

Vasca per onde 1026082

Manuale d'uso

11/25 Alf/GH/UD



- 1 Stroboscopio LED flessibile con supporto magnetico
- 2 Bacino d'acqua
- 3 Corpi di immersione
- 4 Schermo di osservazione
- 5 Cavi di collegamento per generatore di vibrazioni
- 6 Collegamento stroboscopio
- 7 Generatore di frequenza
- 8 Interruttore On/Off

- 9 Livella a bolla
- 10 Eccitatori d'onda
- 11 Viti di livellamento
- 12 Supporto con base per generatore di vibrazioni
- 13 Tubo di scarico
- 14 Generatore di vibrazioni
- 15 Braccio di collegamento per eccitatori d'onda

1. Istruzioni di sicurezza

I componenti in vetro della vasca per onde possono rompersi se non vengono maneggiati correttamente.

- Non sottoporre la vasca per onde a forze meccaniche eccessive.

2. Dotazione

- 1 Vasca per onde con specchio di proiezione, schermo di osservazione e tubo di scarico
- 1 Stroboscopio LED flessibile con supporto magnetico
- 1 Generatore di frequenza
- 1 Alimentatore plug-in, 12 V CC
- 1 Interruttore On/Off
- 1 Generatore di vibrazioni
- 1 Supporto con base per generatore di vibrazioni
- 2 Cavi di collegamento per generatore di vibrazioni
- 1 Braccio di collegamento per eccitatori d'onda
- 1 Set di 4 eccitatori d'onda (onde piane, onde circolari, due/quattro onde circolari interferenti)
- 1 Set di 7 corpi di immersione (prisma, lente biconvessa, lente biconcava, tre parallelepipedi lunghi / un parallelepipedo corto)
- 1 Livella a bolla
- 1 Custodia

3. Descrizione

La vasca ondulatoria viene utilizzata per dimostrare chiaramente i fenomeni ondulatori fondamentali, quali la generazione di onde piane e circolari, la rifrazione, la riflessione, la diffrazione e l'interferenza, visualizzati attraverso le onde d'acqua proiettate su uno schermo di osservazione.

La vasca per onde è costituita da un telaio in alluminio con una vasca poco profonda dotata di fondo in vetro. Il fondo in vetro presenta un'apertura con un tubo di scarico per svuotare l'acqua. La vasca viene livellata utilizzando una livella a bolla e quattro piedini regolabili in altezza situati nella parte inferiore della vasca. Le onde piane o circolari vengono generate nell'acqua attraverso oscillazioni meccaniche localizzate, con frequenza e ampiezza impostate sul generatore di frequenza.

Una lampada a LED con supporto magnetico illumina la vasca dall'alto, funzionando come uno stroboscopio con frequenza sincrona o asincrona. Il telaio contiene uno specchio angolato che proietta le onde su uno schermo di osservazione. Lo stroboscopio è collegato tramite una presa a tre poli sul lato sinistro del generatore di frequenza.

Il generatore di frequenza consente la regolazione separata della frequenza dello stroboscopio e della frequenza e dell'ampiezza della generazione delle onde. La frequenza impostata viene visualizzata continuamente sul generatore di frequenza, mentre l'ampiezza viene visualizzata temporaneamente quando viene modificata. L'alimentazione è fornita tramite un alimentatore a spina.

La generazione delle onde viene eseguita utilizzando un generatore di vibrazioni. Per montare e posizionare il generatore di vibrazioni viene utilizzato un supporto con una base. All'interno del tubo della base è presente una molla elicoidale che funge da ammortizzatore. Gli eccitatori di onde sono accoppiati meccanicamente tramite un braccio di collegamento. L'alimentazione viene fornita tramite due cavi di collegamento attraverso il generatore di frequenza. Per condurre gli esperimenti sono disponibili vari eccitatori di onde e corpi di immersione.

Il serbatoio ondulatorio presenta due aperture laterali che ne facilitano la manipolazione e il trasporto.

3.1 Elementi operativi – generatore di frequenza

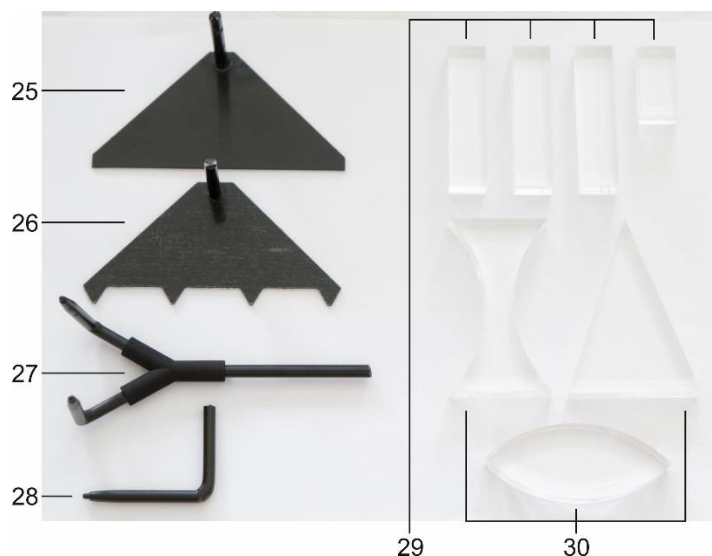


- 16 Manopole per la regolazione della frequenza del vibratore in modalità sincrona
- 17 Manopole per la regolazione della frequenza del vibratore in modalità asincrona
- 18 Display della frequenza
- 19 Manopole per la regolazione dell'ampiezza del vibratore



- 20 Interruttore per funzionamento sincrono/asincrono
- 21 Interruttore on/off per illuminazione stroboscopica
- 22 Presa di collegamento per stroboscopio
- 23 Presa di collegamento per alimentatore a spina
- 24 Prese di collegamento per generatore di vibrazioni

3.2 Accessori



- 25 Eccitatore per onde piane
- 26 Eccitatore per quattro onde circolari interferenti
- 27 Eccitatore per due onde circolari interferenti
- 28 Eccitatore per onde circolari

- 29 Corpi di immersione tre parallelepipedi lunghi, un parallelepipedo corto
- 30 Corpi di immersione prisma, lente biconcava e biconvessa

4. Dati tecnici

Dimensioni

Serbatoio:	circa 400x300x330 mm ³
Vasca dell'acqua (superficie utile in vetro):	circa 360x260 mm ²
Schermo di osservazione:	circa 395x320 mm ²
Specchio di proiezione:	circa 420x395 mm ²

Lampada stroboscopica

Sorgente luminosa:	LED 3 W
Diametro:	34 mm
Frequenza massima:	60 Hz

Generatore di frequenza

Dimensioni:	circa 170x110x50 mm ³
Intervallo di frequenza:	1 – 60 Hz, regolabile con incrementi di 1 Hz

Regolazione dell'ampiezza:	1 – 30%
Tensione di alimentazione:	12 V CC / 1 A in uscita 100 – 240 V in ingresso

Generatore di vibrazioni

Dimensioni:	circa 110x90x110 mm ³
Corrente:	max. 400 mA
Protezione da sovraccarico:	fusibile da 500 mA
Collegamento:	Prese di sicurezza da 4 mm

5. Funzionamento

Ulteriori raccomandazioni:

1 Becher, 800 ml, forma alta	1025694
1 Spruzzetta 500 ml	1009812
Acqua	

- Posizionare il serbatoio ondulatorio con lo schermo di osservazione rivolto in avanti su una superficie piana e priva di vibrazioni.
- Svitare i quattro piedini regolabili in altezza nella parte inferiore del serbatoio ondulatorio fino a poter far scorrere il supporto con la base per il generatore di vibrazioni sotto il serbatoio ondulatorio senza toccarlo.
- Utilizzare la livella a bolla e i piedini regolabili in altezza per allineare il serbatoio ondulatorio in orizzontale.
- Fissare il tubo di scarico nel morsetto sul serbatoio ondulatorio in modo che sia rivolto verso l'alto.
- Far scorrere il supporto con base per il generatore di vibrazioni sotto il lato destro centrale del serbatoio ondulatorio, con l'estremità appuntita della base rivolta verso il serbatoio. Se necessario, ruotare e fissare il supporto nella base in modo che anche la sua estremità appuntita sia rivolta verso il serbatoio.
- Utilizzare la livella a bolla e le due viti di livellamento sulla base per allineare il supporto in orizzontale.
- Posizionare il generatore di vibrazioni sul supporto con il pannello di controllo rivolto in avanti.
- Fissare il braccio di collegamento per gli eccitatori d'onda sulla punta del supporto utilizzando la sua base magnetica e fissarlo al perno del generatore di vibrazioni utilizzando la vite zigrinata.
- Inserire l'eccitatore d'onda desiderato nel braccio e fissarlo con la vite zigrinata.

- Collegare il generatore di frequenza e il generatore di vibrazioni utilizzando i due cavi di sicurezza da 4 mm.
- Montare lo stroboscopio sulla parte esterna della vasca a increspature utilizzando il supporto magnetico e collegarlo al generatore di frequenza utilizzando il cavo a tre pin.
- Collegare il generatore di frequenza all'alimentatore utilizzando l'interruttore On/Off e l'adattatore di alimentazione a spina.
- Riempire il serbatoio ondulatorio con 5 mm di acqua.

I corpi di immersione si estenderanno quindi sopra la superficie dell'acqua.

- Regolare la profondità di immersione dell'eccitatore d'onda impostando l'altezza del supporto in modo che il bordo inferiore dell'eccitatore d'onda tocchi appena la superficie dell'acqua.
- Accendere il generatore di frequenza.

All'avvio, il sistema è preimpostato per il funzionamento sincrono con una frequenza di 30 Hz e un'ampiezza del 10%. Con frequenze sincrone del generatore d'onda e dello stroboscopio, è possibile visualizzare modelli di onde stazionarie; con impostazioni asincrone, compaiono onde progressive.

- Regolare l'altezza e la posizione dello stroboscopio in modo che la vasca a increspature sia completamente illuminata.
- Eseguire l'esperimento. Regolare la profondità dell'acqua, la posizione dell'agitatore d'onda, la frequenza e l'ampiezza secondo necessità per ottimizzare la visualizzazione dei fenomeni osservati.
- Al termine dell'esperimento, svuotare la vasca per onde in un becher utilizzando il tubo di scarico.
- Asciugare accuratamente il dispositivo per evitare l'accumulo di calcare.

6. Esempi di esperimenti

6.1 Generazione delle onde

- Assicurarsi che la vasca ondulatoria sia riempita con 5 mm di acqua.
- Inserire uno dopo l'altro gli opportuni generatori di onde nel braccio fino a quando non sono completamente inseriti, fissarli con la vite zigrinata e generare onde piane, onde circolari o onde circolari interferenti a seconda delle necessità (Fig. 1a – d). Regolare la profondità di immersione di ciascun generatore di onde impostando l'altezza del supporto in modo che il bordo inferiore del generatore di onde tocchi appena la superficie dell'acqua.

6.2 Rifrazione

- Assicurarsi che la vasca per onde sia riempita con 5 mm di acqua.
- Inserire l'eccitatore per onde piane nel braccio fino a quando non è completamente inserito e fissarlo con la vite zigrinata.
- Posizionare la lente biconvessa, la lente biconcava o il prisma al centro della vasca a increspature, a pochi centimetri davanti all'eccitatore d'onda.
- Schermare i bordi anteriori della lente biconcava utilizzando due lunghi parallelepipedi posizionati in verticale (Fig. 2b) per ridurre al minimo gli effetti indesiderati sui bordi, come i fenomeni di diffrazione e interferenza.
- Ruotare il prisma in modo che il suo lato lungo, rivolto nella direzione opposta all'eccitatore d'onda, sia parallelo all'eccitatore d'onda (Fig. 2c).

Il lato lungo rivolto verso l'eccitatore d'onda dovrebbe quindi formare un angolo di circa 40° con esso, corrispondente all'angolo al vertice del prisma.

- Aggiungere acqua in modo che il corpo di immersione sia completamente coperto.
- Regolare la profondità di immersione dell'eccitatore d'onda impostando l'altezza del supporto in modo che il bordo inferiore dell'eccitatore d'onda tocchi appena la superficie dell'acqua.

Per osservare la rifrazione, il corpo immerso deve essere appena coperto dall'acqua.

- Accendere il generatore di frequenza e osservare il display sullo schermo di osservazione. Utilizzare ad esempio una bottiglia di lavaggio per rimuovere l'acqua dalla vasca a increspature fino a quando la rifrazione diventa visibile dietro il corpo immerso. Regolare la profondità di immersione dell'eccitatore d'onda e, se necessario, la frequenza e l'ampiezza per ottimizzare la visualizzazione.
- Ripetere l'esperimento con gli altri corpi immersi.

Dietro la lente biconvessa si formano onde circolari convergenti che si concentrano su un punto (Fig. 2a). Dietro la lente biconcava, le onde circolari divergenti sembrano provenire da un punto focale virtuale davanti alla lente (Fig. 2b). Il prisma devia le onde piane (Fig. 2c). Sopra i corpi immersi, la profondità dell'acqua è significativamente inferiore rispetto all'area circostante. In queste regioni poco profonde, la velocità delle onde diminuisce, determinando una lunghezza d'onda più corta. Di conseguenza, quando le onde passano da acque più profonde a acque meno profonde, si rifrangono, in modo simile alle onde luminose che passano da un mezzo otticamente meno denso a uno otticamente più denso.

6.3 Riflessione

- Assicurarsi che la vasca per onde sia riempita con 5 mm di acqua.
- Inserire l'eccitatore per onde piane nel braccio fino a quando non è completamente inserito e fissarlo con la vite zigrinata. Regolare la profondità di immersione impostando l'altezza del supporto in modo che il bordo inferiore dell'eccitatore d'onda tocchi appena la superficie dell'acqua.
- Posizionare la lente biconvessa o la lente biconcava nella vasca a increspature e osservare il modello di riflessione.

Quando le onde piane si riflettono su ostacoli curvi, la lente biconvessa agisce come uno specchio convesso (Fig. 3a), mentre la lente biconcava si comporta come uno specchio concavo (Fig. 3b).

- Posizionare i tre parallelepipedi lunghi con un angolo di 45° davanti all'agitatore d'onda per formare un ostacolo rettilineo e continuo.

Quando le onde piane si riflettono su un ostacolo rettilineo, questo si comporta come uno specchio piano. Le onde riflesse rimangono piane e la lunghezza d'onda non cambia. Si applica la legge della riflessione: angolo di incidenza = angolo di riflessione (Fig. 3c).

- Ripetere l'esperimento utilizzando l'eccitatore per onde circolari. Per questo esperimento, avvicinare l'ostacolo rettilineo al generatore di onde.

Quando le onde circolari si riflettono su un ostacolo rettilineo, esso agisce come uno specchio piano. Le onde riflesse rimangono circolari, con il loro punto di origine che appare in un punto virtuale dietro l'ostacolo rettilineo, simmetrico rispetto al punto di eccitazione (Fig. 3d).

6.4 Diffrazione

- Assicurarsi che la vasca a increspature sia riempita con 5 mm di acqua.
- Inserire l'eccitatore per onde piane nel braccio fino a quando non è completamente inserito e fissarlo con la vite zigrinata. Regolare la profondità di immersione impostando l'altezza del supporto in modo che il bordo inferiore dell'eccitatore d'onda tocchi appena la superficie dell'acqua.
- Utilizzando due parallelepipedi lunghi, creare in sequenza una singola fenditura con tre diverse larghezze: 1) significativamente più ampia della lunghezza d'onda, 2) leggermente più ampia della lunghezza d'onda e 3) più piccola della lunghezza d'onda.

Nel primo caso, le onde piane attraversano la fessura quasi senza subire variazioni. Onde circolari con ampiezza più debole si diffondono nella regione in ombra dai bordi (Fig. 4a). Nel secondo caso, le onde circolari originate dai bordi della fessura interferiscono tra loro. Ciò produce massimi e minimi di interferenza disposti lungo iperboli, con i bordi della fessura che fungono da sorgenti di eccitazione delle onde (Fig. 4b). Nel terzo caso, si formano onde circolari e la fessura si comporta come una sorgente puntiforme (Fig. 4c).

- Posizionare un lungo parallelepipedo nella vasca a increspature come ostacolo.

I bordi del parallelepipedo fungono da sorgenti di onde circolari che si propagano anche nella regione in ombra e interferiscono dietro il parallelepipedo (Fig. 4d).

6.5 Interferenza

- Assicurarsi che la vasca a increspature sia riempita con 5 mm di acqua.
- Inserire uno dopo l'altro nel braccio gli eccitatori per due e quattro onde circolari interferenti e fissarli con la vite zigrinata. Regolare la profondità di immersione degli eccitatori d'onda impostando l'altezza del supporto in modo che i bordi inferiori degli eccitatori tocchino appena la superficie dell'acqua.
- Osservare i modelli di interferenza.

I massimi e i minimi di interferenza si trovano lungo le iperboli, con i punti focali nelle posizioni di eccitazione delle onde (Fig. 1c, d).

- Inserire l'eccitatore per onde piane nel braccio fino a quando non è completamente inserito e fissarlo con la vite zigrinata. Regolare la profondità di immersione impostando l'altezza del supporto in modo che il bordo inferiore dell'eccitatore d'onda tocchi appena la superficie dell'acqua.
- Utilizzare due parallelepipedi lunghi e il parallelepipedo corto per creare una doppia fenditura.
- Osservare i modelli di interferenza.

I modelli di interferenza dietro la doppia fenditura assomigliano a quelli prodotti dall'eccitatore per due onde circolari interferenti. Secondo il principio di Huygens, i fronti d'onda circolari con frequenza e ampiezza identiche vengono generati simultaneamente in entrambe le fenditure (Fig. 5).

6.6 Determinazione della lunghezza d'onda

Per determinare la lunghezza d'onda, è necessario considerare il fattore di ingrandimento b .

Il fattore di ingrandimento b può essere calcolato, ad esempio, posizionando la lente biconcava nella vasca a increspature e confrontando la sua dimensione reale A con la dimensione della sua immagine A' sullo schermo di osservazione:

$$b = A'/A$$

La lunghezza d'onda effettiva λ viene quindi determinata dalla lunghezza d'onda λ' misurata sullo schermo di osservazione:

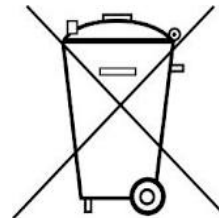
$$\lambda = \lambda'/b$$

7. Conservazione e manutenzione

- Conservare la vasca a increspature in un luogo privo di polvere.
- Asciugare accuratamente il serbatoio ondulato dopo l'uso per evitare la formazione di macchie d'acqua e depositi di calcare.

8. Smaltimento

- L'imballaggio deve essere smaltito presso i centri di riciclaggio locali.
- Se è necessario smaltire l'apparecchiatura stessa, non gettarla mai nei normali rifiuti domestici. Si applicano le normative locali per lo smaltimento delle apparecchiature elettriche.



Generazione di onde

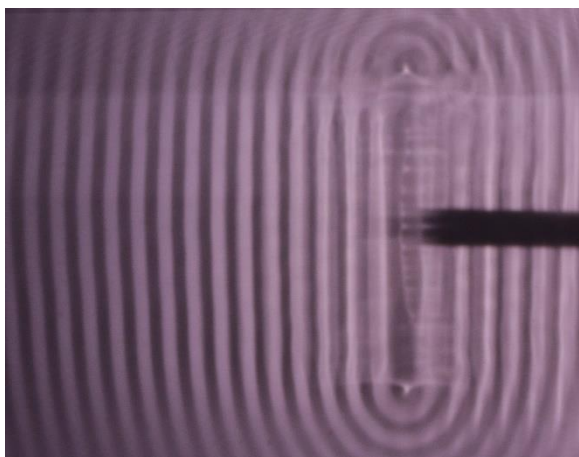


Fig. 1a: Generazione di onde piane

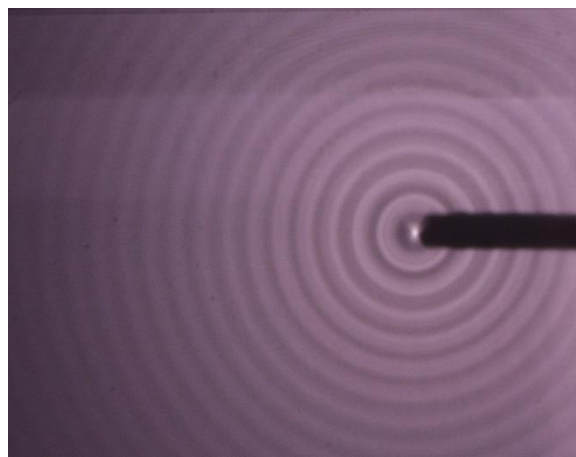


Fig. 1b: Generazione di onde circolari

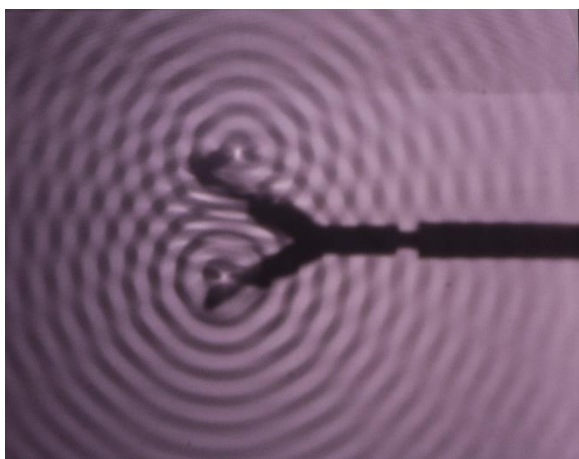


Fig. 1c: Generazione di due onde circolari interferenti

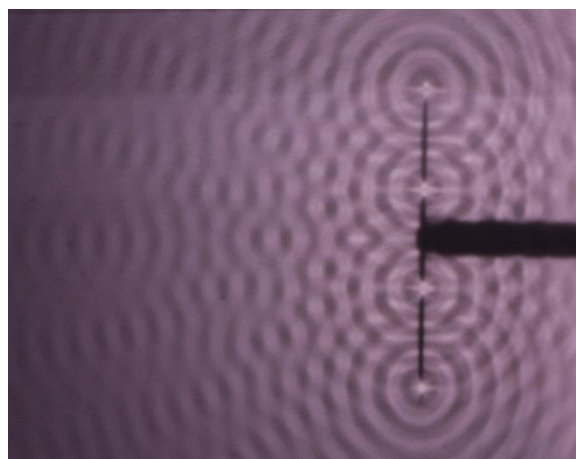


Fig. 1d: Generazione di quattro onde circolari interferenti

Rifrazione

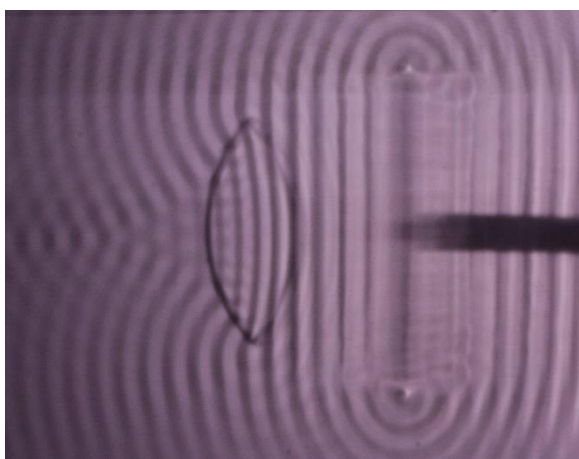


Fig. 2a: Rifrazione delle onde piane su una lente biconvessa

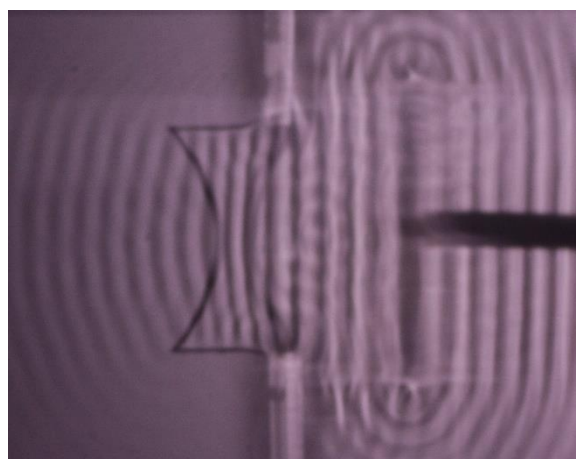


Fig. 2b: Rifrazione delle onde piane su una lente biconcava. I bordi anteriori della lente sono protetti da due lunghi parallelepipedi posizionati verticalmente per ridurre al minimo gli effetti indesiderati sui bordi, quali fenomeni di diffrazione e interferenza.

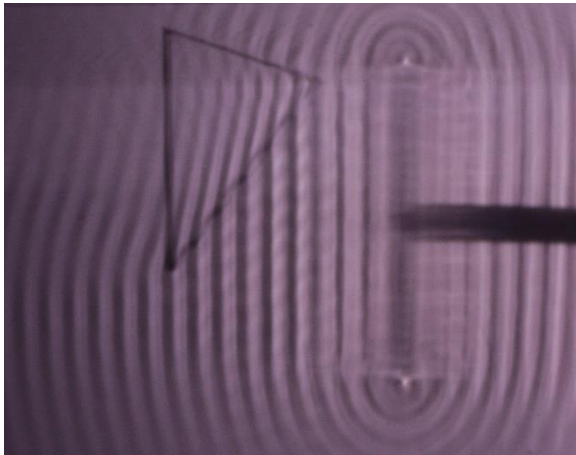


Fig. 2c: Rifrazione delle onde piane su un prisma

Riflessione

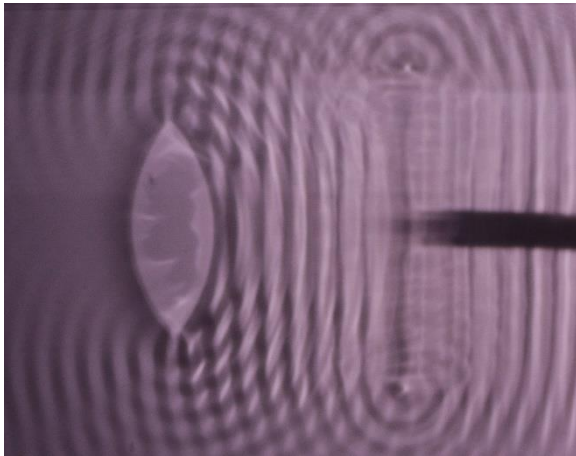


Fig. 3a: Riflessione delle onde piane su una lente bi-convessa

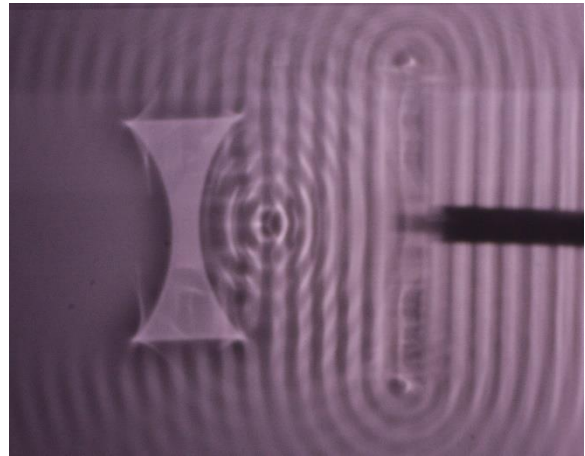


Fig. 3b: Riflessione delle onde piane su una lente bi-concava

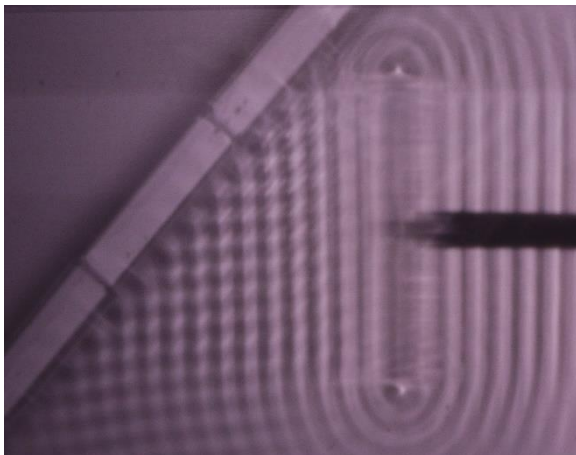


Fig. 3c: Riflessione di onde piane su un ostacolo rettilineo

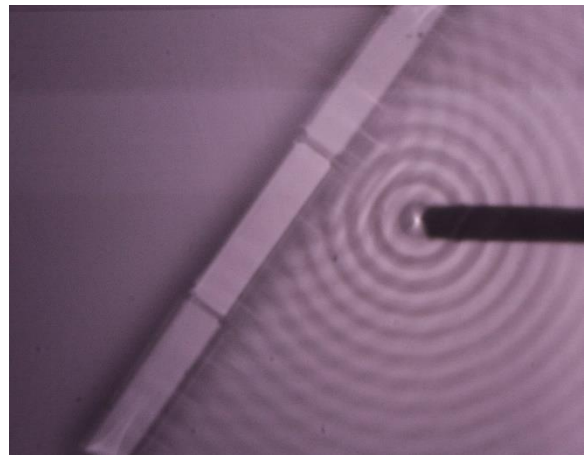


Fig. 3d: Riflessione di onde circolari su un ostacolo rettilineo

Diffrazione

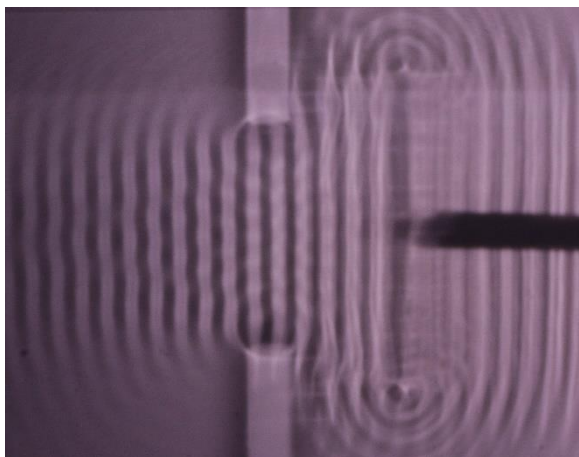


Fig. 4a: Diffrazione di onde piane su una fenditura con larghezza significativamente maggiore della lunghezza d'onda

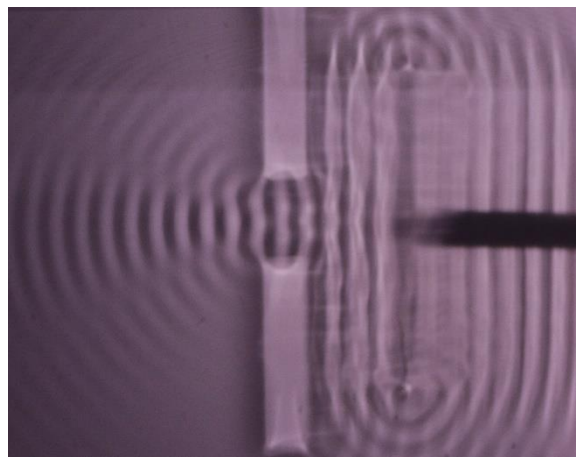


Fig. 4b: Diffrazione di onde piane su una fenditura con larghezza leggermente superiore alla lunghezza d'onda

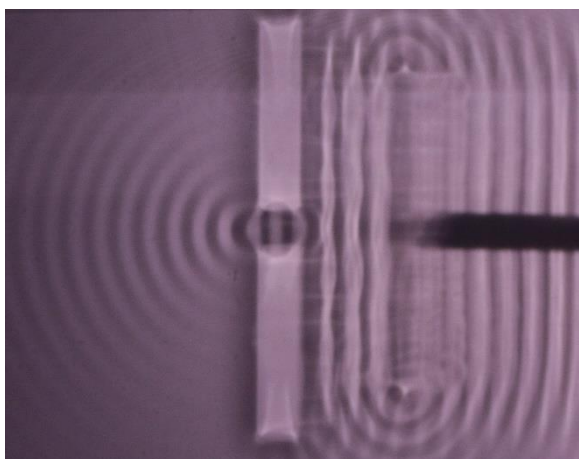


Fig. 4c: Diffrazione di onde piane su una fenditura con larghezza inferiore alla lunghezza d'onda

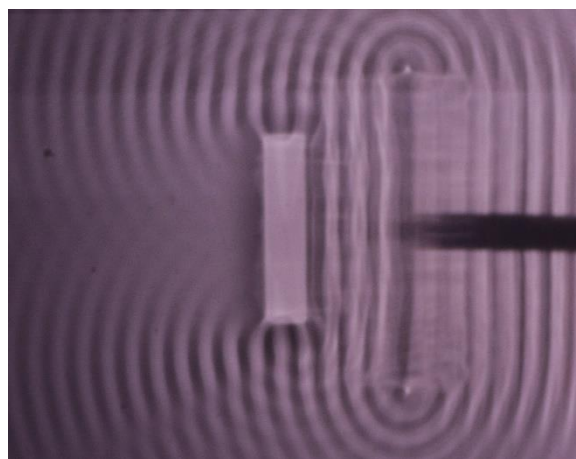


Fig. 4d: Diffrazione di onde piane ai bordi di un parallelepipedo

Interferenza

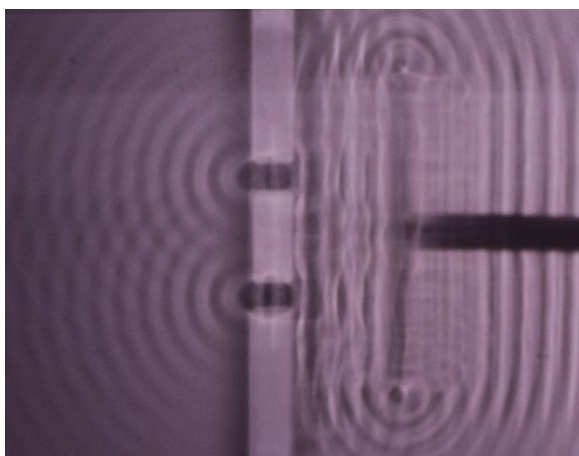


Fig. 5: Interferenza alla doppia fenditura