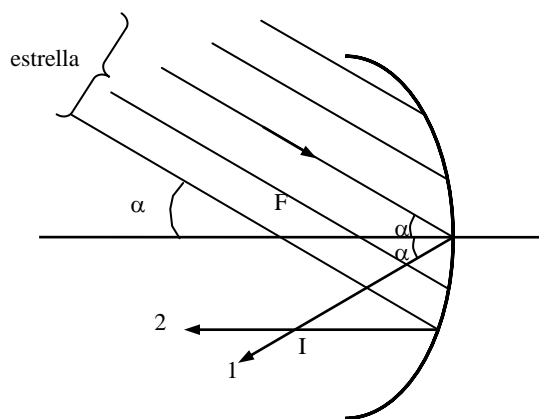


TELESCOPIOS ASTRONÓMICOS

Veremos que sucede cuando la luz que incide en un espejo parabólico no es paralela al eje principal:



Supongamos que los rayos de luz provenientes de una

estrella y paralelos entre sí, forman un ángulo α con el eje principal del espejo.

Reconstruyendo la marcha de los rayos reflejados se observa que pasan por una pequeña región localizada en las proximidades del foco principal, en el lado del eje opuesto a la estrella; no pasan todos por el mismo punto pues esa condición la cumplen solo los rayos paralelos al eje principal. El espejo formará entonces una imagen borrosa de luz en la posición *I*, podemos obtener la posición *I* dibujando sólo los rayos (1), (2) y (3); esa posición *I* se encuentra aproximadamente a la misma distancia del espejo que *F*,

pero formando un ángulo α con el eje principal.

En consecuencia, las imágenes de diversas estrellas vistas en el centro del espejo presentan el mismo diagrama o ubicación relativas de unas y otras, que vistas directamente en el cielo; la única diferencia es que el diagrama se ve invertido.

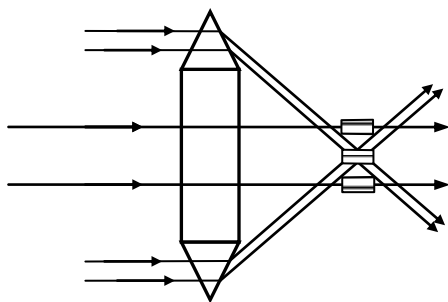
También una fotografía tomada sobre una placa situada en *F*, y perpendicularmente al eje principal, en *F*, muestra correctamente el espaciado de las estrellas. La superficie sobre la cual son más nítidas las imágenes se llama PLANO FOCAL; en realidad no es un plano, sino que es una superficie ligeramente curvada. Para mayor precisión la placa fotográfica utilizada también se curva ligeramente para que coincida con el plano focal.

O sea, un espejo parabólico de gran diámetro (hasta 5 m. de diámetro en MONTE PALOMAR, CALIFORNIA) y gran distancia focal, utilizado en unión a una placa fotográfica colocada en su plano focal, constituye un telescopio astronómico de gran utilidad. *Cuanto mayor sea la distancia focal, mayor será la imagen formada*.

CONVERGENCIA DE LA LUZ MEDIANTE UNA SERIE DE PRISMAS.

Así como se puede controlar y dirigir los rayos luminosos mediante la reflexión en espejos curvos, . Las lentes son elementos capaces de realizar el mismo objetivo, utilizando los fenómenos de refracción.

Para entender como opera una lente examinaremos el comportamiento de un haz luminoso que pasa por un sistema formado por una lámina de caras paralelas y dos prismas triangulares, como indica la figura.



Los rayos que inciden sobre la placa de vidrio central no se desvían al refractarse pues su ángulo de incidencia es 0° .

La luz que incide en el prisma superior se desviará con una inclinación que depende de la apertura del prisma y de su índice de refracción. De igual modo, la luz que incide en el prisma inferior se desviará arriba y, en consecuencia, casi toda la luz que se refracta en el sistema pasa por la zona sombreada del dibujo.

Si sustituimos parte de la lámina central y de los prismas por un conjunto de piezas prismáticas de menor tamaño, la región sombreada se hará más pequeña y si seguimos con este

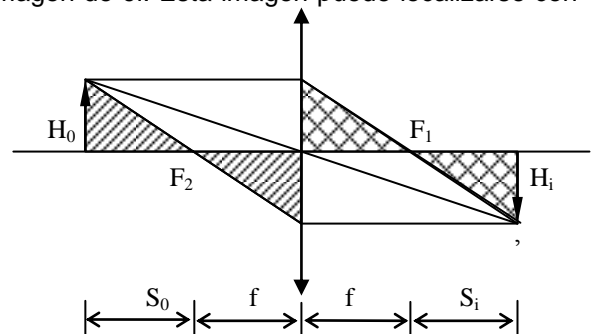
procedimiento nos aproximamos a una figura de vidrio con superficies curvas: *a una lente con superficies curvas que hace converger toda la luz sobre una línea* es lo que se llama LENTE CILÍNDRICA (sus superficies son cilindros circulares, es decir, arcos de circunferencia).

Pero a veces es más conveniente que la luz se enfoque en un punto y no en una línea, para lo cual necesitamos una lente que se curve igualmente en todas direcciones, condición que sólo cumplen las LENTES ESFÉRICAS.

FORMACIÓN DE IMÁGENES EN UNA LENTE DELGADA.

Si un objeto luminoso está próximo la lente formará una imagen de él. Esta imagen puede localizarse con los conocimientos que poseemos sobre la conducta de los rayos paralelos.

Por ejemplo, si tenemos una lente, un objeto H_o y una imagen H_i .



Nosotros vemos una imagen H_i porque la luz se encuentra allí y luego desde ahí los rayos divergen siguiendo hasta alcanzar por ejemplo, nuestros ojos, como si estuviera colocada allí una versión del objeto.

Por triángulos semejantes:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{H_0}{S_0} = \frac{H_i}{f} \quad \therefore \quad \frac{f}{S_0} = \frac{H_i}{H_0} \\ \text{y también en los otros triángulos} \\ \frac{H_i}{S_i} = \frac{H_0}{f} \quad \therefore \quad \frac{f}{S_i} = \frac{H_0}{H_i} \quad \therefore \quad \frac{H_i}{H_0} = \frac{S_i}{f} \end{array} \right\} \quad \frac{f}{S_0} = \frac{S_i}{f} \quad \therefore \quad S_0 \cdot S_i = f^2$$

Las distancias de la imagen y del objeto están en proporción inversa: cuando el objeto se acerca a la lente, la imagen se aleja, de manera que el producto de $S_0 \cdot S_i$ sea siempre constante e igual a f^2 .

Utilizando las expresiones:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_i = \frac{f^2}{S_0} \\ H_i = \frac{f}{S_0} \cdot H_0 \end{array} \right.$$

Podemos apreciar rápidamente la posición y el tamaño de la imagen H_i .

Aplicando la expresión $S_0 \cdot S_i = f^2$ a un espejo parabólico en el que el objeto sea una estrella ($S_0 \cong \infty$) es evidente que si debe ser prácticamente cero o sea que la imagen se forma sobre el foco.

Otro ejemplo útil es preguntarnos a qué distancia del foco principal debe colocarse el objeto para que la imagen esté a la misma distancia de la lente que el objeto, es decir ¿Cuándo son iguales S_0 y S_i ? Es evidente y según la fórmula $S_0 \cdot S_i = f^2$; es decir cuando el objeto y la imagen están a una distancia de la lente de $2f$.

$$\text{Distancia} = S_0 + f = f + f = 2 \cdot f$$

y la imagen tendrá el mismo tamaño que el objeto, ya que:

$$H_i = \frac{f}{S_0} \cdot H_0 = \frac{f}{f} \cdot H_0 = H_0 \quad H_i = H_0$$

por esta circunstancia podíamos sustituir un espejo parabólico por un espejo esférico, dentro de ciertos límites.

IMÁGENES REALES Y VIRTUALES.

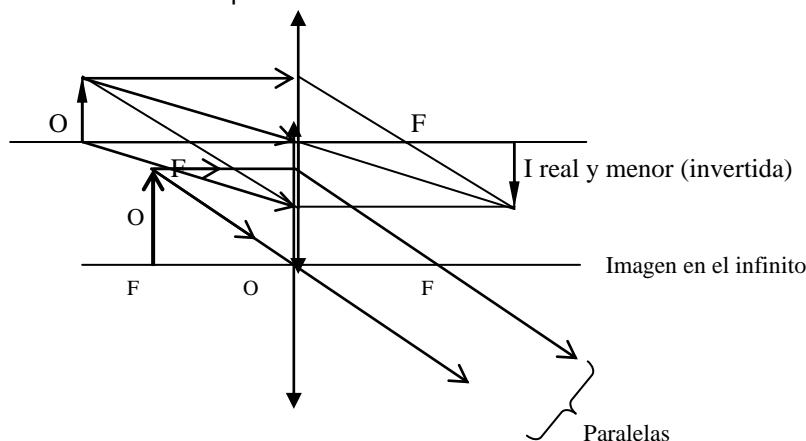
Una imagen de la Luna formada en el foco principal del espejo parabólico del telescopio es una imagen real, la luz realmente converge en ella y desde allí diverge hasta nuestros ojos.

Las imágenes formadas por un espejo plano son imágenes virtuales; la luz no pasa a través de una imagen virtual; por ello pueden determinarse fotografías de una imagen real y no de una virtual.

Estudiando las lentes podemos conocer las características que determinan la formación de una imagen real o virtual.

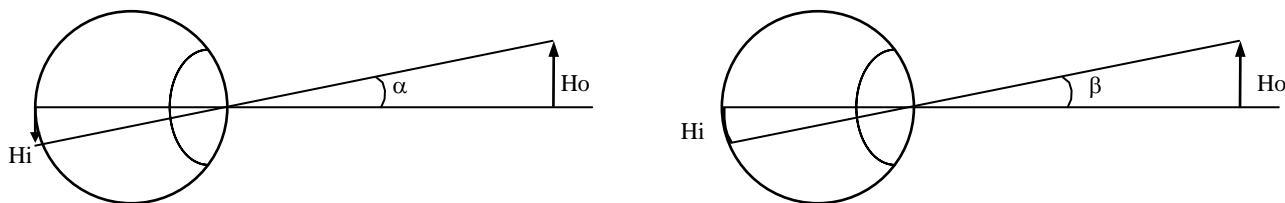
De la relación $S_i = \frac{f^2}{S_0}$ resulta que cuando el objeto se acerca al foco (S_0 se achica), la imagen se aleja (S_i se agranda) y cuando el objeto se sitúa exactamente sobre el foco ($S_0 = 0$), la imagen real desaparece a distancia infinita de la lente.

Si continuamos desplazando el objeto hacia la lente encontramos entonces una imagen virtual que se acerca desde el infinito por detrás de la lente hasta llegar a la superficie de la misma cuando el objeto ha llegado también a dicha superficie.



LUPA O MICROSCOPIO SIMPLE.

Si deseamos ver un objeto con el máximo detalle a simple vista, lo acercamos al ojo tanto como sea posible mientras la imagen siga estando enfocada en la retina, obteniendo así una imagen mayor del objeto observado.

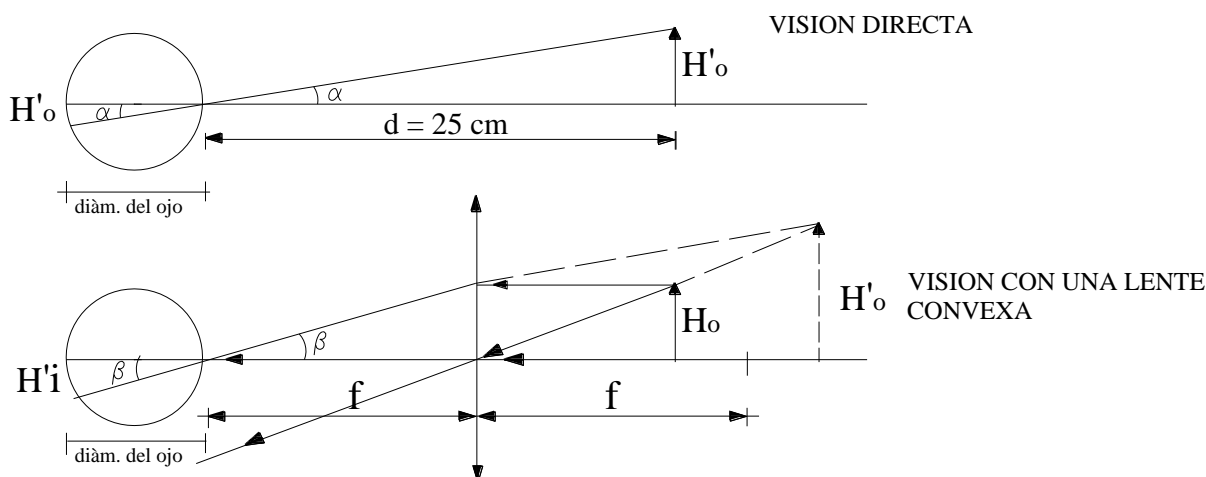


Para el mismo H_o , con mayor ángulo $\hat{\beta} > \hat{\alpha}$ hay mayor H_i

El tamaño de la imagen es proporcional al ángulo α , en tanto que α sea pequeño.

Pero existe un límite a este acercamiento más allá del cual ya no se ve claramente al objeto debido a limitaciones del poder acomodaticio del ojo humano; la mayor proximidad oscila en los 25 cm.

¿Qué se hace entonces? Si colocamos entre el objeto y nuestro ojo una *lente convexa*, ésta nos ayudará a ver con más detalle; formando una imagen virtual aumentada del objeto, que puede colocarse a una distancia confortable del ojo humano.



$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \operatorname{tg} \alpha = \frac{H_o}{d} \\ \beta &= \operatorname{tg} \beta = \frac{H'_o}{f} \end{aligned} \right\} \quad \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\frac{H_o}{f}}{\frac{H_o}{d}} = \frac{d}{f} \quad \therefore \quad \frac{\beta}{\alpha} = \frac{d}{f} \quad (1)$$

Si se intercala una lente de una distancia focal f entre el ojo y el objeto y el ojo está precisamente en el foco principal de la lente, se forma una imagen mayor (H'_i) sobre la retina como si los rayos vinieran de una imagen virtual mayor H'_o .

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} \alpha &= \frac{H_i}{O_{\text{ojo}}} \quad \therefore \quad \operatorname{sen} \beta = \frac{H'_i}{O_{\text{ojo}}} \quad \therefore \quad \alpha = \operatorname{sen} \alpha = \frac{H_i}{O_{\text{ojo}}} \quad \beta = \operatorname{sen} \beta = \frac{H'_i}{O_{\text{ojo}}} \\ \frac{\beta}{\alpha} &= \frac{H'_i}{H_i} \end{aligned}$$

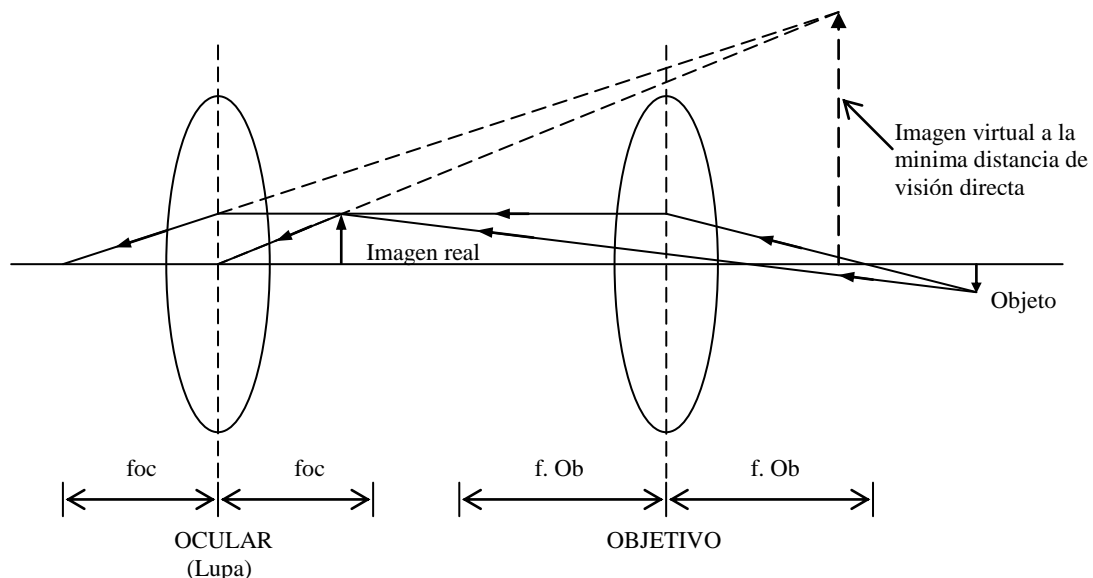
Esta relación puede definirse como aumento producido por la lente cuando se la usa como LUPA O MICROSCOPIO SIMPLE.

El cociente $\frac{\beta}{\alpha}$ como se ve en (1), depende exclusivamente de la distancia focal de la lente y de la distancia $d \cong 25 \text{ cm.}$; obsérvese que el *ángulo β sigue siendo el mismo y el aumento no cambia* aunque el objeto se coloque en cualquier sitio siempre que esté entre la lente y el foco principal, para que dé una imagen virtual. Naturalmente que si colocamos el objeto tan cerca de la lente que la imagen virtual se encuentre a una distancia inferior a 25 cm el cristalino tampoco podrá ajustarse a esa nueva imagen; eso hay que evitarlo teniendo el objeto próximo al foco y su imagen virtual, a gran distancia a la derecha.

MICROSCOPIO COMPUESTO

Puede pensarse que, con hacer la distancia focal de la lupa lo suficientemente pequeña, se puede lograr un aumento tan grande como sea necesario; pero hay límites prácticos a los aumentos que se pueden conseguir con una sola lente, y aunque quisiéramos utilizar una esfera completa en vez de dos casquetes de esfera puestos en contacto, o que construyéramos la lente con un material con un mayor índice de refracción, para aumentar la desviación de los rayos refractados, poco ganaríamos: el diamante que tiene el mayor índice de refracción de todos los materiales transparentes, tiene un índice de refracción que es solo 4/3 mayor que el del vidrio.

Un método para solucionar este problema consiste en utilizar primero una lente grande para que provea una imagen real aumentada del objeto y luego obtener esa imagen ya aumentada con una lupa.

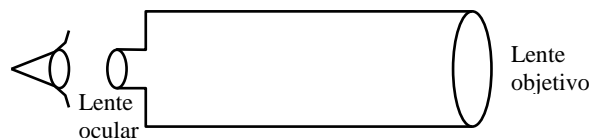


La lente
objetivo

es de distancia focal corta y el microscopio se ajusta hasta que el objeto esté un poco más alejado de la lente objetivo que su distancia focal, de modo que dé una imagen real y mayor que se formará a una distancia del ocular menor que la distancia focal de éste, de modo de que dé una imagen virtual y mayor.

El aumento total será entonces el producto de los aumentos del objetivo y del ocular.

El aparato llamado **MICROSCOPIO COMPUESTO** se compone de un tubo largo provisto de una lente convergente en cada extremo.



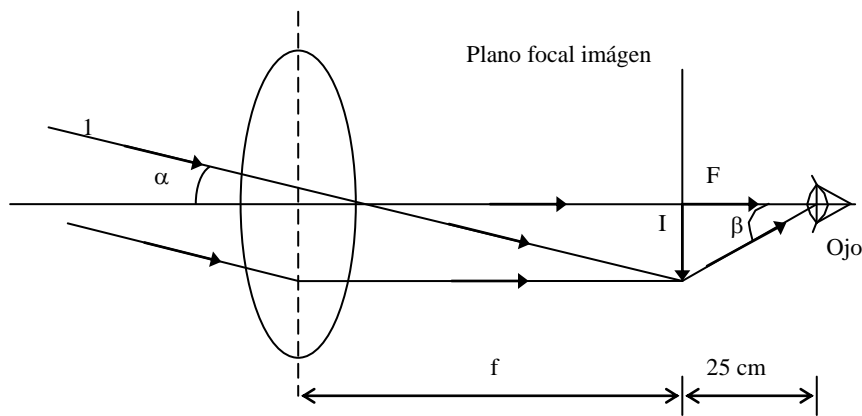
TELESCOPIO REFRACTOR

Cuando acercamos a nosotros un objeto distante, se forma una imagen mayor en el ojo y podemos ver con más detalle:

El ojo, para enfocar, cambia la curvatura de la lente (cristalino) con lo que cambia la distancia focal y ajusta su foco a la luz procedente de un objeto lejano y a la procedente de otro objeto próximo.

Cuando no podemos acercar el objeto distante (una montaña, por ejemplo), podemos producir una imagen mayor en la retina, utilizando una lente convergente; las lentes utilizadas para obtener imágenes mayores de objetos alejados constituyen lo que se llama **TELESCOPIO REFRACTOR**.

El tipo más sencillo de telescopio refractor es el que se compone de una sola lente.



TELESCOPIO DE UNA SOLA LENTE

I = imagen real, invertida y nueva

(1) luz procedente de la parte superior de un objeto lejano.

Por supuesto que el objeto está muchísimo más lejos que la distancia focal f de la lente (hacia la izquierda). Como puede verse en la figura el ángulo α sería el que formaría la luz procedente de la parte superior de un objeto lejano al entrar directamente al ojo humano, mientras que con el telescopio entra al ojo con un ángulo

$$\beta, \text{ o sea con un aumento de } \frac{\hat{\beta}}{\hat{\alpha}} = \frac{\beta}{\alpha'} = \frac{f}{25\text{cm}}.$$

Aunque la imagen real en el foco es mucho menor que el objeto, en función de lo que el ojo percibe en la retina se lo ha aumentado en $\frac{\beta}{\alpha}$.

Igual que en el microscopio simple o lupa, existen acá límites prácticos a los aumentos; para obtener una ampliación de 100 tendríamos: $100 = \frac{f}{25\text{cm}} \therefore f = 100 \cdot 25\text{cm} = 2500\text{cm} = 25\text{m}$ ($f = 25\text{m}$) y un telescopio de 25 m de longitud es muy poco práctico.

Pero se puede utilizar el mismo truco que para el microscopio y agregar un ocular para agrandar la imagen real e invertida I ; el aumento resultante pasa a ser el producto del aumento de la lente del objetivo (de gran distancia focal f) y del aumento ocular utilizado como lupa.

Si llamamos: M = aumento total

F = distancia del lente ocular (distancia focal)

F = distancia focal de la lupa

$D = 25\text{ cm}$ = distancia de visión distinta y máximo aumento lupa.

$$M = \frac{F}{25\text{cm}} \cdot \frac{25\text{cm}}{f} \therefore M = \frac{F}{f}$$

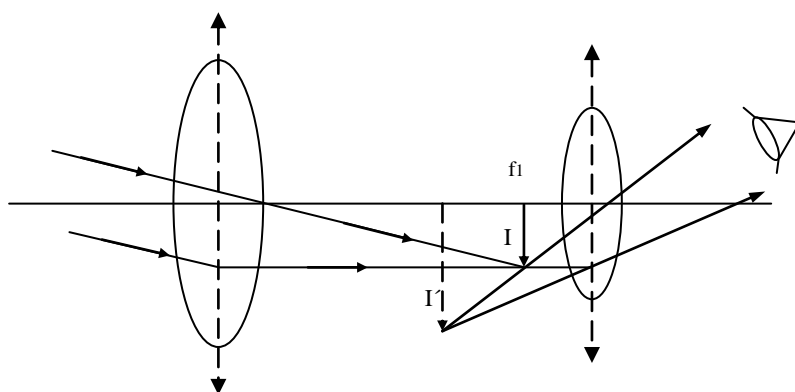
Ahora tendremos un telescopio de gran amplificación con un objetivo de distancia focal razonable si utilizamos un ocular cuya distancia focal sea mucho menor que la del objetivo.

Por ejemplo, para el aumento de 100 veces puede ser $M = \frac{200\text{mm}}{2\text{mm}} \text{ ó } \frac{200\text{cm}}{2\text{cm}} \text{ ó } \frac{100\text{cm}}{1\text{cm}}$ naturalmente, si

usamos un objetivo de gran distancia focal, sus superficies tendrán un gran radio de curvatura y podemos hacer que el diámetro del objetivo sea muy grande; esto es bueno porque recogerá más luz de objetos distantes, podrá impresionar una película expuesta a esa luz débil de las estrellas, colocando la película en el plano imagen sobre el foco principal imagen.

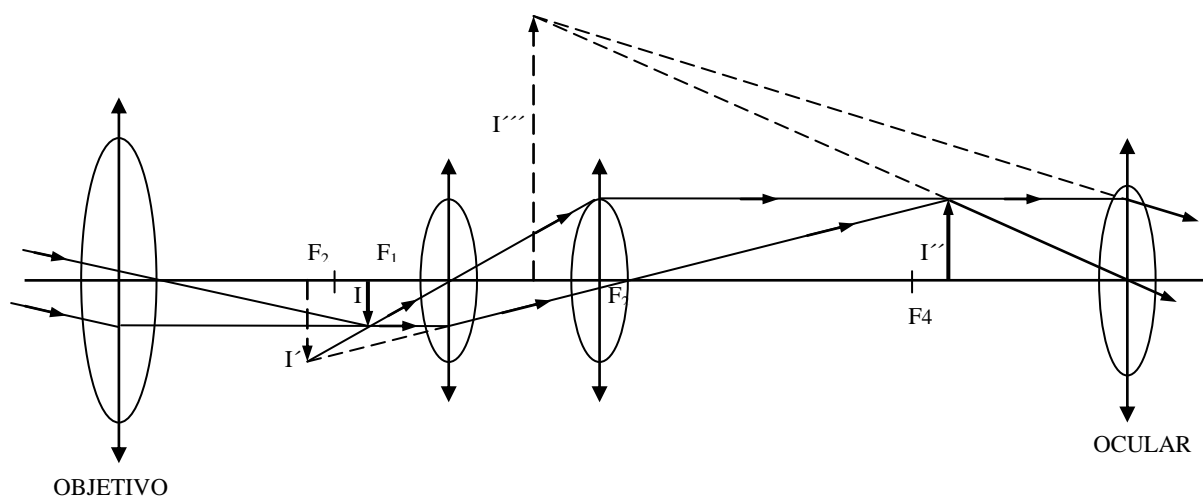
Objetivo

Ocular



ANTEOJO ASTRONÓMICO
DE KEPLER

El anteojo astronómico de Kepler da imágenes invertidas (I). Para corregir y ser de utilidad como ocular terrestre se coloca un par de lentes iguales, situadas a una distancia igual a su distancia focal.



LIMITACIONES DE LOS INSTRUMENTOS ÓPTICOS: ABERRACIONES Y PODER DE RESOLUCIÓN.

Tanto los microscopios como los telescopios ya sean simples o compuestos tienen limitaciones que reducen su utilidad: no podemos obtener fotografías con tanto detalle como quisiéramos así como tampoco conseguir ampliaciones tan grandes.

Para obtener imágenes claras con los espejos parabólicos o esféricos no debemos usar casquetes demasiado grandes. La misma restricción se aplica a las lentes cuyas superficies son esféricas (en lente no se usan nunca las superficies parabólicas).

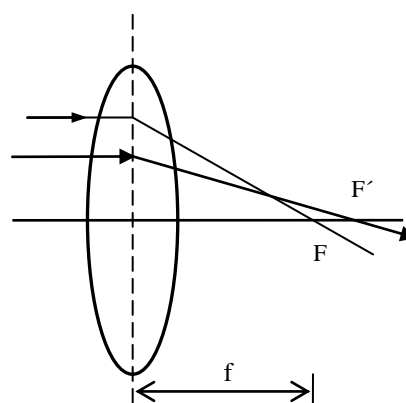
Una manera de ver porqué se obtienen imágenes difusas si se utilizan casquetes esféricos demasiado grandes, consiste en seguir las trayectorias de los rayos luminosos que determinan la posición del foco principal, tanto aquellos que están junto al eje como aquellos que están alejados de él.

La posición del foco principal de los espejos y lente esféricos es diferente para aquellos haces luminosos alejados del eje, que la posición que ocupa dicho foco en caso de haces cilíndricos próximos al eje, así las imágenes formadas por partes distintas de la superficie se encuentran en posiciones ligeramente diferentes con ampliaciones también diferentes.

Este efecto de las superficies esféricas en la refracción y la reflexión de la luz se denomina ABERRACIÓN ESFÉRICA y produce imágenes difusas y deformadas: a medida que nos alejamos del eje principal con la luz incidente, se enfocan estos rayos en puntos cada vez más separados.

Por lo tanto, si se utiliza solamente una parte pequeña de las superficies esféricas se obtienen imágenes nítidas y claras.

En el caso de las lentes existe otro tipo de aberración a que el índice de refracción es diferente para las diversas longitudes de onda de la luz.



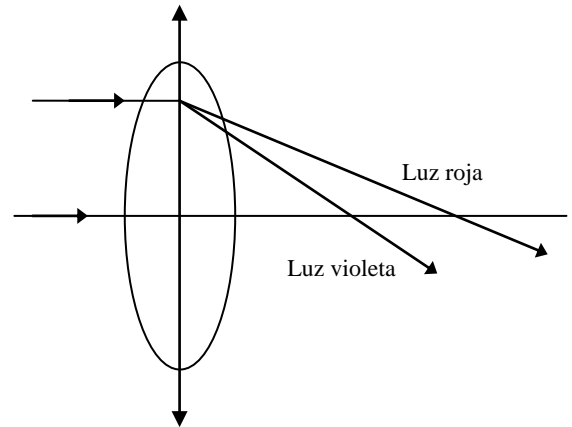
La dispersión en el vidrio de la lente da lugar a diferentes focos principales para la luz de diversos colores, lo cual hace que las imágenes correspondientes aparecen en posiciones diferentes.

Del mismo modo que la observación esférica, la ABERRACIÓN CROMÁTICA sólo puede reducirse utilizando una parte central y pequeña de la lente.

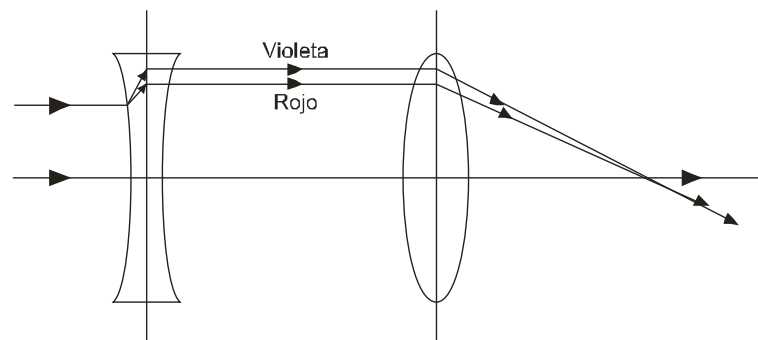
(En fotografía se utiliza un diagrama-barrera con un orificio pequeño de manera que sólo se utiliza la parte central de la lente).

Pero el diagrama se puede usar sólo cuando hay mucha luz, cuando la luz es escasa, para poder impresionar la película hay que abrir el diagrama y la fotografía resultante no es tan nítida.

Tanto la aberración esférica como la cromática pueden reducirse grandemente utilizando una lente ligeramente divergente, hecha con un vidrio cuyo índice de refracción cambie mucho con el color, en unión con una lente fuertemente convergente hecha con un vidrio cuyo índice de refracción varíe poco con el color. De esa manera, se consigue un sistema de lentes con propiedades focales casi idénticas para todos los colores.



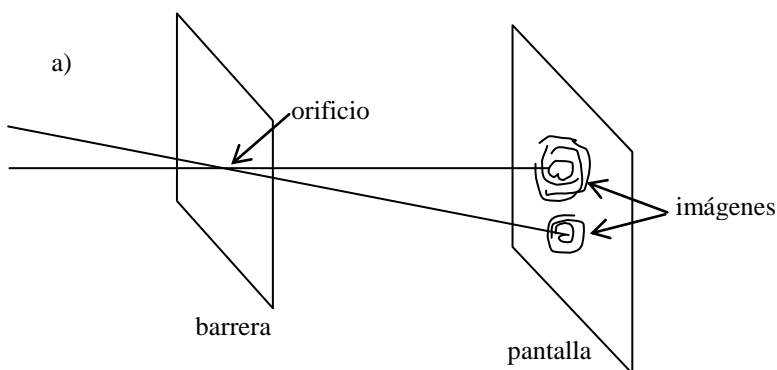
Estos sistemas suelen hacerse con una superficie común y pegados ambos elementos entre sí.



DIFRACCIÓN: El fenómeno de difracción se produce cuando la luz pasa a través de una pequeña rendija u orificio y se dispersa, dando una imagen mayor que el tamaño de la abertura.

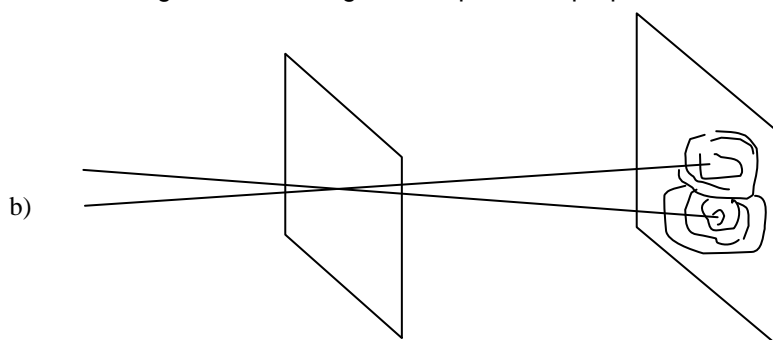
Los orificios pequeños dispersan más la luz que los grandes y este fenómeno es de gran importancia en el diseño de microscopios y telescopios pues determina el límite último de su aumento.

Consideremos lo que ocurre cuando dos focos puntuales próximos envían su luz (a la tierra) a través de un pequeño orificio sobre una pantalla.



En el caso a): Estas imágenes son en realidad figuras de difracción producidas por el orificio, apareciendo grandes y borrosas.

En el caso b): Se repite la experiencia pero con un orificio menor; éste dispersa la luz más que el anterior y ahora las imágenes son tan grandes que se superponen. Resulta difícil decidir, mirando la pantalla, si el diagrama es de dos focos separados o se trata de un solo foco luminoso de forma irregular.



Cuando el orificio es tan pequeño ó los focos están tan próximos que sus imágenes no pueden distinguirse decimos que los focos no están resueltos.

El poder separador o resolutivo de un instrumento óptico es una medida de

su capacidad para dar imágenes separadas de objetos que están muy próximos.

Si sustituimos el orificio por una lente, podemos enfocar la luz de los dos focos puntuales y obtener imágenes definidas; sin embargo, un examen detenido de éstas (imágenes) demuestra que una lente no puede eliminar totalmente la dispersión de la luz por difracción, pues la luz continua pasando por un orificio de tamaño limitado; a medida que aumentamos el diámetro de la lente, la difracción disminuye y mejora la resolución (esto se prueba usando lentes de igual distancia focal pero de distinto diámetro).

En un telescopio, cuando mayor sea el tamaño del objetivo, mejor es su relación, pero eso se hacen tan grandes.

En un microscopio, la difracción tiene gran importancia; el aumento del aparato viene limitado por este fenómeno: un aumento superior significa hacer mayor la imagen pero los objetos quedarían sin resolver y es inútil intentar aumentar la potencia amplificadora sino pueden observarse los detalles por causa de la difracción.

Esto se corrige proyectando un sistema de lentes con la mejor resolución y la menor cantidad de aberraciones y deformaciones posibles, lo cual es sumamente complicado (basta con ver un corte longitudinal de un microscopio moderno) pero no interviene ningún principio nuevo. Las complicaciones surgen sólo de aplicar estrictamente las leyes de la refracción (o sea de la inexorable vigencia de tales leyes) .

TELESCOPIOS ASTRONÓMICOS

Enviado por:

Ing.+Lic. Yunior Andrés Castillo S.

“NO A LA CULTURA DEL SECRETO, SI A LA LIBERTAD DE INFORMACION”®

www.monografias.com/usuario/perfiles/ing_lic_yunior_andra_s_castillo_s/monografias

Página Web: yuniorandrescastillo.galeon.com

Correo: yuniorcastillo@yahoo.com

[yuniorandrescastillosilverio@facebook.com](https://www.facebook.com/yuniorandrescastillosilverio)

Twitter: @yuniorcastillos

Celular: 1-829-725-8571

Santiago de los Caballeros,

República Dominicana,

2015.

“DIOS, JUAN PABLO DUARTE Y JUAN BOSCH – POR SIEMPRE”®