

Tanque de ondas 1026082

Manual de usuario

11/25 Alf/GH/UD



- 1 Estroboscopio LED flexible con soporte magnético
- 2 Recipiente para agua
- 3 Cuerpos de inmersión
- 4 Pantalla de observación
- 5 Cables de conexión para generador de vibraciones
- 6 Conexión del estroboscopio
- 7 Generador de frecuencia

- 8 Interruptor de encendido/apagado
- 9 Nivel de burbuja
- 10 Excitadores de ondas
- 11 Tornillos de nivelación
- 12 Soporte con base para generador de vibraciones
- 13 Manguera de drenaje
- 14 Generador de vibraciones
- 15 Brazo de conexión para excitadores de ondas

1. Instrucciones de seguridad

Los componentes de vidrio del tanque de ondas pueden romperse si no se manipulan correctamente.

- No someta el tanque de ondas a fuerzas mecánicas excesivas.

2. Equipo suministrado

- 1 Tanque ondulado con espejo de proyección, pantalla de observación y manguera de drenaje
- 1 Estroboscopio LED flexible con soporte magnético
- 1 Generador de frecuencia
- 1 Fuente de alimentación enchufable, 12 V CC
- 1 Interruptor de encendido/apagado
- 1 Generador de vibraciones
- 1 Soporte con base para generador de vibraciones
- 2 Cables de conexión para generador de vibraciones
- 1 Brazo de conexión para excitadores de ondas
- 1 Juego de 4 excitadores de ondas (ondas planas, ondas circulares, dos/cuatro ondas circulares interferentes)
- 1 Juego de 7 cuerpos de inmersión (prisma, lente biconvexa, lente bicóncava, tres cuboides largos/un cuboide corto)
- 1 Nivel de burbuja
- 1 Estuche de almacenamiento

3. Descripción

El tanque de ondas se utiliza para demostrar claramente fenómenos ondulatorios fundamentales, como la generación de ondas planas y circulares, la refracción, la reflexión, la difracción y la interferencia, visualizados a través de ondas de agua proyectadas en una pantalla de observación.

El tanque de ondas está compuesto por un marco de aluminio con una cubeta poco profunda con fondo de cristal. El fondo de cristal incluye una abertura con una manguera de drenaje para vaciar el agua. La cubeta se nivela utilizando un nivel de burbuja y cuatro patas ajustables en altura situadas en la parte inferior del tanque de ondas. Las ondas planas o circulares se generan en el agua mediante oscilaciones mecánicas localizadas, cuya frecuencia y amplitud se ajustan en el generador de frecuencia.

Una lámpara LED con soporte magnético ilumina el tanque desde arriba, funcionando como un estroboscopio con frecuencia síncrona o asíncrona. El marco contiene un espejo angular que proyecta las ondas sobre una pantalla de observación. El estroboscopio se conecta a través de una toma de tres clavijas situada en el lado izquierdo del generador de frecuencia.

El generador de frecuencia permite ajustar por separado la frecuencia del estroboscopio y la frecuencia y amplitud de la generación de ondas. La frecuencia ajustada se muestra continuamente en el generador de frecuencia, mientras que la amplitud se muestra temporalmente cuando se cambia. La alimentación se suministra a través de una fuente de alimentación enchufable.

La generación de ondas se realiza mediante un generador de vibraciones. Se utiliza un soporte con una base para montar y colocar el generador de vibraciones. Dentro del tubo de la base hay un muelle helicoidal que actúa como amortiguador. Los excitadores de ondas están acoplados mecánicamente mediante un brazo de conexión. La alimentación se suministra a través de dos cables de conexión mediante el generador de frecuencia. Hay disponibles varios excitadores de ondas y cuerpos de inmersión para realizar experimentos.

El tanque de ondas tiene dos muescas laterales para facilitar su manejo y transporte.

3.1 Elementos de funcionamiento: generador de frecuencia

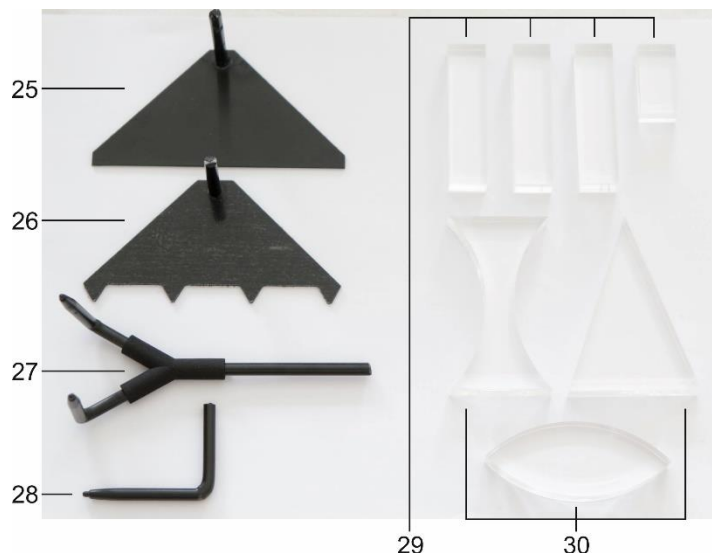


- 16 Perillas para ajustar la frecuencia del vibrador en modo síncrono
- 17 Perillas para ajustar la frecuencia del vibrador en modo asíncrono
- 18 Pantalla de frecuencia
- 19 Perillas para ajustar la amplitud del vibrador
- 20 Interruptor para funcionamiento síncrono/asíncrono



- 21 Interruptor de encendido/apagado para iluminación estroboscópica
- 22 Toma de conexión para estroboscopio
- 23 Toma de conexión para fuente de alimentación enchufable
- 24 Conectores para generador de vibraciones

3.2 Accesorios



- 25 Excitador para ondas planas
- 26 Excitador para cuatro ondas circulares interferentes
- 27 Excitador para dos ondas circulares interferentes
- 28 Excitador para ondas circulares

- 29 Cuerpos de inmersión: tres cubos largos y un cubo corto
- 30 Cuerpos de inmersión: prisma, lente biconcava y lente biconvexa

4. Datos técnicos

Dimensiones

- Depósito: aprox. 400 x 300 x 330 mm³
- Depósito de agua (super-aprox. 360 x 260 mm² fície útil de cristal):
- Pantalla de observación: aprox. 395 x 320 mm²
- Espejo de proyección: aprox. 420 x 395 mm²

Lámpara estroboscópica

- Fuente de luz: LED 3 W
- Diámetro: 34 mm
- Frecuencia máxima: 60 Hz

Generador de frecuencia

- Dimensiones: aprox. 170 x 110 x 50 mm³

Rango de frecuencia: 1 – 60 Hz, ajustable en pasos de 1 Hz
 Ajuste de amplitud: 1 – 30 %
 Tensión de alimentación: 12 V CC / 1 A de salida 100 – 240 V de entrada

Generador de vibraciones

Dimensiones: aprox. 110 x 90 x 110 mm³
 Corriente: máx. 400 mA
 Protección contra sobrecargas: fusible de 500 mA
 Conexión: Tomas de seguridad de 4 mm

5. Funcionamiento

Recomendación adicional:

1 Vaso de precipitados, 800 ml, forma alta	1025694
1 Bote pulverizador 500 ml	1009812
Agua	

- Coloque el tanque de ondas con la pantalla de observación hacia delante sobre una superficie nivelada y libre de vibraciones.
- Desatornille las cuatro patas regulables en altura de la parte inferior del tanque ondulado hasta que pueda deslizar el soporte con la base para el generador de vibraciones debajo del tanque ondulado sin tocarlo.
- Utilice el nivel de burbuja y las patas regulables en altura para alinear el tanque ondulado en posición horizontal.
- Fije la manguera de drenaje en la abrazadera del tanque de ondas de manera que quede apuntando hacia arriba.
- Deslice el soporte con la base para el generador de vibraciones debajo de la parte central derecha del tanque de ondas, con el extremo puntiagudo de la base mirando hacia el tanque. Si es necesario, gire y fije el soporte en la base de modo que su extremo puntiagudo también mire hacia el tanque.
- Utilice el nivel de burbuja y los dos tornillos de nivelación de la base para alinear el soporte horizontalmente.
- Coloque el generador de vibraciones en el soporte con el panel de control mirando hacia delante.
- Fije el brazo de conexión para los excitadores de ondas en la punta del soporte utilizando su base magnética y fíjelo al pasador del generador de vibraciones con el tornillo moleteado.

- Inserte el excitador de ondas deseado en el brazo y fíjelo con el tornillo moleteado.
- Conecte el generador de frecuencia y el generador de vibraciones utilizando los dos cables de seguridad de 4 mm.
- Monte el estroboscopio en el exterior del tanque de ondas utilizando el soporte magnético y conéctelo al generador de frecuencia utilizando el cable de tres clavijas.
- Conecte el generador de frecuencia a la fuente de alimentación utilizando el interruptor de encendido/apagado y el adaptador de corriente enchufable.
- Llene el tanque de ondas con 5 mm de agua.

Los cuerpos de inmersión se extenderán entonces por encima de la superficie del agua.

- Ajuste la profundidad de inmersión del excitador de ondas regulando la altura del soporte de modo que el borde inferior del excitador de ondas toque ligeramente la superficie del agua.
- Encienda el generador de frecuencia.

Al arrancar, el sistema está preajustado para funcionar de forma síncrona con una frecuencia de 30 Hz y una amplitud del 10 %. Con frecuencias síncronas del generador de ondas y el estroboscopio, se pueden visualizar patrones de ondas estacionarias; con ajustes asíncronos, aparecen ondas viajeras.

- Ajuste la altura y la posición del estroboscopio de modo que el tanque de ondas esté completamente iluminado.
- Realice el experimento. Ajuste la profundidad del agua, la posición del excitador de ondas, la frecuencia y la amplitud según sea necesario para optimizar la visualización de los fenómenos observados.
- Una vez finalizado el experimento, vacíe el tanque de ondas en un vaso de precipitados utilizando la manguera de drenaje.
- Seque cuidadosamente el dispositivo para evitar la acumulación de cal.

6. Ejemplos de experimentos

6.1 Generación de ondas

- Asegúrese de que el tanque de ondas esté lleno con 5 mm de agua.
- Inserte los excitadores de ondas adecuados uno tras otro en el brazo hasta que queden completamente asentados, fíjelos con el tornillo moleteado y genere ondas planas, ondas circulares u ondas circulares interferentes según corresponda (Fig. 1a - d). Ajuste la profundidad de inmersión de cada excitador de ondas fijando la altura del soporte de modo que el borde inferior del excitador de ondas toque ligeramente la superficie del agua.

6.2 Refracción

- Asegúrese de que el tanque de ondas esté lleno con 5 mm de agua.
- Inserte el excitador de ondas planas en el brazo hasta que quede completamente asentado y fíjelo con el tornillo moleteado.
- Coloque la lente biconvexa, la lente bicóncava o el prisma en el centro del tanque de ondas, unos centímetros delante del excitador de ondas.
- Proteja los bordes frontales de la lente bicóncava con dos cubos largos colocados en posición vertical (fig. 2b) para minimizar los efectos indeseados en los bordes, como los fenómenos de difracción e interferencia.
- Gire el prisma de modo que su lado largo, que mira en dirección opuesta al excitador de ondas, quede paralelo al excitador de ondas (fig. 2c).

El lado largo que mira hacia el excitador de ondas debe formar entonces un ángulo de aproximadamente 40° con él, correspondiente al ángulo del vértice del prisma.

- Añada agua hasta que el cuerpo de inmersión quede completamente cubierto.
- Ajuste la profundidad de inmersión del excitador de ondas fijando la altura del soporte de modo que el borde inferior del excitador de ondas toque ligeramente la superficie del agua.

Para observar la refracción, el cuerpo de inmersión solo debe estar cubierto por el agua.

- Encienda el generador de frecuencia y observe la pantalla de observación. Utilice, por ejemplo, una botella de lavado para eliminar el agua del tanque de ondas hasta que la refracción sea visible detrás del cuerpo de inmersión. Ajuste la profundidad de inmersión del excitador de ondas y, si es necesario, la frecuencia y la amplitud para optimizar la visualización.

- Repita el experimento con los otros cuerpos de inmersión.

Detrás de la lente biconvexa se forman ondas circulares convergentes que se enfocan en un punto (fig. 2a). Detrás de la lente bicóncava, las ondas circulares divergentes parecen originarse en un punto focal virtual situado delante de la lente (fig. 2b). El prisma desvía las ondas planas (fig. 2c).

Por encima de los cuerpos sumergidos, la profundidad del agua es significativamente menor que en la zona circundante. En estas regiones poco profundas, la velocidad de las olas disminuye, lo que da lugar a una longitud de onda más corta. En consecuencia, a medida que las olas pasan de aguas más profundas a aguas menos profundas, se refractan, de forma similar a las ondas de luz que pasan de un medio ópticamente menos denso a otro más denso.

6.3 Reflexión

- Asegúrese de que el tanque de ondas esté lleno con 5 mm de agua.
- Inserte el excitador de ondas planas en el brazo hasta que quede completamente asentado y fíjelo con el tornillo moleteado. Ajuste la profundidad de inmersión fijando la altura del soporte de manera que el borde inferior del excitador de ondas toque ligeramente la superficie del agua.
- Coloque la lente biconvexa o la lente bicóncava en el tanque de ondas y observe el patrón de reflexión.

Cuando las ondas planas se reflejan en obstáculos curvos, la lente biconvexa actúa como un espejo convexo (fig. 3a), mientras que la lente bicóncava se comporta como un espejo cóncavo (fig. 3b).

- Coloque los tres cuboides largos en un ángulo de 45° delante del excitador de ondas para formar un obstáculo recto y continuo.

Cuando las ondas planas se reflejan en un obstáculo recto, este se comporta como un espejo plano. Las ondas reflejadas siguen siendo planas y la longitud de onda no cambia. Se aplica la ley de la reflexión: ángulo de incidencia = ángulo de reflexión (fig. 3c).

- Repita el experimento utilizando el excitador para ondas circulares. Acerque el obstáculo recto al generador de ondas para este experimento.

Cuando las ondas circulares se reflejan en un obstáculo recto, este actúa como un espejo plano. Las ondas reflejadas siguen siendo circulares, y su origen aparece en un punto virtual detrás del obstáculo recto, simétrico al punto de excitación (fig. 3d).

6.4 Difracción

- Asegúrese de que el tanque de ondas esté lleno con 5 mm de agua.
- Inserte el excitador para ondas planas en el brazo hasta que quede completamente asentado y fíjelo con el tornillo moleteado. Ajuste la profundidad de inmersión fijando la altura del soporte de modo que el borde inferior del excitador de ondas toque ligeramente la superficie del agua.
- Utilizando dos cubos largos, cree secuencialmente una única rendija con tres anchuras diferentes: 1) significativamente más ancha que la longitud de onda, 2) ligeramente más ancha que la longitud de onda y 3) más pequeña que la longitud de onda.

En el primer caso, las ondas planas pasan a través de la rendija prácticamente sin cambios. Las ondas circulares con una amplitud más débil se propagan hacia la región sombreada desde los bordes (fig. 4a). En el segundo caso, las ondas circulares que se originan en los bordes de la rendija interfieren entre sí. Esto produce máximos y mínimos de interferencia dispuestos a lo largo de hipérbolas, con los bordes de la rendija actuando como fuentes de excitación de ondas (fig. 4b). En el tercer caso, se forman ondas circulares y la rendija se comporta como una fuente puntual (fig. 4c).

- Coloque un cuboide largo en el tanque de ondas como obstáculo.

Los bordes del cuboide actúan como fuentes de ondas circulares que también se propagan hacia la región sombreada e interfieren detrás del cuboide (fig. 4d).

6.5 Interferencia

- Asegúrese de que el tanque de ondas esté lleno con 5 mm de agua.
- Inserte los excitadores para dos y cuatro ondas circulares interferentes en el brazo uno tras otro y fíjelos con el tornillo moleteado. Ajuste la profundidad de inmersión de los excitadores de ondas regulando la altura del soporte de modo que los bordes inferiores de los excitadores apenas toquen la superficie del agua.
- Observe los patrones de interferencia.

Los máximos y mínimos de interferencia se encuentran a lo largo de hipérbolas, con puntos focales en las posiciones de excitación de las ondas (Fig. 1c, d).

- Inserte el excitador para ondas planas en el brazo hasta que quede completamente asentado y fíjelo con el tornillo moleteado. Ajuste la profundidad de inmersión regulando la altura del soporte de modo que el borde inferior del excitador de ondas toque ligeramente la superficie del agua.
- Utilice dos cubos largos y el cubo corto para crear una doble rendija.
- Observe los patrones de interferencia.

Los patrones de interferencia detrás de la doble rendija se asemejan a los producidos por el excitador para dos ondas circulares interferentes. Según el principio de Huygens, se generan simultáneamente en ambas rendijas frentes de onda circulares con frecuencia y amplitud idénticas (fig. 5).

6.6 Determinación de la longitud de onda

Para determinar la longitud de onda, se debe tener en cuenta el factor de aumento b .

El factor de aumento b se puede calcular, por ejemplo, colocando la lente biconcava en el tanque de ondas y comparando su tamaño real A con el tamaño de su imagen A' en la pantalla de observación:

$$b = A'/A$$

A continuación, se determina la longitud de onda real λ a partir de la longitud de onda λ' medida en la pantalla de observación:

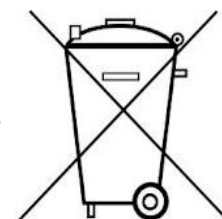
$$\lambda = \lambda'/b$$

7. Almacenamiento y mantenimiento

- Guarde el tanque de ondas en un lugar libre de polvo.
- Seque bien el tanque de ondas después de su uso para evitar que se formen manchas de agua y depósitos de cal.

8. Eliminación

- El embalaje debe desecharse en los puntos de reciclaje locales.
- Si necesita desechar el equipo, nunca lo tire a la basura doméstica normal. Se aplicarán las normativas locales para la eliminación de equipos eléctricos.



Generación de ondas

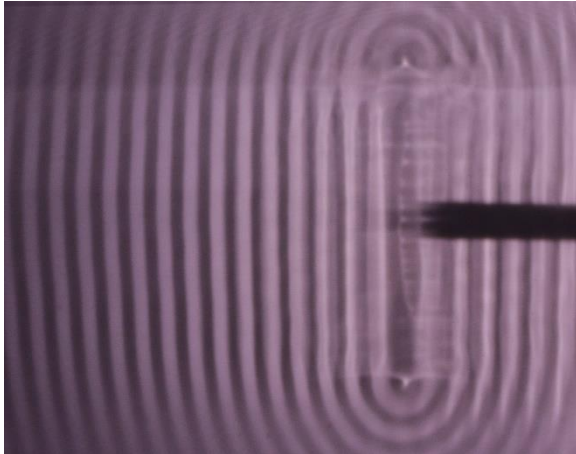


Fig. 1a: Generación de ondas planas

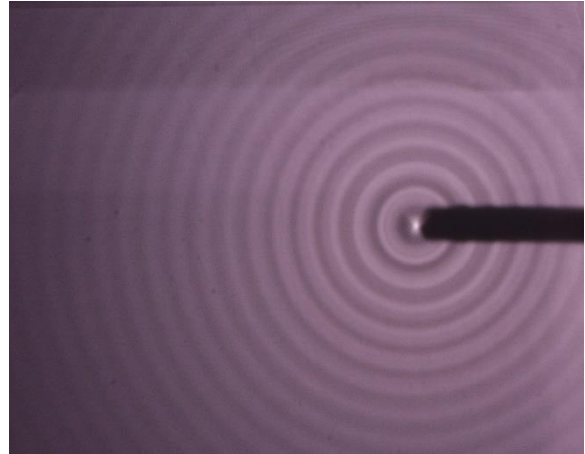


Fig. 1b: Generación de ondas circulares

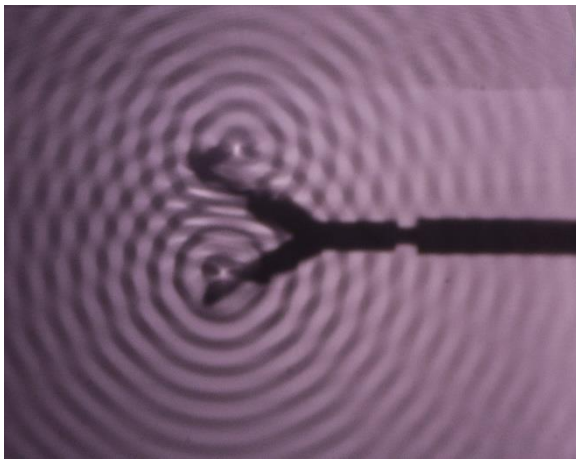


Fig. 1c: Generación de dos ondas circulares interferentes

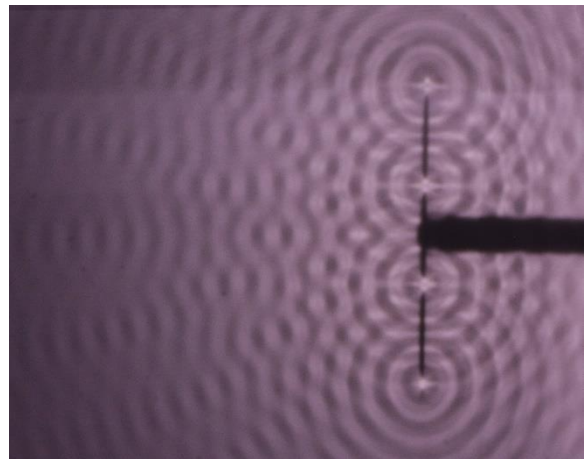


Fig. 1d: Generación de cuatro ondas circulares interferentes

Refracción

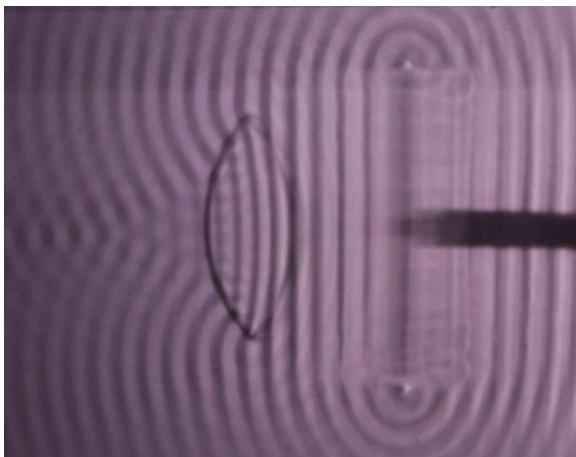


Fig. 2a: Refracción de ondas planas en una lente biconvexa



Fig. 2b: Refracción de ondas planas en una lente bicóncava. Los bordes frontales de la lente están protegidos por dos cubos largos colocados en posición vertical para minimizar los efectos indeseados en los bordes, como los fenómenos de difracción e interferencia.

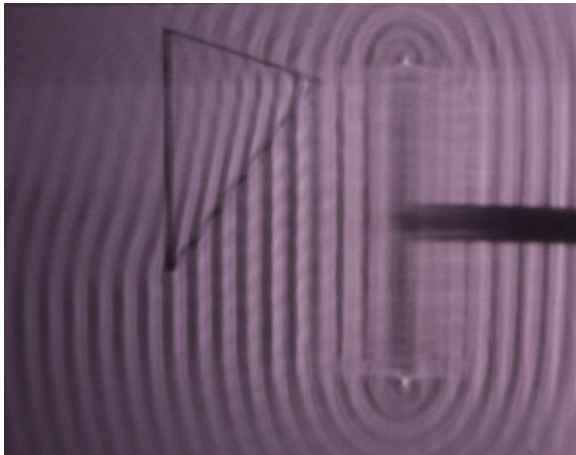


Fig. 2c: Refracción de ondas planas en un prisma.

Reflexión

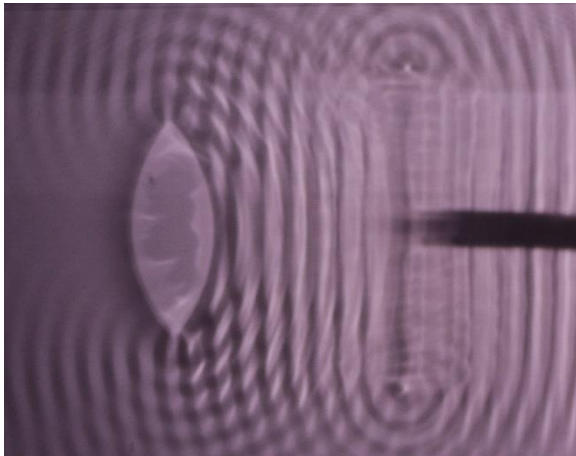


Fig. 3a: Reflexión de ondas planas en una lente bi-convexa.

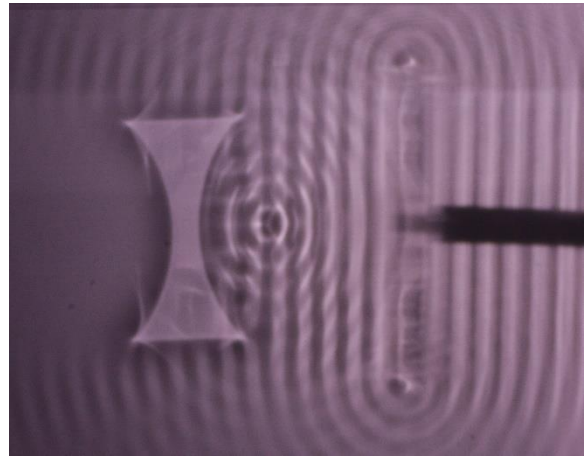


Fig. 3b: Reflexión de ondas planas en una lente bicóncava.

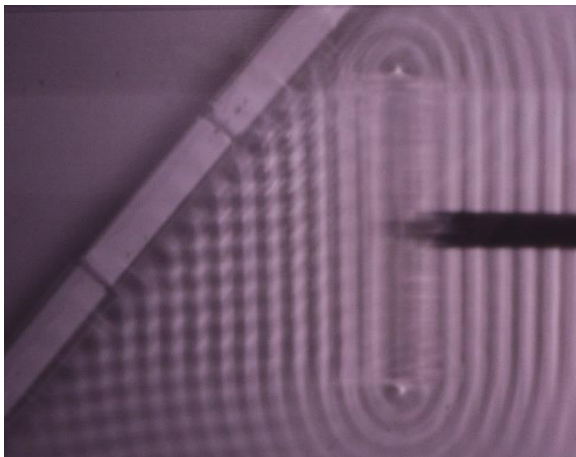


Fig. 3c: Reflexión de ondas planas en un obstáculo recto.

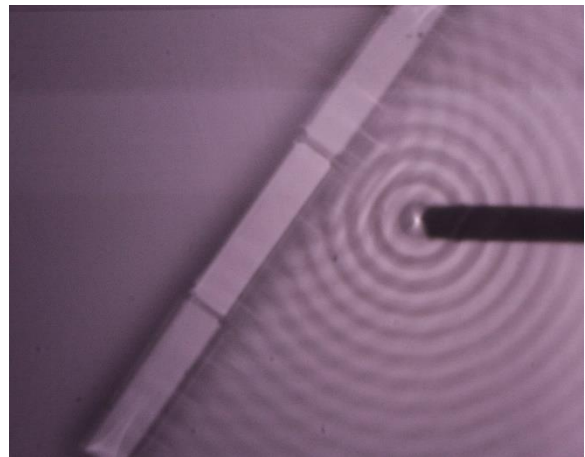


Fig. 3d: Reflexión de ondas circulares en un obstáculo recto

Difracción

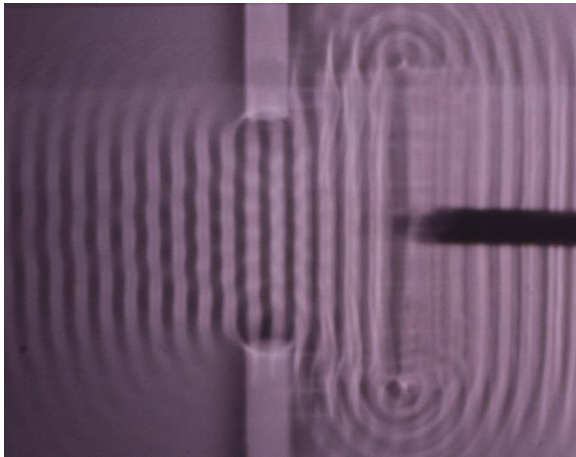


Fig. 4a: Difracción de ondas planas en una rendija con una anchura significativamente mayor que la longitud de onda

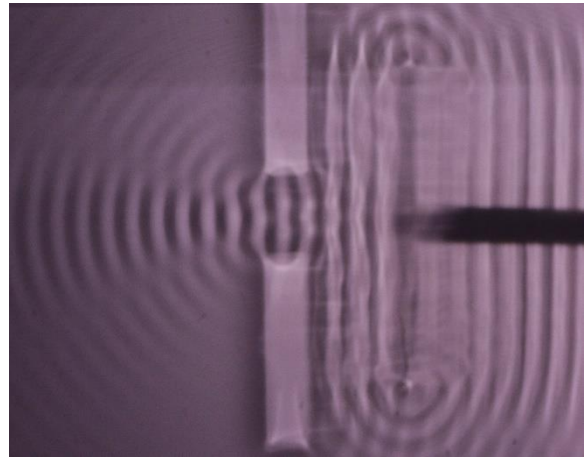


Fig. 4b: Difracción de ondas planas en una rendija con una anchura ligeramente mayor que la longitud de onda

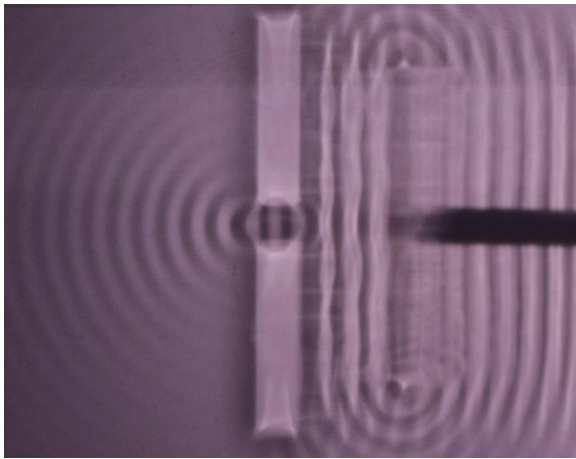


Fig. 4c: Difracción de ondas planas en una rendija con una anchura menor que la longitud de onda

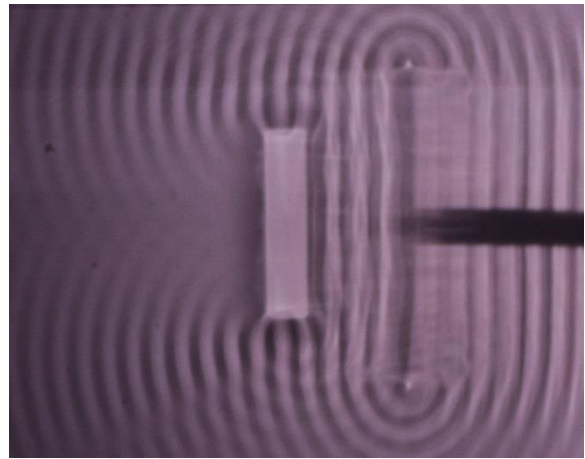


Fig. 4d: Difracción de ondas planas en los bordes de un cuboide

Interferencia

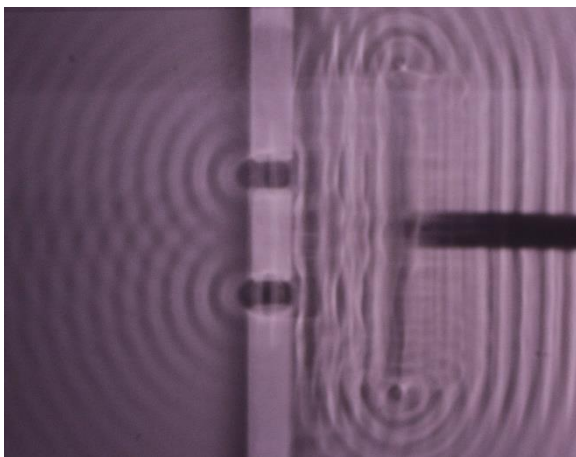


Fig. 5: Interferencia en la doble rendija