

# Interferencia y difracción de ondas de agua en cubeta



Física

Acústica

Movimiento ondulatorio



Nivel de dificultad

difícil

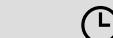


Tamaño del grupo

-



Tiempo de preparación



Tiempo de ejecución

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/6067dee69b2e6a00036096c8>

**PHYWE**

## Información para el profesor

### Aplicación



Fig.1: Montaje experimental

La comprensión de la interferencia permite el estudio de todos los campos que investigan o utilizan ondas. Dado que la luz puede manifestarse como una onda, la comprensión de la interferencia es especialmente importante para campos como la astronomía, la física de partículas y la tecnología láser.

## Información adicional para el profesor (1/2)



Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de principio.

### Conocimiento

previo



### Principio

Se genera simultáneamente un conjunto de ondas de agua circulares y se observa la interferencia resultante. En aumentando el nón de ondas circulares que interfieren, se puede verificar el Principio de Huygens. Con la ayuda de ondas de agua planas, fenómenos de difracción de las ondas en diferentes obstáculos (rendija, borde, doble-ranura, etc.) son investigado. En otro experimento, el principio de "phased array antenas" pueden ser demostradas. Para hacer, se generan dos ondas circulares que interfieren y el patrón de interferencia resultante al variar el Se observa la fase de una de las ondas circulares con respecto a la otra.

## Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



Los conocimientos previos necesarios para este experimento se encuentran en la sección de principio.

### Conocimiento

previo



### Principio

Se genera simultáneamente un conjunto de ondas de agua circulares y se observa la interferencia resultante. En aumentando el nón de ondas circulares que interfieren, se puede verificar el Principio de Huygens. Con la ayuda de ondas de agua planas, fenómenos de difracción de las ondas en diferentes obstáculos (rendija, borde, doble-ranura, etc.) son investigado. En otro experimento, el principio de "phased array antenas" pueden ser demostradas. Para hacer, se generan dos ondas circulares que interfieren y el patrón de interferencia resultante al variar el Se observa la fase de una de las ondas circulares con respecto a la otra.

## Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



### Objetivo

El objetivo de este experimento es investigar el comportamiento de interferencia de las ondas de agua.

1. Utilizar el peine para generar dos ondas circulares y observar el resultado de las interferencias. Aumente la número de ondas circulares que interfieren hasta diez utilizando todos los dientes del peine para demostrar la Principio.
2. Generar agua de avión waves y utilizar una barrera para demostrar la difracción en un borde. A continuación, forme un y observar la difracción detrás de la rendija. Repite este experimento para una doble-raja.
3. Utilizando el generador de ondas integrado, así como el generador de ondas externo, generar dos circular y observar la interferencia. Varíar la fase de tl generador de ondas externas y observar el patrón de interferencia resultante para entender el principio de las "antenas phased array".



### Tareas

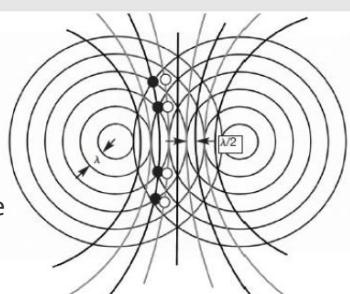
## Principio (1/4)

PHYWE

### Ondas estacionarias

Se forma un patrón de ondas estacionarias entre los generadores de ondas (dippers). La distancia entre los rayos brillantes y oscuras a lo largo de la conexión línea entre los generadores de ondas (onda estacionaria) es la mitad el tamaño de la longitud de onda de las ondas progresivas visibles cerca de los dos centros de excitación (Fig.2). El formación de una onda estacionaria puede también se vea en Fig.3.

Fig.2: Ilustración esquemática de la superposición visible de los campos de onda de dos generadores puntuales con longitud de onda  $\lambda$ . Los lugares en los que los trenes de ondas interfieren constructivamente (círculos llenos) se encuentran en la bflata



líneas; las que interfieren destructivamente (círculos sin rellenar) se encuentran en las líneas grises. En conjunto forman un patrón de onda estacionaria. Las hipérbolas de interferencia constructiva aparecen en la onda pat-terno como la luz-rayas de colores, las hipérbolas de destrucción de la interferencia activa aparece como rayas oscuras. A lo largo de la línea de conexión entre los excitadores, la onda estacionaria superpuesta generada tiene un longitud de onda de  $\lambda/2$

## Principio (2/4)

PHYWE

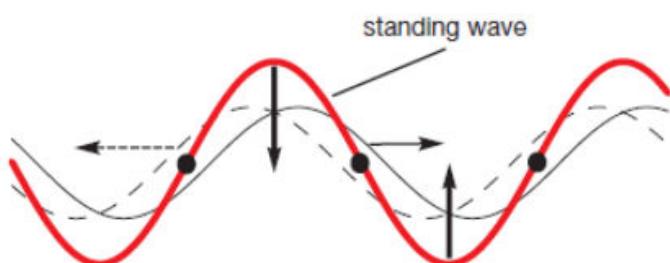


Fig.3: Formación de la onda estacionaria. Dos ondas con la misma frecuencia y la misma amplitud se propagan en op-nes opuestas (---y ——). Siempre que estas dos ondas interfieran, se producirá una onda estacionaria formados (gruesos rojolínea) como una superposición de ambas ondas. Los nodos son puntos de no desplazamiento donde la onda estacionaria resultante permanece nula en todo momento (las dos ondas en movimiento se anulan mutuamente). Los puntos entre dos nodos se llaman antinodos. Estos puntos son el resultado de la conntre de la estructura.r-ferencia de las dos ondas en movimiento.

## Principio (3/4)

PHYWE

En el modo de luz estroboscópica posterior, donde una diferencia de frecuencia  $\Delta f$  entre el estroboscopio la luz y la frecuencia del excitador permite reducir sustancialmente la velocidad de propagación de las ondas hacia abajo, se observa la misma longitud de onda entre los generadores de ondas que en la zona exterior. Un periódico cambio entre las crestas de las olas ay los valles se pueden ver. Este cambio periódico se explica en Fig.3.

Como los dos generadores de ondas oscilan en fase, se espera una interferencia constructiva (onda máxima amplitud) en todos los lugares para los que las siguientes relacionescadencia de la diferencia entre sus distancias de los dos excitadores es válido:

$$\Delta l = m\lambda (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

En las ubicaciones, cuya diferencia de trayectoria respecto a los centros de excitación es

$$\Delta l = \frac{2m+1}{2}\lambda (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \text{ las dos ondas se anulan mutuamente.}$$

## Material

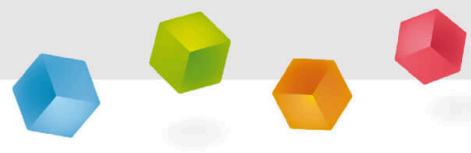
Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Cubeta de ondas de agua con led, completa	11260-88	1
2	GENERADOR DE VIBRACIONES EXTERNO PARA CUBETA DE ONDAS	11260-10	1

## Material

PHYWE

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	<a href="#">Cubeta de ondas de agua con led, completa</a>	11260-88	1
2	<a href="#">GENERADOR DE VIBRACIONES EXTERNO PARA CUBETA DE ONDAS</a>	11260-10	1

PHYWE



## Montaje y ejecución

7/22

## Montaje y ejecución (1/11)

PHYWE

Montar dos balancines en las posiciones finales de la peine fijarlo a la barra de montaje y mover la varilla de montaje al céntimetro de el bandeja de ondas (Fig.4). Asegúrarse de que los cazos entren en contacto con la superficie del agua por igual. Observe la imagen de la onda resultante a diferentes frecuencias (entre 15 Hz y 40Hz) en luz permanente modo. Los ajustes se realizan mediante el teclado del depósito de ondulación dispositivo (Fig.5). Si es necesario, unAjuste de la amplitud del excitador acadafrecuencia para que se produzcan patrones de onda claros. Comparar la longitud de onda cerca de los dos cazos - - donde las olas progresan de forma claramente visible - - con el líneaspacio en la zona entre las crestas. Es aconsejable hacerlo dibujando varias crestas de onda del prn área de olas en progreso y varias crestas de olas del área entre los dippers en la hoja de papel en el dibujotabla para facilitar la comparación de las longitudes de onda.

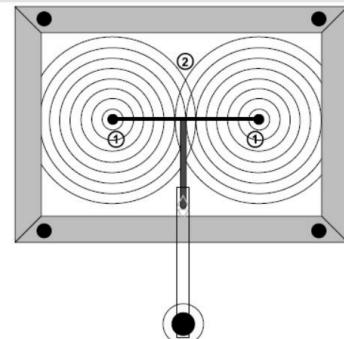


Fig.4: Disposición para la interferencia de dos frentes de onda circulares que se mueven in direcciones opuestas. El peine-El excitador de ondas conformadas está dotado de dos volcadores (1) para obtener un patrón de interferencia distinto (2)

## Montaje y ejecución (2/11)

PHYWE

Luego, cambiar al modo de luz estroboscópica (botón "LED") y seleccionar un diferencial de frecuencia entre iluminación estroboscópica y frecuencia de excitación entre - -0.5 Hz y -1.5Hz. Anotar sus observaciones. A continuación, volver a cambiar al modo de luz permanente. Fije cada uno de los dos cucharones al primer diente del peine en ambos lados vistos desde el centro de la comb. Mueva la barra de montaje cerca de la bordede la onda bandeja como se muestra en Fig.6

Seleccionar una frecuencia de excitación entre 20 Hz y 25Hz en el dispositivo del tanque de ondulación y ajustar la amplitud para que se produzca un claro patrón de ondas. Varíar la frecuencia del excitador e investigar el efecto de los cambios de frecuencia en el patrón de interferencia. Anotar sus observaciones.

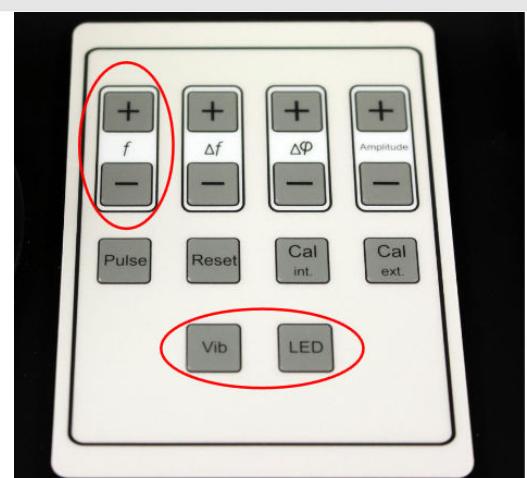


Fig.5: Teclado del tanque de ondulación.

## Montaje y ejecución (3/11)

PHYWE

Entonces, el efecto de chanes en la distancia entre los cazoos en el patrón de interferencia a una constante frecuencia(alrededor de 20 Hz a 30Hz). Mueve consecutivamente cada cazo a un diente más en el dirección exterior del peine. Hay que asegurarse de que eldos cazoos están siempre a la misma distancia desde el centrodel peine. De nuevo, anote sus observaciones.Por último, investiga el principio de Huygens. Para ello, une cada uno de los dos cazoletas al primer peine diente en cada lado visto desde el centro del peine (ver arriba). Coloque un tercer cazo en el segundo diente en un lado como se muestra en Fig.5.Seleccione una frecuencia de excitación entre 20 Hz y 25Hz y la amplitud para que pueda observar una clara patrón de ondas. La frecuencia elegida sigue siendo la misma para esta tarea.

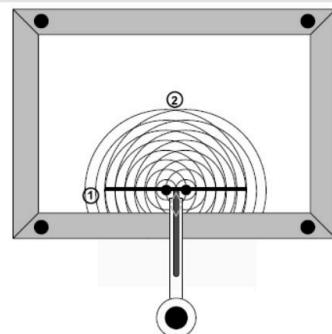


Fig.6: Disposición para demostrar la interferencia con dos cazoos. Las dos ondas circulares generadas por el peine-excitador de ondas conformadas (1) se superponen para formar un patrón de interferencia característico (2).

## Montaje y ejecución (4/11)

PHYWE

A continuación, observar la interferencia para cuatro, seis, ocho y diez cazoos y comparar las interferencias observadas entre sí. Es importante garantizar que la distancia entre las dippers se mantiene constante.

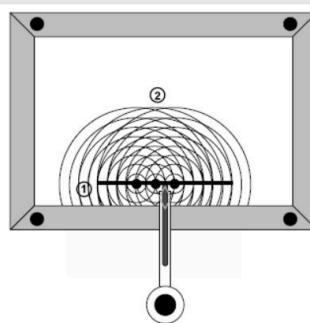


Fig.7: Disposición para la formación de interferencias con tres generadores. Las tres ondas circulares generadas por el peine-Excitador de ondas conformadas (1) superimpara formar un patrón de interferencia característico (2).

## Montaje y ejecución (5/11)

PHYWE

Sustituir el peine por el excitador de ondas planas. Con la ayuda de los tornillos de ajuste, ajustar la bandeja de ondas horizontalmente para obtener el mismo nivel de agua en toda la bandeja. Ajustar el excitador de ondas planas de manera que sea exactamente paralelo a la superficie del agua. Este ajuste es importante ya que, de lo contrario, no hay patrones claros de olas de ondas planas sería posible. A continuación, colocar una barrera 71mm de en la bandeja de ondas para establecer el experimento como se muestra en Fig.8. Seleccionar una frecuencia de excitación entre 18 Hz y 25Hz y ajustar la amplitud para que una onda distinta patrón resultante de la terna. Tras observar el patrón de ondas, se repite el experimento con ondas planas simples generadas en pulsando el botón - "Pulse" (ver Fig.5). De nuevo, observa el patrón de ondas resultante. Despues de investigar difracción en un borde, se examina ahora la difracción en un amplio desplazamiento. Coloque un segundo 71mm barrera en el bandeja de ondas para formar 3cm de ancho como se muestra en Fig.9. Seleccione una frecuencia de excitación entre 18 Hz y 25Hz y una amplitud para que puedas ver un patrón de onda distinto.

A continuación, formar una hendidura estrecha (aproximadamente 1cm) como se muestra en Fig.10. Utilizar los ajustes como antes y observar el patrón de ondas. Deberías poder observar un patrón de difracción como se puede ver en Fig.10.

## Monatje y ejecución (6/11)

PHYWE

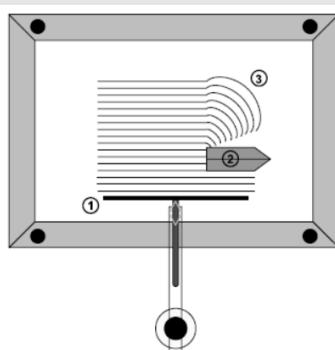
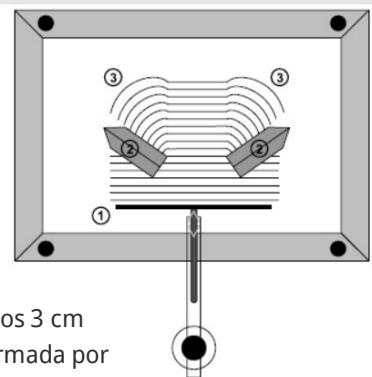


Fig.8: Disposición del experimento, para la demostración en un borde. El frente de onda (1) generado por el plano excitador de ondas alcanza 71 mm de barrera (2), que actúa como un borde en este caso. Las ondas circulares son emanados de ella, que penetran en la zona de sombra geométrica (3).

Fig.9: Disposición para la demostración en un raja ancha. El frente de onda (1) generado por la onda plana



el excitador alcanza los 3 cm amplia hendidura formada por los dos 71 mm de barreras (2).

La onda en frente de onda se difracta allí: las ondas circulares emanadas de las barreras y se propagan en la zona de sombra geométricas (3).

## Montaje y ejecución (7/11)

PHYWE

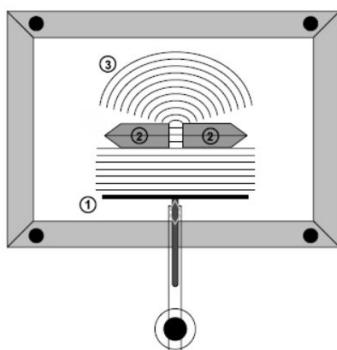


Fig.10: Disposición para la demostración en un raja estrecha. El frente de onda (1) generado por la onda plana excitador alcanza el 1cmhendidura (2) formada por las dos barreras. Circular las ondas emanan de esta rendija (3) y se propagan en la zona de sombra geométrica.

En el siguiente experimento, interferencia y difracción en una doble hendidura son investigados. Para ello, colocar las barreras de 71mm y las barreras de 30mm en la bandeja de ondas para formar una doble-rama como se muestra en Fig.11. Las dos rendijas deben tener la misma anchura (aproximadamente 1cm).

Seleccionar una frecuencia de excitación entre 15 Hz y 30Hz y ajustar la amplitud inicial, que el plano las ondas puedan verse frente al doble rendija. A continuación, aumentar la amplitud hasta que puedas ver el in-de la doble transferencia, que es la que se encuentra detrás de la raja (Fig.11). Observar este patrón de interferencia.

## Montaje y ejecución (8/11)

PHYWE

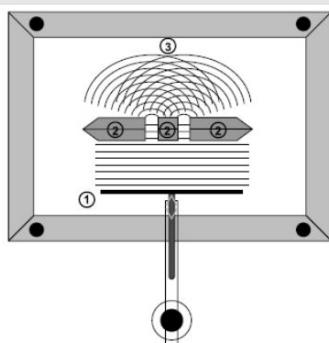


Fig.11: Disposición para demostrar la interferencia y la difracción en un doble hendidura. El frente de la onda plana que es generada por el excitador de ondas planas (1) llega a la doble rendija formada por las barreras (2). Las ondas circulares emanan de ambas rendijas e interfieren detrás de la doble rendija (3).

Con la misma frecuencia y la distancia entre las dos rendijas es entonces más cortada. Para ello, sustituya ta 30 mm por la barrera de 10 mm barrera. Entonces, mueve las dos barreras de 71 mm más cercanas al de 10 mm de barrera para formar un doble que tiene la misma anchura que antes (aproximadamente 1 cm ver Fig.12). Observar el resultado patrón de interferencia y compárela con sus observaciones a mayor distancia de la rendija. Por último, varíe la frecuencia del excitador y observar los patrones de interferencia y difracción para investigar la influencia de la longitud de onda en el patrón de interferencia. Cuando haya terminado, retirar el barrera de la bandeja de ondas.

## Montaje y ejecución (9/11)

PHYWE

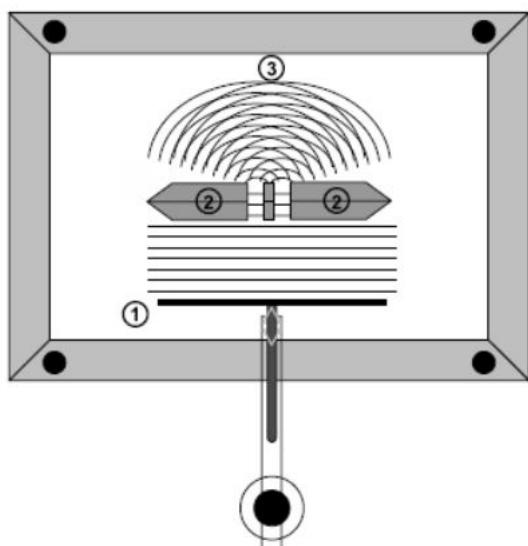


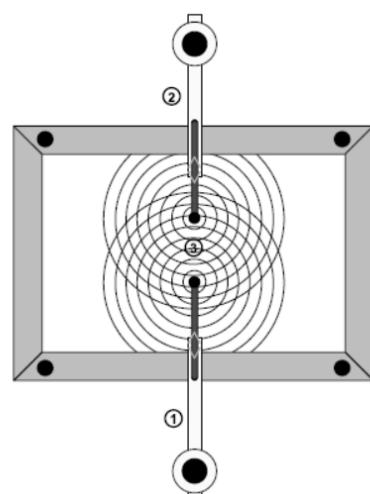
Fig.12: Disposición para demostrar la interferencia y la difracción en un doble hendidura con hendidura acortada distancia. El frente de ondas planas generado por el excitador de ondas planas (1) llega a la doble rendija, donde se formó por las tres barreras (2). Las ondas circulares emanadas de ambas rendijas e interfieren detrás de las doble rendija (3).

## Montaje y ejecución (10/11)

PHYWE

En esta tarea se investiga el principio de las antenas phased array. Utiliza las dos conexiones cables a conectar el generador de vibraciones externo al dispositivo del tanque de ondulación. Tanto el integrado como el externo generador de vibraciones se colocan en relación con la bandeja de ondas como se muestra en Fig.13. Seleccionar una frecuencia de excitación entre el 20 Hz y 25 Hz y activar el modo de luz estroboscópica. La página web La amplitud debe elegirse de forma que se produzca un patrón de interferencia clara (onda estacionaria). En este momento, ambos excitadores oscilan en fase ( $\Delta\varphi = 0^\circ$ ) a la misma frecuencia.

Fig.13: Experimento para demostrar el efecto de una diferencia de fase  $\Delta\varphi$  de dos ondas circulares en su interferencia patrón. Las ondas circulares generadas por el integrado (1) y por la vibración externa generador (2) superponerse a formar una onda estacionaria entre los dos excitadores (3) (Tarea 1).

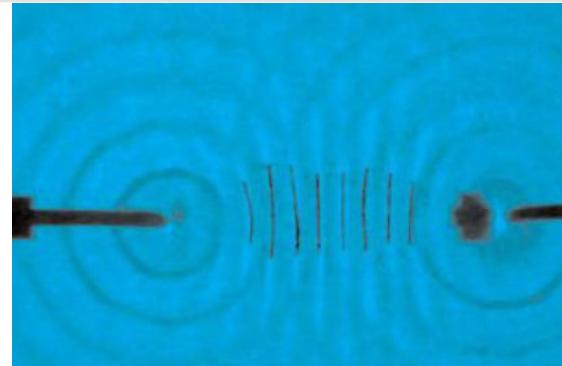


## Montaje y ejecución (11/11)

PHYWE

Dibujar con un lápiz varios antinodos (rayas brillantes) en una hoja de papel colocada en la mesa de dibujo (Fig. 14). Puede ser útil fijar la hoja de papel al cajónng-mesa utilizando tiras de adhesivocinta o medios similares. Ahora, seleccionar una diferencia de fase  $\Delta\varphi$  (Fig. 5) de  $45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$  y  $360^\circ = 0^\circ$  uno después de la otra y observa el patrón de interferencia (onda estacionaria) para cada caso. En este caso, compare el antinodos del patrón de interferencia visible con el antinodos dibujados en la hoja de papel ( $\Delta\varphi = 0^\circ$ ). Anote sus observaciones.

Fig.14:  
Instantánea como se muestra en Fig.13 con una diferencia de fase de  $\Delta\varphi = 0^\circ$ . El patrón de interferencia (de pie ola)



así en el dibujo se pueden identificar los antinodos.

PHYWE



## Resultados

## Tarea 1 (1/9)

PHYWE

### Principio de Huygens

En las siguientes figuras se muestran algunos de los patrones de onda observados. Con dos puntos-como las fuentes (Fig.15) se identifican tres bandas de ondas de aproximadamente la misma anchura. Estas bandas de ondas pueden ser observadas con tres generadores de ondas en la misma ubicación; sin embargo, son más estrechos y un añadido entre estas bandas se puede identificar una banda de ondas más estrecha (Fig.16). Está claramente separada de las bandas de ondas principales por dos franjas.

Con cuatro centros de excitación (Fig.17) se pueden observar dos bandas de ondas adicionales y estrechas entre cada una de las tres principales bandas de ondas de Fig.15. Las principales bandas de ondas se han vuelto aún más estrechas.

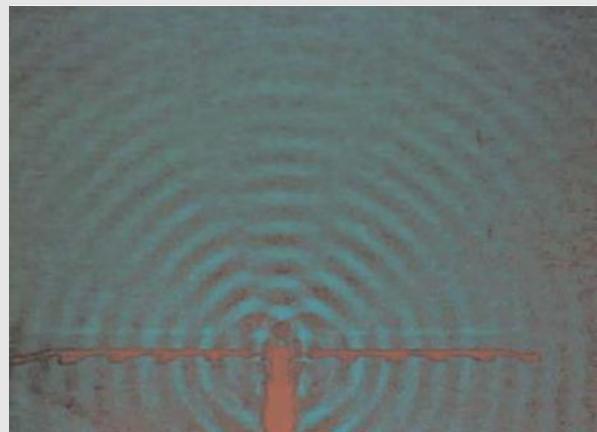


Fig.15: Dos cazos - -instantánea como se muestra en Fig.6. Tres bandas de ondas con aproximadamente la misma anchura pueden ser observado

## Tarea 1 (2/9)

PHYWE

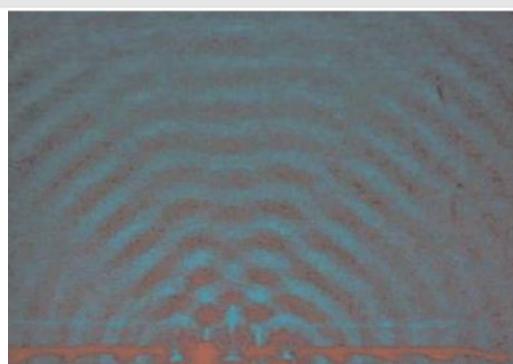


Fig.16: Tres cazos - -instantánea como se muestra en Fig.7. Una banda de ondas adicional en comparación con Fig.15 puede ser identificados en el centro. En general, las bandas de ondas son más estrechas

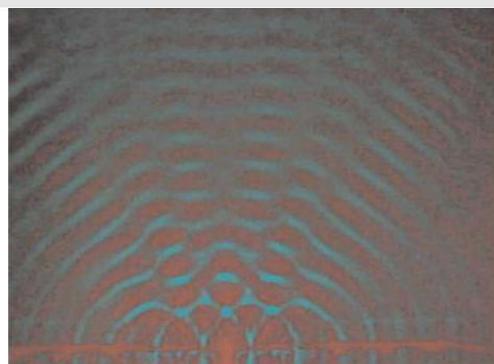


Fig.17: Cuatro cazos. El número de bandas de ondas ha aumentado y son más estrechas que en la interferencia de dos ondas circulares. Las ondas ya no son tan circulares como con dos generadores (Fig.15).

## Tarea 1 (3/9)

PHYWE

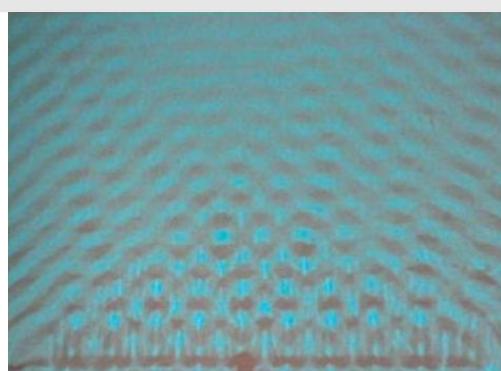
Al aumentar aún más el número de cisternas, el número de bandas de ondas se incrementa aún más y se vuelve estrecha aún más. El patrón de interferencia de diez cazos (Fig.18) cerca de los centros de excitación es similar al patrón de ondas de una onda plana (Fig.19). Las tres bandas de ondas identificables en Fig.15 (dos cazos) son de orden de interferencia cero y los dos primeros órdenes de interferencia. Por razones de simplificación queremos excluir la inmediatez para aclarar la formación de bandas de interferencia adicionales entre el primer y el segundo orden cuando se incrementa el número de generadores de ondas. Para las ubicaciones cuyas distancias a los excitadores son grandes en comparación con la distancia entre los generadores, el seguimiento se aplica a los excitadores de dos ondas (Fig.20) para la diferencia de trayectoria entre los dos que interfieren ondas:

$$\Delta l = d \sin \alpha$$

## Tarea 1 (4/9)

PHYWE

Fig.18: Diez cazos. El patrón de interferencia se pueden identificar ondas circulares superpuestas.



El número de onda ha vuelto a aumentar de modo que el patrón de interferencia directamente detrás de la onda generadora es similar al patrón de ondas de una onda plana (Fig.19).

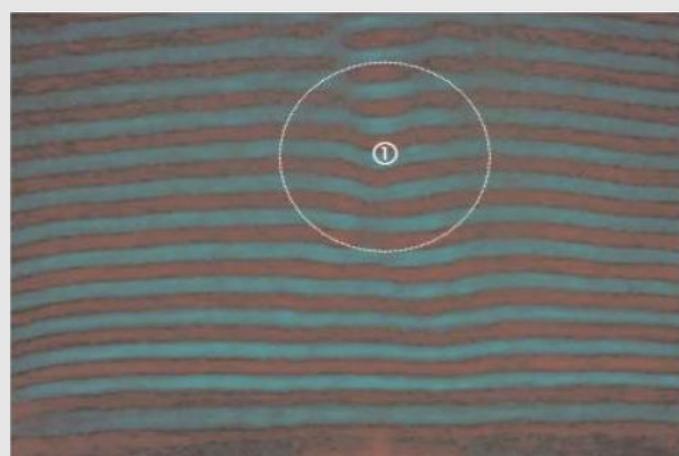


Fig.19: Patrón de onda de una onda plana. El área (1) se identifica como un artefacto.

## Tarea 1 (5/9)

Para el máximo de primer orden,  $\Delta l = \lambda$  debe ser verdadera para que (independientemente del número de excitantes):

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{d}$$

es válido. Por lo tanto, el ángulo entre el zeroth y el primer orden para el que la destrucción completa (destructiva interferencia / anulación de las ondas) resulta ( $\Delta l = \lambda/2$ ) es:

$$\sin \alpha = \frac{\lambda}{2d}$$

Desde Fig.21Se puede observar que la destrucción completa no se produce con tres excitadores al mismo ángulo  $\alpha$ . Como resultado, la destrucción completa de los frentes de onda que emanan de los excitadores 1 y 2 conduce a una completa patrón de ondas inalteradas del excitador 3. Sin embargo, las tres ondas sinusoidales se cancelan completamente fuera cada si están desfasados 1/3 o 2/3 de un periodo. Esto puede demostrarse claramente en unude forma gráfica en el diagrama vectorial (fasor).

## Tarea 1 (6/9)

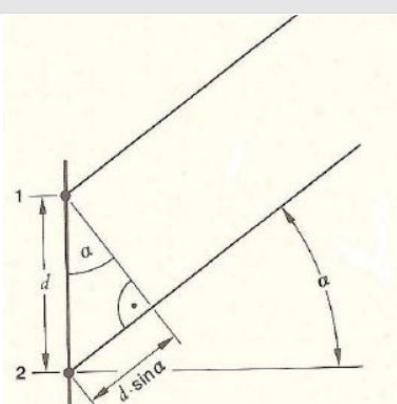
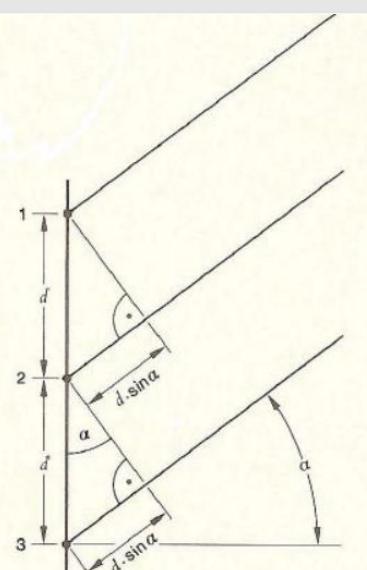


Fig.20: Diagrama esquemático de la formación de máximos y mínimos con dos generadores de ondas.

Fig.21:  
Diagrama  
esquemático  
de la  
formación  
de máximos  
y mínimos  
con tres  
ondas  
generadoras.



**Tarea 1 (7/9)**

Por lo tanto, se producen mínimos secundarios, como se puede ver en Fig.16:

1Mínimo secundario:

$$d \cdot \sin \alpha = \frac{1}{3}\lambda \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\lambda}{3d}$$

2do. Mínimo secundario:

$$d \cdot \sin \alpha = \frac{2}{3}\lambda \Rightarrow \sin \alpha = \frac{2\lambda}{3d}$$

La formación de tres mínimos secundarios con cuatro excitadores de onda (Fig.17) puede explicarse mediante Fig.22. La cancelación se produce si las ondas emanadas de los excitadores 1 y 2 se compensarán mutuamente como las ondas emanadas de los excitadores 3 y 4. Por otro lado, las ondas emanadas de los excitadores 1 y 3 y los de los excitadores 2 y 4 se anulan mutuamente.

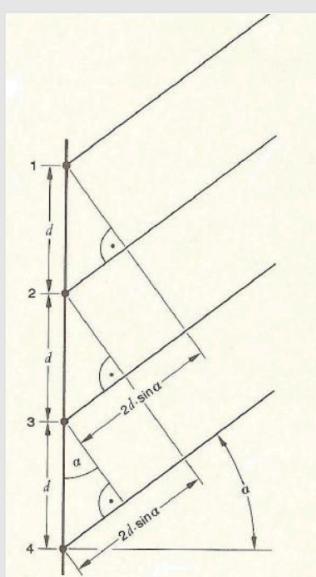
**Tarea 1 (8/9)**

Fig.22: Diagrama esquemático de la formación de máximos y mínimos con tres generadores de ondas.

Por lo tanto, al afirmar desde el orden cero, tales consecuencias son los siguientes mínimos secundarios:

1Mínimo secundario:

$$2d \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2}\lambda \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\lambda}{4d}$$

2do. Mínimo secundario:

$$d \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2}\lambda \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\lambda}{2d}$$

3<sup>a</sup> Mínimo secundario:

$$2d \cdot \sin \alpha = \frac{3}{2}\lambda \Rightarrow \sin \alpha = \frac{3\lambda}{4d}$$

## Tarea 1 (9/9)

PHYWE

Si se aumenta el número de excitadores, las ondas circulares se superponen de la calidad de los productos y de la calidad de los servicios del principio descrito anteriormente. Cuanto mayor sea el número de excitadores de ondas circulares, mayor será la interferencia El patrón de la onda se asemeja al de una onda plana. En este experimento este fenómeno es indicado por la onda diezexcitadores (Fig.18). Por supuesto, este número no es suficiente para conseguir una onda plana, pero en base a Fig.18y Fig.19 es fácil extrapolarlo cómo la interferencia pattern se vería si hubiera un número aún mayor de centros de excitación. A continuación, la imagen resultante es la de una onda plana (Fig.19). Precisamente esto es lo que dice el principio de Huygens.

## Tarea 2 (1/5)

PHYWE

### Borde y hendidura ancha

Las ondas planas pasan la barrera. Una onda circular se propaga desde el borde de la barrera hacia su geo-zona de sombra métrica (Fig.23)

La parte de las ondas del avión que golpea la barrera se refleja de manera que se produce una onda estacionaria delante de la barrera.Cuando se trabaja con trenes de onda corta se puede ver que la onda circular que emana del borde de la barrera se propaga en todas las direcciones. De las dos barreras que forman 3 cm de amplia rendija, las ondas circulares emanan hacia la sombra geométrica zona (Fig.24). En el medio detrás de la rendija se puede observar un patrón de interferencia en el que el zeroth, el orden de transferencia es sustancialmente más amplio que los órdenes superiores.

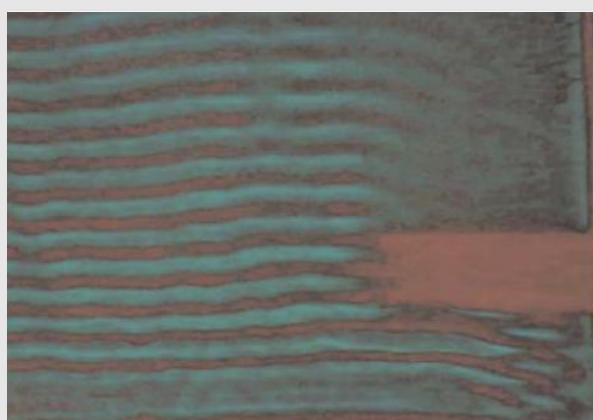


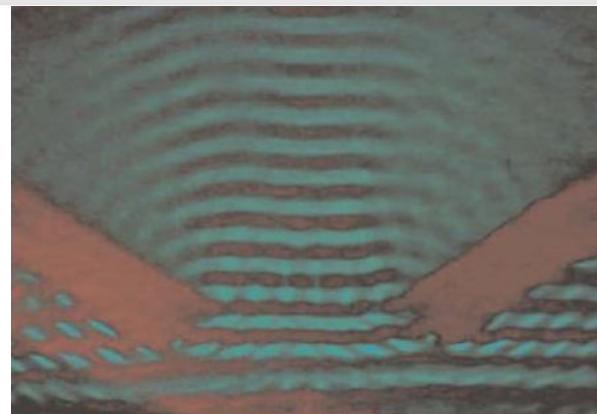
Fig.23: Difracción en un borde. La onda circular que emana de la barrera puede reconocerse claramente en la zona de sombra geométrica de la barrera.

## Tarea 2 (2/5)

PHYWE

Los resultados de ambos experimentos pueden explicarse con la ayuda del principio de Huygens. Mientras que un infinito número de ondas elementales se superponen en el campo de ondas no perturbado para formar un campo de ondas planas, la onda elemental que emana del borde hacia la zona de sombra de la barrera no se superpone con otras ondas y puede observarse directamente en ellas. La apertura iluminada puede considerarse un lugar con un número infinito de generadores de puntos. Las ondas mentales que emanan de estos generadores interfieren detrás de la rendija para formar un patrón característico.

Fig.24:  
Interferencia  
y difracción  
en un raja  
ancha. Detrás  
de la rendija  
se observa un  
patrón de  
interferencia  
cuyo zeroth  
interference



orden es sustancialmente más amplio que los órdenes superiores. Las ondas circulares emanan de las dos barreras en tredar la zona de sombra geométrica.

## Tarea 2 (3/5)

PHYWE

### Hendidura estrecha

Las ondas circulares emanan de la rendija y penetran en la zona de sombra geométrica (Fig.25). La rendija, que es estrecha en comparación a la longitud de onda, es el punto de partida de un w elementalave (Principio de Huygens). La difracción se observa de forma pura, es decir, sin una interferencia superpuesta patrón. Al realizar el experimento análogo con las ondas de luz, una rendija cuya anchura es mayor que la de onda debe ser utilizado con el fin de logra un brillo adecuado de la imagen. En este caso, la difracción pura no puede ser observado ya que siempre se producen interacciones (ver arriba), que interrumpen el patrón de difracción. Por lo tanto, la observación de La difracción pura en una rendija estrecha sólo es posible con aguarolas.

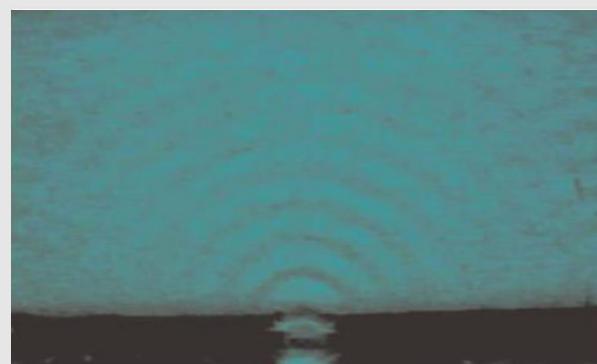


Fig.25: Difracción en un raja estrecha. Las ondas circulares que emanan de la rendija, así como su propagación en la zona de sombra geométrica de las barreras pueden reconocerse claramente.

## Tarea 2 (4/5)

PHYWE

### Doble-hendidura

En medio de la ola de imágenese observa una banda de ondas que es perpendicular a la línea de conexión de las dos rendijas.

Simétricamente a esta banda de ondas, se alternan bandas de ondas sin generación de ondas y bandas de ondas con generación de ondas a ambos lados (Fig.26).

Al acortar la distancia entre las dos rendijas a longitud de onda constante, la distancia entre los adyacentes bandas de ondas se hace más grande (Fig.27). El mismo efecto se consigue al aumentar la longitud de onda enconstante distancia de la rendija.

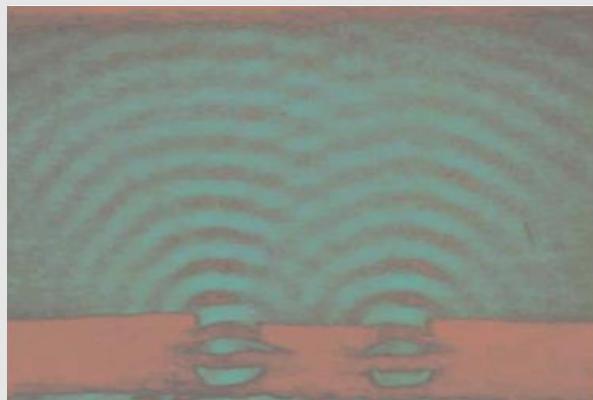


Fig.26: Interferencias en un doble-hendidura. Las ondas circulares emanan de ambas rendijas y forman una característica patrón de interferencia detrás de la hendidura

## Tarea 2 (5/5)

PHYWE

Ambas rendijas son centros de dos ondas circulares según el principio de Huygens. Estas ondas circulares interfieren detrás de la doble endidura de la misma manera que otras ondas circulares interfieren generadas por dos generadores puntuales (Tarea 1).

**Nota:** Cuando se trata de ondas de luz la difracción en una doble hendidura no puede ser observada de forma tan pura. Por razones de intensidad, se utiliza la anchura de las rendijas que son mucho más grandes que la ondulaciónnngh. Por ello, la difracción, los fenómenos de transmisión de las ondas luminosas van siempre acompañados de fenómenos de interferencia.



Fig.27: Interferencias en un doble-hendidura con distancia de hendidura acortada. En comparación con Fig.26 la distancia entre bandas de ondas adyacentes es mayor

## Tarea 3 (1/5)

PHYWE

Se puede observar que a una diferencia de fase de  $\Delta\varphi \neq 0^\circ$  los antinodos dibujados en la hoja de papel ya no coinciden con los antinodos del patrón de interferencia visible como lo hacen para  $\Delta\varphi = 0^\circ = 360^\circ$  (Fig.28). Así, el El patrón de interferencia visible se desplaza en comparación con los antinodos dibujados. Este desplazamiento aumenta a medida que la fase diferencia increases.Cuando la diferencia de fase es de  $180^\circ$ , los antinodos de la interferencia patrón se han invertido en comparación con los antinodos dibujados (Fig.30). Un nodo en el patrón de interferencia puede ahorarse observará en el punto donde un antinodo fuedibujado en el viceversa.

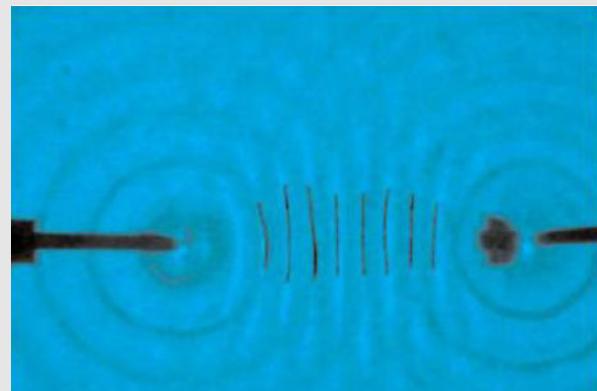


Fig.28: Instantánea a una diferencia de fase de  $\Delta\varphi = 360^\circ$ . Para  $\Delta\varphi = 360^\circ$  coincide con el anti-nodos de  $\Delta\varphi = 0^\circ$

## Tarea 3 (2/5)

PHYWE

Si la diferencia de fase se incrementa aún más, hay un aturno (Fig.29 a Fig.31) hasta que, en una fase diferencia de  $\Delta\varphi = 360^\circ = 0^\circ$ , los antinodos dibujados vuelven a coincidir con los antinodos de la interferencia pattern (Fig.28). Con el aumento de la diferencia de faseerencia de las ondas de los dos excitadoresLos centros se desplazan unos respecto a otros, por lo que una diferencia de fase de  $180^\circ$  corresponde a una media longitud de onda y una fase diferencia de  $360^\circ$  corresponde a una longitud de onda completa, que se muestra en los resultados de Fig.30y Fig.28.

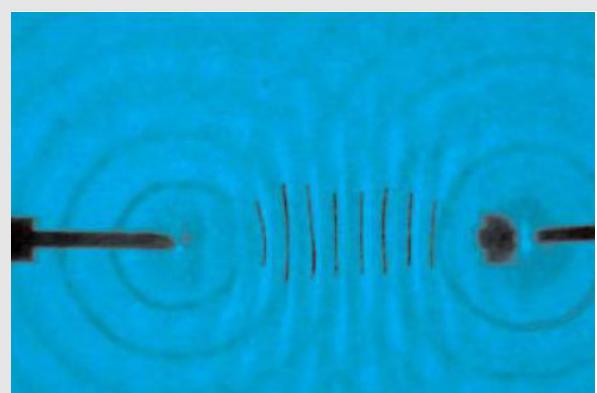


Fig.29: Instantánea en una diferencia de fase de  $\Delta\varphi = 90^\circ$ . Se puede observar que el patrón de interferencia se desplaza en comparación con los antinodos dibujados.

## Tarea 3 (3/5)

PHYWE

Cuando a dos hendiduras se superponen ondas circulares de fase, una interferencia de patrones - –una posición de pie onda - –resultados, por lo que hay zonas de interferencia constructiva y destructiva. Los lugares de interferencia constructiva se encuentran en las hipérbolas, que están a una distancia de  $\Delta l = m \cdot \lambda$  ( $m = 1,2,3, \dots$ ) de los centros de excitación; Los lugares de interferencia destructiva se encuentran en las hipérbolas a una distancia de,  $|\Delta l| = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots$  de los centros de excitación (tarea 1). Si un área de interferencia constructiva (antinodos) en un patrón de interferencia de dos ondas circulares que son se compara ahora con la de dos ondas circulares con un desplazamiento de fase de  $180^\circ$ , este desplazamiento de fase provoca la formación de antinodos en las posiciones en las que se pueden ver nodos con interferencia de fase.

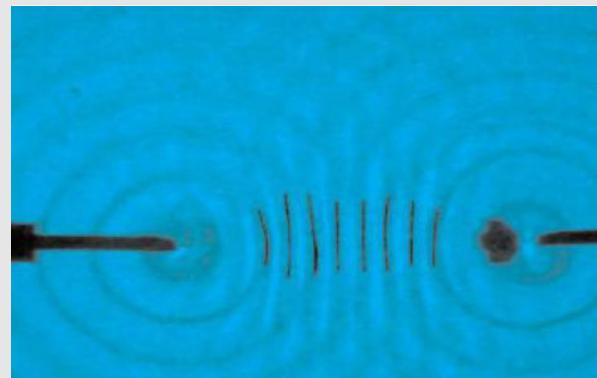


Fig.30: Instantánea en una diferencia de fase de  $\Delta\varphi = 180^\circ$ . Se puede observar que los nodos de la interferencia pattern están ahora en las posiciones de los antinodos dibujados y viceversa

## Tarea 3 (4/5)

PHYWE

Lo mismo ocurre con la formación de los nodos. El cambio de fase provoca, por tanto, un desplazamiento de los nodos y antinodos. A un desplazamiento de fase de  $360^\circ$ , el desplazamiento se adelanta hasta el punto de que los nodos y antinodos pueden volver a verse precisamente en el mismo lugar que con interferencia de fase. El efecto del control de los patrones de interferencia se utiliza para construir las llamadas "antenas phased array". Estas antenas se componen de muchos single emisores, que están dispuestos en grupos. Al variar la fase de algunos de estos grupos se puede reforzar la señal (interferencia constructiva) en una dirección deseada y debilitar la señal (interferencia destructiva) en otras direcciones. Se utilizan como antenas de radar, por ejemplo, en los sistemas anti cohetes para aviones, para investigación meteorológica, en los satélites, etc.

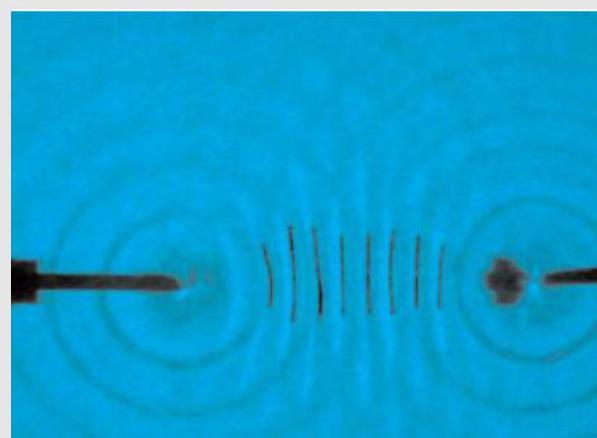


Fig.31: Instantánea en una diferencia de fase de  $\Delta\varphi = 1270^\circ$ . Un nuevo desplazamiento del patrón de interferencia es observado.