

Resumen 4 – FÍSICA 2 ByG

$$\delta = r_2 - r_1 = d \sin \theta$$

$$d \sin \theta = m \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

Interferencia constructiva, dos ranuras

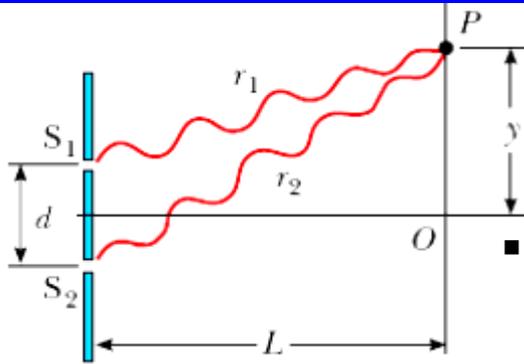
$$d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right) \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

Interferencia destructiva, dos ranuras

$$y_m = R \frac{m \lambda}{d}$$

interferencia constructiva en el experimento de Young

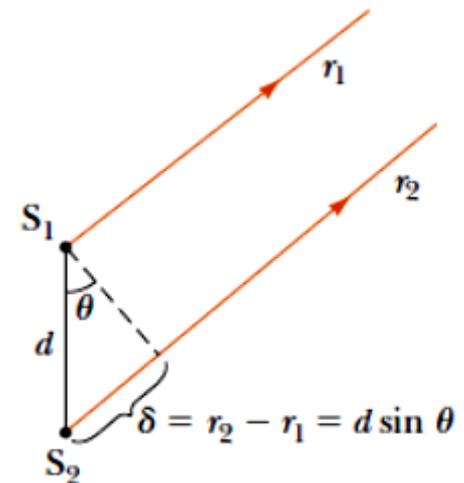
Cálculo de la intensidad



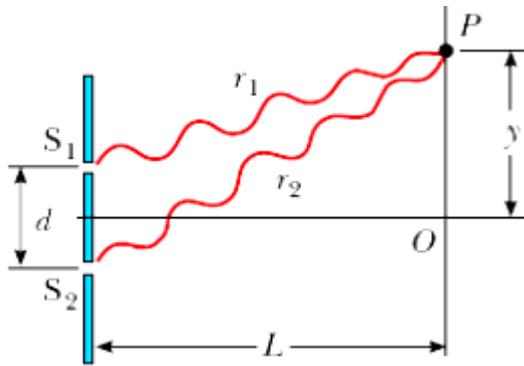
■ sean E_1 y E_2 , los campos eléctricos en un punto P de la pantalla generado por las ondas procedentes de las rendijas 1 y 2, respectivamente.

- los ángulos son muy pequeños, podemos suponer que los campos son paralelos
- ambos campos eléctricos oscilan con
- y poseen la misma amplitud
- la diferencia de fase δ

$$\delta = \frac{\Delta r}{\lambda} 2\pi = \frac{d \sin \theta}{\lambda} 2\pi$$



diferencia de fase debida a la diferencia del camino óptico recorrido



Entonces,

$$E_1 = A_0 \sin \omega t$$

$$E_2 = A_0 \sin(\omega t + \delta)$$

$$E = E_1 + E_2 = A_0 \sin \omega t + A_0 \sin(\omega t + \delta)$$

Utilizando la identidad,

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta) \sin \frac{1}{2}(\alpha + \beta)$$

la función de onda resultante es,

$$E = \left[2A_0 \cos \frac{1}{2} \delta \right] \sin \left(\omega t + \frac{1}{2} \delta \right)$$

$$\omega \equiv \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

ω , frecuencia angular rad/s

la función de onda resultante es,

$$E = \left[2A_0 \cos \frac{1}{2} \delta \right] \sin \left(\omega t + \frac{1}{2} \delta \right)$$

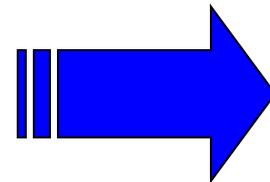
Por tanto,

- la amplitud de la onda resultante es $2A_0 \cos \frac{1}{2} \delta$

- la intensidad en el punto P es

$$I = 4I_0 \cos^2 \frac{1}{2} \delta$$

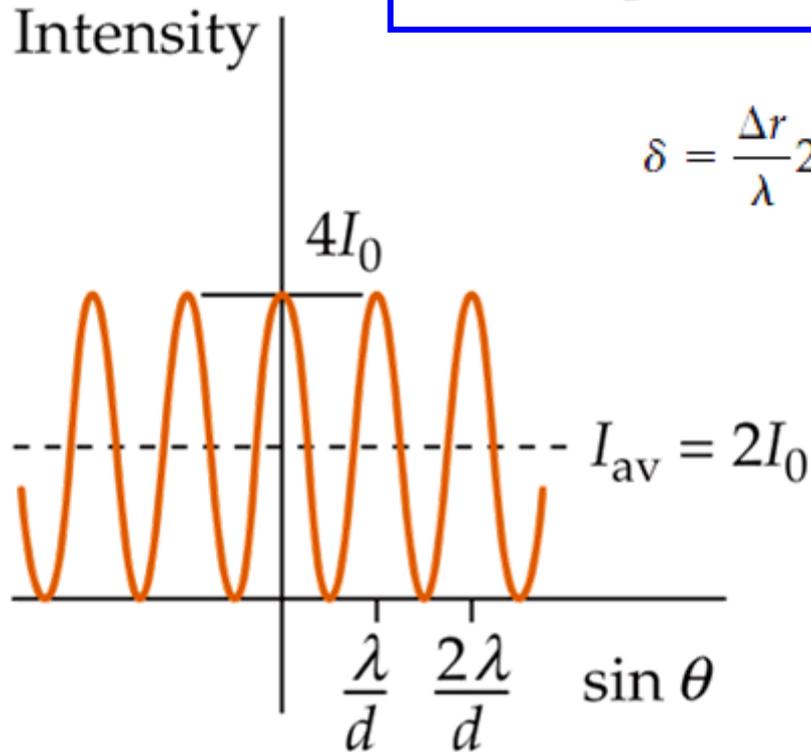
Intensidad en función de la diferencia de fase





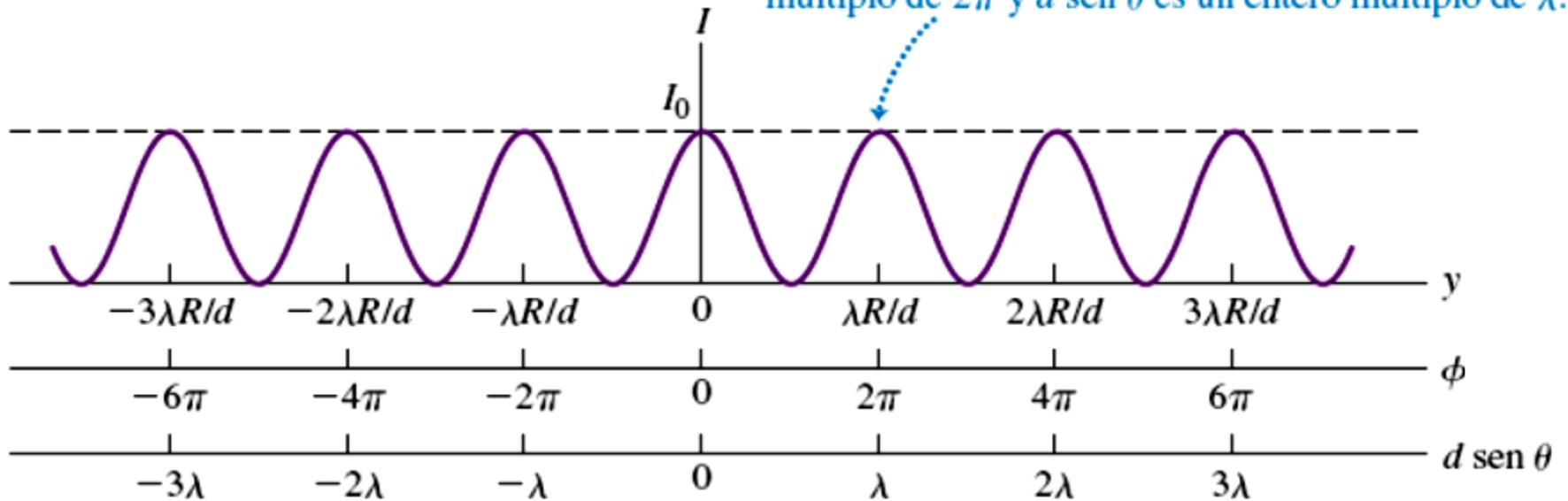
$$I = 4I_0 \cos^2 \frac{1}{2} \delta$$

Intensity



$$\delta = \frac{\Delta r}{\lambda} 2\pi = \frac{d \sin \theta}{\lambda} 2\pi$$

Se presentan máximos de intensidad donde ϕ es un entero múltiplo de 2π y $d \text{ sen } \theta$ es un entero múltiplo de λ .



y = distancia de un punto en el patrón desde el centro ($y = 0$).

ϕ = diferencia de fase entre las dos ondas en cada punto del patrón.

$d \text{ sen } \theta$ = diferencia de trayectoria desde las dos ranuras en cada punto en el patrón.

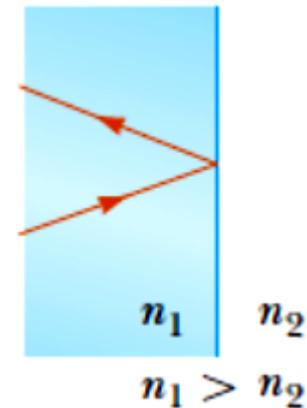
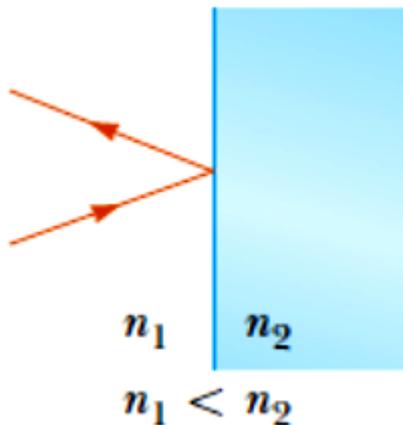
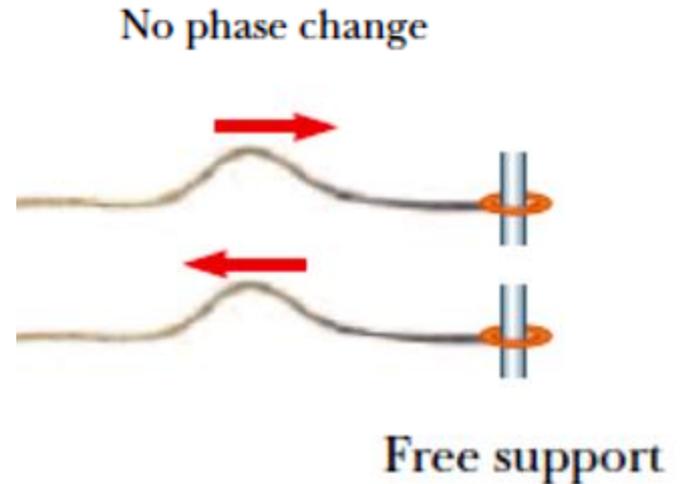
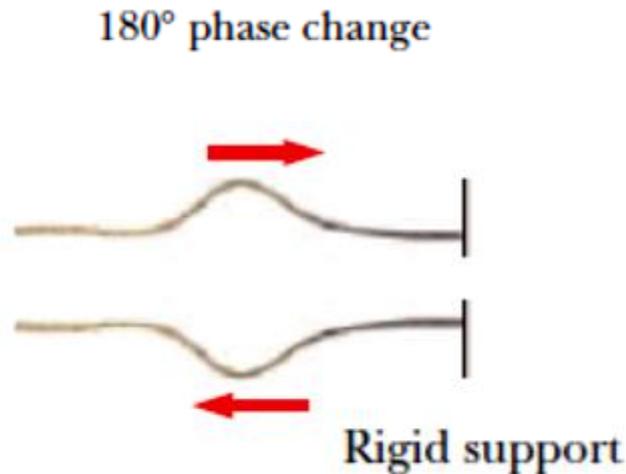
ÓPTICA FÍSICA: interferencia y difracción

La **interferencia** es la combinación por superposición de dos o más ondas que se encuentran en un punto del espacio.

Interferómetros

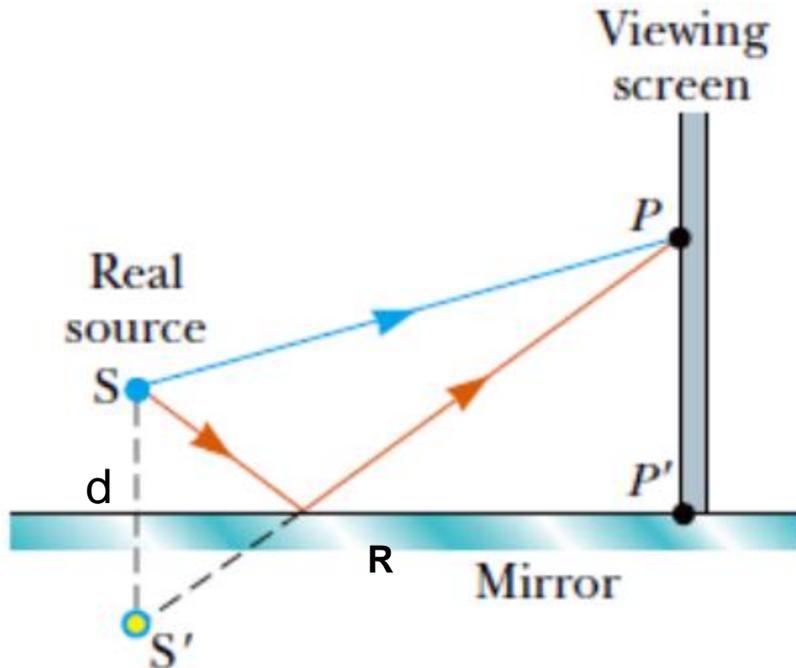
- por división del frente de ondas
interferómetro de Young
espejo de Lloyd
- por división de amplitud
películas delgadas

Espejo de Lloyd: cambio de fase debida a reflexión



Si la luz que se propaga en un medio incide en la superficie de otro medio en el que la velocidad de la luz es menor, se produce un cambio de fase de 180° en la luz reflejada.

El patrón de interferencia se produce en el punto P en la pantalla como el resultado de la combinación de un rayo directo y un rayo reflejado. El rayo reflejado presenta un cambio de fase de 180° .



- la fuente S está cerca del espejo
- la pantalla está lejos y perpendicular al espejo
- $R \gg d$
- S' y S, fuentes coherente que difieren en fase en 180°
- patrón de interferencia con máximos y mínimos intercambiados respecto al experimento de Young

Se produce interferencia constructiva en los puntos para los cuales la diferencia de caminos es de media longitud de onda o cualquier número impar de medias longitudes de onda.

Interferencia en películas delgadas

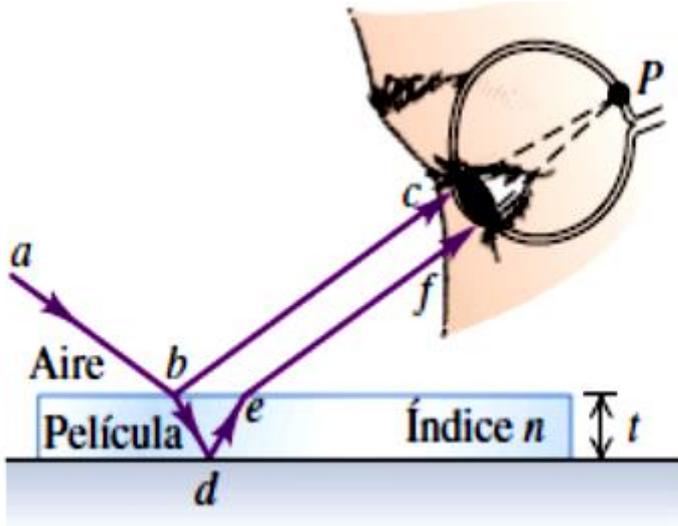
Las ondas luminosas se reflejan en las superficies anterior y posterior de esas finas películas y se produce interferencia constructiva entre las dos ondas reflejadas (con distintas longitudes de trayectoria) en diferentes lugares para distintas longitudes de onda.



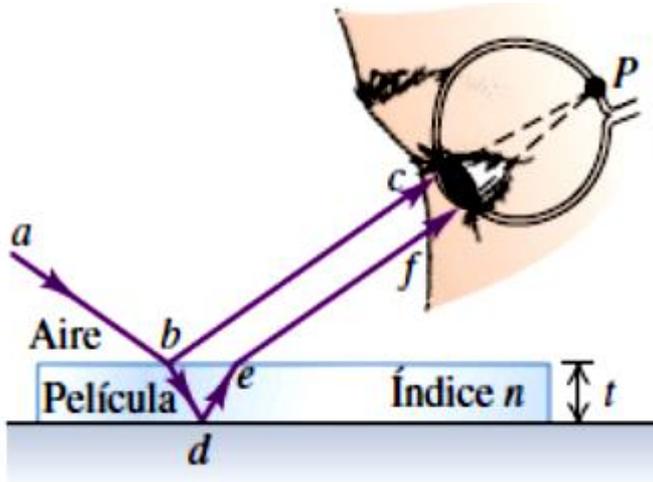
Franjas tipo arco iris en una película de aceite que flota en agua



Interferencia entre los rayos reflejados en las dos superficies de una película delgada



- película delgada de espesor t
- reflexión parcial en superficie superior
- reflexión parcial en superficie inferior
- las ondas reflejadas llegan juntas al punto P



- película delgada de espesor t , índice de refracción n

- $$\lambda_n = \frac{\lambda}{n}$$

- luz incide casi normal a la superficie
- rayos reflejados estarán muy próximos uno del otro,
- se produce interferencia

- diferencia de trayecto = $m\lambda_n$ 2t

- diferencia de fase, $\lambda_n/2$

Este análisis se resume en forma matemática. Si la película tiene espesor t , la luz tiene incidencia normal y longitud de onda λ en la película; si ninguna o si ambas ondas reflejadas en las dos superficies tienen un desplazamiento de fase de medio ciclo por reflexión, las condiciones para que haya interferencia constructiva y destructiva son las siguientes:

$$2t = m\lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

(reflexión constructiva en película delgada, sin desplazamiento relativo de fase)

$$2t = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

(reflexión destructiva en película delgada, sin desplazamiento relativo de fase)

Si una de las dos ondas tiene un desplazamiento de fase de medio ciclo por reflexión, las condiciones para que haya interferencia constructiva y destructiva se invierten:

$$2t = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

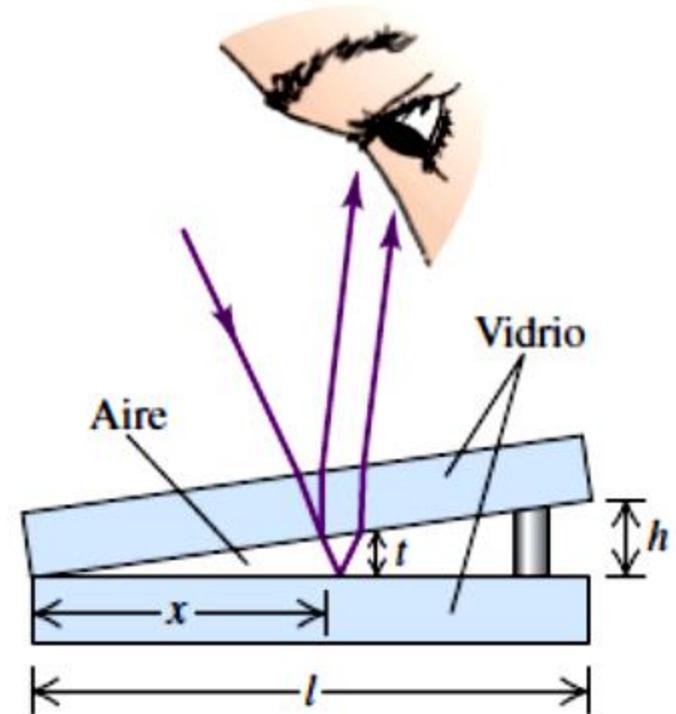
(reflexión constructiva en película delgada, con desplazamiento relativo de fase de medio ciclo)

$$2t = m\lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

(reflexión destructiva en película delgada, con desplazamiento relativo de fase de medio ciclo)

Interferencia entre ondas luminosas que se reflejan en los dos lados de una cuña de aire que separa dos placas de vidrio.

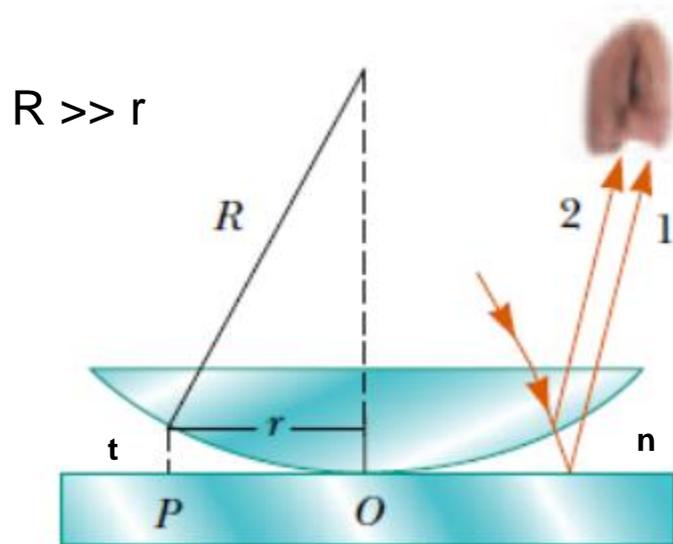
- el espesor de la película (cuña) no es uniforme
- la diferencia de trayectoria entre las dos ondas es exactamente el doble del espesor t de la cuña de aire en cada punto
- en los puntos en que $2t$ es un número entero de longitudes de onda, interferencia constructiva (brillantes es lo que se espera)



Cuando se efectúa el **experimento**, aparecen las franjas brillantes y oscuras, ¡**pero están intercambiadas!**. Esto sugiere que una u otra de las ondas reflejadas ha sufrido un cambio de fase de medio ciclo durante su reflexión.

Anillos de Newton

Tenemos la superficie convexa de una lente en contacto con una placa de vidrio plano. Entre las dos superficies se forma una fina película de aire. Cuando se observa el conjunto con luz monocromática, se observan franjas de interferencia circulares. Newton se encargó de estudiarlas, por lo que se las conoce como **anillos de Newton**.



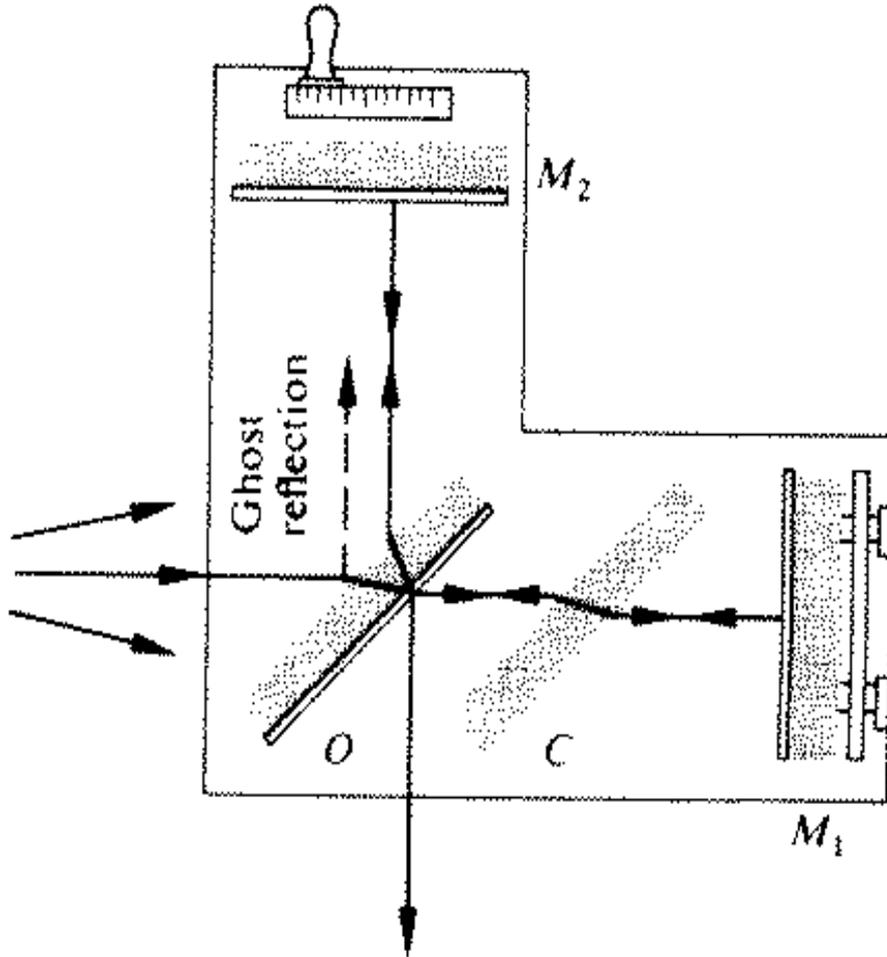
$$r \approx \sqrt{m\lambda R/n}$$

radio de los anillos oscuros

Interferencia en películas delgadas

- cuando se refleja luz en ambos lados de una película delgada de espesor t y no hay desplazamiento de fase en ninguna de las superficies, se presenta interferencia constructiva entre las ondas reflejadas cuando $2t$ es igual a un número entero de longitudes de onda.
- si en una superficie tiene lugar un desplazamiento de fase de medio ciclo, ésta es la condición para que haya interferencia destructiva.
- durante la reflexión ocurre un desplazamiento de fase de medio ciclo siempre que el índice de refracción del segundo material es mayor que el del primero.

El interferómetro de Michelson



- Se envía luz monocromática desde una fuente luminosa A hacia el divisor de haz O.
- Los rayos 1 y 2 emergen del divisor de haz y viajan hacia los espejos M_1 y M_2 , respectivamente.
- El rayo 1 se refleja en M_1 , pasa a través de la placa compensadora C y se refleja en la superficie plateada P; el rayo 2 se refleja en M_2 y pasa a través del divisor de haz O.
- Por último, los dos rayos se combinan y llegan al ojo del observador

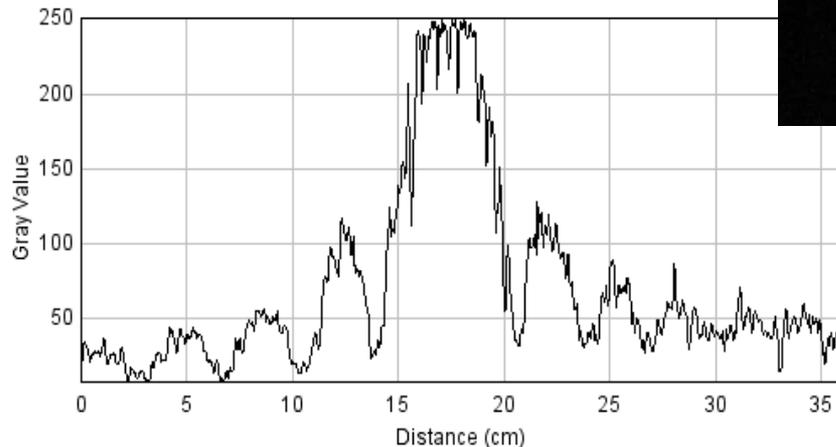
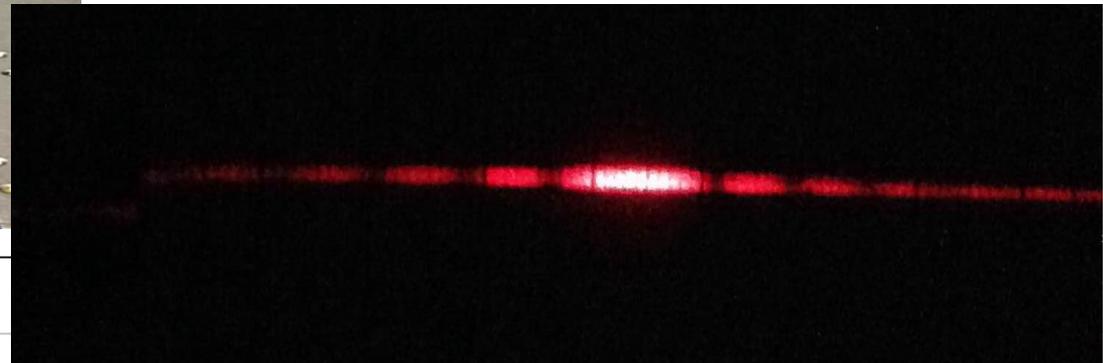
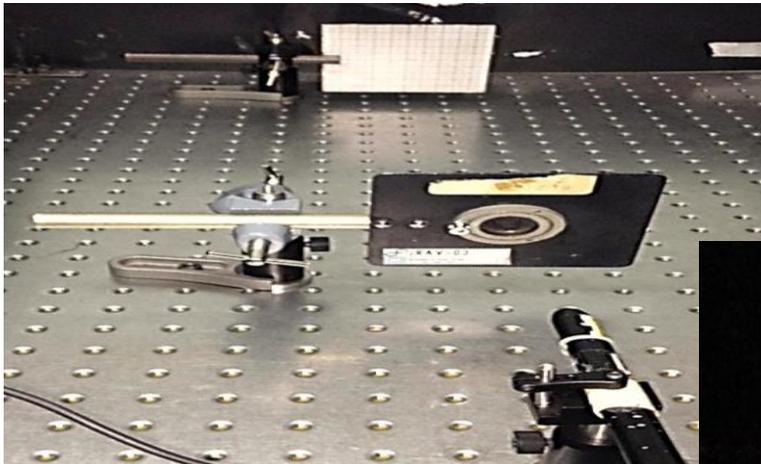
λ, d

ÓPTICA FÍSICA: difracción

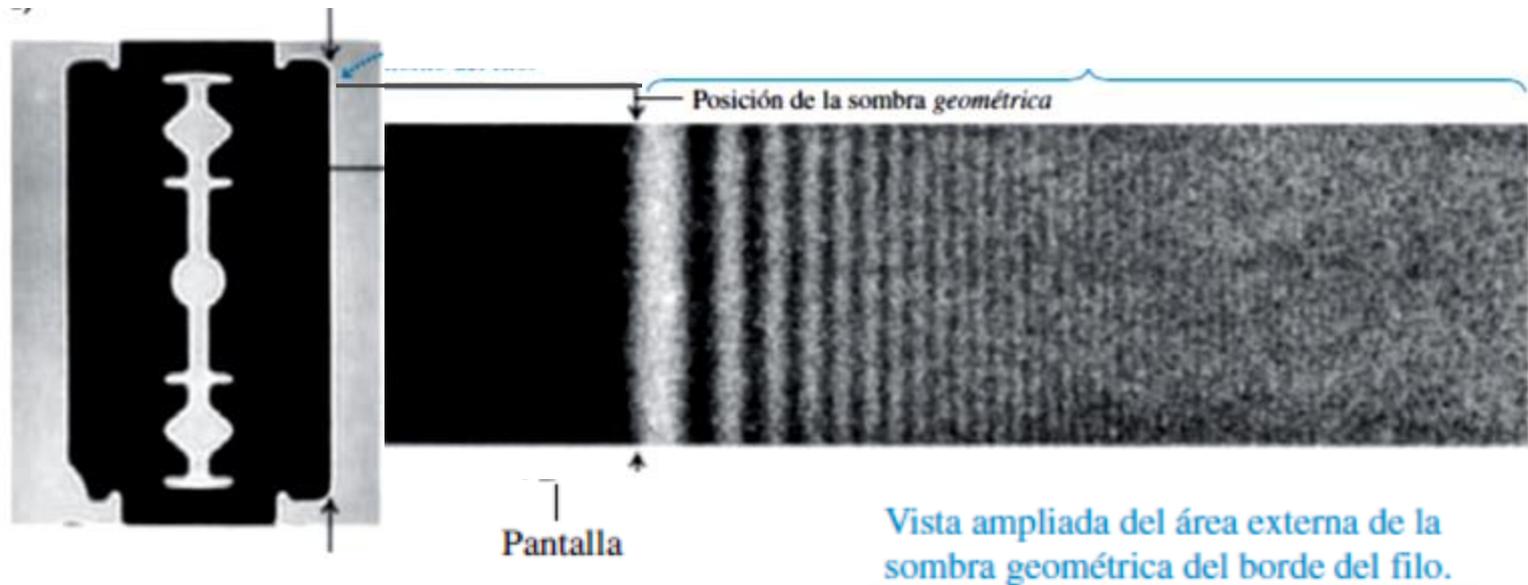
Difracción

es la desviación que sufren las ondas alrededor de los bordes y esquinas cuando una porción de un frente de ondas se ve cortado o interrumpido por una barrera u obstáculo.

Francesco Grimaldi, 1600



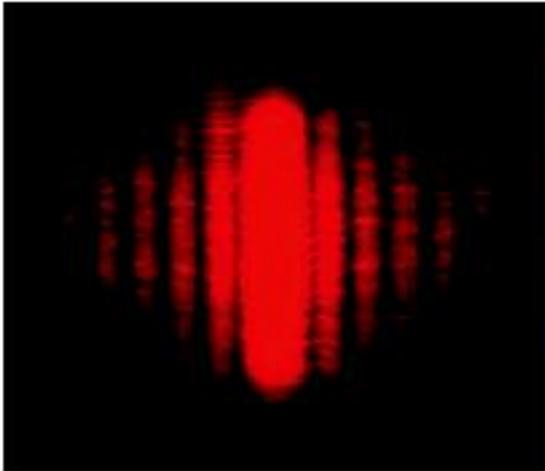
Introducción a los patrones de difracción



Se observa un **patrón de difracción** compuesto por regiones claras y oscuras.

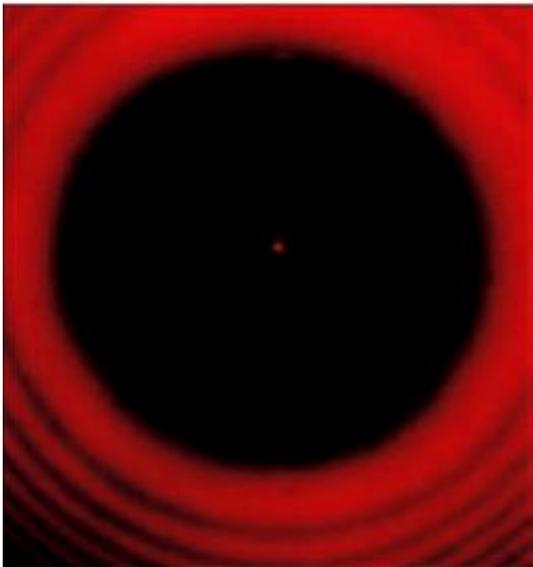
Francesco Grimaldi, 1600

Conceptos básicos: luz- interferencia y difracción



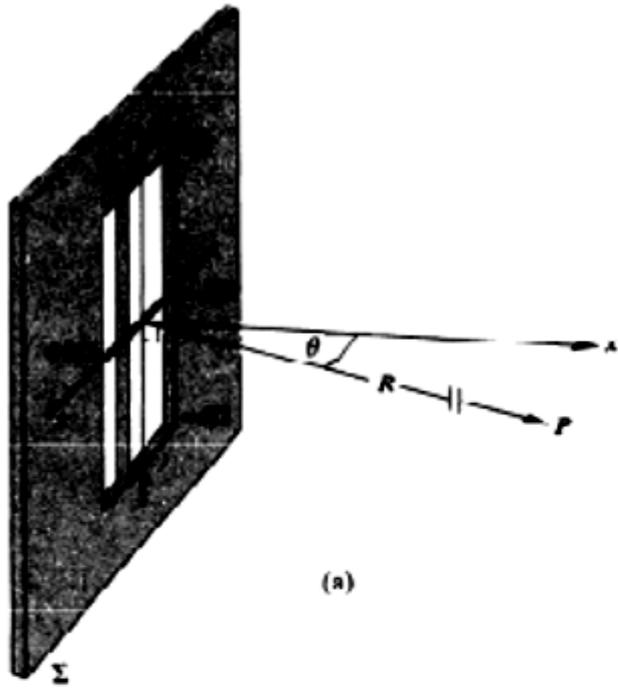
Douglas C. Johnson/California State Polytechnic University, Pomona

- patrón de difracción que aparece sobre la pantalla cuando la luz pasa a través de una rendija vertical delgada.
- franja central ancha y una serie de franjas más angostas y menos intensas a ambos lados

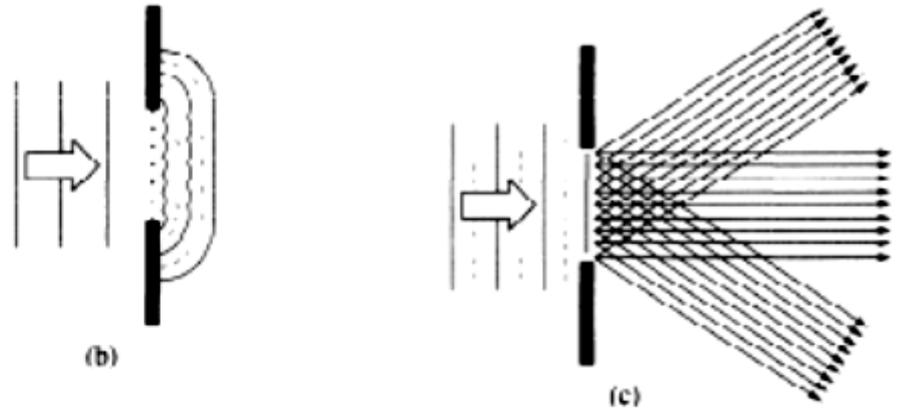


P.M. Finard, Am. J. Phys. 44: 70 1976

- patrón de difracción creado por la iluminación de una moneda ubicada a mitad de camino entre la fuente de luz y la pantalla
- spot central brillante

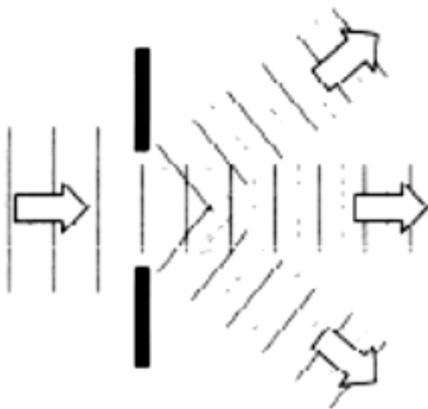


(a)

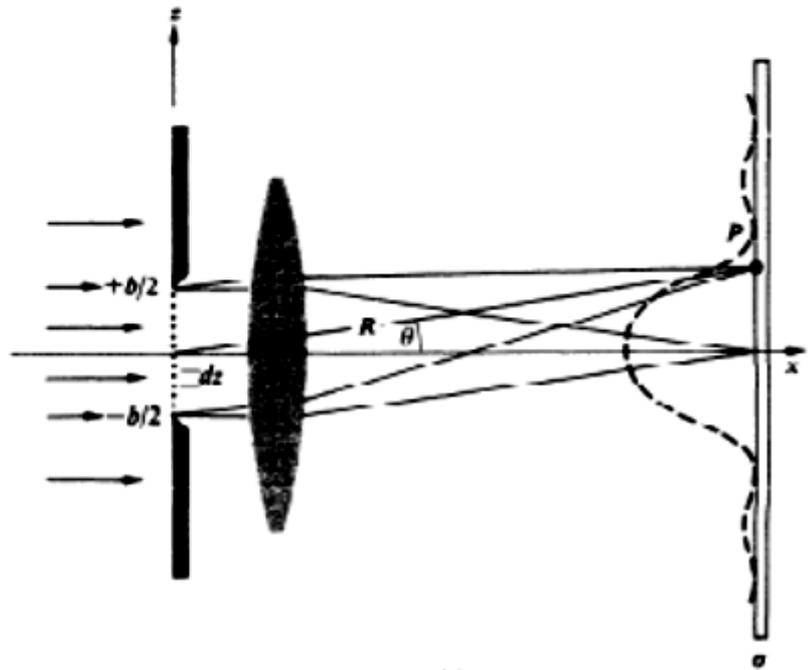


(b)

(c)

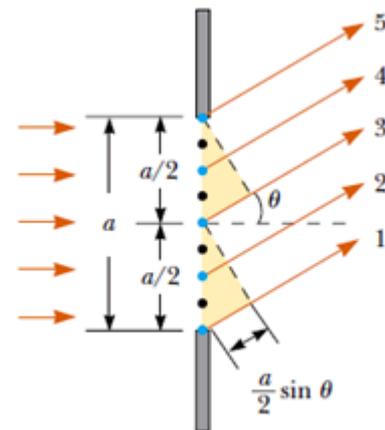
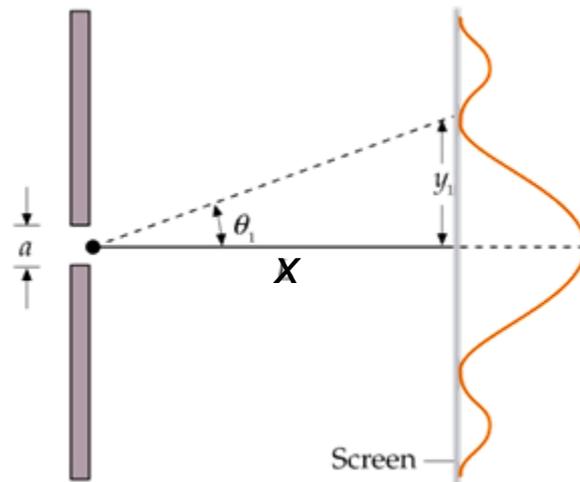


(d)



(e)

- ✓ La **difracción** es un fenómeno típicamente ondulatorio que se observa cuando una onda se distorsiona por un obstáculo cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda.
- ✓ Según el principio de Huygens, cuando una onda incide sobre una rendija todos los puntos de su plano se convierten en fuentes secundarias de ondas, emitiendo nuevas ondas, que se superponen generando el patrón de difracción.
- ✓ El fenómeno de difracción no es cualitativamente distinto de la interferencia, sino que se considera como la interferencia de un número infinito de fuentes.



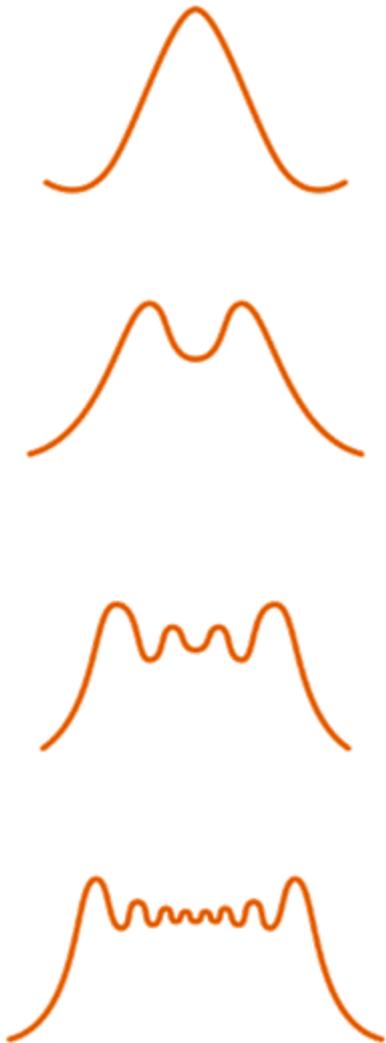
Difracción y principio de Huygens-Fresnel

Principio de Huygens

- cada punto de un frente de onda puede considerarse como la fuente de ondas secundarias, que se extienden en todas direcciones con rapidez igual a la de propagación de la onda.
 - la posición del frente de onda en cualquier momento subsiguiente es la envolvente de las ondas secundarias en ese instante.
-
- ❖ no considera la longitud de onda
 - ❖ no puede explicar los detalles del principio de difracción

Principio de Huygens-Fresnel

Cada punto sin obstrucción de un frente de ondas, a un instante determinado, sirve como una fuente de ondas secundarias esféricas de la misma frecuencia que la onda primaria. La amplitud del campo óptico en cualquier punto es la superposición de todas estas trenes de onda, considerando sus amplitudes y fases relativas.

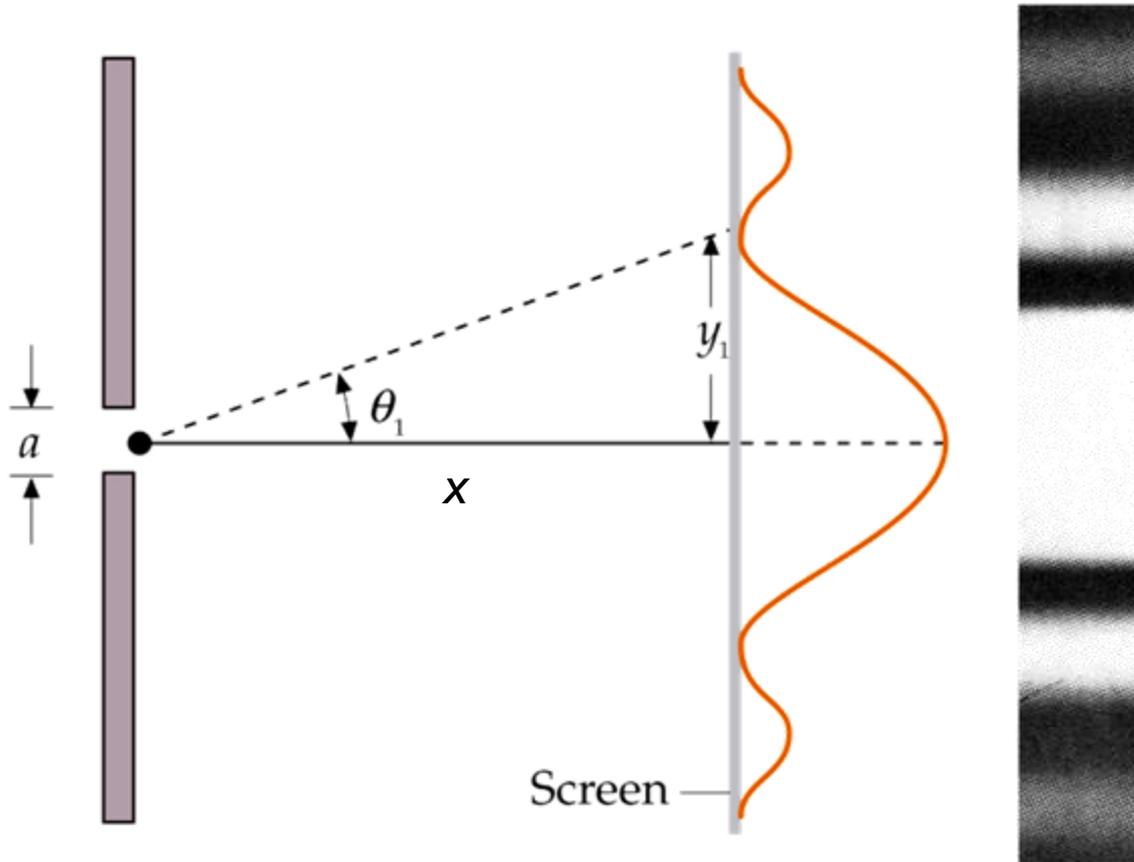


▪ difracción de campo lejano o **difracción de Fraunhofer**: si la fuente, el obstáculo y la pantalla están lo suficientemente alejados para considerar como paralelas todas las líneas de la fuente al obstáculo y todas las líneas del obstáculo a un punto del patrón

▪ difracción de campo cercano o **difracción de Fresnel**: tanto la fuente puntual como la pantalla están relativamente cerca del obstáculo que forma el patrón de difracción

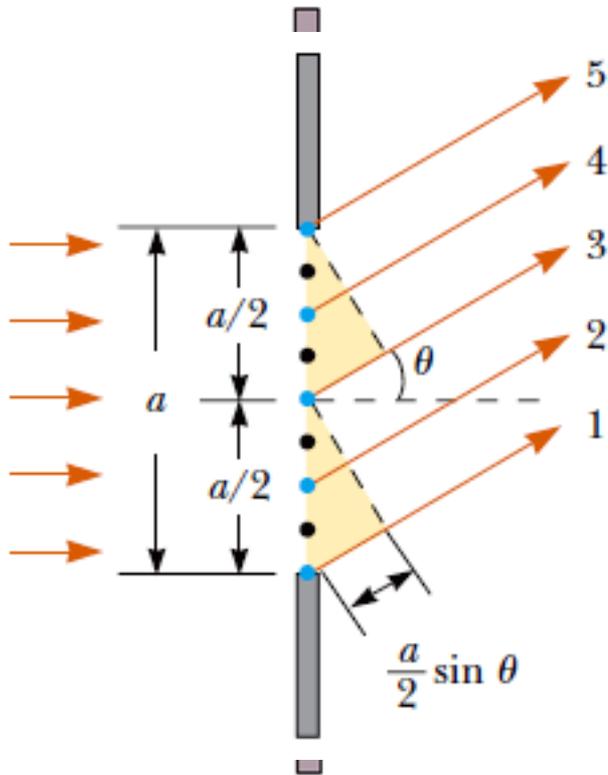
científico francés Augustin Jean Fresnel (1788-1827)
físico alemán Joseph von Fraunhofer (1787-1826)

Diagrama de difracción de una sola rendija



- $x \gg a$
- rayos paralelos

patrón de difracción de Fraunhofer



se presenta una franja oscura siempre que:

$$\frac{a}{2} \operatorname{sen} \theta = \pm \frac{\lambda}{2} \quad \text{o bien} \quad \operatorname{sen} \theta = \pm \frac{\lambda}{a}$$

podemos dividir la pantalla en cuartos,

$$\operatorname{sen} \theta = \pm 2 \frac{\lambda}{a}$$

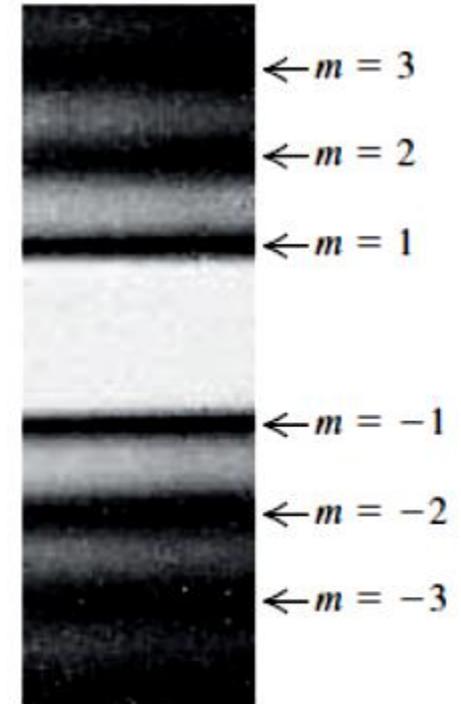
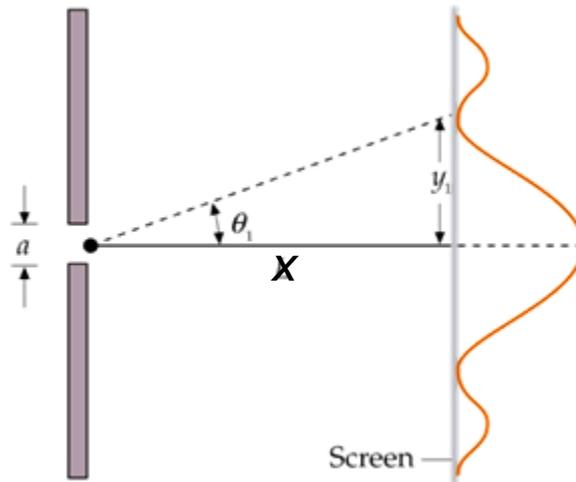
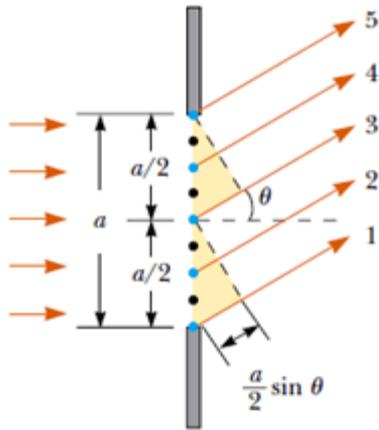
podemos dividir la pantalla en sextos,

$$\operatorname{sen} \theta = \pm 3 \frac{\lambda}{a}$$

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{m\lambda}{a} \quad (m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots) \quad (\text{franjas oscuras en difracción desde una ranura})$$

$$\theta = \frac{m\lambda}{a} \quad (m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots) \quad (\text{con ángulos } \theta \text{ pequeños})$$

Asimismo, si la distancia de la ranura a la pantalla es x , como en la figura, y la distancia vertical de la m -ésima banda oscura al centro del patrón es y_m , entonces $\tan \theta = y_m/x$.

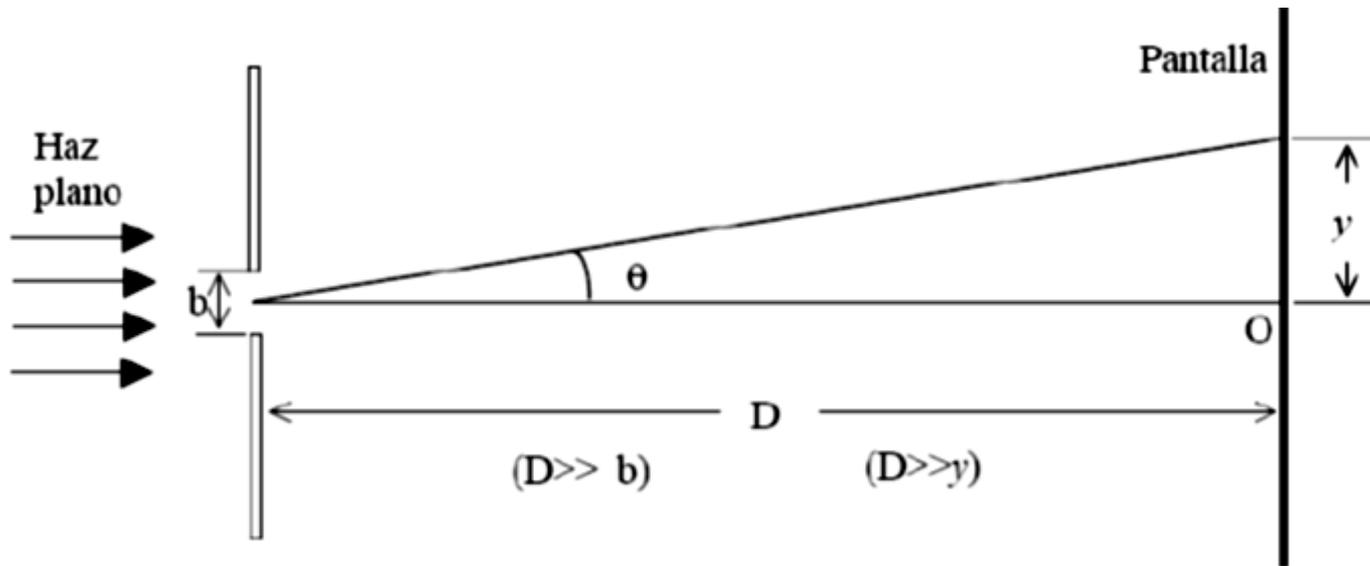


$$m = \pm 1, \pm 2 \text{ y } \pm 3$$

$$\tan \theta = y_m / x \quad (\text{para } y_m \ll x)$$

Intensidad en el patrón de una sola rendija y máximos

En este caso, la **intensidad de la figura de difracción** generada por una ranura de ancho b en función del ángulo θ de observación sobre una pantalla ubicada a una distancia D de la ranura está dada por:



$$I(\theta) = I_o \left(\frac{\text{sen}(\beta)}{\beta} \right)^2, \quad \text{con } \beta = \frac{\pi \cdot b}{\lambda} \text{sen}(\theta)$$

donde I_o es la intensidad del máximo central y λ es la longitud de onda de la luz utilizada.

Iluminando una **rendija de ancho variable** con el láser observar sobre una pantalla la figura de difracción. Observe cómo se distribuye la intensidad de la luz sobre la pantalla. Varíe el ancho de la rendija y estudie cómo se modifica la imagen de difracción.

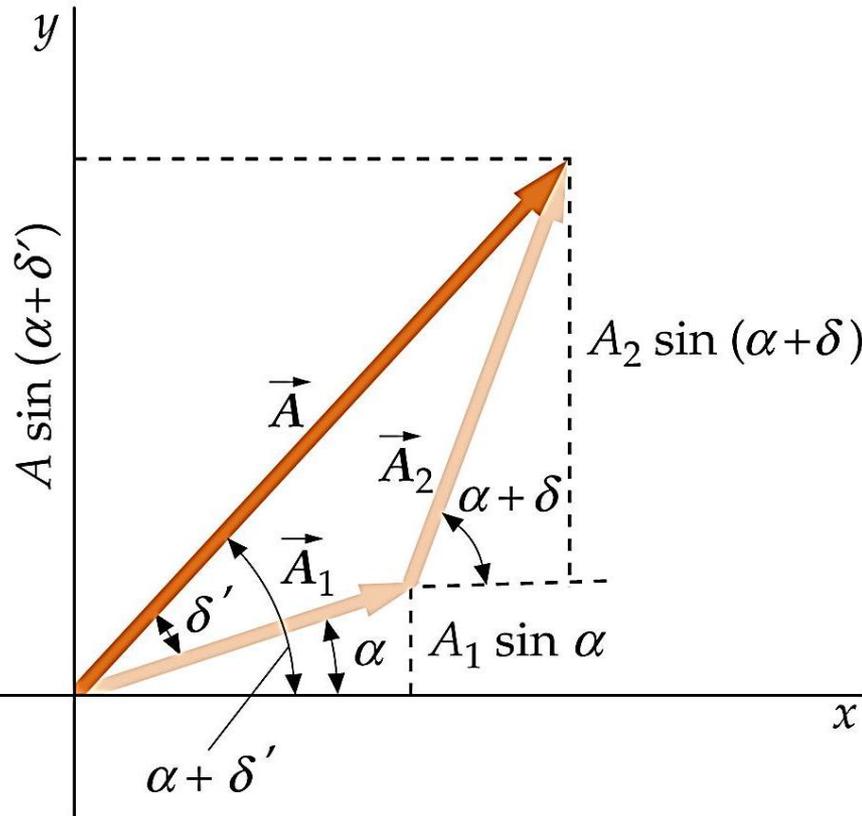
- *Cómo varía el ancho de la zona central de máxima intensidad cuando se aumenta o disminuye el tamaño de la rendija.*
- *Investigue la relación existente entre la distancia entre mínimos (o máximos) de intensidad y el ancho de la rendija.*
- *También describa cómo se modifica la imagen de difracción al cambiar la distancia entre la ranura y la pantalla.*

sistema ranura-obstáculo de igual dimensión llamados sistemas complementarios:
principio de Babinet

Reemplace la ranura por un alambre de ancho conocido (si consigue uno de igual ancho que la ranura usada antes muchísimo mejor) y observe la figura de difracción. ¿Cómo es? ¿es muy diferente?

Determinación del diagrama o figura de difracción producida por una sola rendija

Para determinar el diagrama o figura de difracción de una sola rendija, es necesario combinar varias ondas armónicas de la misma frecuencia pero que difieran en fase. Método general de suma de ondas armónicas de la misma frecuencia mediante una construcción geométrica.



$$E_1 + E_2 = A_1 \sin \alpha + A_2 \sin(\alpha + \delta)$$

$$\alpha = \omega t$$

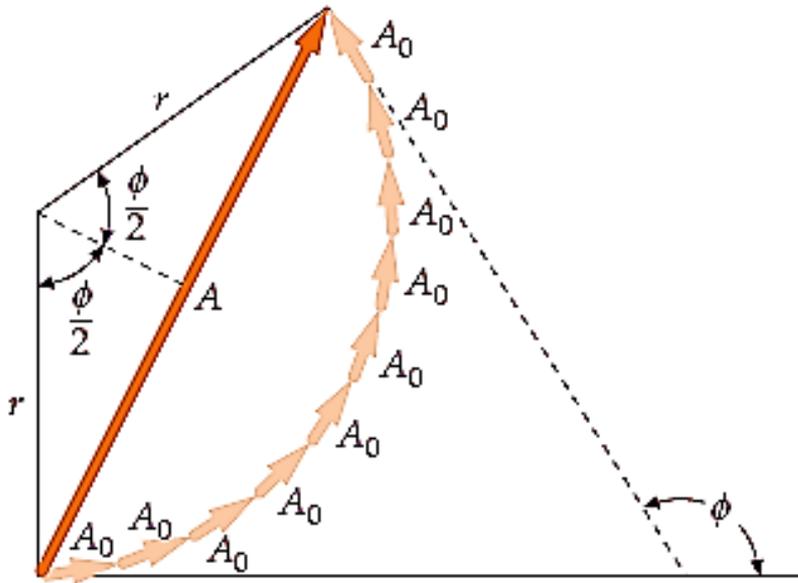
A medida que transcurre el tiempo, este vector gira en el plano xy con frecuencia angular ω .

$$A_1 \sin \alpha + A_2 \sin(\alpha + \delta) = A \sin(\alpha + \delta')$$

ω

Representación mediante fasores de las funciones de onda

Uso de diagramas de fasores para calcular la amplitud del campo \vec{E} en una difracción de una sola rendija. Cada fasor representa el campo \vec{E} de una sola tira dentro de la rendija.



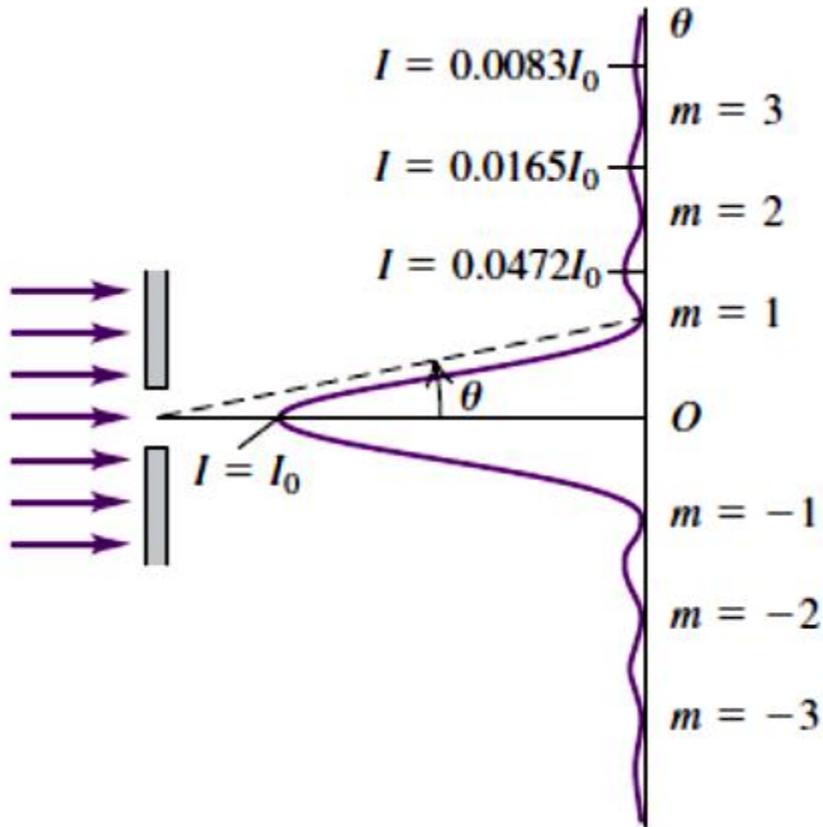
$$I = I_0 \left(\frac{\sin \frac{1}{2} \phi}{\frac{1}{2} \phi} \right)^2$$

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin \theta$$

$$I = I_0 \left[\frac{\text{sen}(\beta/2)}{\beta/2} \right]^2$$

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin \theta$$

permite calcular las posiciones de las crestas, o **máximos de intensidad**, así como la intensidad en estas crestas



$$\beta \approx \pm(2m + 1)\pi \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

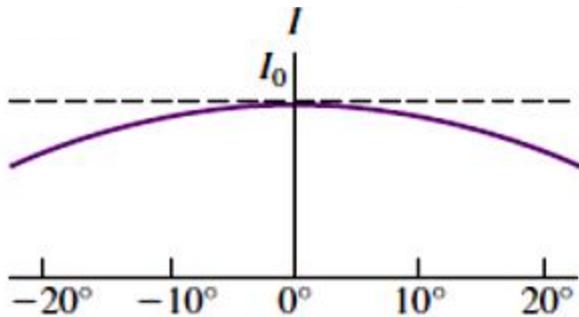
$$I_m \approx \frac{I_0}{\left(m + \frac{1}{2}\right)^2 \pi^2}$$

I_m es la intensidad del máximo lateral m -ésimo
 I_0 es la intensidad del máximo central

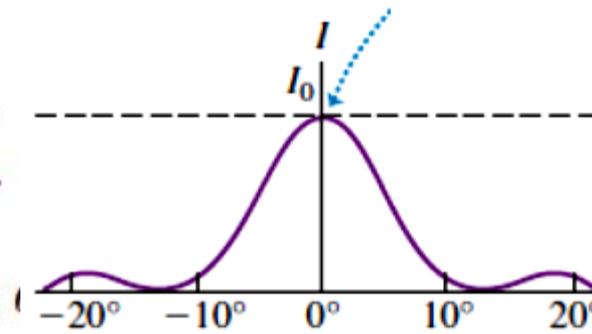
Ancho del patrón de una sola rendija

El patrón de difracción de una sola ranura depende del cociente del ancho de la ranura a con la longitud de onda λ .

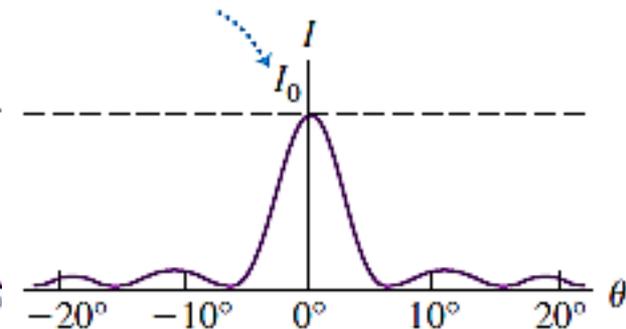
a) $a = \lambda$



b) $a = 5\lambda$



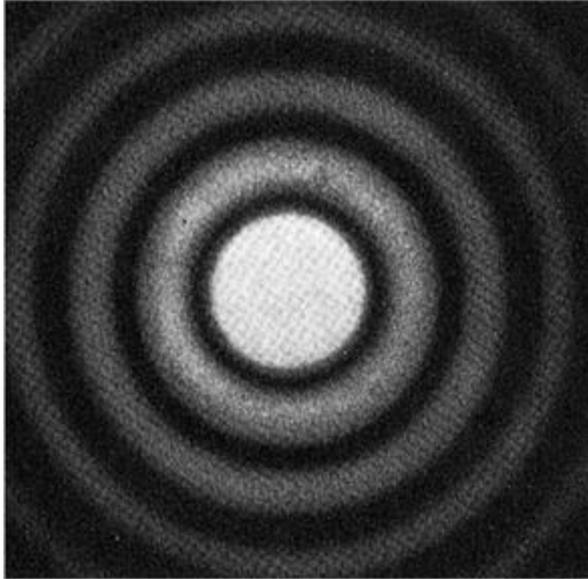
c) $a = 8\lambda$



- la longitud de onda λ suele ser mucho menor que el ancho de ranura a
- los valores de θ son pequeños

$$\theta_1 = \frac{\lambda}{a}$$

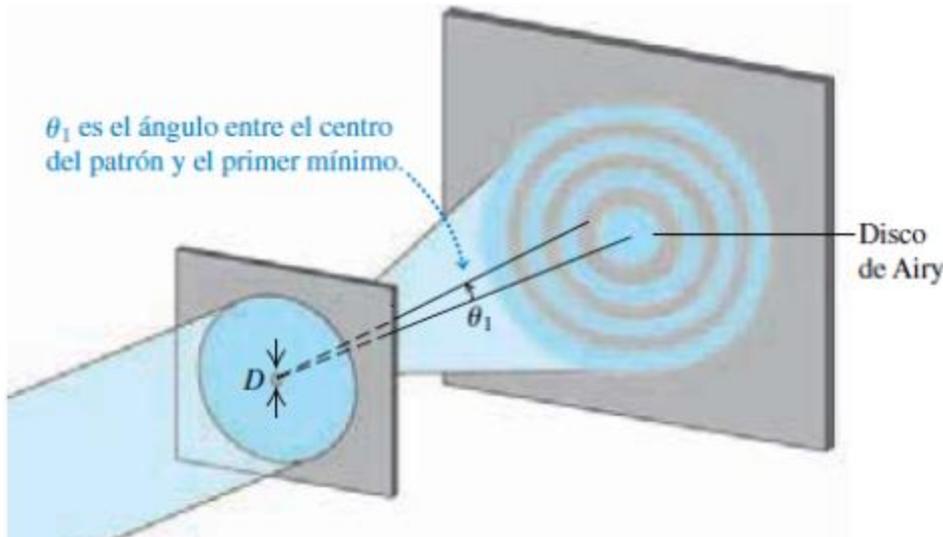
Difracción y resolución



patrón de difracción de Fraunhofer

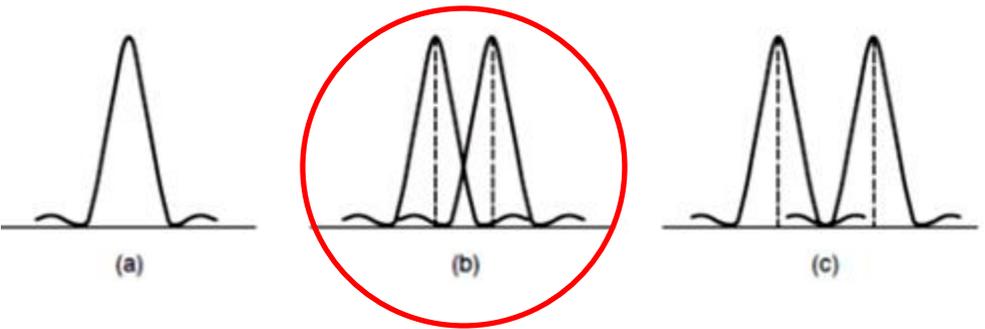
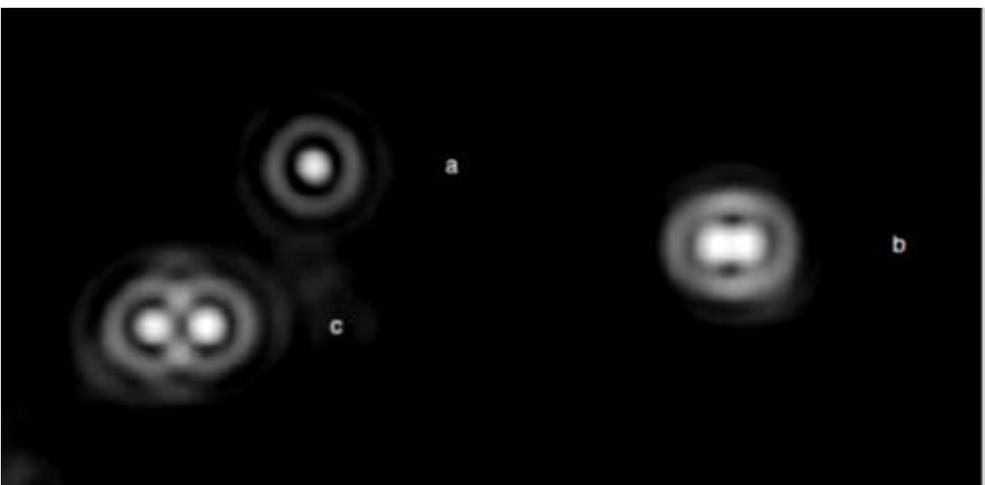
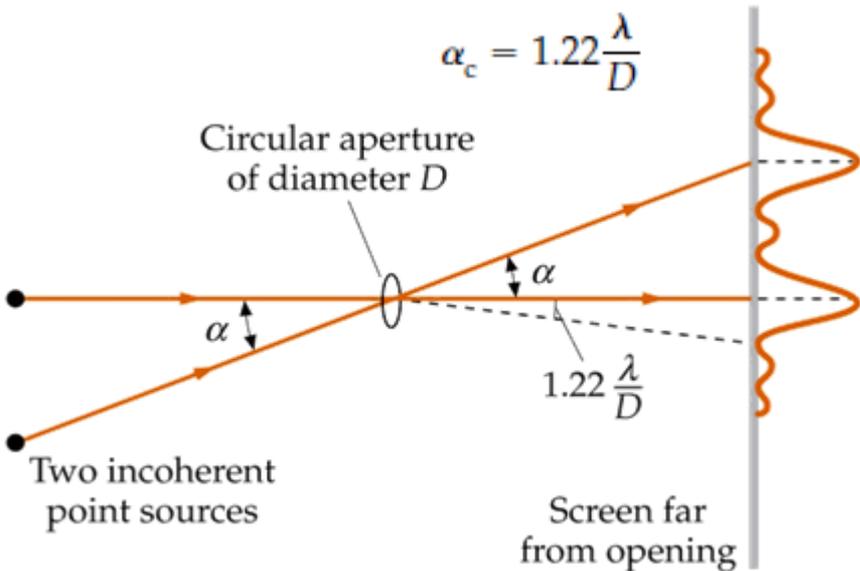
- patrón de difracción formado por una abertura circular de diámetro D
- mancha central brillante, así como en anillos oscuros y brillantes alternados.

$$\text{sen } \theta_1 = 1.22 \frac{\lambda}{D} \quad (\text{difracción por una abertura circular})$$



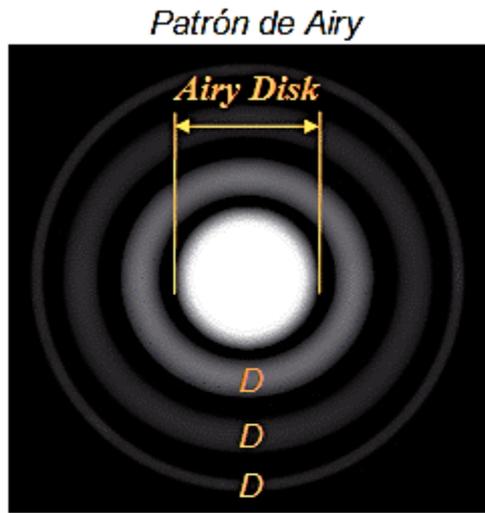
$$\theta \approx 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

- radio angular **del disco de Airy** es el del primer anillo oscuro

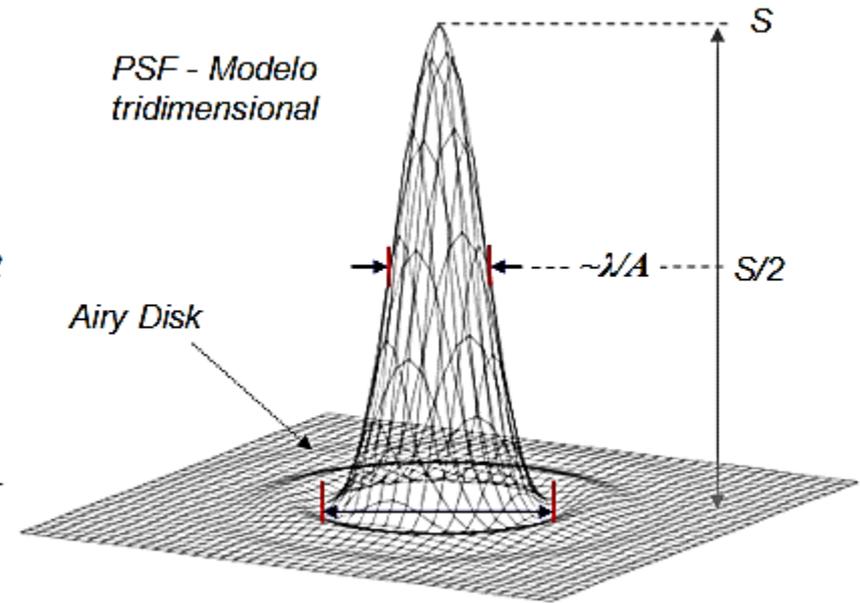
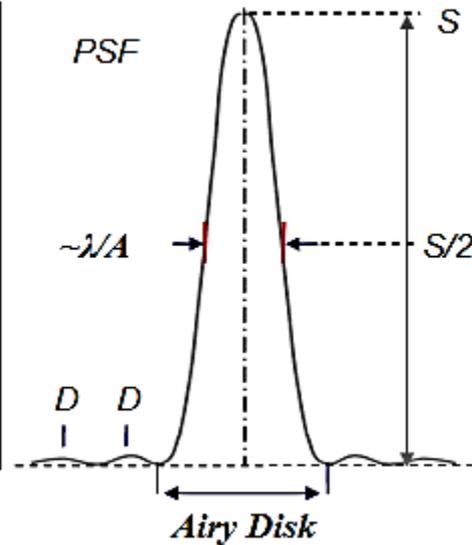


Un criterio de uso muy extendido de la resolución de dos objetos puntuales, conocido como **criterio de Rayleigh**, es que los objetos están apenas resueltos si el centro de un patrón de difracción coincide con el primer mínimo del otro.

Microscopio: óptica limitada por difracción

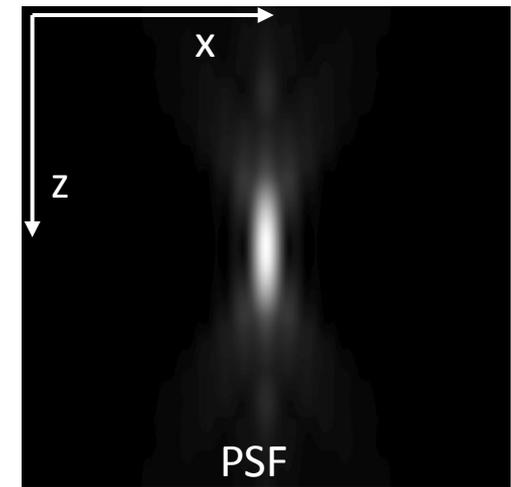
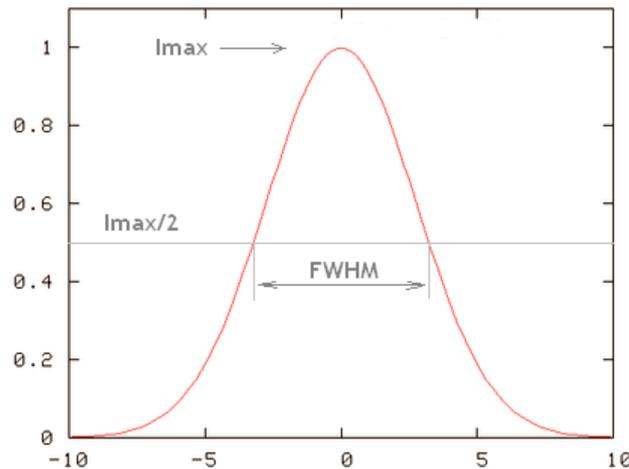
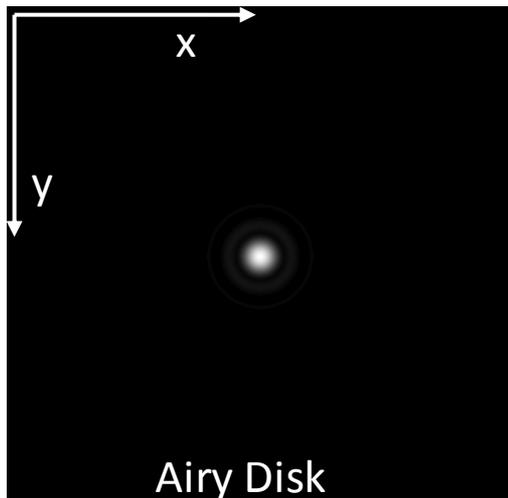


(D) Discos o anillos externos



Microscopía confocal de fluorescencia: resolución

La resolución está **limitada** por la difracción.



$$\text{Lateral (in-plane): } d_{x,y} = \frac{0.61\lambda}{NA}$$

$\approx 200 \text{ nm}$

$$d_z = \frac{2\lambda}{NA^2}$$

$\approx 500 \text{ nm}$

¿Cuál es el sistema de detección

Células fotorreceptoras de la retina



Los **bastones** (*rodopsina*) y los **conos** (*pigmentos de color*) de la retina actúan como una serie de fotoceldas en miniatura; perciben la imagen y la transmiten a través del *nervio óptico* hasta el cerebro.

- 1.3×10^8 bastones
- 7×10^6 conos

conos azules (S)

conos verdes (M)

conos rojos (L)

ojo

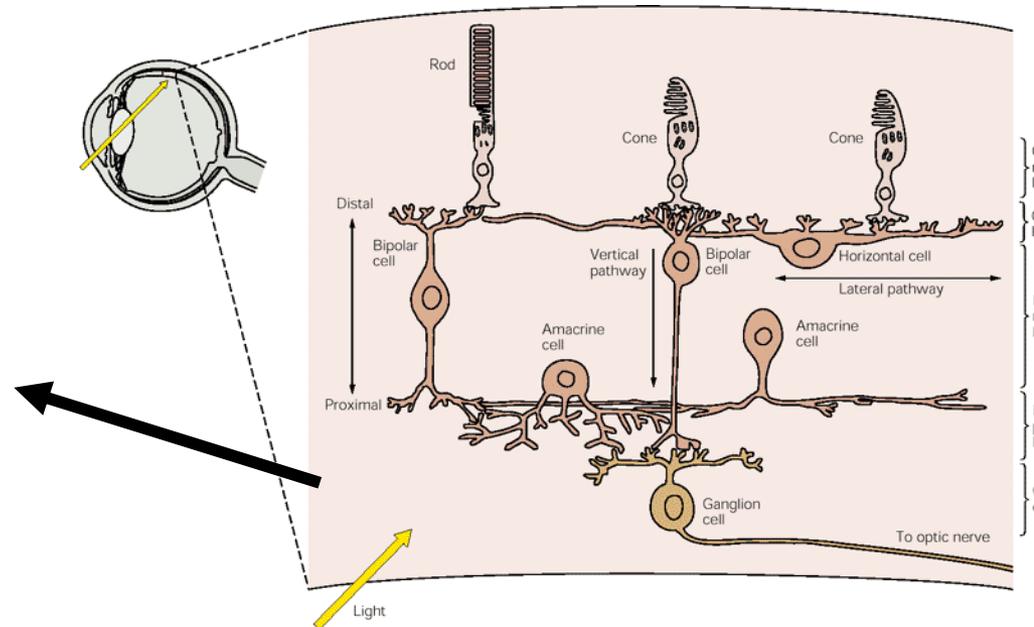
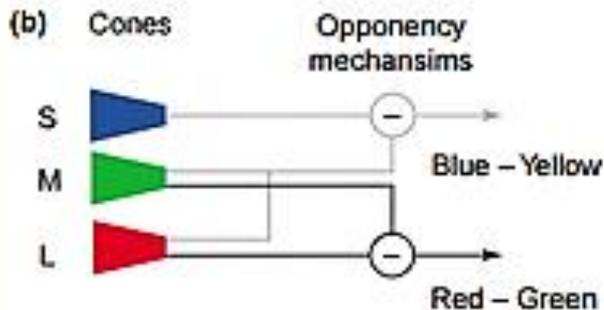
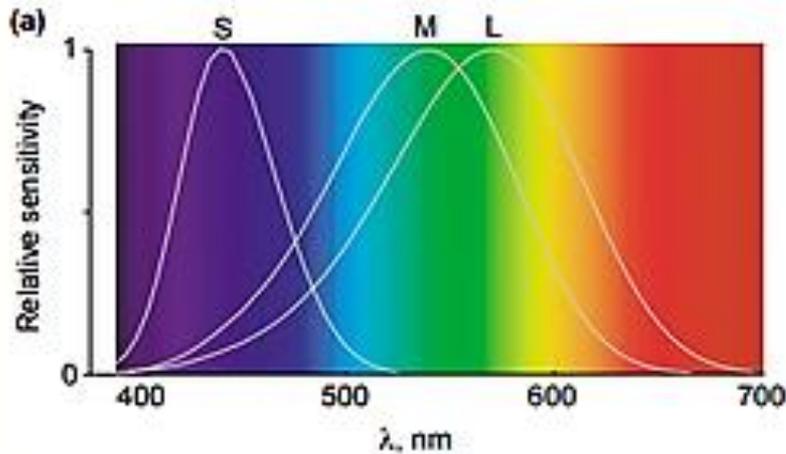
(Del lat. *ocūlus*).

1. m. Órgano de la vista en el hombre y en los animales.

¿Cómo procesa el cerebro la información?

Mecánica del álgebra de colores

Este circuito suma y resta, es decir, combina los 3 detectores (conos) generando un continuo de color.



¿Cómo se representan los colores?

Existen distintos **modelos** que describen cómo pueden representarse los colores.

Cada uno de ellos consta de un método diferente para describirles y presenta sus propios fundamentos teóricos.

Se basan en:

- *propiedades del color*
- *propiedades físicas de la luz*
- *teorías de la visión*



RGB, modelo de la síntesis aditiva

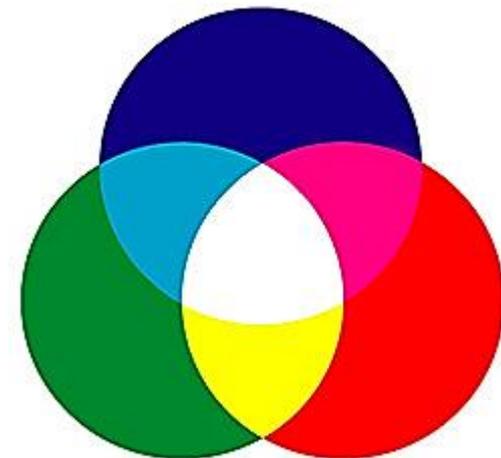
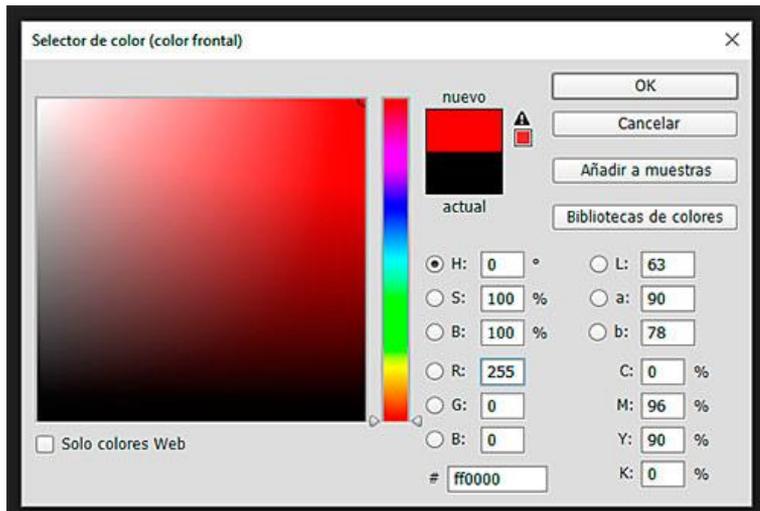
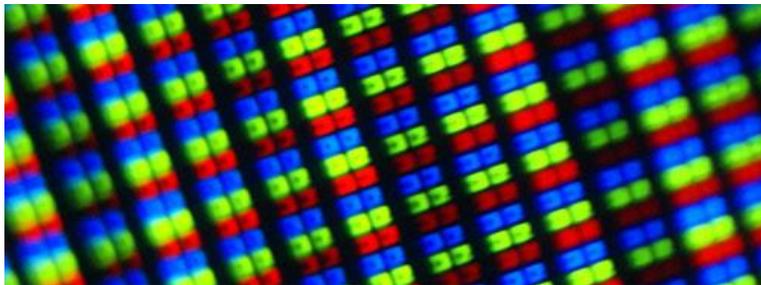
CMYK, modelo de la síntesis sustractiva

HVS, basado en: Tono - Saturación – Valor

Modelo CIE Lab, CIE es Commission Internationale de l'Eclairage

Modelo de color RGB (Red, Green y Blue)

Este espacio de color es el formado por los colores primarios luz, Rojo, Verde y Azul. Este sistema es el más adecuado para representar imágenes que serán mostradas en monitores y que, finalmente, serán impresas en impresoras de papel fotográfico.

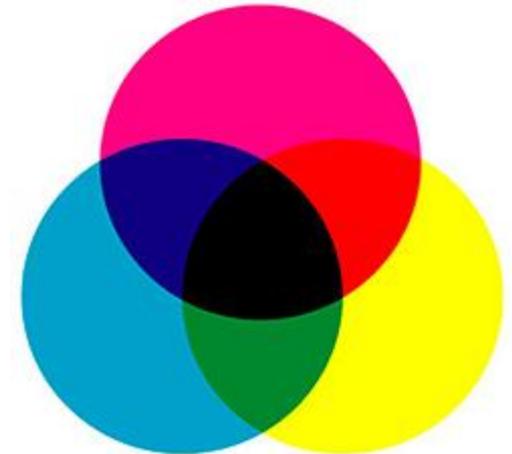


Colores Luz - Síntesis Aditiva

Modo de color CMYK

Los colores del modo CMYK son los que se corresponden con los colores primarios luz: el cian, el magenta, el amarillo al que se le suma el color negro.

Este modelo se basa en la cualidad de absorber y rechazar luz de los objetos.



Colores Pigmento - Síntesis Sustractiva

Modelos RGB y CMYK

Los colores sustractivos (CMY) y los aditivos (RGB) son colores complementarios. Cada par de colores sustractivos crea un color aditivo y viceversa.

Los girasoles



Vincent van Gogh, [1888](#)

Los nenúfares



Claude Monet, 1916

El significado de cada color varía de una cultura a otra y de una circunstancia a otra.

La psicología de los colores fue estudiada por grandes maestros a lo largo de nuestra historia como por ejemplo Goethe o Kandinsky.

BLANCO: lo absoluto, la unidad, la inocencia (paz)

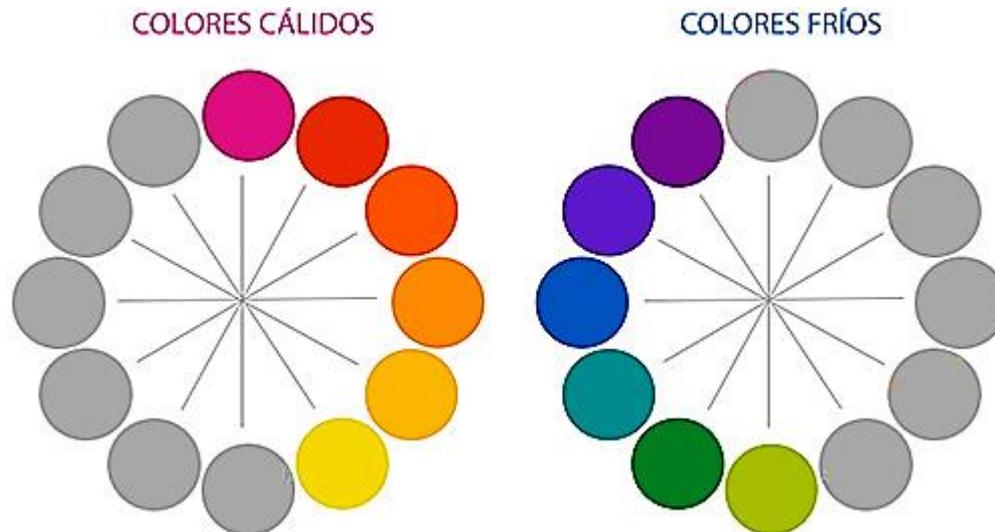
NEGRO: el mal, el misterio, la muerte, la elegancia

¿Colores cálidos o fríos?

Definición de los colores cálidos y fríos

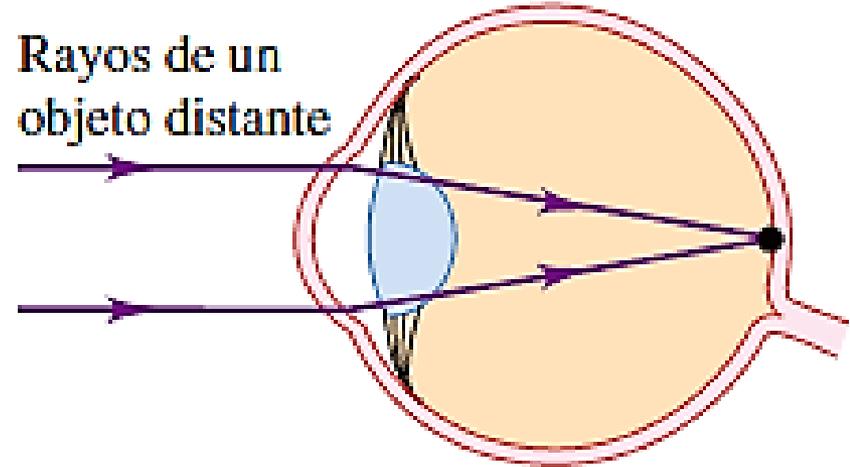
Un color se considera cálido o frío según la sensación de temperatura que transmita.

La calidez o frialdad de un color atiende a sensaciones térmicas subjetivas. Esto quiere decir que un color es frío o cálido en función de cómo es percibido por el ojo humano y la interpretación de la sensación que nos provoca por parte de nuestro cerebro.



Ojo normal

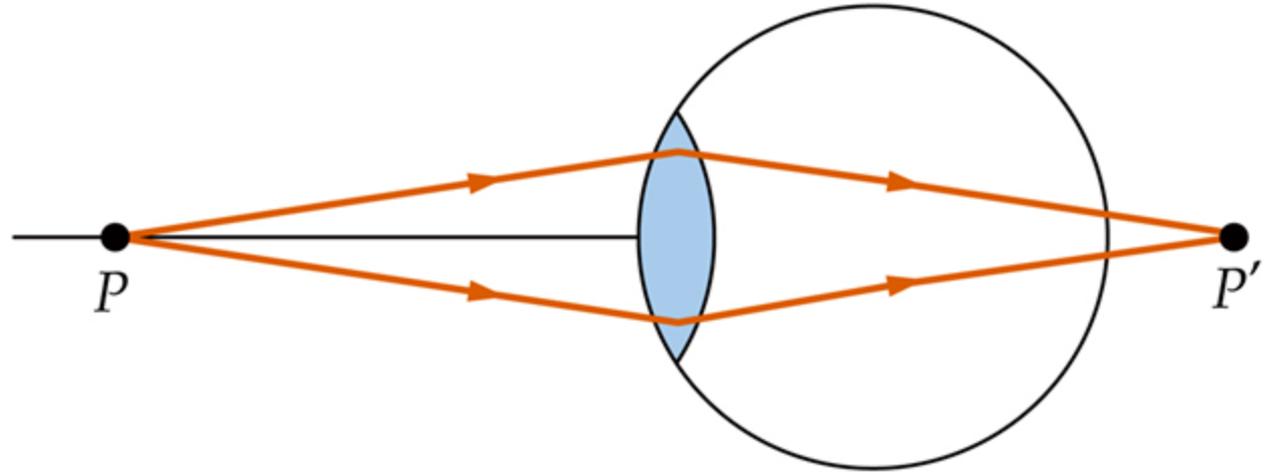
Los extremos del ámbito donde es posible la visión definida se conocen como el *punto lejano* y el *punto cercano* del ojo.



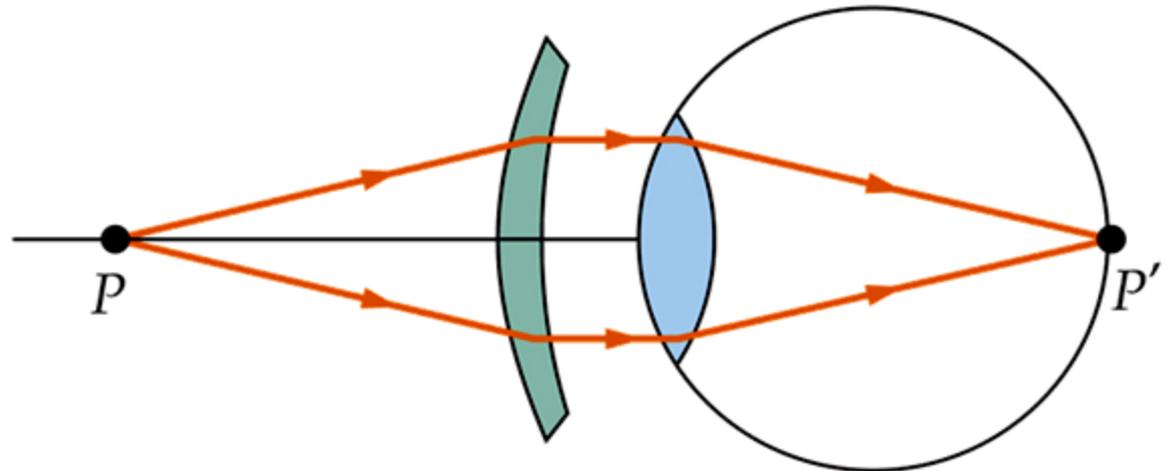
Edad (años)	Punto cercano (cm)
10	7
20	10
30	14
40	22
50	40
60	200

Trastornos de la visión

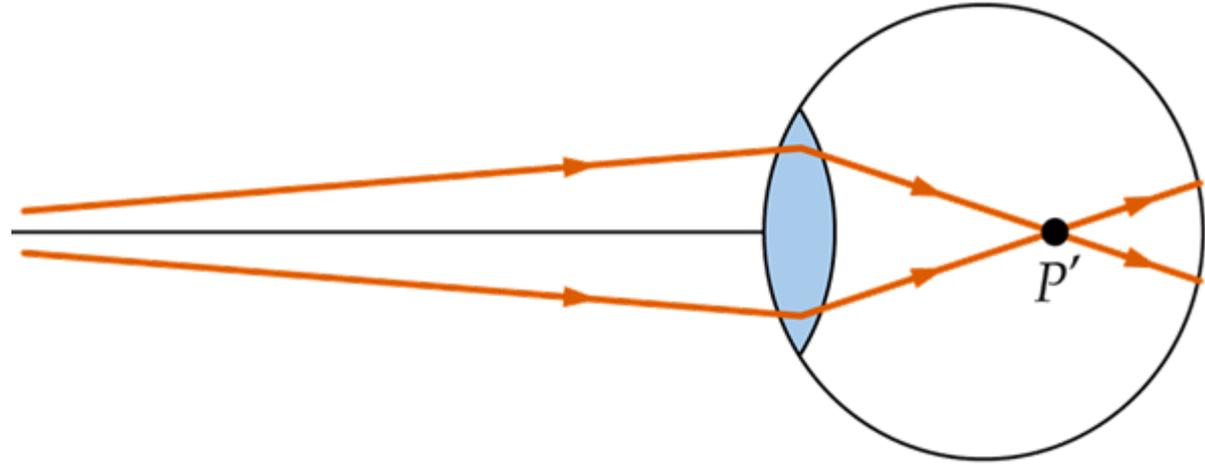
Un ojo *hipermétrope* enfoca los rayos procedentes de un objeto P cercano en un punto P' detrás de la retina.



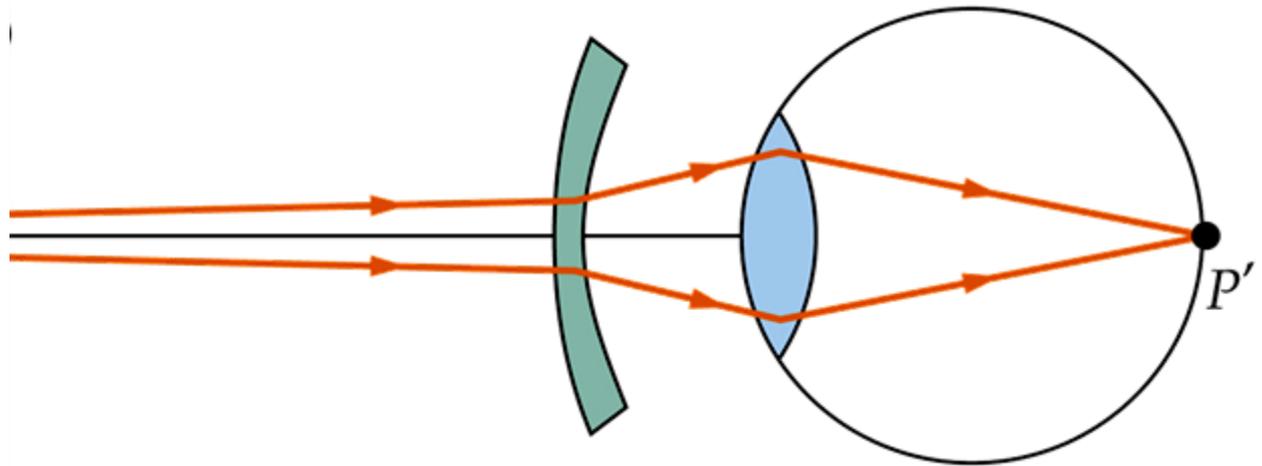
Una **lente convergente** corrige este defecto desplazando la imagen de forma que caiga sobre la retina.



Un ojo *miope* enfoca los rayos procedentes de un objeto lejano en un punto P situado delante de la retina.



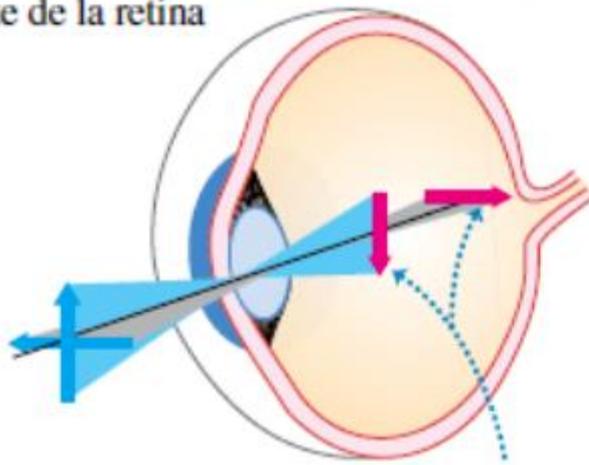
Una **lente divergente** corrige este defecto.



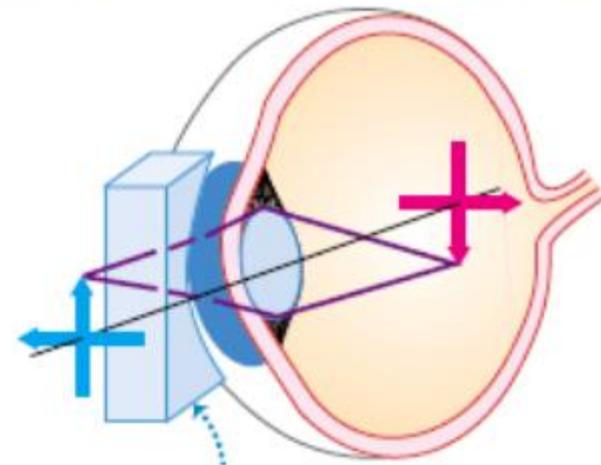


El *astigmatismo* es un tipo de defecto diferente, en el cual la superficie de la córnea no es esférica, sino que tiene una curvatura más pronunciada en un plano que en otro.

a) La imagen de las líneas verticales se forman delante de la retina



b) Una lente cilíndrica corrige el astigmatismo



potencia, D

Otro método para corregir muchos defectos de la visión consiste en cambiar la forma de la córnea. Esto se suele hacer mediante un procedimiento denominado LASIK, por las siglas de *laser-asisted in situ keratomileusis*.

Óptica geométrica: Avances en cirugía ocular

El cristalino del ojo humano puede adquirir una progresiva opacidad (**catarata**) con la edad, por exposición a luz UV, como síntoma de alguna enfermedad o por agentes químicos.

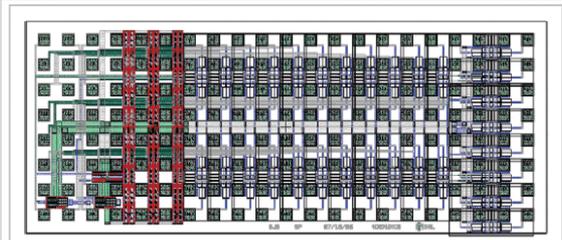


- *hace 2000 años, Susruta diagnostica una catarata y extrae el cristalino*
- *en 1951, se implanta una lente intraocular (IOL)*
- *en 2005, se operaron más de un millón de cataratas en EEUU*

(Western Ophthalmic Hospital/Photo Researchers.)

Óptica geométrica: Avances en cirugía ocular

Engineering Tiny Machines, *Dr. Orlando Auciello*



An application-specific integrated circuit being developed for advanced artificial retinas.

Figure 1. An application-specific integrated circuit being developed for advanced artificial retinas. A four-way switch allows each incoming signal to go to one of four places as an output, enabling more electrodes to be stimulated. Click on image to enlarge.

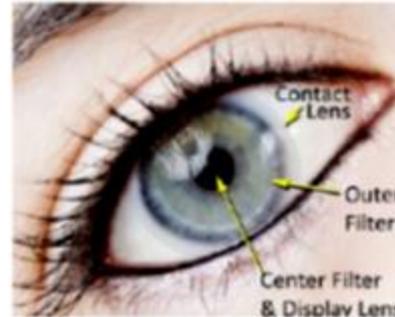
Microsystem devices smaller than a human hair are built on silicon wafers or chips. They contain electrical circuitry and microelectromechanical systems (MEMS), which are miniature machines. The artificial retina's custom-designed integrated circuit (IC) is the system's brain. Its job is to take signals from the external camera and convert them into stimuli that are transferred to the electrode array. The IC performs this function via a series of interconnected, nanosize nodes, whose locations on the chip's surface are important because they can minimize the wire length along which the signal travels (see figure 1 at right).

Bionic Eye Restores Sight For Australian Woman Who Was Blind For 30 Years

By [Eric Brown](#) | August 31, 2012 10:36 AM EST

A revolutionary new bionic eye has just restored the gift of sight to an [Australian](#) woman who has been blind for almost 30 years.

An early concept drawing of the bionic eye's future.



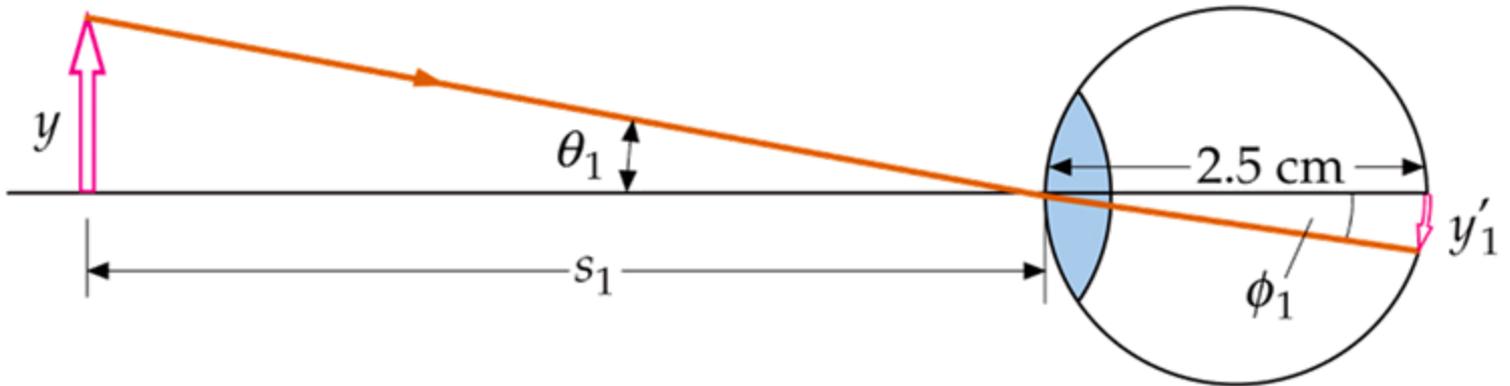
Dianne Ashworth, 54, of Victoria state, was outfitted with the first of a new type of bionic eye. The eye works by attaching electrodes to her retina and sending electric signals to her nerve cells, mimicking the same process that occurs in sighted people. While the bionic eye is just in its prototype stages, Ashworth is already able to see light and shapes, much to her delight.

"Wow! It was amazing," [Ashworth said](#). "Every time there was stimulation there was a different shape that appeared in front of my

eye." Doctors are planning to upgrade the device's capabilities as they test the prototype over the next 18 months. Scientists from the Melbourne Bionics Institute, which designed the bionic eye, hope they can eventually attach a camera and visual processor, giving Ashworth even more detail in what she sees. Over time, Bionics Institute deputy director Peter Blamey hopes that the bionic eye can be honed to the point that Ashworth and other patients can successfully navigate and read large-print type. In the future, he hopes it will allow patients to recognize faces as well. Currently, the device implanted in Ashworth's retina has 24 electrodes. Researchers are experimenting with two more versions of the bionic eye, one with 98 electrodes and another with as many as 1,024. "It took us back to 1978 when we first switched on the (first) cochlear implant patient," Bionics Institute director Professor Rob Shepherd [told the Associated Press](#). "The team is looking for consistency of shapes, brightness, size and location of flashes to determine how the brain interprets this information. Having this unique information will allow us to maximize our technology as it evolves through 2013 and 2014."

To contact the editor, e-mail: editor@bimimes.com

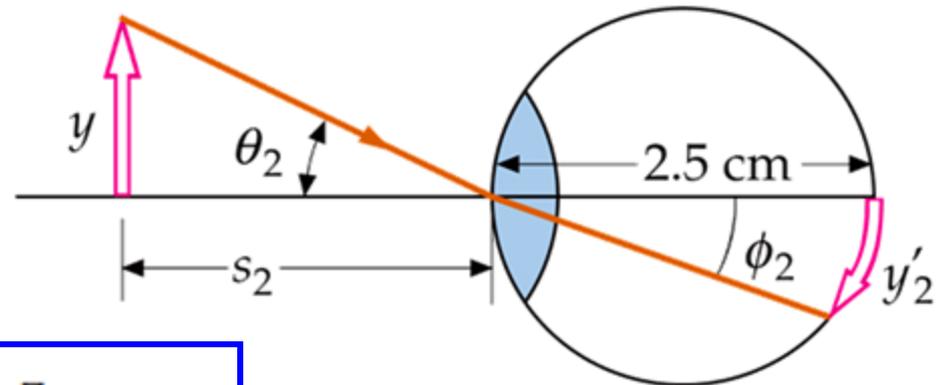
Tamaño aparente



$$\phi = \frac{y'}{2.5 \text{ cm}} \quad \theta \approx \frac{y}{s}$$

$$n_{air} \sin \theta_1 = n \sin \phi_1$$

$$\theta \approx n \phi$$



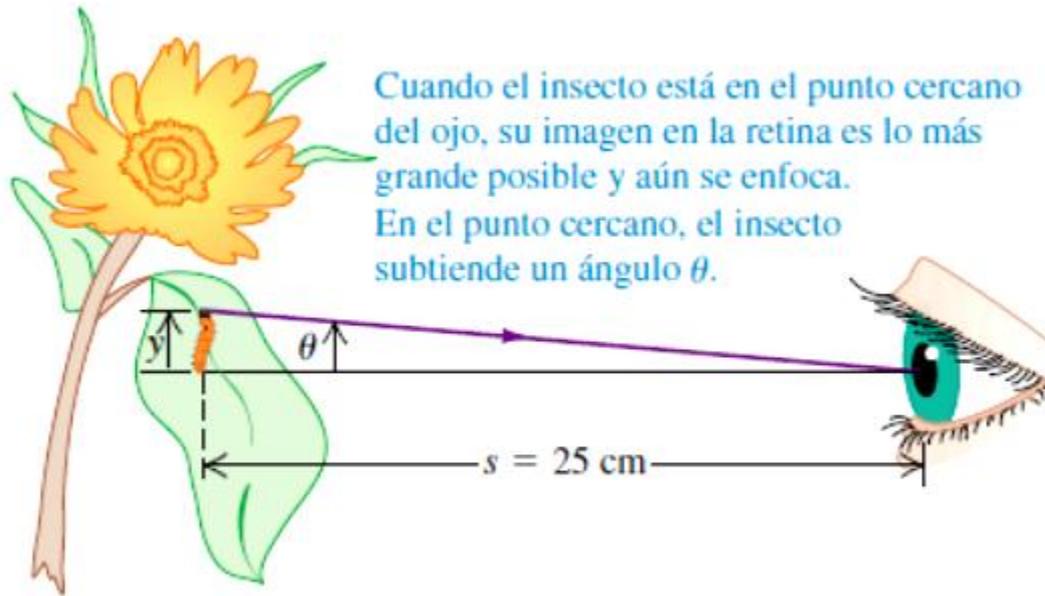
$$\frac{y}{s} \approx n \frac{y'}{2.5 \text{ cm}}$$

$$y' \approx \frac{2.5 \text{ cm}}{n} \frac{y}{s}$$

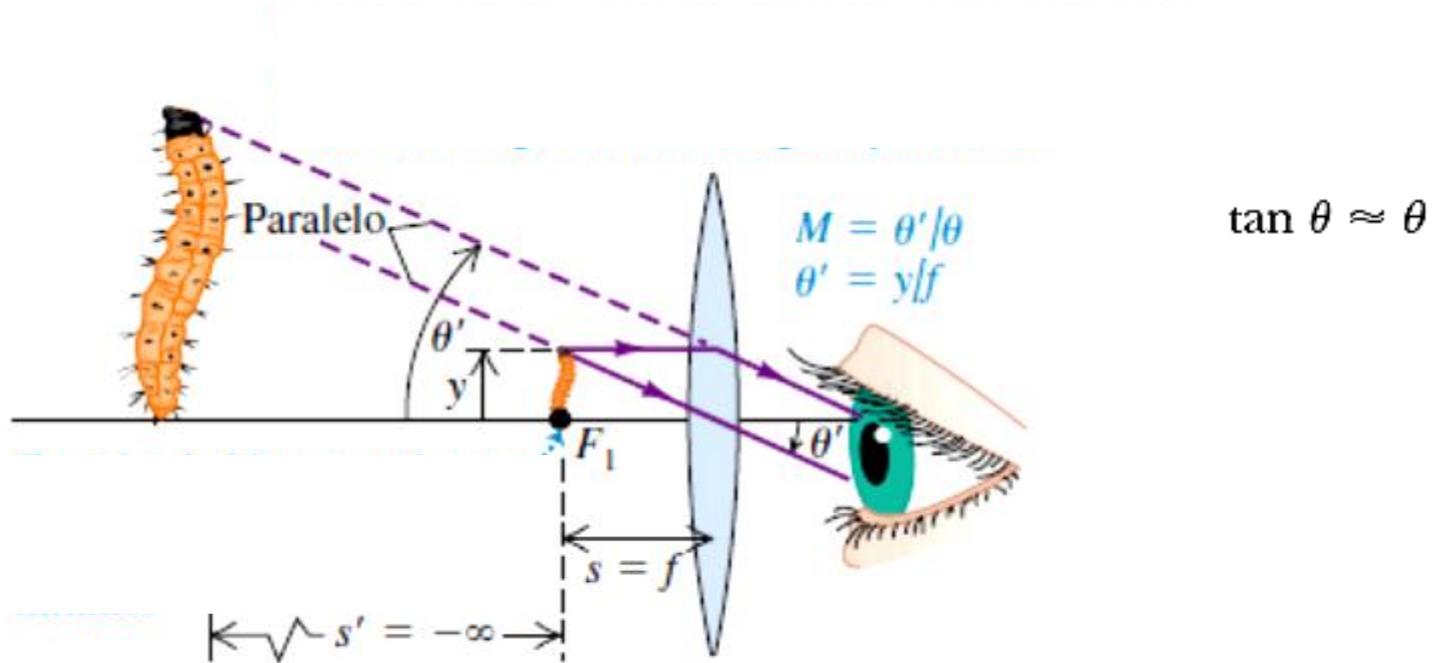
distancia de mayor visión distinta

La lupa (lente de aumento)

El tamaño aparente de un objeto está determinado por el tamaño de su imagen en la retina. En el ojo no asistido, este tamaño depende del *ángulo* θ que subtiende el objeto en el ojo, conocido como su **tamaño angular**.



Una lente convergente permite formar una imagen virtual más grande y más alejada del ojo que el objeto mismo: **lente de aumento**, también conocida como *vidrio de aumento* o **lupa simple**.



- *la lente de aumento crea una imagen virtual, aumentada y derecha.*

$$M = \frac{\theta'}{\theta}$$

aumento angular

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{y/f}{y/25 \text{ cm}} = \frac{25 \text{ cm}}{f}$$

M, m