TEC III · ÓPTICA

1. LENTES DELGADAS:

1.1. Calculo de la focal de una lente convergente

En el cálculo de una focal convergente podemos usar varios métodos. Estos son:

- Método objeto-imagen: este es el método más sencillo. Tomamos varias medidas de la posición del objeto y la imagen (donde se ve nítido). Calcular f es aplicar la fórmula.

- Método autocolimación: cuando un objeto esta en el plano focal, en el espacio imagen se ve como si viniera del infinito. Cuando viene del infinito (...)??

- Método de Bessel: definimos como e la distancia entre objeto-pantalla como a. Cuando la imagen sea nítida esta claro que la pos. pantalla ≡ pos. imagen. Si s es la posición del objeto en el banco y s' la de la pantalla $(s' = s + a)$ tenemos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{l-s} + \frac{1}{s+a-l}$$

por lo que despejando ($l \equiv$ pos. lente):

$$f = \frac{(l-s)(s+a-l)}{(l-s)+(s+a-l)} = \frac{l^2 + l(2s+a) - s^2 - sa}{a} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l^2 - l(2s+a) - (\cdot fa - s^2 - sa)$$

Tenemos que para 2 distancias de la lente obtendremos soluciones, siempre que:

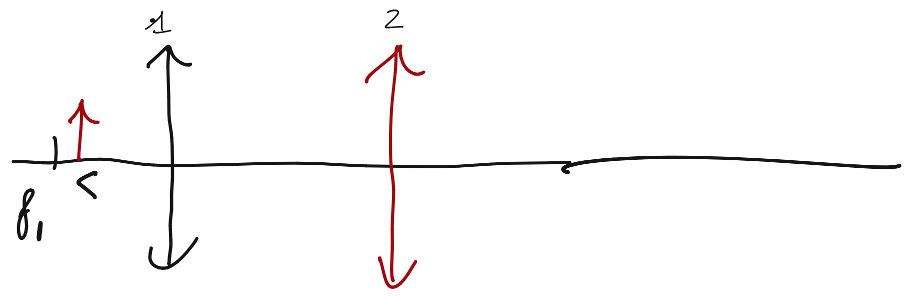
$$(2s+a)^2 > 4(s^2 + sa + fa) \Rightarrow a > 4 \cdot f$$

Si l_1, l_2 son las soluciones, tenemos que $e = l_2 - l_1 = \frac{2}{2}\sqrt{a^2 - 4fa} \rightarrow$

$$f = \frac{a^2 - e^2}{4a}$$

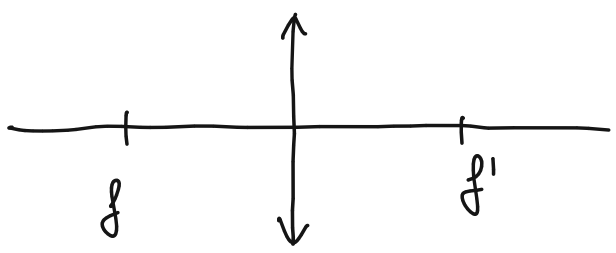
1.2. Calculo de la focal de una lente divergente

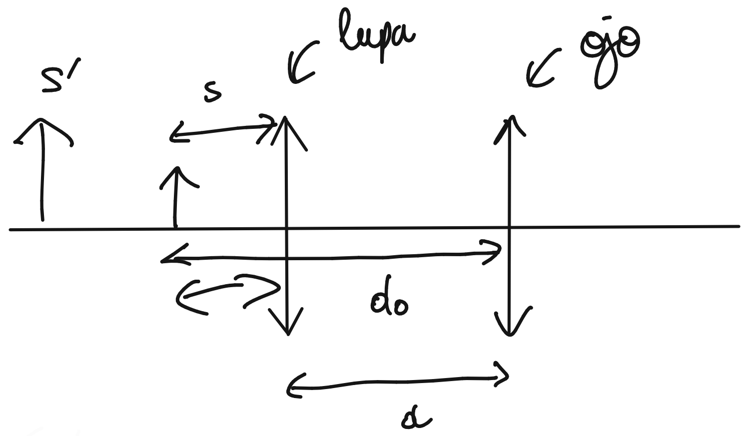
Para calcular la focal de una lente divergente debemos usar una lente convergente. La clave para solucionar el problema es hacer un estudio imagen → posición (a la inversa), ya que la posición de la pantalla *no cambia*.



1.3. Estudio de la lupa

Básicamente vamos a enfocar nuestra cámara a una distancia de $d_0 = 40$ cm. Llamamos "ojo" a nuestra camara con una lente delgada. El fenómeno de aumento de la lupa no es más que el estudio de 2 lentes delgadas convergentes seguidas. Para esto:





$s = d_0 - d$
(negativo ambos)

Lógicamente tenemos que para que la imagen de la lupa el objeto $s < f$; ya que $\alpha = \frac{s'}{s} = \frac{\frac{sf}{s+f}}{s} = \frac{f}{s+f}$
Esto es, necesitamos que $s+f \to 0$, y dado que $s<0 \Rightarrow s \to -f$, tal y como muestran los calculos.

El aumento B viene dado por:

$$B = \frac{s'}{s} = \frac{\frac{sf'}{s+f'}}{s} = \frac{f'}{s+f'} = \frac{1}{s/f+1} \cong 1 - \frac{s}{f} \qquad s = d_0 - d$$

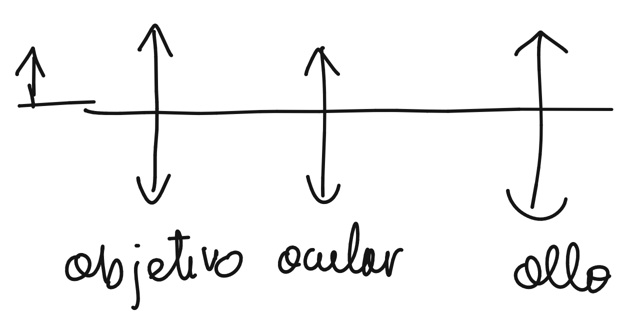
Obviamente la fórmula tiene dicha forma. Podemos ver como funciona la lupa:

- Cuanto mas cerca el ojo de la lupa ($d \to 0$) tenemos que $B\uparrow$, al igual que $s \to f$ tambien aumenta B.

1.4. Microscopio

Aparato optico formado por un objetivo y una lupa (ahora ocular). El objetivo aumenta la imagen antes de la lupa. Dado que conocemos la posición del objeto respecto el objetivo y la posición de la imagen tras el objetivo, simplemente:

$$B_{teo} = \frac{e'}{e}\left(1 - \frac{d_0 - d}{f'}\right)$$

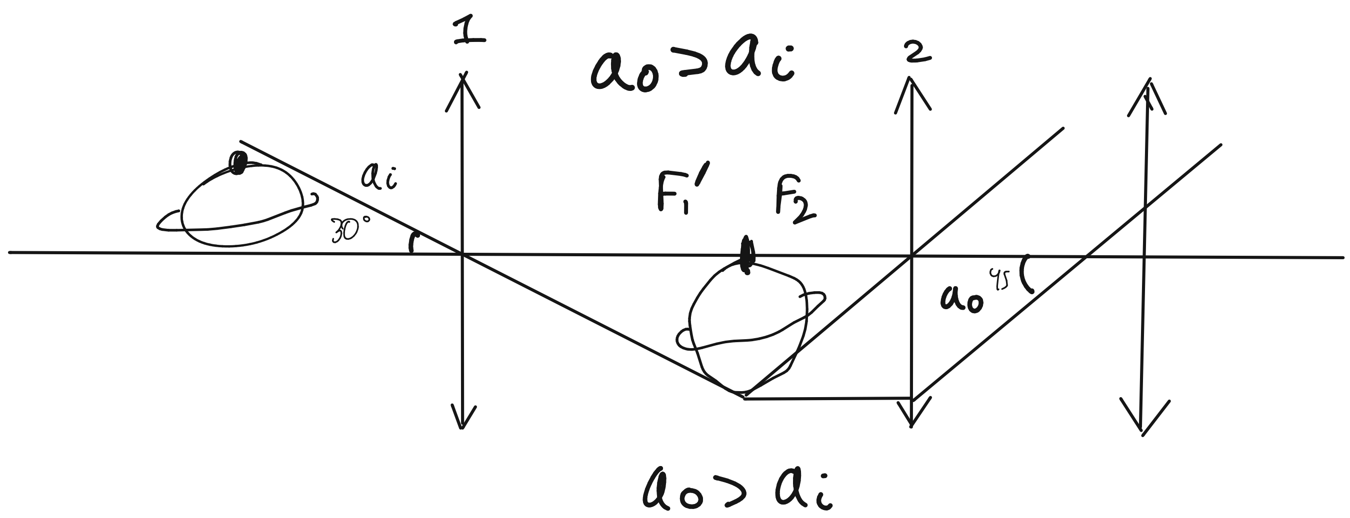


Se nos dice que es mejor usar en la ocular la de mayor foco. Esto es, porque como antes, queremos que el objeto ocular (imagen objetivo) este lo más cerca del foco - ocular. Esto se consigue así.

1.5. Telescopio:

El telescopio son 2 lentes (como antes), aunque ahora la de mayor focal es el objetivo. La distancia ocular-objetivo es la suma de las focales, y el aumento angular:

$$\alpha = -\frac{f_1}{f_2}$$



2. Interferómetro de Young

En el interferómetro de Young queremos calcular la distribución de irradancia que se obtiene al hacer pasar luz a través de dos hendiduras. El patrón viene dado por:

$$I(x) = 2 I_0 \left[1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{xd}{D}\right)\right]$$

por lo que la distancia entre máximos (o mínimos):

$$i = \frac{\lambda D}{d}$$

donde: $D \equiv$ distancia entre hendiduras - plano observación; $d \equiv$ distancia entre centros de las hendiduras. Conocidos i podemos calcular λ:

$$\lambda = \frac{i \cdot d}{D}$$

La distancia d se calcula con una lupa / camara fotos, D con una regla, e i como la distancia entre n mínimos (programa ordenador) y dividiendolo entre n (así se reduce el error)

→ Mejora camara que enfoque mejor, problemas al enfocar.

3. Difracción de Fraunhofer

En esta práctica estudiamos el patrón interferencial que genera una apertura consigo misma, explicable usando el principio de Huydgens. Para esto lo ideal es iluminar la hendidura con una onda plana (esto se consigue colocando una lente antes de la hendidura). El patrón de intensidad:

$$I = \left(\frac{\text{sen } \beta}{\beta}\right)^2 \qquad \beta = \frac{\pi a}{\lambda} \text{ sen } \Theta$$

siendo $a \equiv$ tamaño hendidura y Θ un punto del plano de observación de coordenada $x = z \tan \Theta$ con $x \equiv$ distancia del centro-patrón, $z \equiv$ distancia plano-objeto. Generalmente $\Theta \approx x/z$. Conocidos los mínimos/máximos de I, podemos calcular a, ya que

$$\text{sen}\,\Theta \sim \tan\Theta \sim \Theta \sim \frac{x}{z}$$

y conocido x, z, λ; con la dif. entre 2 maximos/mínimos calculamos a:

$$x_{min} \cdot \frac{\pi a}{\lambda z} = \pi n \rightarrow$$

La mancha de Poisson es un fenomeno que demostró la validez del modelo ondulatorio. Lo que ocurre es que en los bordes de un objeto el nuevo frente de ondas puede hacer que en el centro de la sombra aparezca una mancha (con simetría de rotación)

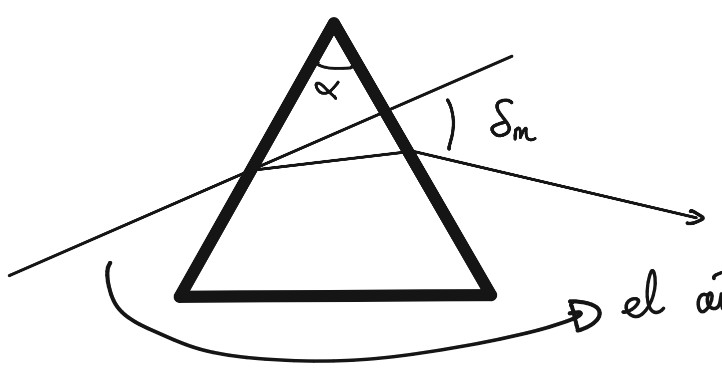
Mejora: alargar banco óptico + intensidad laser; así podemos alejar la pantalla mejorando la aproximación z-paraxial ($\Theta \sim x/z$) de tal manera que se observen mejores patrones de difracción.

4. Dispersión material

En dispersión material quiero calcular el índice de refracción del vidrio en función de la longitud de onda, y ver si el medio es normal o anómalo. Para calcularlo usamos la relación

$$n(\lambda) = \frac{\text{sen}((\delta_m + \alpha)/2)}{\text{sen}(\alpha/2)}$$

donde:



el ángulo este se calcula mirando el angulo de incidencia sin el prisma.

Preguntas de la práctica:

- Ventajas estrecha: menos error. Desventajas: se mira peor.
- Intensidad de colores: depende de la excitación de la lampara ⇒ menos longitud de onda - intensidad. Otros factores: reflectancia, dispersión.

5. Polarización

En esta práctica vamos a estudiar la polarización de la luz de una fuente.

- Analisis ley Malus. la irradiancia trasmitida a traves de un polarizador con un angulo θ respecto la luz incidente:

$$I(\theta) = I_0 \cos^2\theta$$

- Orientación absoluta: en este caso vemos el angulo donde la polarización es vertical u horizontal viendo (o no) el reflejo de una superficie con un angulo de trasmisión del angulo de Brewster.

- Elíptica: usando una lamina retardadora vamos a generar un haz de luz elípticamente polarizada. El retraso de uno de los ejes respecto el otro viene dado por:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} (\Delta n) d$$

Cuando $\Delta n\, d = \lambda/4$ tenemos $\delta = \pi/2$ (lamina $\pi/4$, genera polarización circular).