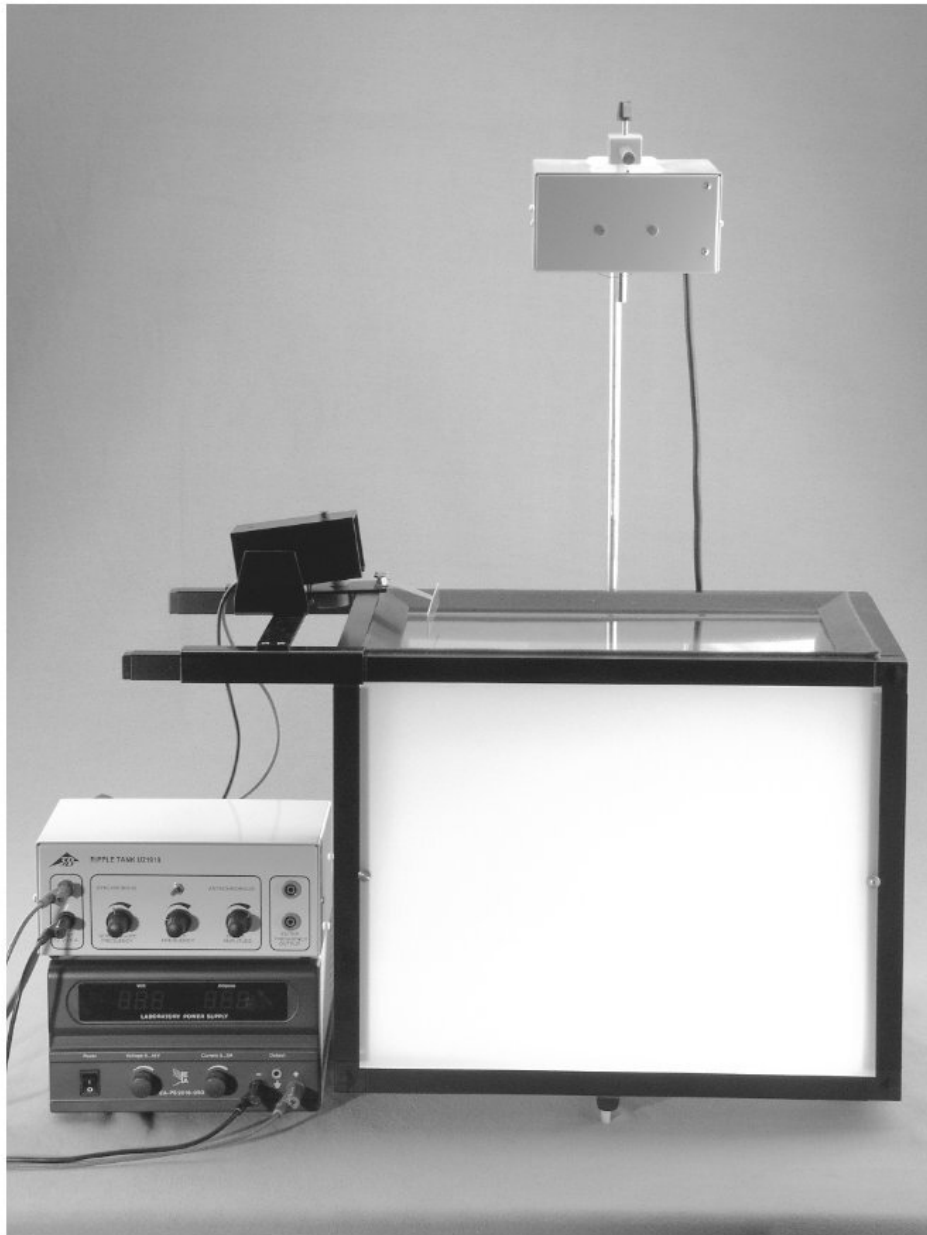


## Cubeta de ondas artificiales U21910

### Instrucciones de experimentación

01/06 ELE



## Experimentos con la cubeta de ondas

### 1. Generación de ondas

- 1.1 Generación de una perturbación
- 1.2 Superposición de dos perturbaciones
- 1.3 Generación de una ola de quilla
- 1.4 Superposición de dos olas de quilla
- 1.5 Frentes de onda circulares
- 1.6 Frentes de onda rectilíneos

### 2. Principio de Huygen

- 2.1 Frentes de onda rectilíneos ante una ranura estrecha
- 2.2 Frentes de ondas circulares ante una ranura estrecha
- 2.3 Un cubo como generador puntiforme

### 3. Reflexión de ondas

- 3.1 Reflexión de una onda lineal en una pared lisa
- 3.2 Reflexión de una onda circular en una pared lisa
- 3.3 Reflexión de una onda lineal en un espejo cóncavo
- 3.4 Reflexión de una onda lineal en un espejo convexo

### 4. Refracción de ondas

- 4.1 Demostración de las distintas velocidades de propagación en aguas profundas y superficiales
- 4.2 Refracción de una onda lineal sobre una placa de vidrio plano paralela
- 4.3 Refracción de una onda lineal sobre una lente convergente
- 4.4 Refracción de una onda circular sobre una lente convergente
- 4.5 Refracción de una onda lineal sobre una lente divergente
- 4.6 Refracción de una onda lineal sobre una combinación de lentes
- 4.7 Refracción de una onda lineal sobre un prisma

### 5. Difracción de ondas lineales

- 5.1 Difracción en un canto
- 5.2 Difracción en una ranura individual (longitud de onda mayor/igual al ancho de ranura)
- 5.3 Difracción en una ranura individual (ancho de ranura aprox. 10 cm)
- 5.4 Difracción en un obstáculo (ancho aprox. 10 cm)

### 6. Superposición (interferencia) de ondas coherentes

- 6.1 Superposición de varias ondas circulares
- 6.2 Interferencia en ranura doble y en ranura triple

### 7. Efecto Doppler

- 7.1 Velocidad del generador inferior a la velocidad de las ondas ( $u < v$ )

### Avisos generales acerca de los experimentos con la cubeta de ondas artificiales

La cubeta de ondas artificiales se debe montar según las instrucciones de uso. Se deben observar los avisos ahí indicados para todos los experimentos.

Dado que las crestas de onda actúan como lentes convergentes frente a la luz de proyección, se las puede apreciar en forma de líneas claras en la pantalla de observación. Los senos de ondas actúan como lentes divergentes y se hacen visibles como líneas oscuras.

Cuando la frecuencia del vibrador y del estroboscopio es sincrónica, se pueden realizar representaciones ondulatorias estacionarias.

Se obtienen buenos resultados con una frecuencia del excitador de aprox. 20 Hz y una corrección fina de la amplitud del generador de ondas (entonces la distancia entre las crestas es de aprox. 1 cm).

En todos los experimentos debería de estar encendido el estroboscopio.

En los experimentos, en que se utiliza el vibrador, siempre se puede trabajar con el generador de ondas lineales, ya que para las ondas circulares se pueden aplicar los tapones.

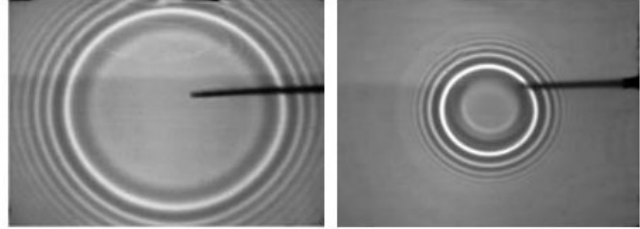
A fin de reducir la tensión de la superficie, se deben añadir al agua unas gotas de detergente.

En los experimentos para la refracción, el agua debería de estar aprox. 1 mm por encima del cuerpo de inmersión para permitir que se produzcan unas diferencias relativamente altas de los índices de refracción.

1. Generación de ondas

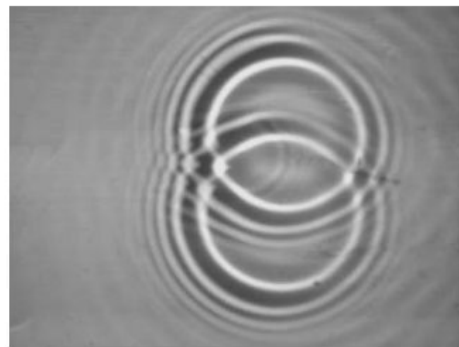
1.1 Generación de una perturbación

- Llenar la cubeta de ondas con aprox. 4 mm de agua
- Encender el estroboscopio
- Introducir brevemente el extremo de un alambre fino en el agua en reposo
- Observar la propagación de las ondas.



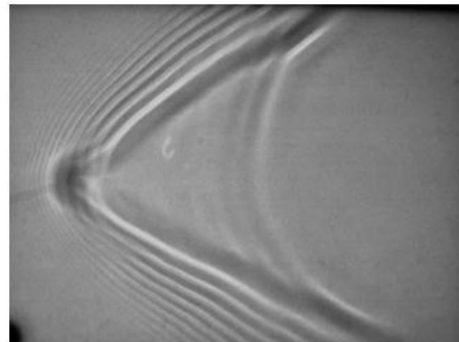
1.2 Superposición de dos perturbaciones

- Iguales condiciones que en el experimento 1.1
- Introducir brevemente en el agua, dos veces y de forma consecutiva, una al lado de la otra, el extremo final del alambre (se deben poder apreciar ambas perturbaciones).
- Es posible observar bien la solapadura sin perturbación (principio de superposición).



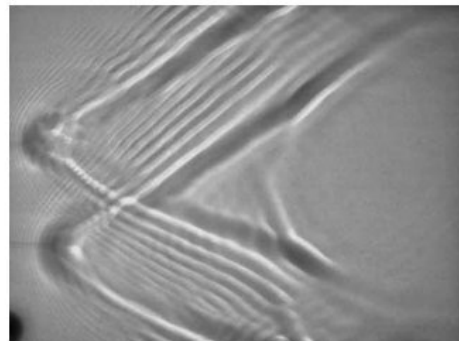
1.3 Generación de una ola de quilla

- Iguales condiciones que en el experimento 1.1
- Introducir en el agua en reposo el extremo final delgado del alambre, en el borde de la cubeta de ondas, y moverlo homogéneamente hacia el borde contrario.



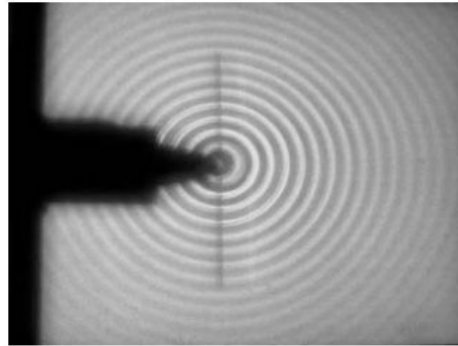
1.4 Superposición de dos olas de quilla

- Proceder como en el experimento 1.3, con dos extremos de alambre sumergidos.
- Es posible observar bien la solapadura sin perturbaciones (principio de superposición).
- Repetir el experimento con distintas distancias entre las olas.



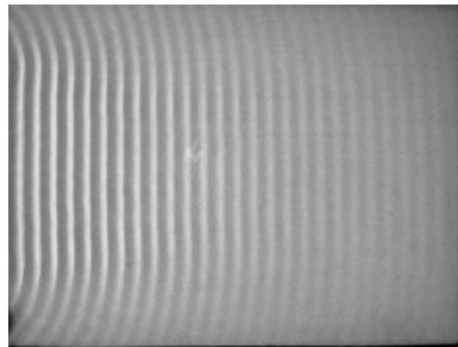
### 1.5 Frentes de ondas circulares

- Fijar el generador de ondas lineales en el vibrador.
- Colocar el tapón en el centro.
- Desplazar el vibrador de tal manera que el tapón quede en el centro de la cubeta.
- Profundidad del agua en la cubeta de ondas aprox. 4 mm.
- Alinear la altura del tapón con la superficie del agua (debe tocarla apenas).
- Regulador de frecuencia en ajuste sincrónico; fijar en aprox. 20 Hz. (distancia entre las crestas de ondas aprox. 1 cm).
- Fijar la "imagen más bonita" con el regulador de amplitud.
- Conseguir que las imágenes de las ondas "se detengan", mediante cambio de frecuencia, o "dejar correr" hacia adentro y hacia afuera.



### 1.6 Frentes de ondas rectilíneos

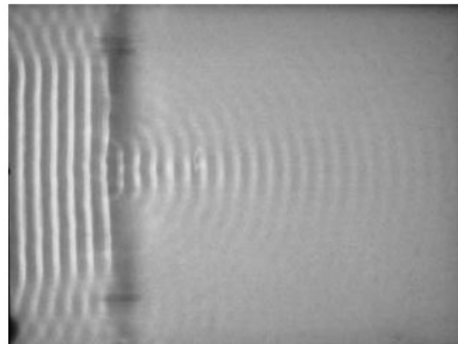
- Alinear el generador de ondas lineales en la superficie del agua (profundidad del agua aprox. 4 mm).
- Desplazar el vibrador de tal forma que el generador actúe completamente al borde de la cubeta de ondas.
- Regulador de frecuencias en ajuste sincrónico; fijarlo en aprox. 20 Hz. (la distancia entre las crestas de ondas es, por tanto, de aprox. 1 cm).
- Fijar la imagen "más bonita" con el regulador de amplitud.
- El ajuste fino de la frecuencia permite obtener una "imagen estática".



## 2. Principio de Huygen

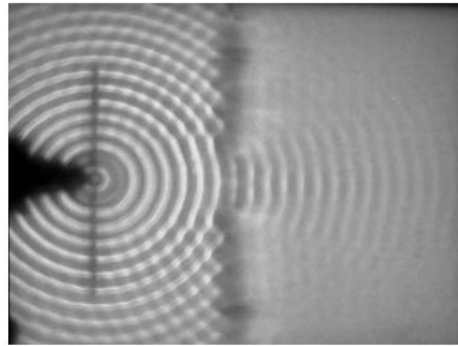
### 2.1 Frentes de ondas rectilíneas ante una ranura estrecha

- Realizar el experimento 1.6.
- Colocar el obstáculo con la ranura grande de 5 cm a 10 cm de forma paralela a los frentes de ondas, delante del generador.
- Ajustar la anchura de la hendidura con las dos correderas cubridoras (ancho) de tal forma que la onda elemental se vuelva perfectamente visible.



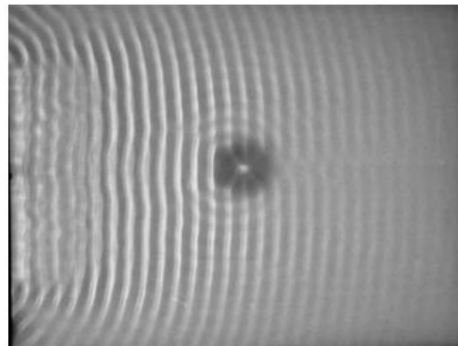
## 2.2 Frentes de ondas circulares ante una ranura estrecha

- Proceder del mismo modo que en el experimento 2.1; colocar el tapón; alzar el generador (el tapón toca la superficie del agua).
- Desplazar el vibrador de tal forma que el tapón actúe a una distancia de aprox. 5 cm de la pared.
- Variar la anchura de la ranura hasta que la onda elemental sea perfectamente visible.
- 



## 2.3 Un cubo como generador puntiforme

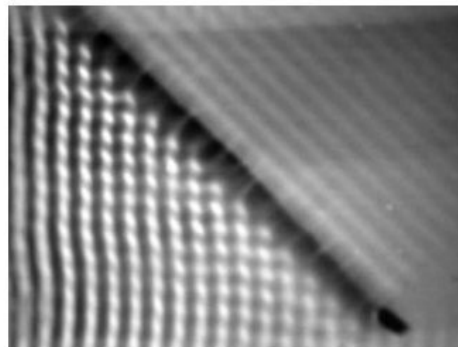
- Proceder del mismo modo que en el experimento 1.6.
- Colocar el cubo en el centro de la cubeta de ondas.
- Se forma una onda circular alrededor del cubo (p. ej. tapón).
- Regular la amplitud de tal forma que esa onda elemental se vuelva claramente visible.



## 3. Reflexión de ondas

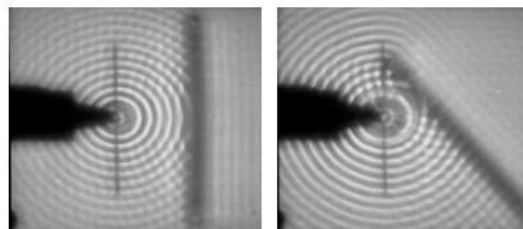
### 3.1 Reflexión de una onda lineal en una pared lisa

- Proceder del mismo modo que en el experimento 1.6.
- Colocar la placa plano paralela a una distancia de 5 cm a 10 cm del generador, en un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a los frentes de ondas.
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta que la reflexión se haga claramente visible.



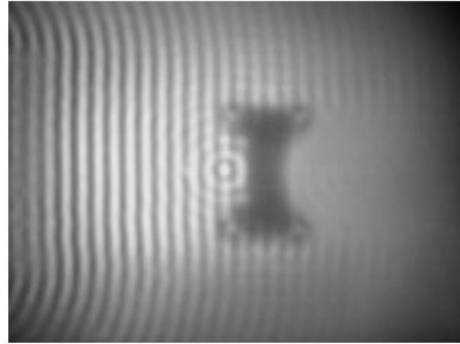
### 3.2 Reflexión de una onda circular en una pared lisa

- Proceder del mismo modo que en el experimento 2.2.
- Colocar la placa plano paralela a una distancia de aprox. 5 cm del generador a. paralela a la pared izquierda de la cubeta de ondas, b. bajo un ángulo de  $45^\circ$ .
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta que la reflexión se haga claramente visible.



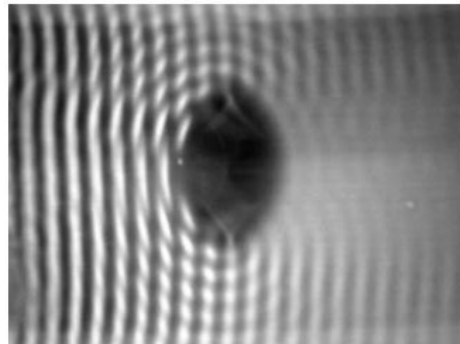
### 3.3 Reflexión de una onda lineal en un espejo cóncavo

- Proceder del mismo modo que en el experimento 1.6.
- Colocar el obstáculo con la ranura grande de 5 cm a 10 cm de forma paralela a los frentes de ondas, delante del generador.
- Colocar el cuerpo bicóncavo en la ranura y, mediante desplazamiento de las tapas de cubierta (ancho), cerrar la hendidura (el cuerpo de la lente debe sobresalir del agua).
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta que el "efecto convergente" se vuelva perfectamente visible.



### 3.4 Reflexión de una onda lineal en un espejo curvado

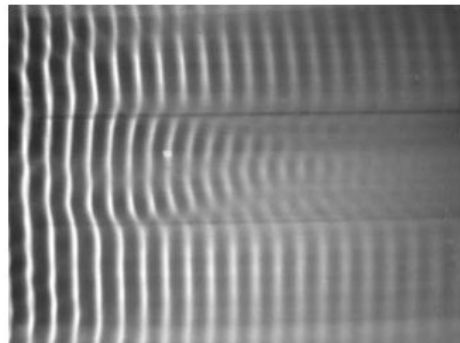
- Proceder del mismo modo que en el experimento 3.3.
- Sustituir el cuerpo bicóncavo por el cuerpo biconvexo.
- Realizar el ajuste fino hasta que el "efecto divergente" se vuelva perfectamente visible.



## 4. Refracción de ondas

### 4.1 Demostración de distintas velocidades de propagación en aguas profundas y superficiales

- Verter agua hasta que los cuerpos de inmersión estén completamente sumergidos (profundidad del agua aprox. 5,5 mm a 6,0 mm).
- Variar la altura del generador (contacto con la superficie del agua).
- Garantizar una buena tensión superficial (tal vez, añadir detergente).
- Sumergir la placa plano paralela (distancia aprox. 5 cm; lado estrecho paralelo a los frentes de ondas).
- Seguir del mismo modo que en el experimento 1.6.

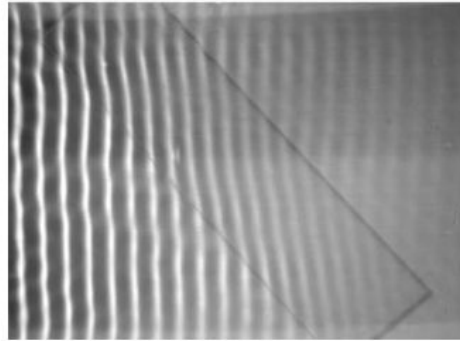


Resultado: en aguas superficiales, la velocidad de propagación es menor; se trata de un medio más denso;

índice de refracción  $n > 1$

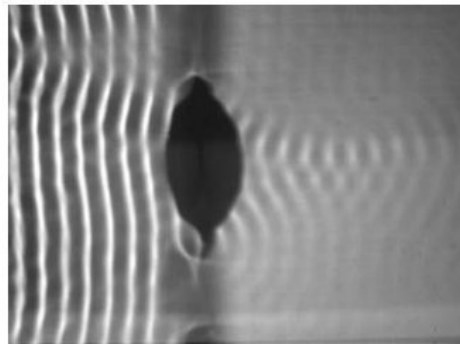
#### 4.2 Refracción de una onda lineal sobre una placa plano paralela

- Proceder del mismo modo que en el experimento 4.1.
- Girar la placa plano paralela unos  $45^\circ$ .
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta que la refracción "que se acerca a la normal" (transición del medio más fino al medio más denso) y la refracción "que se aleja de la normal" (transición denso hacia fino) se hagan perfectamente visibles.



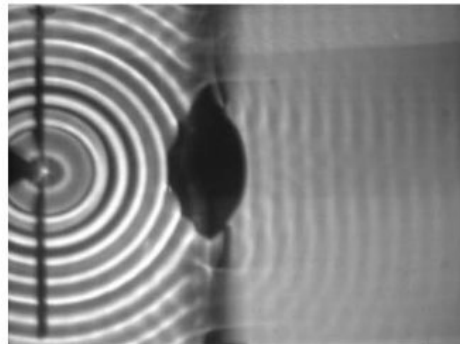
#### 4.3 Refracción de una onda lineal sobre una lente convergente

- Proceder del mismo modo que en el experimento 4.2.
- Sustituir la placa plano paralela por la lente biconvexa (limitar con la ranura).
- Efecto convergente hasta que se vea claramente el foco.



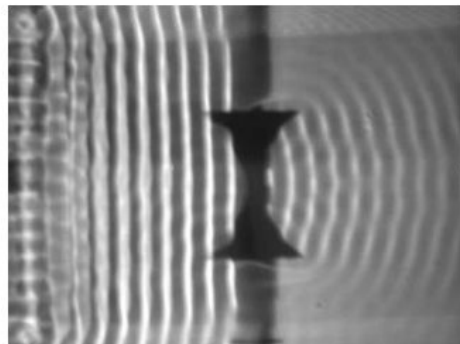
#### 4.4 Refracción de una onda circular sobre una lente convergente

- Colocar el tapón; adaptar la altura del generador; dejar actuar el vibrador a una distancia de aprox. 5 cm del borde de la cubeta de ondas.
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta que se vea bien claro que las ondas circulares se convierten en ondas lineales detrás de la lente.



#### 4.5 Refracción de una onda lineal a través de una lente divergente

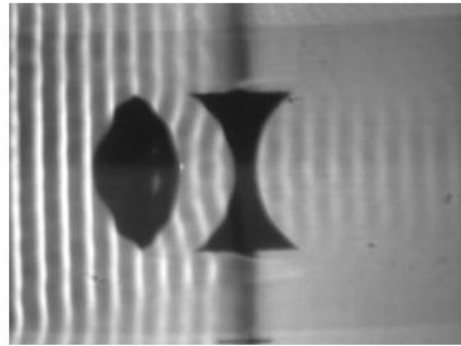
- Sustitución de la lente biconvexa por la lente bicóncava.
- Proceder del mismo modo que en el experimento 4.3.
- Realizar el ajuste fino hasta que la "divergencia" sea bien visible.





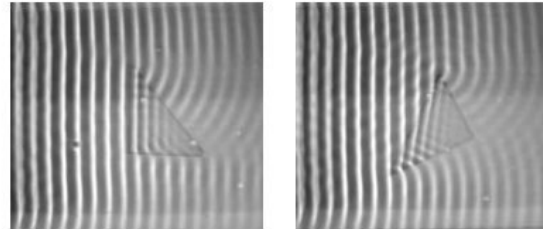
#### 4.6 Refracción de una onda lineal a través de una combinación de lentes

- Colocar la lente biconvexa delante de la lente bicóncava.
- Proceder del mismo modo que en el experimento 4.3.
- Realizar el ajuste fino hasta que sea bien visible que detrás de la combinación de lentes se vuelven a ver frentes de ondas lineales.



#### 4.7 Refracción de una onda lineal a través de un prisma

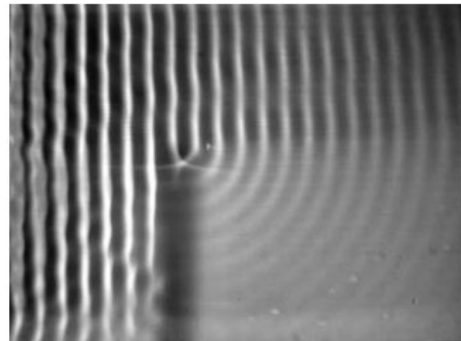
- Sustitución de las lentes por el cuerpo del prisma (compárese fotos).
- Proceder del mismo modo que en los experimentos anteriores.
- Se puede observar bien el cambio de la dirección de propagación de los frentes de ondas.
- Si miramos con más detenimiento, también podemos realizar observaciones en cuanto a las propiedades de las ondas, en lo referente a la reflexión, la difracción o el principio de Huygen.



## 5. Difracción de ondas lineales

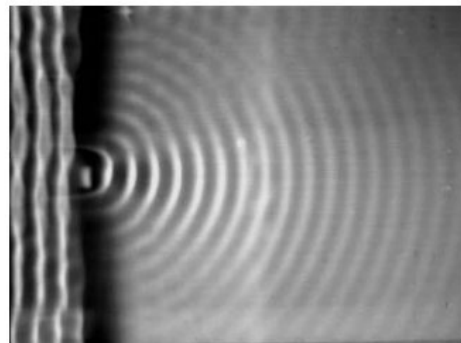
### 5.1 Difracción en un canto

- Colocar la placa plano paralela muy cerca del generador (comp. foto).
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta que la propagación en el campo protegido se pueda apreciar bien (difracción: desviación de la propagación rectilínea).



### 5.2 Difracción en la ranura individual (longitud onda mayor/igual a ancho de ranura)

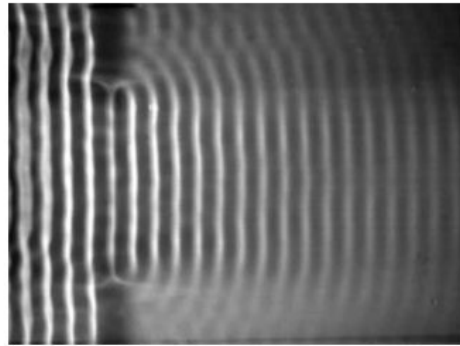
- Colocar el obstáculo con la ranura grande en posición paralela, delante del generador lineal.
- Establecer un ancho de ranura de entre 1 y 2 cm con las correderas cubridoras anchas.
- Realizar el ajuste fino hasta que las ondas elementales sean bien visibles (propagación en el área protegida).





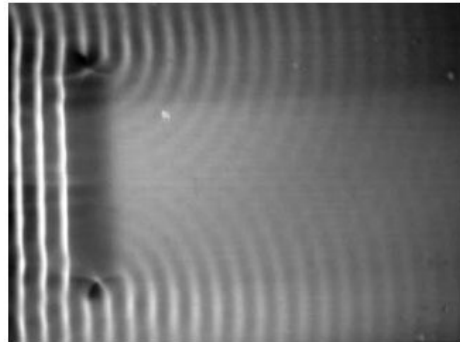
### 5.3 Difracción en la ranura individual (ancho de ranura aprox. 10 cm)

- Proceder del mismo modo que en el experimento 5.2.
- Establecer un ancho de ranura de aprox. 10 cm.
- Realizar el ajuste fino hasta que se hagan bien visibles las imágenes de la difracción en ambos cantos.



### 5.4 Difracción en un obstáculo (ancho aprox. 10 cm)

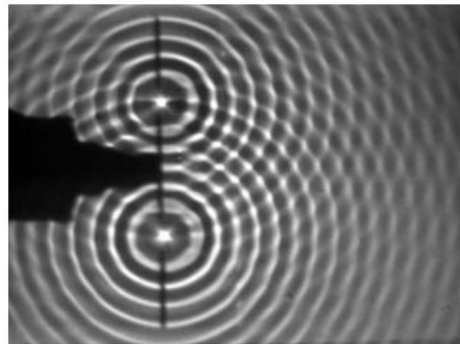
- Colocar la placa plano paralela de forma paralela al generador lineal.
- Realizar el ajuste fino hasta que se hagan bien visibles las imágenes de la difracción (y las superposiciones).



## 6. Superposiciones de ondas coherentes

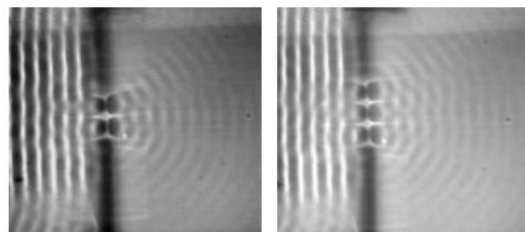
### 6.1 Superposición de varias ondas circulares

- Colocar dos tapones en el generador lineal.
- Desplazar el vibrador de tal manera que los tapones estén en el centro de la cubeta de ondas.
- Observar el aspecto de la superposición con diferentes distancias de los tapones.
- Mediante la colocación del tercer tapón, es posible añadir otra imagen de superposición.



### 6.2 Interferencia en ranura doble y en ranura triple

- El generador lineal debe actuar en el borde de la cubeta de ondas.
- Colocar el obstáculo con cuatro ranuras individuales, paralelamente al generador lineal.
- Tapar las ranuras exteriores con las correderas cubridoras.
- Ajustar la frecuencia de tal manera que se produzcan longitudes de onda de mayor ancho de ranura.
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta la superposición se vea claramente.



## 7. Efecto Doppler

### 7.1 Velocidad del generador inferior a la velocidad de las ondas ( $u < v$ )

- Colocar el tapón en el centro del generador lineal.
- Realizar el ajuste fino de la frecuencia y de la amplitud hasta que la onda circular sea bien visible.
- Dejar actuar despacio el vibrador hacia la derecha y la izquierda sobre la cubeta de ondas.

