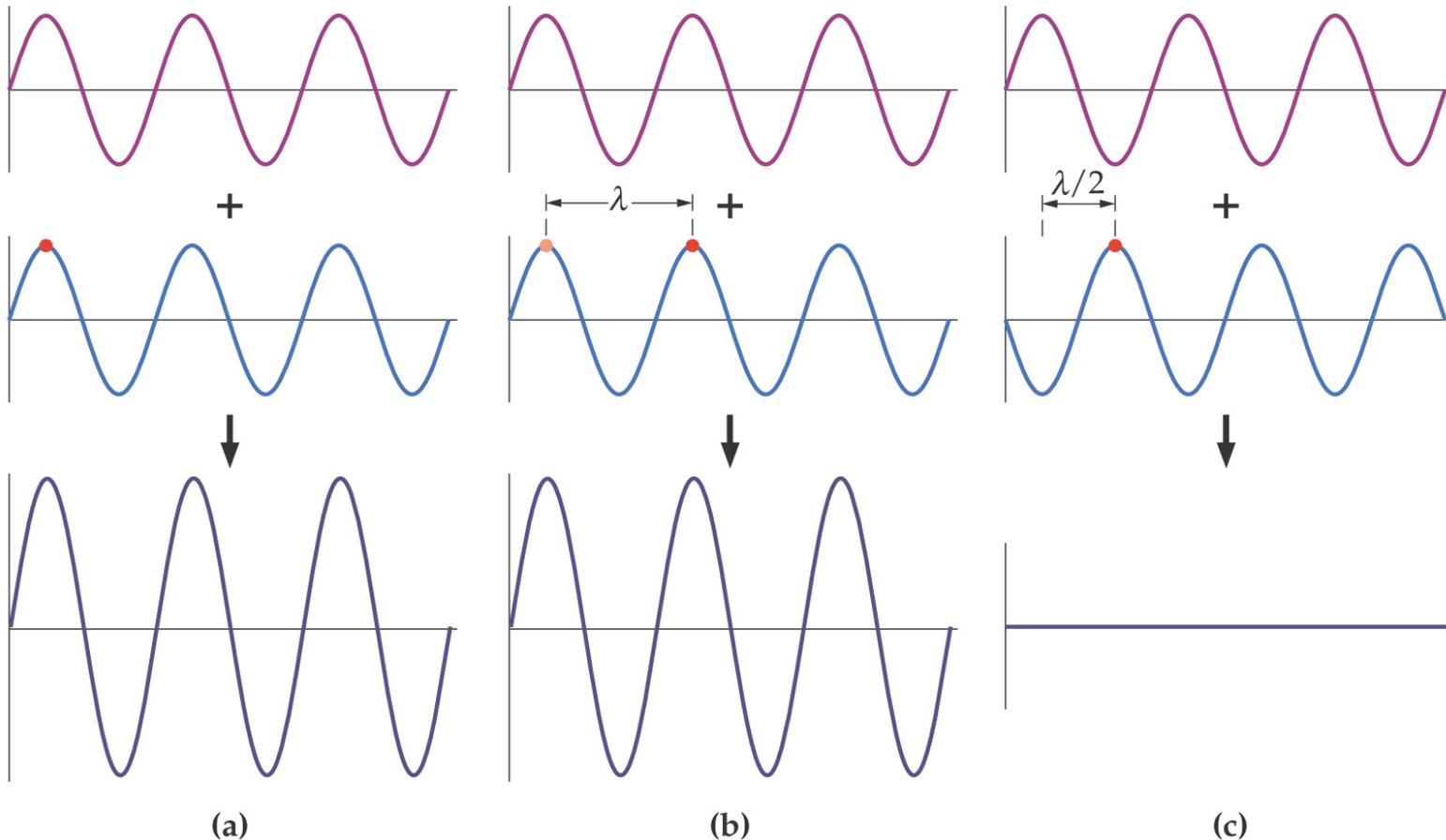


Interferencia y difracción

Con cosas tomadas de Lecture Outlines de J. S. Walker (Physics, Pearson Prentice Hall), transparencias de Paul E. Tippens y de Bowles Physics

Superposición e Interferencia

Si dos (o más) ondas viajan por la misma región, interfieren entre sí. La interferencia puede ser constructiva o destructiva. Si se trata de ondas de una única frecuencia esa interferencia se manifiesta en un cambio notable en la amplitud de la onda resultante.



Superposición e interferencia

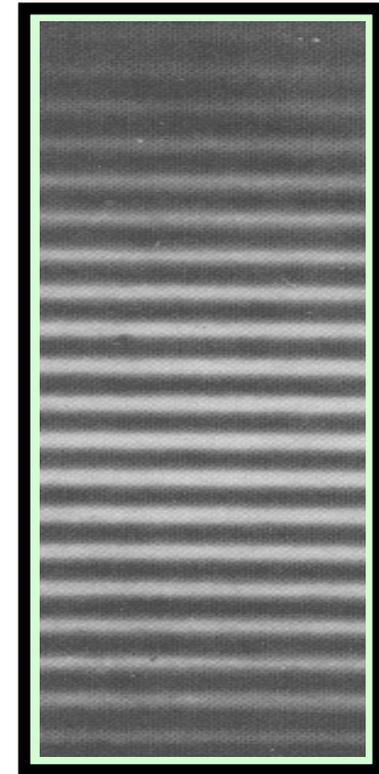
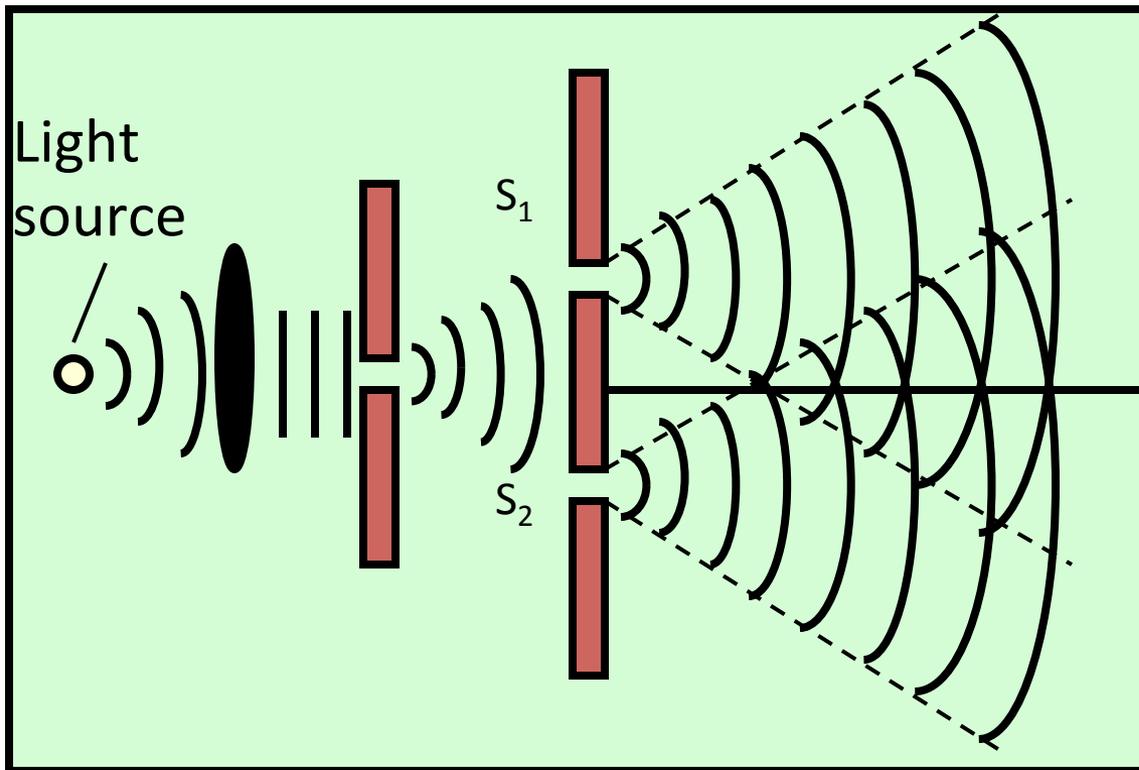
La interferencia se nota claramente sólo si las fuentes de luz que interfieren entre sí tienen la misma frecuencia y son coherentes (es decir, las fuentes mantienen la misma diferencia de fase inicial a lo largo del tiempo).

Cuando esto sucede, la interferencia es constructiva cuando ambas ondas están en fase y destructiva cuando su fase difiere en 2π .

El experimento de las dos rendijas de Young

En el experimento de Young, la luz de una única fuente monocromática atraviesa dos rendijas y se observa el patrón de interferencia sobre una pantalla.

Pantalla acostada en relación a su posición en el experimento



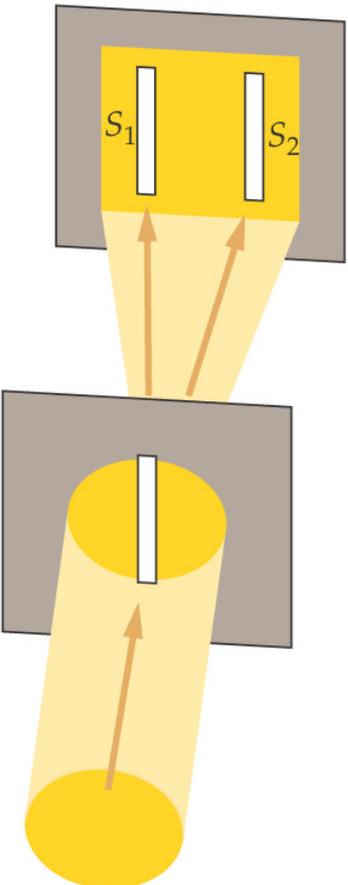
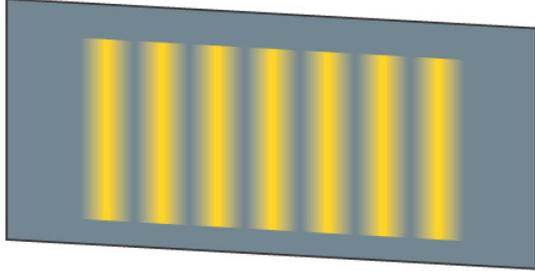
El experimento de las dos rendijas de Young

En este experimento se subdivide la luz proveniente de una única fuente monocromática (de long de onda λ) haciéndola pasar por dos rendijas. Cada rendija actúa como una nueva fuente de luz. Esas dos nuevas fuentes son coherentes entre sí. Las franjas de interferencia se observan en una pantalla.

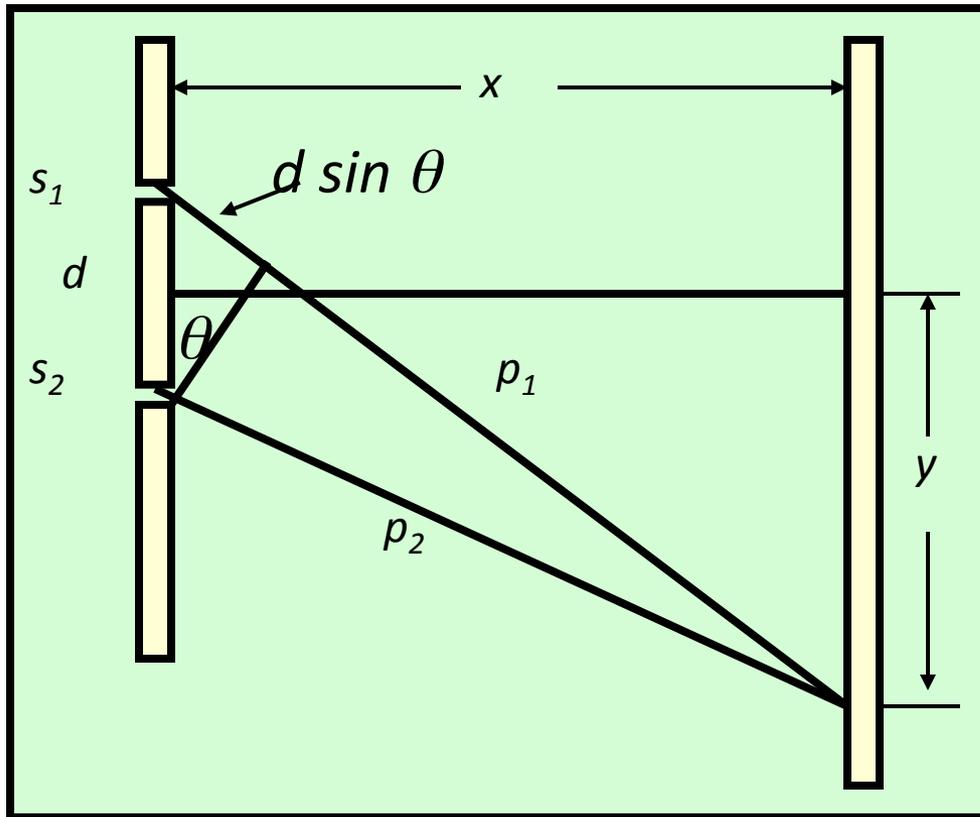
La interferencia es constructiva cuando la diferencia de fase con la que llega la luz de cada fuente es $2m\pi$ y destructiva cuando es $(2m+1)\pi$. Esto corresponde a las siguientes diferencias de camino óptico recorrido desde cada nueva fuente:

$$\text{d.c.o.} = m \lambda \quad \text{constructiva}$$

$$\text{d.c.o.} = (m+1/2) \lambda \quad \text{destructiva}$$



Ubicación de las franjas claras y oscuras



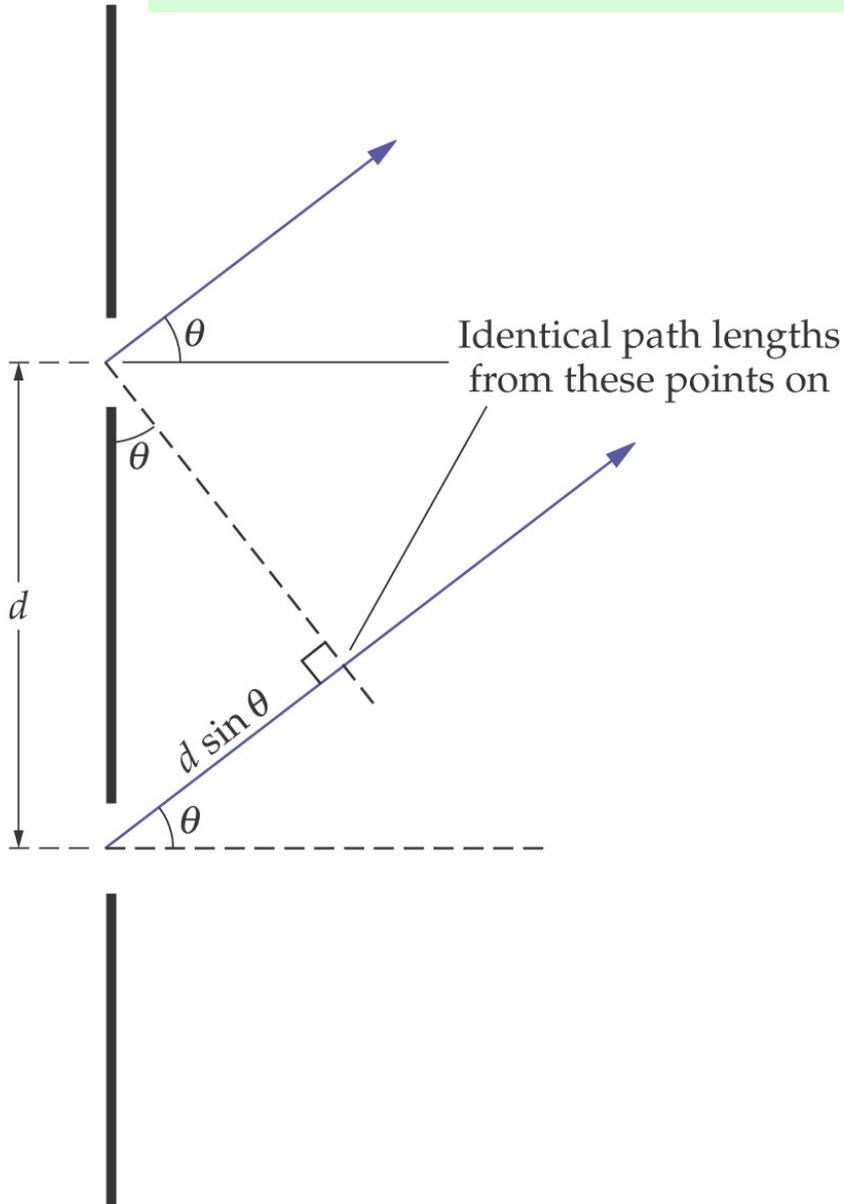
La diferencia de camino Δp depende de la distancia entre las fuentes, d , y del punto en la pantalla (determinado por θ).

$$\Delta p = p_1 - p_2$$
$$\Delta p = d \sin \theta$$

Franjas claras: $d \sin \theta = n\lambda, n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Franjas oscuras: $d \sin \theta = n\lambda/2, n = 1, 3, 5, \dots$

Obtuvimos la relación entre la d.c.o., los parámetros del problema y la posición en la pantalla en esta aproximación



El ángulo θ determina el punto en la pantalla:

$$y = L \tan(\theta) = L \sin(\theta) = L \theta$$

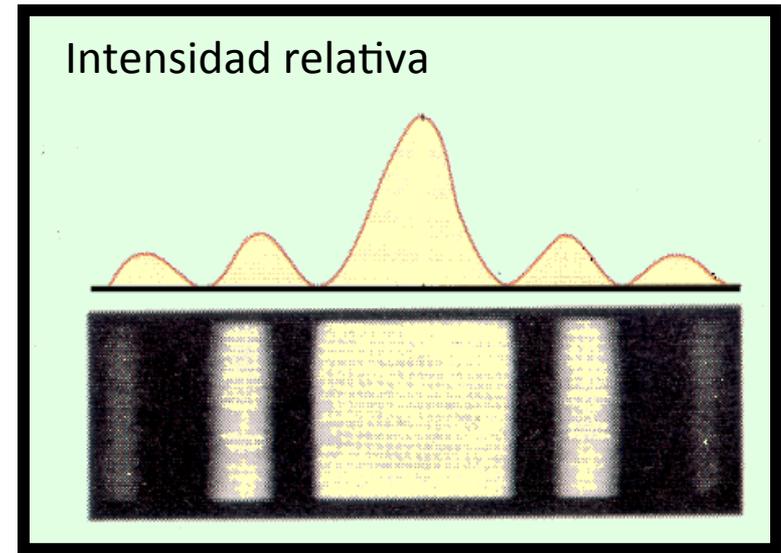
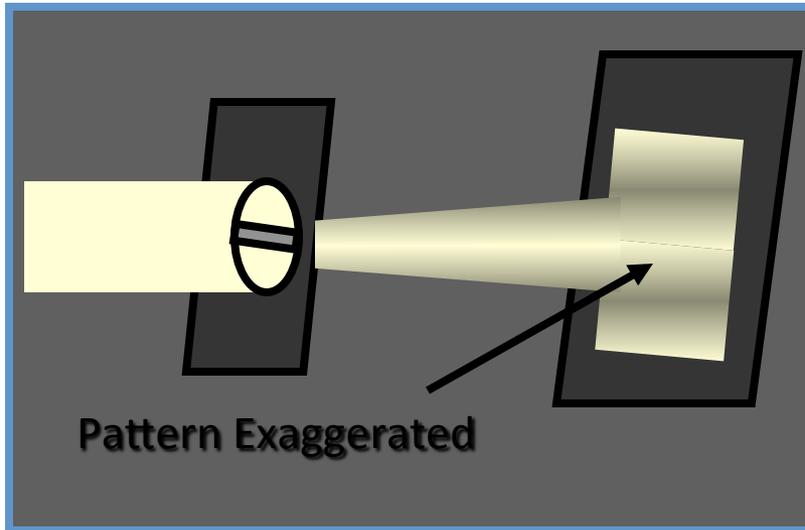
con L la distancia del plano de las rendijas a la pantalla.

Por lo que la diferencia de camino óptico es:

$$\text{d.c.o.} = d \sin(\theta) = d y/L$$

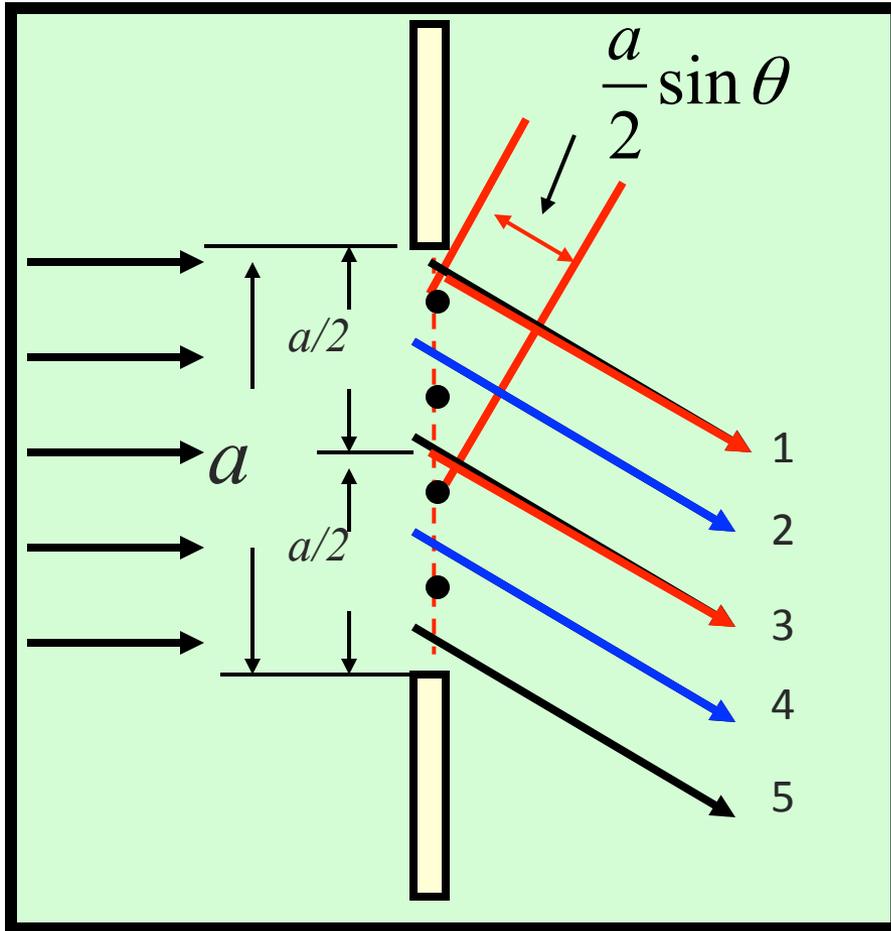
Difracción (interferencia por una única rendija)

Cuando luz monocromática atraviesa una única rendija la difracción (la deformación del frente de onda en los bordes de la rendija) produce un patrón de interferencia. En este caso son infinitas fuentes puntuales las que interfieren entre sí.



La interferencia ocurre porque la luz proveniente de las "infinitas fuentes" recorre distintos caminos y por eso llega con distinta fase a la pantalla.

Patrón de difracción



Para cada rayo hay otro que recorre un camino cuya diferencia respecto del primero difiere de modo que la interferencia es destructiva.

Cada punto sobre la rendija actúa como una fuente puntual

La diferencia de camino entre los rayos 1 y 3 y entre el 2 y el 4 es:

$$\Delta p = \frac{a}{2} \sin \theta$$

"a" es lo que llamamos "b" en la clase

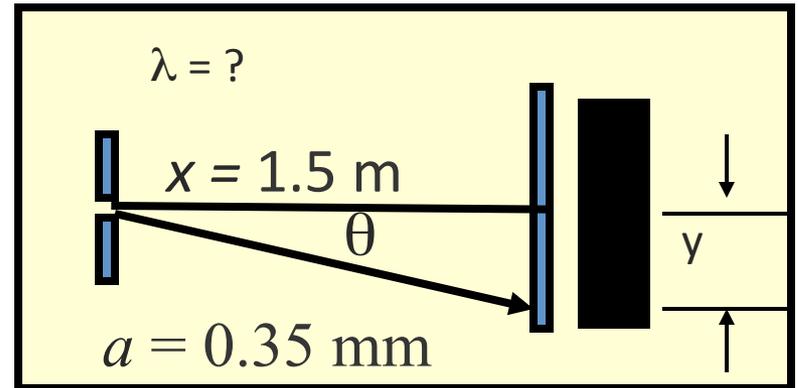
Primera franja oscura:

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

Las otras franjas oscuras se ubican en ángulos que son múltiplos enteros de la fracción λ/a .

Ejemplo: Luz monocromática y una rendija de 0.45 mm de ancho. La pantalla está a 1.5 m de la rendija y la primera franja oscura está desplazada 2 mm respecto del máximo central.

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

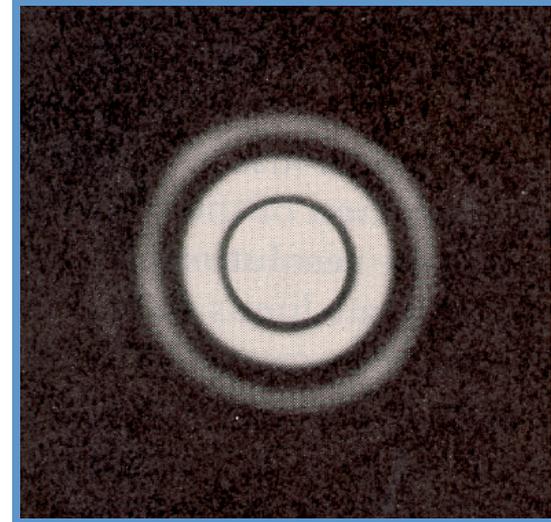
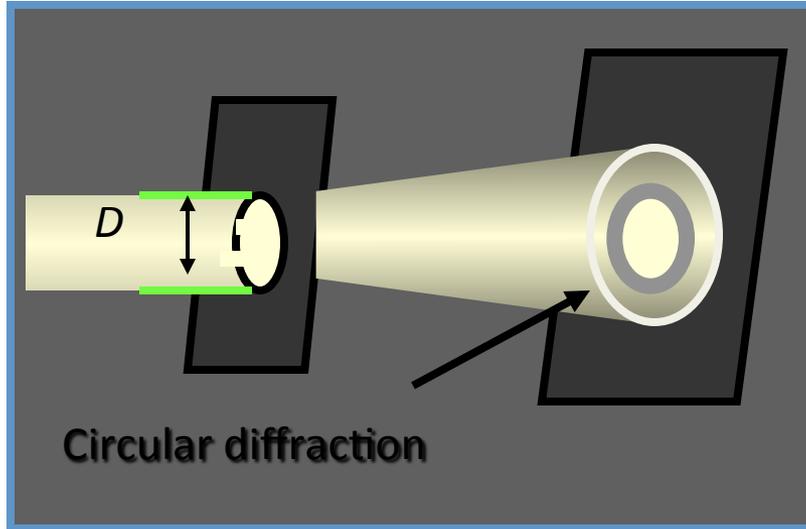


$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y}{x}; \quad \frac{y}{x} = \frac{\lambda}{a}; \quad \lambda = \frac{ya}{x}$$

$$\lambda = \frac{(0.002 \text{ m})(0.00045 \text{ m})}{1.50 \text{ m}}$$

En este caso la longitud de onda es; $\lambda = 600 \text{ nm}$

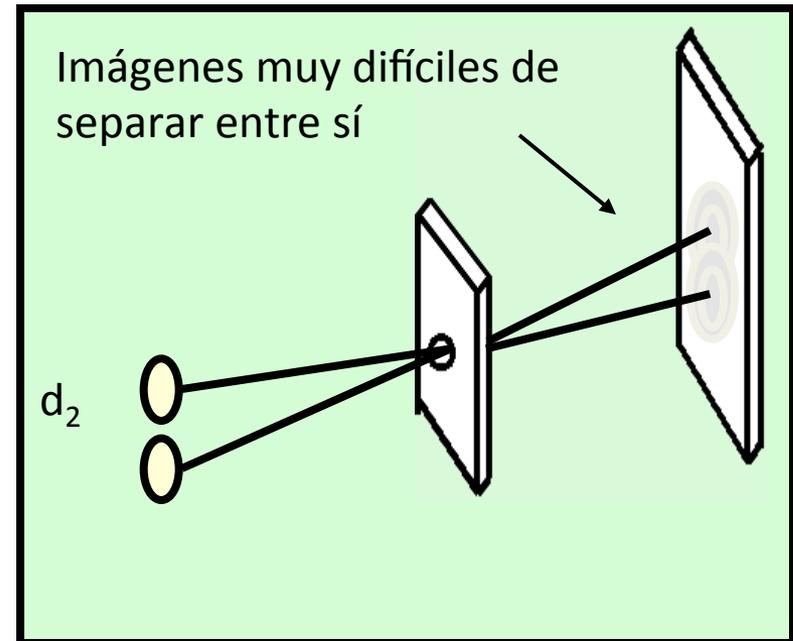
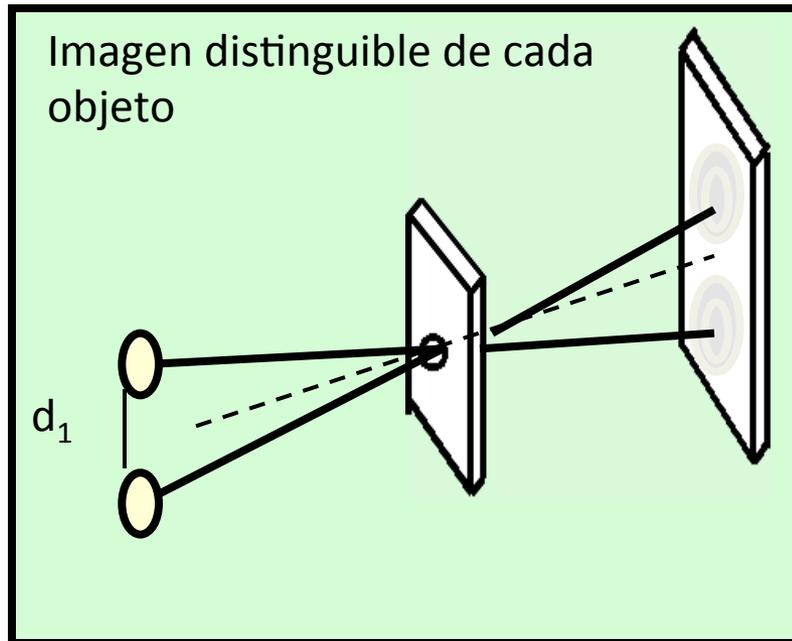
Rendija circular



Disco de Airy

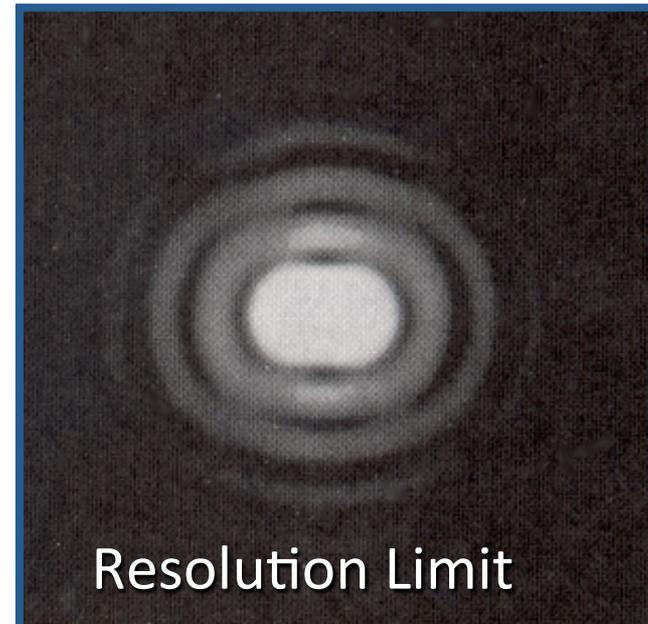
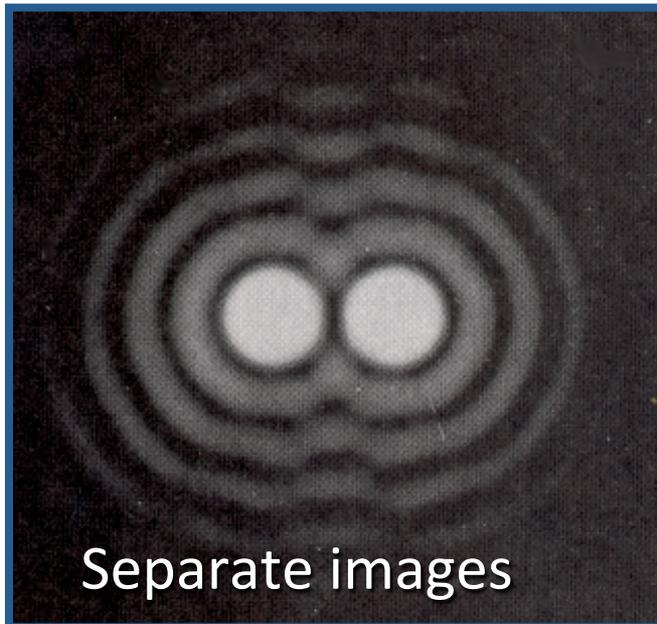
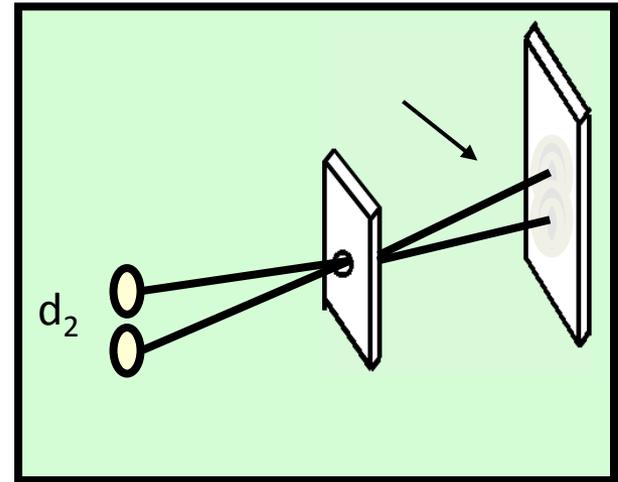
La difracción limita la resolución de las imágenes en instrumentos ópticos.

Supongamos que la luz pasa por un agujero circular. Si queremos mirar la imagen de dos objetos y éstos están muy cerca uno del otro, sus patrones de difracción se superponen y puede ser imposible distinguirlos.



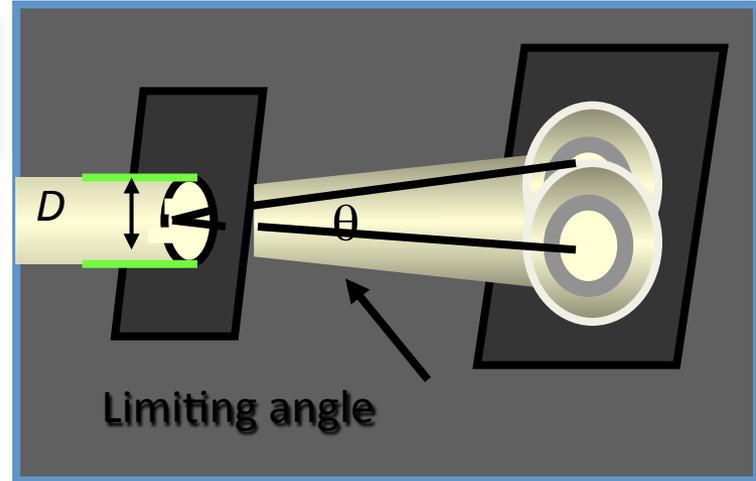
Límite de resolución

El límite corresponde al caso en que el máximo del patrón de difracción de un objeto coincide con el primer mínimo del patrón del otro.



Poder de resolución de los instrumentos

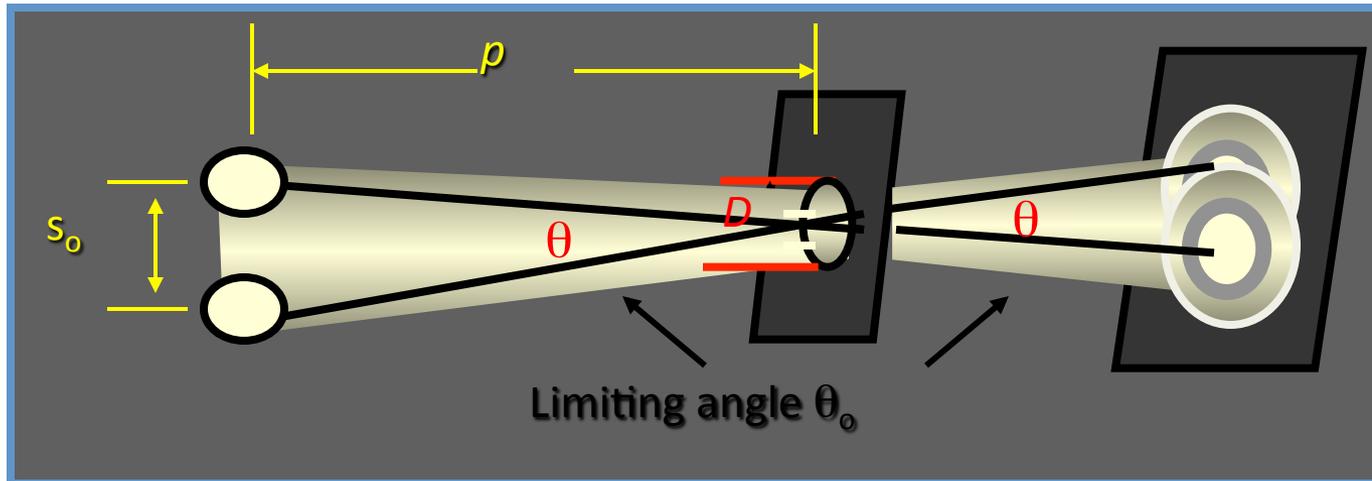
Es una medida de cuánto pueden distinguirse dos objetos entre sí.



Para ángulos pequeños, $\sin \theta \cong \theta$, y el ángulo límite para la resolución en el caso de una apertura circular es:

$$\theta_0 = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

Resolución y distancia

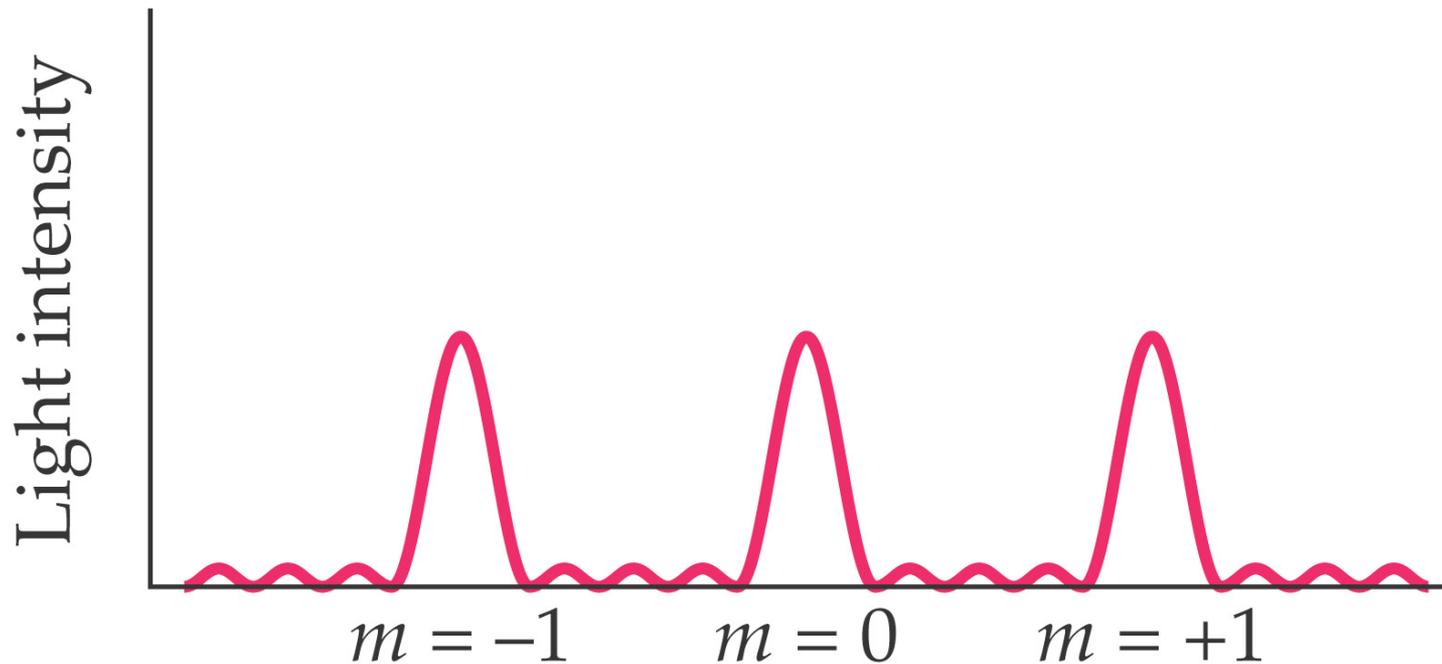


Ángulo de resolución
límite:

$$\theta_0 = 1.22 \frac{\lambda}{D} = \frac{s_0}{p}$$

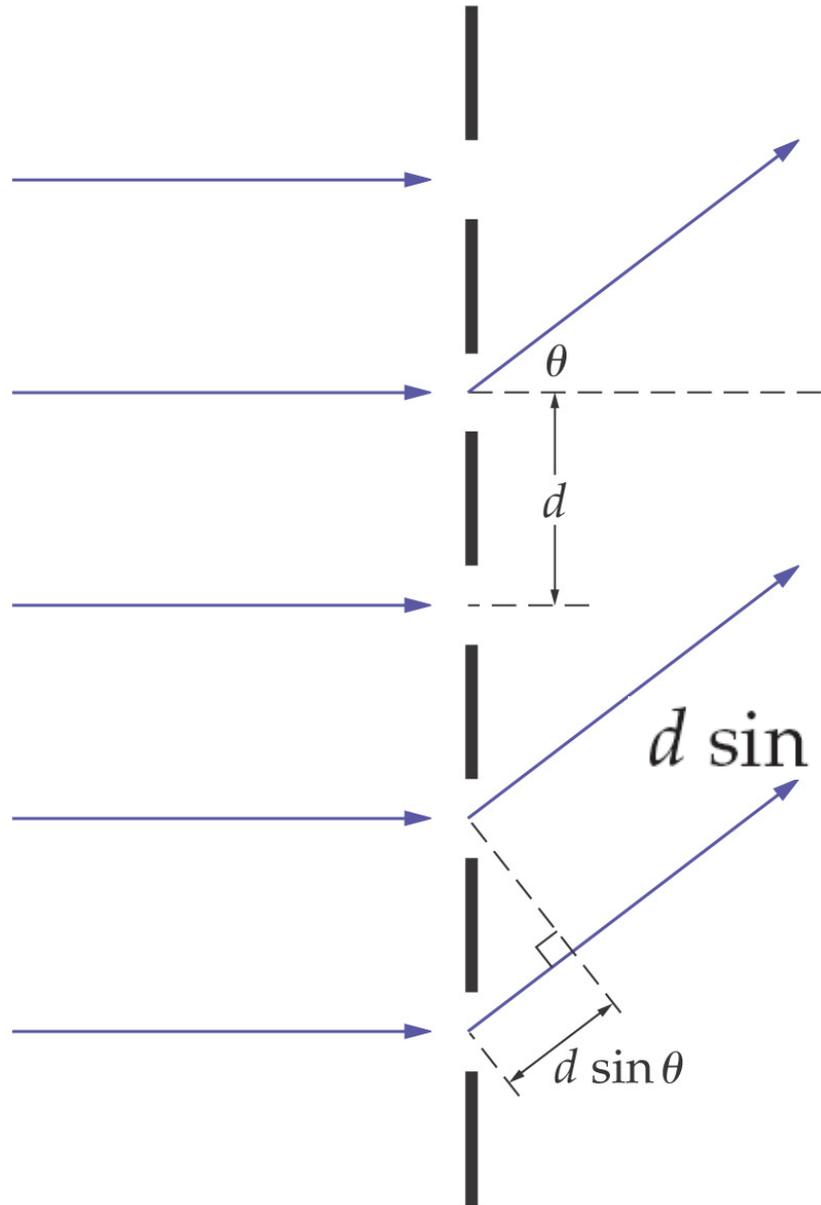
Redes de difraccion

Por ejemplo, un sistema con muchas rendijas. A medida que crece el numero de rendijas los picos se vuelven mas angostos e intensos.



Redes de difraccion

Las posiciones de los picos son distintas para los distintos colores.



$$d \sin \theta = m \lambda$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Ecuacion de la red

Los maximos estan en

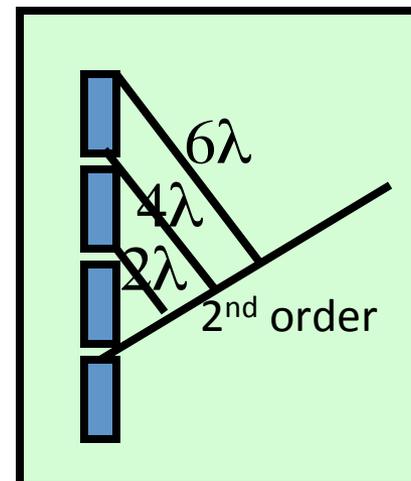
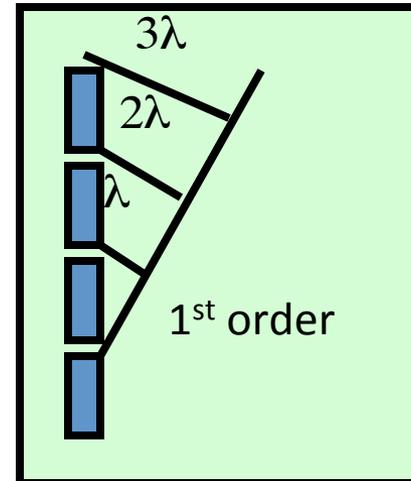
$$d \sin \theta = n\lambda \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

d = slit width (spacing)

λ = wavelength of light

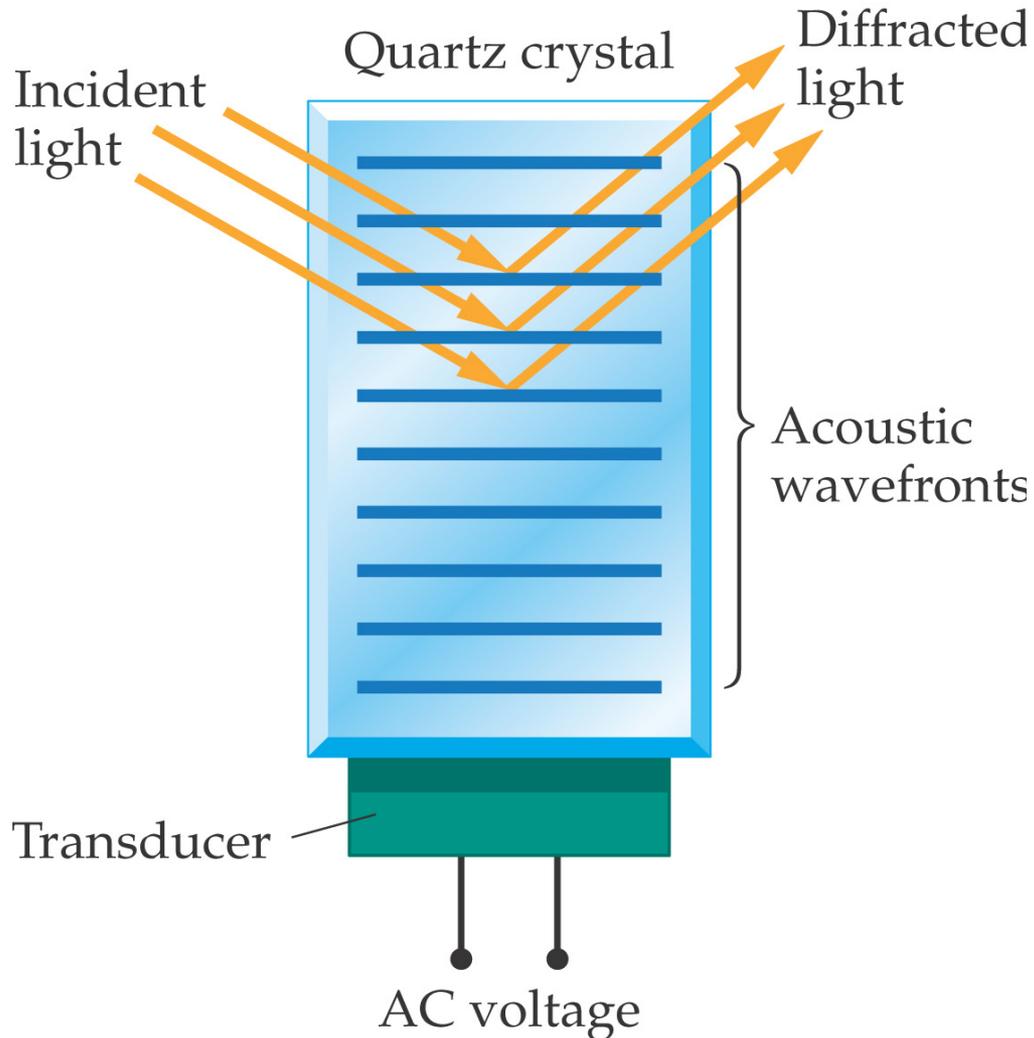
θ = angular deviation

n = order of fringe



Redes de difraccion

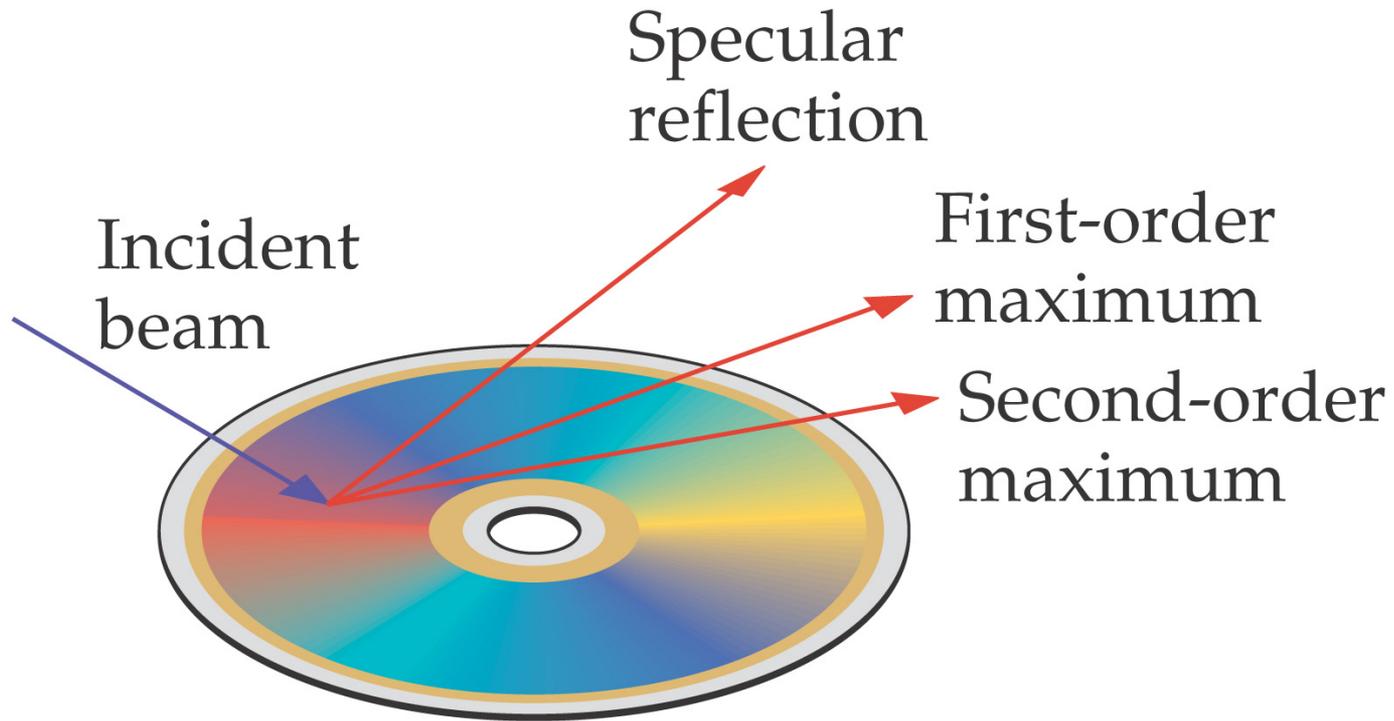
Hay muchas formas de construir redes (que ademas pueden ser por transmision o reflexion)



En un modulador acusto-optico por ejemplo la luz es difractad por ondas acusticas que se forman en el cristal. Apagando el sonido desaparece la red. Cambiando su frecuencia se cambian sus características.

Redes de difraccion

La difraccion se ve tambien cuando la luz se refleja sobre una superficie con “valles” delgados. Por ejemplo, un CD grabado. Las alas de algunos insectos tambien producen el fenomeno, por ejemplo, las alas de algunas mariposas.





El color e intensidad de la luz reflejada depende de la orientación relativa entre el disco y el ojo