR

Fenómenos da Natureza Ondulatória: Som e Luz; Ondas (extracurricular)

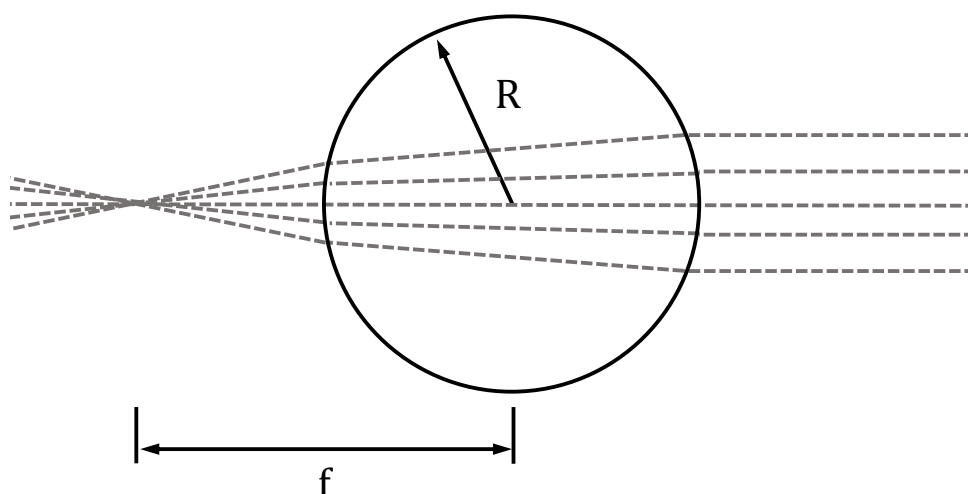
Como medir o foco de uma lente convexa?

Uma lente esférica convexa, ao refratar a luz, faz convergir raios de luz paralelos que passem perto do seu centro para o seu foco. O foco, que seria idealmente um ponto, numa lente esférica tem sempre aberração, e estende-se por uma área à volta do ponto. Uma lente cilíndrica convexa faz convergir raios de luz paralelos para o seu foco, que se estendem numa área à volta de uma linha. Por estes motivos, muitas vezes denomina-se a focagem da lente esférica de 3D e a focagem da lente cilíndrica de 2D.

Uma lente cilíndrica é um sistema fácil de encontrar e de utilizar em sala de aula: a base de um copo. À parte a questão dimensional, a física das lentes cilíndrica e esférica é semelhante, tal como as leis que descrevem as localizações dos focos e as imagens criadas.

Numa lente espessa perfeitamente cilíndrica, de raio R e índice de refração n , a distância focal medida até ao centro geométrico da lente é dada por

$$f = \frac{nR}{2(n-1)}$$



Numa sequência de duas experiências determina-se a distância focal da lente por dois processos: medição direta e utilizando a equação que descreve uma lente espessa perfeitamente cilíndrica.

EXPERIÊNCIAS

9.1 - Determinar o foco de uma lente convexa perfeitamente cilíndrica.

9.2 - Determinar o índice de refração do vidro e a distância focal de uma lente perfeitamente cilíndrica.

PRECEDÊNCIAS

9.1 - nenhuma

9.2 - 9.1 e 7.2

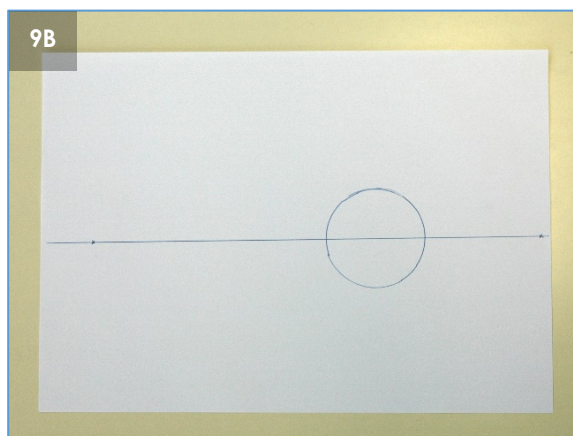
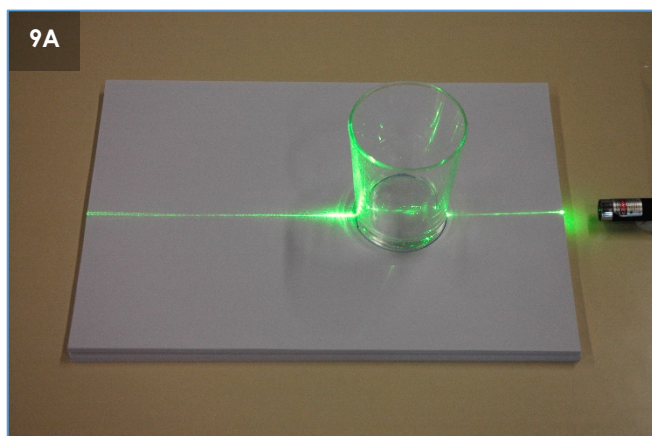
MATERIAL

- Copo cilíndrico de base plana e homogênea;
- Laser;
- Plasticina;
- Fita-cola;
- Folhas de papel branco;
- Régua e esquadro;
- Transferidor.

PROCEDIMENTO

EXPERIÊNCIA 9.1 – Determinar o foco de uma lente convexa perfeitamente cilíndrica

1. Prepara-se a bancada com o laser e o molho de folhas de acordo com o procedimento 7.1.
2. Coloca-se o copo em cima de uma folha de papel a cerca de 1/3 de um dos lados mais curtos e contorna-se a sua base com lápis; o desenho da base indica os limites da lente e vai permitir retirar e recolocar o copo sempre na mesma posição. (Fig. 9A).

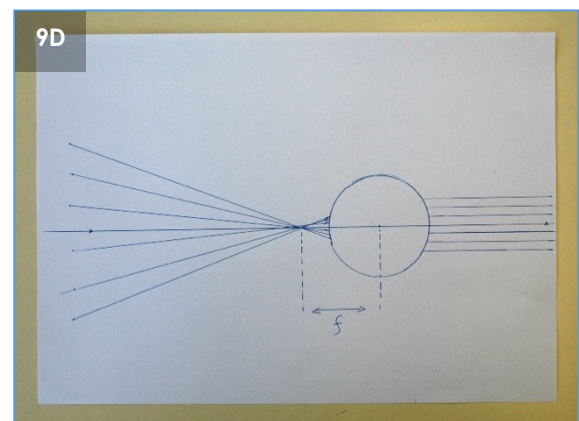
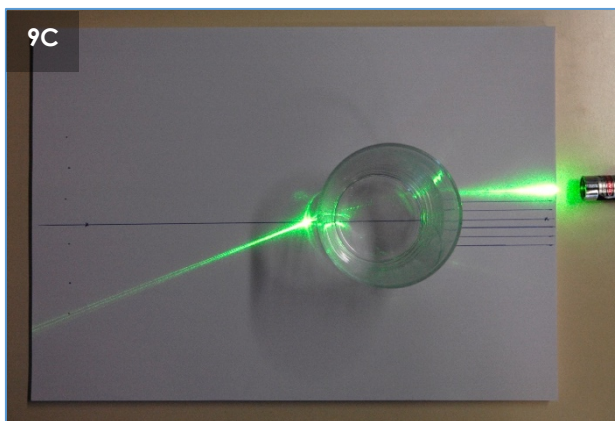


3. Coloca-se a folha e o copo em cima do molho do lado mais próximo do laser e determina-se o eixo óptico:
 - faz-se incidir um raio de luz no copo de tal forma que o raio incidente, o raio refletido e o raio transmitido estejam colineares;

- marcam-se dois pontos por onde passe o raio de luz, um antes e um depois do copo;
- retira-se a folha do molho e unindo os dois pontos obtemos o eixo ótico, que passa pelo centro da circunferência marcada na folha (Fig. 9B).

4. Determina-se a distância focal da lente:

- do lado em que o laser vai incidir no copo, desenha-se um conjunto de linhas paralelas ao eixo ótico que servirão de guias para os raios laser que irão incidir na base do copo; podem marcar-se, por exemplo, linhas a 0,5 cm, 1 cm e 1,5 cm para cima e para baixo do eixo ótico;
- recolocam-se folha e copo no molho e faz-se o laser incidir na lente segundo cada um dos traços marcados no papel; regista-se a posição do raio que emerge do outro lado do copo marcando dois pontos com pares de marcas diferentes (um próximo do copo e outro do limite do papel) para posteriormente se poder traçar os 6 raios emergentes; desliga-se o laser (Fig. 9C);
- retira-se a folha do molho e unem-se as marcas previamente feitas traçando os raios desde a circunferência que marca o limite do copo até à borda do papel (Fig. 9D);
- verifica-se que os raios se intersejam todos na mesma zona, o foco; a distância focal é a distância desse ponto de encontro até ao centro da circunferência; mede-se a distância focal.

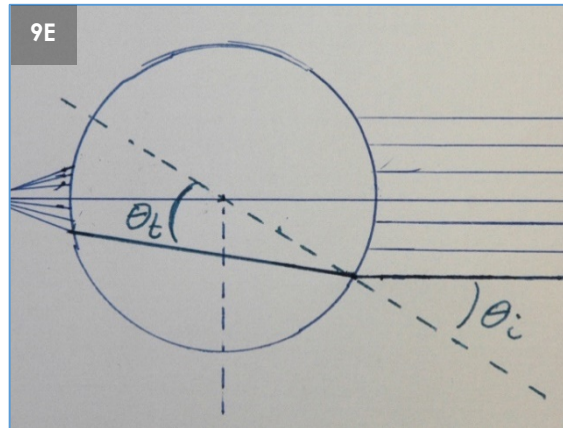


EXPERIÊNCIA 9.2 – Determinar o índice de refração do vidro

1. Usa-se a lei de Snell-Descarte para determinar o índice de refração:

- Utiliza-se a folha com os raios traçados na experiência 9.1 para determinar o ângulo de incidência e de refração do raio mais periférico (a 1,5 cm do eixo ótico);
- Marca-se a trajetória do raio periférico no interior da lente; para isso unem-se com uma régua os pontos de entrada e saída do raio na lente;

- Para determinar os ângulos de incidência e de refração do raio laser no copo, é necessário traçar uma linha perpendicular à superfície da lente no ponto de incidência; para isso une-se o centro da circunferência ao ponto de entrada da luz na lente que se deve prolongar para ambos os lados da circunferência (Fig. 9E);
- medem-se com o transferidor os ângulos de incidência e de refração dos raios na lente e calcula-se o índice de refração como descrito no procedimento 7.2.



2. Para uma lente espessa perfeitamente cilíndrica, a distância focal média ao centro do eixo da lente (centro da circunferência) é descrita por

$$f = \frac{nR}{2(n - 1)}$$

sendo n o índice de refração do vidro e R é o raio da circunferência.

3. Calcula-se a distância focal pela expressão anterior e compara-se com o resultado determinado diretamente no procedimento 9.1.

RESULTADOS ESPERADOS e CONCLUSÕES

EXPERIÊNCIA 9.1

Queremos determinar a distância focal do fundo de um copo a funcionar como lente cilíndrica. Como exemplo, usámos um copo de raio $R = 3,00$ cm. Obtemos um traçado de raios que se cruzam aproximadamente num ponto.

Os raios não se interseam todos exatamente num ponto, mas numa região pequena. Este desvio tem duas origens: por um lado, o erro experimental e, por outro, o facto de se utilizar uma lente de curvatura constante (aberração). Podemos marcar o ponto de interseção mais próximo do copo e o ponto de interseção mais afastado do copo, obtendo uma estimativa mínima e máxima para o foco. Para o valor de f pode usar-se uma média aritmética destes valores.

$$f_{max} = 4,70 \text{ cm}$$

$$f_{min} = 6,25 \text{ cm}$$

$$\bar{f} = \frac{f_{max} + f_{min}}{2} = \frac{6,25 + 4,70}{2} = 5,5 \text{ cm}$$

EXPERIÊNCIA 9.2

Convém prolongar a linha que une os pontos de entrada e saída do laser para fora da lente, de forma a ser possível usar o transferidor da caixa.

Usamos um procedimento idêntico ao da experiência 7.1 para determinar o índice de refração do copo. Por exemplo, se obtivermos $\theta_i = 29,0^\circ$ e $\theta_t = 20,5^\circ$, obtém-se:

$$n_{copo} = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_t} = 1,38$$

Com $n_{copo} = 1,38$ e $R = 3,00$ cm, obtém-se:

$$f = \frac{nR}{2(n-1)} = \frac{1,38 \times 3,00}{2(1,38-1)} = 5,4 \text{ cm}$$

Este valor é compatível com o obtido experimentalmente em 9.1, $\bar{f} = 5,5$ cm.

NOTAS EXPERIMENTAIS

Quanto mais afastados estiverem os pontos usados como referência para cada um dos raios, mais precisos serão os traços. O raio transmitido vai perdendo a intensidade e esbatendo à medida que se afasta do copo, pelo que é preciso encontrar um compromisso em que não se perca precisão devido à espessura do raio.

Para raios incidentes afastados do eixo ótico, existe o fenómeno de aberração esférica que tem origem no facto de uma superfície de raio de curvatura constante não “focar num único ponto”. No procedimento 9.1, isto pode ser constatado traçando um raio adicional, a uma distância do eixo ótico bem maior que a dos restantes.

A representação dos raios de luz em folhas de papel é bidimensional (2D). Assim, nesse plano os raios de luz representados estão associados, sem distinção, à utilização de lentes esféricas ou de lentes cilíndricas.