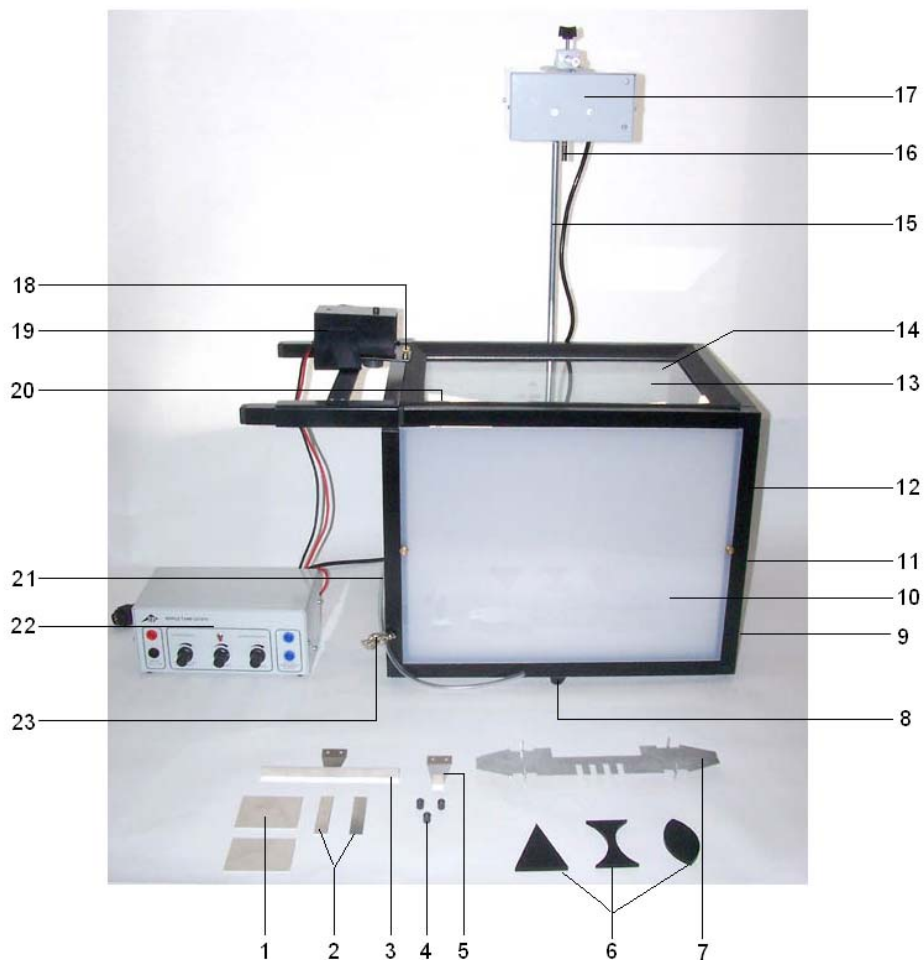


Wellenwanne U21910

Bedienungsanleitung

03/09 Alf



- | | |
|--|--|
| 1 Abdeckschieber breit | 12 Rahmen |
| 2 Abdeckschieber schmal | 13 Glasplatte |
| 3 Erreger für gerade Wellen | 14 Projektionsspiegel |
| 4 Tupper zur Erregung von Kreiswellen | 15 Stativstange |
| 5 Halter für Tupper | 16 Schraube zum Drehen der Stroboskopscheibe |
| 6 Einlegekörper für Brechungsexperimente (Prisma, Bikonkav- und Bikonvexlinse) | 17 Stroboskop |
| 7 Hindernis mit großem Spalt und 4 Einzelspalten | 18 Rändelschrauben zur Befestigung der Wellenerreger |
| 8 Fuß | 19 Vibrator |
| 9 Libelle (nicht sichtbar) | 20 Wasserablauföffnung |
| 10 Beobachtungsschirm | 21 Ablaufschlauch |
| 11 Nivellierfüße (nicht sichtbar) | 22 Steuergerät |
| | 23 Schlauchklemme |

1. Sicherheitshinweise

Zu hohe Spannungen und Ströme können zur Zerstörung des Steuergeräts und der Stroboskoplampe führen.

- Die angegebenen Betriebsparameter einhalten. Es besteht Bruchgefahr der Glasteile der Wellenwanne.
- Wellenwanne keinen mechanischen Belastungen aussetzen.

Vorsicht! Stroboskop erhitzt sich während des Betriebs.

- Stroboskop nicht anfassen und vor dem Wegräumen abkühlen lassen.
- Beim Transport der Wellenwanne ist darauf zu achten, dass der einliegende Spiegel nicht heraus fällt.

2. Beschreibung

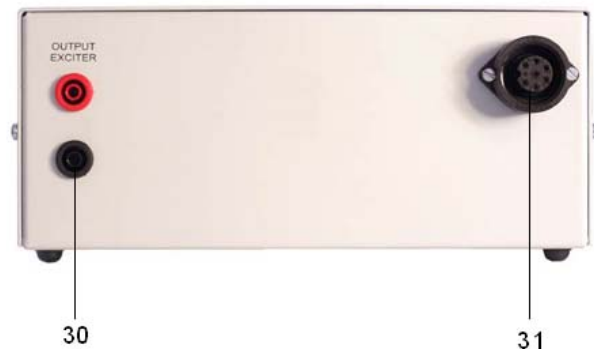
Die Wellenwanne dient zur anschaulichen Demonstration grundlegender Phänomene der Wellenlehre anhand sichtbar gemachter Wasserwellen.

Experimentsbeispiele:

Reflexion, Dispersion, Brechung, Interferenz, Beugung, Doppler-Effekt

Die Wellenwanne besteht aus einem Aluminiumrahmen (12), auf den ein flaches Becken mit Glasboden (13) aufgesetzt ist. Im Glasboden befindet sich eine Öffnung (20) mit Ablaufschlauch (21) mit Schlauchklemme (23) zum Ablassen des Wassers. Zur horizontalen Ausrichtung ist die Wellenwanne mit einer Libelle (9) und 2 Nivellierfüßen (11) ausgestattet. Im Rahmen befindet sich ein schräg gestellter, herausnehmbarer Spiegel (14), über den die Wellen auf eine Mattglasscheibe (10) projiziert werden. Eine Halogenlampe mit vorgeschaltetem Stroboskop (17) beleuchtet die Wanne dabei von oben. Die Erzeugung der Wasserwellen erfolgt durch Übertragung der Schwingungen eines elektromagnetischen Vibrators (19) auf die Wellenerreger (3, 4, 5), die mittels zwei Rändelschrauben (18) befestigt werden.

Zur Durchführung der Experimente stehen ein Hindernis (7) sowie Einlegekörper (6) zur Verfügung. Die Abdeckschieber (1, 2) dienen zum Aufbau von Gittern mit verschiedener Spaltbreite und einer Reflexionswand. Am Steuergerät (22) lassen sich die Frequenz des Stroboskops sowie die Frequenz und die Amplitude des Vibrators getrennt einstellen. Die Stroboskop- und Vibratorfrequenz können so eingestellt werden, dass Stroboskop und Vibrator synchron oder asynchron laufen. Zur Frequenzmessung des Vibrators stehen 4-mm-Sicherheitsbuchsen (29) zum Anschluss eines Zählers zur Verfügung. Der Anschluss des Stroboskops erfolgt über eine Mehrpolbuchse (31), der des Vibrators über 4-mm-Sicherheitsbuchsen (30) jeweils an der Rückseite des Steuergeräts.



2.1 Bedienelemente Steuergerät

- 24 4-mm-Sicherheitsbuchsen zum Anschluss der externen Spannungsversorgung
- 25 Drehknopf zur Einstellung der Stroboskopfrequenz
- 26 Drehknopf zur Einstellung der Erregerfrequenz
- 27 Umschalter für synchronen bzw. asynchronen Betrieb
- 28 Drehknopf zur Einstellung der Erregeramplitude
- 29 4-mm-Sicherheitsbuchsen zum Anschluss eines externen Frequenzmessers
- 30 4-mm-Sicherheitsbuchsen zum Anschluss des Vibrators
- 31 Mehrpolbuchse zum Anschluss des Stroboskops

3. Lieferumfang

1 Wellenwanne
1 Projektionsspiegel
1 Stativstange
1 Steuergerät für Wellenerreger und Stroboskop
1 Stroboskop
1 Vibrator
1 Ablaufschlauch
1 Schlauchklemme
1 Erreger für gerade Wellen
3 Tupfer zur Erregung von Kreiswellen
1 Halter für Tupfer
3 Einlegekörper für Brechungsexperimente (Prisma, Bikonkav- und Bikonvexlinse)
1 Hindernis mit großem Spalt und 4 Einzelspalten
2 schmale Abdeckschieber
2 breite Abdeckschieber

4. Technische Daten

Abmessungen:

Wanne: 345 x 250 x 10 mm³
Rahmen: 600 x 335 x 355 mm³
Frequenzbereich: stufenlos einstellbar
Versorgungsspannung: 9 V – 12 V DC über 4-mm-Sicherheitsbuchsen
Leuchte: Halogenlampe 12 V / 35 W, GY6,35

5. Bedienung

Zum Betrieb der Wellenwanne ist ein DC-Netzgerät 12 V, 5 A zusätzlich erforderlich.

Es ist empfehlenswert die Experimente mit destilliertem Wasser durchzuführen.

- Wellenwanne auf eine waagrechte Unterlage erschütterungsfrei aufstellen.
- Wellenwanne mittels Libelle und 2 Nivellierfüßen horizontal ausrichten.
- Projektionsspiegel ganz in den Rahmen einschieben. Er wird nicht befestigt sondern liegt nur auf.
- Ablaufschlauch an der Glasplatte anbringen und mit Schlauchklemme verschließen.
- Stativstange in den Rahmen einsetzen und mit Rändelschraube festschrauben.
- Stroboskop an der Stativstange festschrauben.
- Steuergerät an DC-Netzgerät anschließen und Verbindung zwischen Steuergerät und Stroboskop herstellen.

- Ausgangsspannung auf 12 V und Ausgangsstrom auf 5 A begrenzen, zunächst Stroboskopfrequenz Null wählen.
- Stroboskopscheibe so drehen, dass der Lichteinfall maximal ist und Stroboskop in Höhe und Position so ausrichten, dass die Wellenwanne vollständig ausgeleuchtet wird.
- Vibrator auf den Rahmen der Wellenwanne aufsetzen. Die für das durchzuführende Experiment notwendigen Zubehörteile mittels der Rändelschrauben am Vibrator befestigen.
- Vibrator mit dem Steuergerät verbinden.
- Wanne mit destilliertem Wasser befüllen. Bei Experimenten zur Brechung bis ca. 1 mm über den Einlegekörpern, bei anderen Experimenten ca. 5 mm.
- Nach Beendigung des Experiments Wellenwanne über den Ablaufschlauch entleeren.
- Gerät sorgfältig abtrocknen, um Kalkrückstände zu vermeiden.
- Zur Herstellung einer Reflexionswand bzw. Gittern mit verschiedenen Spaltbreiten die Abdeckschieber mittels eines Haushaltsgummis an der Hindernisplatte befestigen.

6. Wellenerregung

Wassertiefe, Eintauchtiefe der Wellenerreger sowie Frequenz und Amplitude des Vibrators müssen sorgfältig gewählt werden, um die Darstellung der zu beobachtenden Phänomene zu optimieren.

Bei synchroner Vibrator- und Stroboskopfrequenz können stehende Wellenbilder realisiert werden.

Wird die Frequenz verändert, ist ggf. ein Nachstellen der Amplitude erforderlich.

Bei einigen Experimenten (z.B. Beugung und Reflexion) kann es erforderlich sein, Bereiche des Wellenbildes schärfer zu stellen. Dies geschieht durch Veränderung der Amplitude.

6.1 Gerade Wellen

- Wellenerreger lang mittels der Rändelschrauben am Vibrator befestigen.
 - Eintauchtiefe durch Verstellen des Vibrators so wählen, dass die Unterkante des Erregers die Wasseroberfläche gerade berührt.
 - Gewünschte Frequenz und Amplitude am Steuergerät einstellen.
- Auf dem Beobachtungsschirm entsteht ein stehendes oder langsam laufendes Wellenbild.
- Feinjustierung mittels Drehknopf für die Frequenz vornehmen.

6.2 Kreiswellen

- Je nach Wahl der Anzahl der gewünschten Wellen 1 bis 3 Tupfer auf die Schneide des Wellenerregers kurz bzw. lang aufdrücken.
- Wellenerreger lang mittels der Rändelschrauben am Vibrator befestigen.
- Eintauchtiefe durch Verstellen des Vibrators so wählen, dass die Unterkante des Erregers die Wasseroberfläche gerade berührt.
- Gewünschte Frequenz und Amplitude am Steuergerät einstellen.
- Auf dem Beobachtungsschirm entsteht ein stehendes oder langsam laufendes Wellenbild. Feinjustierung mittels Drehknopf für die Frequenz vornehmen.

6.3 Bestimmung der Wellenlänge

Zur Bestimmung der Wellenlänge ist der Vergrößerungsfaktor b zu berücksichtigen.

Der Vergrößerungsfaktor b lässt sich berechnen, indem z.B. die Bikonkavlinse auf die Wellenwanne gelegt und deren Größe A ins Verhältnis zur Größe ihrer Abbildung auf dem Beobachtungsschirm A' gesetzt wird.

$$b = A'/A$$

Aus der auf dem Beobachtungsschirm gemessenen Wellenlänge λ' ergibt sich die tatsächliche Wellenlänge λ :

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

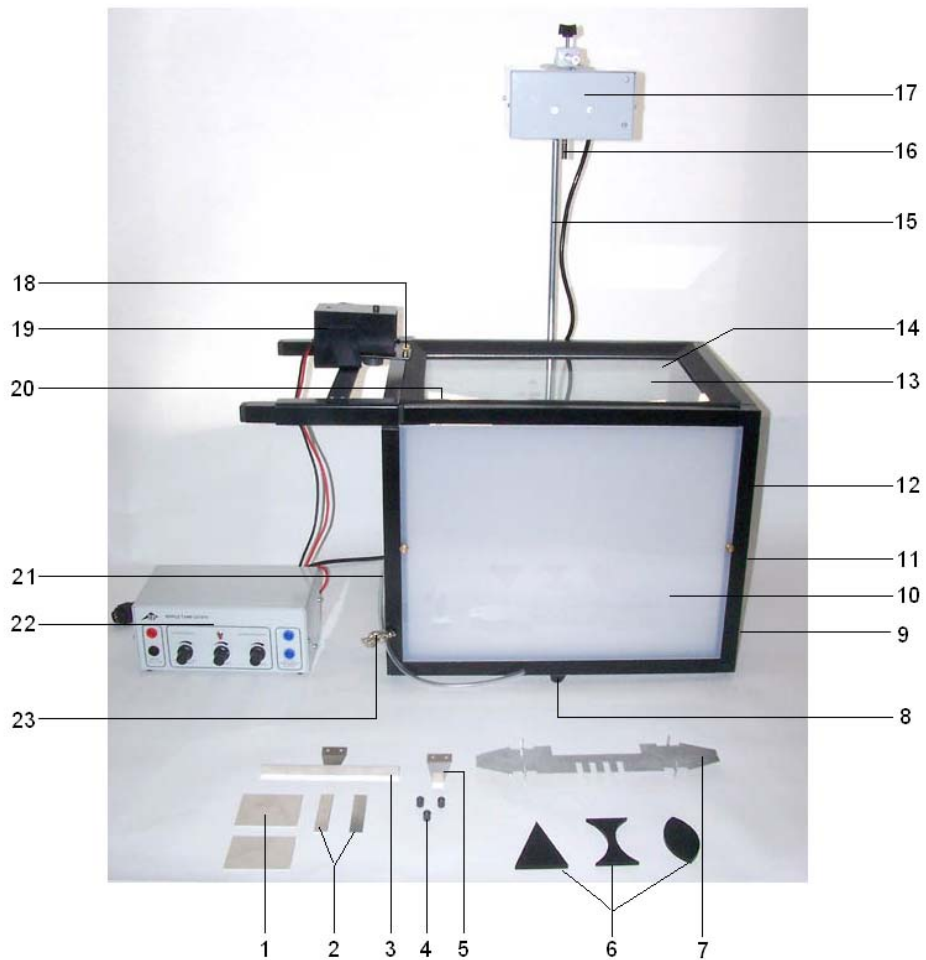
7. Aufbewahrung und Reinigung

- Wellenwanne staubfrei aufbewahren.
- Wellenwanne nach Gebrauch sorgfältig trocknen, um Kalkrückstände und Wasserflecken zu vermeiden.

Ripple tank U21910

Instruction Sheet

03/09 Alf



- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | 1 Large covering plates | 12 | Frame |
| 2 | Small covering plates | 13 | Glass plate |
| 3 | Straight wave dipper | 14 | Projection mirror |
| 4 | Dippers for exciting circular waves | 15 | Stand rod |
| 5 | Holder for dippers | 16 | Screw for turning stroboscope disc |
| 6 | Immersion bodies for experiments on refraction (prism, biconcave and biconvex lenses) | 17 | Stroboscope |
| 7 | Obstacle with one large slit and 4 individual slits | 18 | Knurled screw for fastening the wave generator |
| 8 | Stand base | 19 | Vibrator |
| 9 | Spirit level (not shown) | 20 | Drainage opening |
| 10 | Observation screen | 21 | Drainage hose |
| 11 | Height-adjustable feet (not shown) | 22 | Control unit |
| | | 23 | Hose clamp |

1. Safety instructions

Excessive voltages and currents can damage the control unit and the stroboscope lamp.

- Ensure that the operating parameters are kept within the specified ranges.

The glass components of the ripple tank can be broken if they are not handled properly.

- Do not subject the ripple tank to excessive mechanical forces.

Warning! The stroboscope becomes hot during operation.

- Do not touch the stroboscope lamp, and allow it to cool before putting the stroboscope away.
- When the ripple tank is moved, care must be taken to ensure that the mirror inside it does not fall out.

2. Description

The purpose of the ripple tank is to provide clear demonstrations of basic wave phenomena in the form of ripples on water that can easily be made visible.

Experiment examples:

Reflection, Dispersion, Refraction, Interference, Diffraction, Doppler effect

The ripple tank consists of flat basin (13) set in an aluminium frame (12). In the glass floor, there is an opening (20) with a drainage hose (21) and a hose clip (23) to let out the water. For levelling purposes, the ripple tank is equipped with a spirit level (9) and two height-adjustable feet (11). Inside the frame, there is a removable mirror (14) inclined at an angle that allows the waves to be projected onto a frosted-glass pane. A halogen lamp with a stroboscope (17) connected in front of it illuminates the ripple tank from above. The generation of waves in water is carried out by transferring the oscillations of an electromagnetic vibrator (19) to the wave excitors (3, 4, 5) which are fixed with the help of two knurled screws (18).

An obstacle (7) and immersion bodies (6) are provided for conducting experiments. The covering plates (1, 2) can be used to construct grilles with slits of varying sizes and a wall to reflect waves. A control unit (22) is responsible for separately regulating both the frequency of the stroboscope and the frequency and amplitude of the vibrator. The stroboscope and the vibrator frequencies can be so that the stroboscope and vibrator operate synchronously or asynchronously. Two 4-mm safety connectors (29) are provided for connecting a counter to measure the frequency of the vibrator. The connection to the stroboscope is via a multi-pin connector (31) and the connection to the vibrator via 4-mm safety connectors (30), both of which are found on the rear end of the control unit.



2.1 Operating elements – control unit

- 24 4-mm safety connectors for connecting external power supply
- 25 Rotary knob for setting stroboscope frequency
- 26 Rotary knob for setting exciter frequency
- 27 Changeover switch for synchronous/asynchronous operation
- 28 Rotary knob for setting exciter amplitude
- 29 4-mm safety connectors for connecting an external frequency meter
- 30 4-mm safety connectors for connecting vibrator
- 31 Multi-pin connector for connecting stroboscope

3. Equipment supplied

- 1 Ripple tank
- 1 Projection mirror
- 1 Stand
- 1 Control unit for wave excitation unit and stroboscope
- 1 Stroboscope
- 1 Vibrator
- 1 Drainage hose
- 1 Hose clip
- 1 Exciter straight waves
- 3 Dippers for excitation of circular waves
- 1 Holder for dippers
- 3 Immersion bodies for experiments on refraction (prisms, biconcave and biconvex lenses)
- 1 Obstacle with large slit and 4 individual slits
- 2 Small covering plates
- 2 Large covering plates

4. Technical data

Dimensions:

Tank:	345 x 250 x 10 mm ³
Frame:	600 x 335 x 355 mm ³
Frequency range:	continuous adjustment
Power supply:	9 V – 12 V DC via 4-mm safety connectors
Lighting:	Halogen lamp 12 V/35 W, GY6.35

5. Operation

For operation of the ripple tank an external DC power supply unit 12 V, 5 A is additionally required.

It is recommended that the experiments be carried out using distilled water.

- Place the ripple tank upon a horizontal surface, making sure it is not subject to any shocks.
- Use the spirit level and two height-adjustable feet to align the ripple tank horizontally.
- Slide the projection mirror completely into the frame. The mirror is not fixed, it simply rests.
- Attach the drainage hose to the glass plate and close it off with the hose clip.
- Insert the stand into the frame and screw tight with the knurled screw.
- Screw the stroboscope onto the stand.
- Connect the control unit to the DC voltage supply unit and to the stroboscope.

- Limit the output voltage to 12 V and the output current to 5 A, and begin with the stroboscope frequency set to zero.
- Turn the stroboscope disc to provide maximum illumination and adjust the height and position of the stroboscope so that the ripple tank is fully illuminated.
- Mount the vibrator onto the frame of the ripple tank. Attach the accessories required for the appropriate experiments to the vibrator by means of the knurled screws.
- Connect the vibrator to the control unit.
- Fill the tank with distilled water. For experiments on refraction, fill the tank to approx. 1 mm over the level of the immersion bodies. For other experiments, fill to approx. 5 mm over the level of the immersion bodies.
- Use the drainage hose to empty the tank after the experiment.
- Thoroughly dry the apparatus to prevent forming of lime scale deposits.
- To construct a reflecting wall or grilles with varying slit widths, use a rubber band to fasten the covering slides to the obstacle plate.

6. Wave excitation

Water depth, depth of immersion of the wave exciters as well as frequency and amplitude of the vibrator must be carefully selected in order to present the optimum representation of the phenomena to be observed.

By synchronising the stroboscope frequency with that of the vibrator, the image of the waves can be made to appear stationary.

If the frequency is altered, it may require a readjustment of the amplitude in certain cases.

In some experiments, e.g. diffraction and reflection, it may be necessary to set certain ranges of the wave pattern to an enhanced resolution. This is done by modifying the amplitude accordingly.

6.1 Straight waves

- With the help of the knurled screw, attach the wave exciters to the vibrator.
 - Set the depth of immersion by selecting the vibrator so that the lower edge of the exciter dipper touches the water surface in a straight line.
 - On the control unit, set the desired frequency and amplitude.
- On the viewing screen, a stationary or slowly moving wave pattern can be observed.
- Make fine adjustments using the rotary knob.

6.2 Circular waves

- Depending on the choice of the desired waves, press 1 to 3 dippers onto the edge of the wave exciter, pressing either briefly or for a lengthier period as required.
- With the help of the knurled screws, attach the wave exciters to the vibrator.
- Set the depth of immersion by setting the vibrator so that the lower edge of the exciter touches the water surface in a straight plane.
- On the control unit, set the desired frequency and amplitude.
- On the viewing screen, a stationary or slowly moving wave pattern can be observed. Make fine adjustments using the turning knob.

6.3 Determining the wavelength

When determining the wavelength, the magnification factor b must be taken into account.

Magnification factor b can be calculated by placing the biconcave lens onto the ripple tank for instance and checking the ratio of its actual size A to the size of its projection on the viewing screen A' .

$$b = A'/A$$

The actual wavelength λ can be calculated from the wavelength λ' measured on the viewing screen as follows.

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

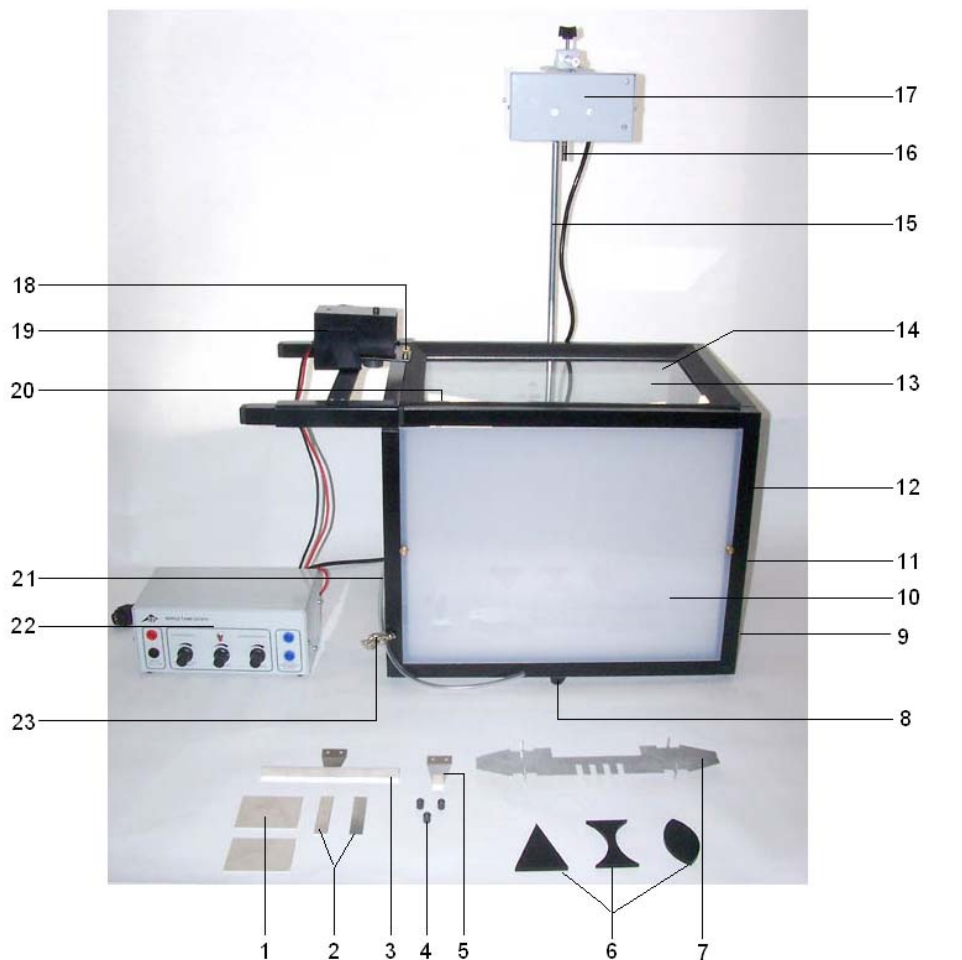
7. Storage and maintenance

- Store the ripple tank in a dust-free place.
- Thoroughly dry the ripple tank after use to prevent it developing water stains and lime scale deposits.

Cuve à ondes U21910

Instructions d'utilisation

03/09 Alf



- | | |
|---|---|
| 1 Coulisse de recouvrement, large | 12 Cadre |
| 2 Coulisse de recouvrement, étroite | 13 Plaque en verre |
| 3 Excitateur pour ondes linéaires | 14 Miroir de projection |
| 4 Aubes pour provoquer des ondes circulaires | 15 Barre de support |
| 5 Support pour aubes | 16 Vis pour tourner la plaque du stroboscope |
| 6 Objets d'insertion pour expériences sur la réfraction (prisme, lentille biconcave et biconvexe) | 17 Stroboscope |
| 7 Obstacle à grande fente et 4 fentes individuelles | 18 Vis moletées pour fixer l'excitateur d'ondes |
| 8 Pied | 19 Vibrateur |
| 9 Nivelles (non visible) | 20 Orifice de purge d'eau |
| 10 Ecran d'observation | 21 Tuyau d'écoulement |
| 11 Pieds de nivellement (non visibles) | 22 Appareil de commande |
| | 23 Pince de tuyau |

1. Consignes de sécurité

Des tensions et des courants trop élevés peuvent détruire l'appareil de commande et la lampe du stroboscope.

- Respectez les paramètres de service indiqués.

Les éléments en verre de la cuve à ondes risquent de se casser.

- N'exposez pas la cuve à des charges mécaniques.

Prudence ! Le stroboscope chauffe pendant le service.

- Ne touchez pas le stroboscope et, avant de le ranger, laissez-le refroidir.
- Lors du transport de la cuve, veillez à ce que le miroir qu'elle renferme ne tombe pas.

2. Description

La cuve à ondes permet de démontrer des phénomènes fondamentaux sur les ondes à l'aide d'ondes d'eau rendues visibles.

Exemples d'expériences :

Réflexion, Dispersion, Réfraction, Interférence, Diffraction, Effet Doppler

La cuve à ondes est constituée d'un cadre en aluminium (12) sur lequel est monté un bassin plat avec un fond en verre (13) où se trouve un orifice (20) avec tuyau d'écoulement (21) et pince à tuyau (23) pour permettre la purge d'eau. Une nivelle (9) et 2 pieds de nivellement (11) permettent un ajustage horizontal de la cuve. Dans le cadre se trouve un miroir amovible incliné (14) qui permet de projeter les ondes sur une plaque en verre mat (10). Une lampe halogène avec un stroboscope (17) installé en amont éclaire la cuve par le haut. Les ondes sont générées par la transmission des oscillations provenant d'un vibreur électromagnétique (19) sur les excitateurs (3, 4, 5) qui sont fixés par deux vis moletées (18).

Un obstacle (7) ainsi que des objets d'insertion (6) peuvent être utilisés pour réaliser les expériences. Les coulisses de recouvrement (1, 2) servent à former des réseaux de différentes largeurs de fente et une paroi de réflexion. L'appareil de commande (22) permet de régler séparément la fréquence du stroboscope ainsi que la fréquence et l'amplitude du vibreur. On peut régler la fréquence du stroboscope et du vibreur de manière à obtenir un fonctionnement synchrone ou asynchrone du stroboscope et du vibreur. Des douilles de sécurité de 4 mm (29) permettent de brancher un compteur et ainsi de mesurer la fréquence du vibreur. Le stroboscope est connecté via une douille multipolaire (31), le vibreur via des douilles de sécurité de 4 mm (30) à l'arrière de l'appareil de commande.



2.1 Éléments de commande de l'appareil de commande

- 24 Douilles de sécurité de 4 mm pour le branchement de l'alimentation externe
- 25 Bouton tournant pour le réglage de la fréquence du stroboscope
- 26 Bouton tournant pour le réglage de la fréquence des excitateurs
- 27 Inverseur pour les modes synchrone et asynchrone
- 28 Bouton tournant pour le réglage de l'amplitude des excitateurs
- 29 Douilles de sécurité de 4 mm pour le branchement d'un fréquencemètre externe
- 30 Douilles de sécurité de 4 mm pour le branchement du vibreur
- 31 Douille multipolaire pour le branchement du stroboscope

3. Matériel fourni

- 1 cuve à ondes
- 1 miroir de projection
- 1 barre de support
- 1 appareil de commande pour les excitateurs d'eau et le stroboscope
- 1 stroboscope
- 1 vibreur
- 1 tuyau d'écoulement
- 1 pince de tuyau
- 1 excitateur pour ondes linéaires
- 3 aubes pour provoquer des ondes circulaires
- 1 support pour aubes
- 3 objets d'insertion pour essais de réfraction (prisme, lentille biconcave et biconvexe)
- 1 obstacle à grande fente et 4 fentes individuelles
- 2 coulisses de recouvrement étroites
- 2 coulisses de recouvrement larges

4. Caractéristiques techniques

Dimensions :

Cuve : 345 x 250 x 10 mm³

Cadre : 600 x 335 x 355 mm³

Gamme de fréquence : réglable en continu

Tension d'alimentation : 9 – 12 V CC par douilles de sécurité de 4 mm

Eclairage : lampe halogène 12 V, 35 W, GY6,35

5. Manipulation

L'exploitation de la cuve requiert en outre une alimentation CC 12 V, 5 A.

Il est recommandé d'effectuer les expériences avec de l'eau distillée.

- Placer la cuve sur un support horizontal exempt de vibrations.
- Ajuster la cuve à l'horizontale avec la nivelle et les 2 pieds de nivellement.
- Introduire le miroir de projection complètement dans le cadre. Il n'est pas fixé, mais seulement posé.
- Relier le tuyau d'écoulement à la plaque en verre et le refermer avec la pince.
- Mettre la barre de support dans le cadre et la fixer avec la vis moletée.
- Visser le stroboscope à la barre de support.
- Branchez l'appareil de commande à l'alimentation CC et connectez-le au stroboscope.

- Limitez la tension de sortie à 12 V et le courant de sortie à 5 A. Dans un premier temps, réglez la fréquence du stroboscope sur zéro.
- Tournez le disque du stroboscope de manière à ce que l'incidence lumineuse soit maximale. Ajustez la hauteur et la position du stroboscope de sorte que la cuve à ondes soit entièrement exposée.
- Placer le vibreur sur le cadre de la cuve. Avec les vis moletées, fixer au vibreur les accessoires nécessaires à la réalisation de l'expérience.
- Relier le vibreur à l'appareil de commande.
- Remplir la cuve d'eau distillée. Pour des expériences sur la réfraction jusqu'à env. 1 mm au-dessus des objets d'insertion, pour les autres expériences à env. 5 mm.
- Après l'expérience, vider la cuve par le tuyau de purge.
- Sécher soigneusement l'appareil pour éviter un entartrage.
- Pour configurer une paroi de réflexion ou des réseaux de différentes largeurs de fente, fixer les coulisses de recouvrement à la plaque d'obstacle à l'aide d'un élastique.

6. Excitation d'ondes

La profondeur d'eau, la profondeur d'immersion des excitateurs ainsi que la fréquence et l'amplitude du vibreur doivent être choisies avec soin pour optimiser la représentation des phénomènes à observer.

En présence d'une fréquence synchrone du vibreur et du stroboscope, il est possible de réaliser plusieurs représentations d'ondes stationnaires.

Si la fréquence est modifiée, l'amplitude devra éventuellement être corrigée.

Pour certaines expériences (par ex. sur la diffraction et la réflexion), il peut s'avérer nécessaire de rendre plus nette l'image des ondes. Il suffit pour cela de modifier l'amplitude.

6.1 Ondes linéaires

- Fixer l'excitateur d'ondes long au vibreur à l'aide des vis moletées.
- Choisir la profondeur d'immersion en ajustant le vibreur, de sorte que le bord inférieur de l'excitateur touche encore la surface de l'eau.
- Sur l'appareil de commande, régler la fréquence et l'amplitude souhaitées.

L'image d'une onde stationnaire ou se déplaçant lentement apparaît à l'écran d'observation.

- Procéder à un ajustage fin à l'aide du bouton tournant pour la fréquence.

6.2 Ondes circulaires

- Selon le nombre d'ondes désiré, appliquer brièvement ou plus longuement une à trois aubes sur le tranchant de l'excitateur.
- Fixer l'excitateur d'ondes long au vibreur à l'aide des vis moletées.
- Choisir la profondeur d'immersion en ajustant le vibreur, de sorte que le bord inférieur de l'excitateur touche encore la surface de l'eau.
- Sur l'appareil de commande, régler la fréquence et l'amplitude souhaitées.
- L'image d'une onde stationnaire ou se déplaçant lentement apparaît à l'écran d'observation. Procéder à un ajustage fin à l'aide du bouton tournant pour la fréquence.

6.3 Détermination de la longueur d'onde

Pour déterminer la longueur d'onde, il faut tenir compte du facteur d'agrandissement b .

Pour calculer le facteur d'agrandissement b , placer par exemple la lentille biconcave sur la cuve à ondes et mettre sa taille A en rapport avec celle de son image à l'écran d'observation A' .

$$b = A'/A$$

A partir de la longueur d'onde λ' mesurée sur l'écran d'observation, on obtient la longueur d'onde effective λ :

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

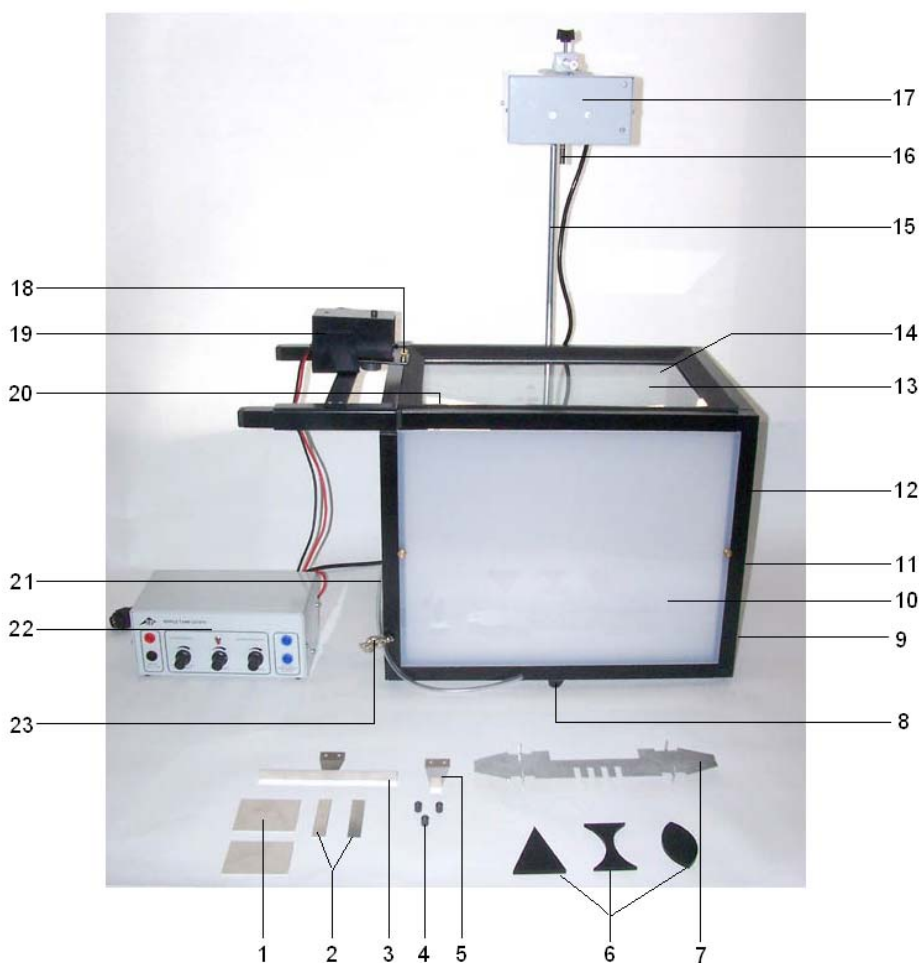
7. Nettoyage et rangement

- Ranger la cuve à l'abri de la poussière.
- Après son utilisation, bien sécher la cuve pour éviter un tartrage et des taches d'eau.

Vasca per onde U21910

Istruzioni per l'uso

03/09 Alf



- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | Protezioni scorrevoli grandi | 13 | Lastra di vetro |
| 2 | Protezioni scorrevoli piccole | 14 | Specchio di proiezione |
| 3 | Generatori di onde lineari | 15 | Asta per stativi |
| 4 | Tamponi per la generazione di onde circolari | 16 | Vite per la rotazione del disco dello stroboscopio |
| 5 | Supporto per tamponi | 17 | Stroboscopio |
| 6 | Inseriti per esperimenti di rifrazione (prisma, lente biconcava e biconvessa) | 18 | Viti a testa zigrinata per il fissaggio dei generatori di onde |
| 7 | Ostacolo con fessura grande e 4 fessure singole | 19 | Vibratore |
| 8 | Piede | 20 | Apertura di scarico dell'acqua |
| 9 | Livella (non visibile) | 21 | Tubo di scarico |
| 10 | Schermo di osservazione | 22 | Dispositivo di comando |
| 11 | Piedi di livellamento (non visibili) | 23 | Pinza per tubo flessibile |
| 12 | Telaio | | |

1. Norme di sicurezza

Tensioni e correnti troppo elevate possono danneggiare il dispositivo di comando e la lampada stroboscopica.

- Rispettare i parametri di funzionamento indicati.

Pericolo di rottura dei componenti in vetro della vasca per onde.

- Non sottoporre la vasca per onde a sollecitazioni meccaniche.

Attenzione! Lo stroboscopio si surriscalda durante il funzionamento.

- Non toccare lo stroboscopio e lasciarlo raffreddare prima di riparlo.

Durante il trasporto della vasca per onde fare attenzione a non far cadere lo specchio al suo interno.

2. Descrizione

La vasca per onde viene utilizzata per dimostrare in modo chiaro i fenomeni fondamentali della meccanica ondulatoria basandosi su onde rese visibili nell'acqua.

Esempi di esperimenti:

Riflessione, Dispersione, Rifrazione, Interferenz, Diffrazione, Effetto Doppler

La vasca per onde è costituita da un telaio in alluminio (12), sul quale è collocata una vasca piatta con fondo in vetro (13). Nel fondo in vetro è presente un'apertura (20) dotata di tubo di scarico (21) con pinza (23) per lo scarico dell'acqua. Per l'allineamento orizzontale della vasca, è presente una livella (9) e 2 piedi di livellamento (11). Sul telaio è posizionato uno specchio inclinato rimovibile (14) mediante il quale le onde vengono proiettate su un disco di vetro smerigliato (10). Una lampada alogena con stroboscopio a monte (17) illumina la vasca dall'alto. Le onde vengono generate nell'acqua mediante trasmissione delle oscillazioni di un vibratore elettromagnetico (19) ai generatori di onde (3, 4, 5), i quali sono fissati tramite due viti a testa zigrinata (18).

Per l'esecuzione degli esperimenti, sono disponibili un ostacolo (7) ed alcuni inserti (6). Le protezioni scorrevoli (1, 2) servono per realizzare reticoli con larghezza delle fenditure diversa ed una parete riflettente. Il dispositivo di comando (22) consente di regolare separatamente la frequenza dello stroboscopio e l'ampiezza del vibratore. È possibile impostare la frequenza dello stroboscopio e del vibratore in modo tale che entrambi funzionino in modo sincrono o asincrono. Per misurare la frequenza del vibratore è possibile utilizzare un contatore collegato mediante jack di sicurezza da 4 mm (29). Lo stroboscopio e il vibratore sono collegati alla parte posteriore del dispositivo di comando rispettivamente mediante una presa multipolare (31) e jack di sicurezza da 4 mm (30).



2.1 Elementi del dispositivo di comando

- 24 Jack di sicurezza da 4 mm per il collegamento dell'alimentazione esterna
- 25 Manopola per la regolazione della frequenza dello stroboscopio
- 26 Manopola per la regolazione della frequenza dell'eccitatore
- 27 Commutatore di funzionamento sincrono/asincrono
- 28 Manopola per la regolazione dell'ampiezza dell'eccitatore
- 29 Jack di sicurezza da 4 mm per il collegamento di un misuratore di frequenza esterno
- 30 Jack di sicurezza da 4 mm per il collegamento del vibratore
- 31 Presa multipolare per il collegamento dello stroboscopio

3. Fornitura

- 1 Vasca per onde
- 1 Specchio di proiezione
- 1 Asta per stativi
- 1 Dispositivo di comando per generatore di onde e stroboscopio
- 1 Stroboscopio
- 1 Vibratore
- 1 Tubo di scarico
- 1 Pinza per tubo flessibile
- 1 Generatori di onde lineari
- 3 Tamponi per la generazione di onde circolari
- 1 Supporto per tamponi
- 3 Inserti per esperimenti di rifrazione (prisma, lente biconcava e biconvessa)
- 1 Ostacolo con fessura grande e 4 fessure singole
- 2 Protezioni scorrevoli piccole
- 2 Protezioni scorrevoli grandi

4. Dati tecnici

Dimensioni:

Vasca:	345 x 250 x 10 mm ³
Telaio:	600 x 335 x 355 mm ³
Range di frequenza:	a regolazione continua
Tensione di alimentazione:	9 V - 12 V CA mediante jack di sicurezza da 4 mm
Luce:	lampada alogena 12 V, 35 W, GY6,35

5. Utilizzo

Per il funzionamento della vasca per onde è necessario anche un alimentatore CC 12 V, 5 A.

Per eseguire gli esperimenti si consiglia di utilizzare acqua distillata.

- Posizionare la vasca per onde su un piano orizzontale stabile.
- Allineare orizzontalmente la vasca con la livella e i 2 piedi di livellamento.
- Inserire lo specchio di proiezione completamente all'interno del telaio. Lo specchio non viene fissato, ma viene solamente appoggiato.
- Applicare il tubo di scarico alla lastra di vetro e chiuderlo con la pinza apposita.
- Inserire l'asta dello stativo nel telaio e fissarla con la vite a testa zigrinata.
- Fissare lo stroboscopio all'asta dello stativo.
- Collegare il dispositivo di comando ad un alimentatore CC, quindi collegare il dispositivo di comando allo stroboscopio.

- Limitare la tensione di uscita a 12 V e la corrente di uscita a 5 A, quindi selezionare la frequenza zero dello stroboscopio.
- Ruotare il disco dello stroboscopio così da portare al massimo l'incidenza della luce e regolare l'altezza e la posizione dello stroboscopio in modo tale da illuminare completamente la vasca per onde.
- Montare il vibratore sul telaio della vasca per onde. Fissare al vibratore gli accessori necessari per l'esperimento utilizzando le viti a testa zigrinata.
- Collegare il vibratore al dispositivo di comando.
- Versare acqua distillata nella vasca. Per gli esperimenti di rifrazione, l'acqua deve superare di ca. 1 mm gli inserti, mentre per gli altri esperimenti l'acqua deve superare gli inserti di ca. 5 mm.
- Dopo l'esperimento svuotare la vasca per onde aprendo il tubo di scarico.
- Asciugare con cura l'apparecchio, per evitare residui di calcare.
- Per realizzare una parete riflettente o reticoli con varie larghezze di fessura, fissare le coperture scorrevoli alla piastra dell'ostacolo con un elastico.

6. Generazione di onde

Selezionare accuratamente profondità dell'acqua, profondità di immersione dei generatori di onde nonché frequenza e ampiezza del vibratore, per ottimizzare la rappresentazione dei fenomeni da osservare.

La frequenza sincrona del vibratore e dello stroboscopio permette di creare onde stazionarie.

Se si modifica la frequenza, è necessario regolare anche l'ampiezza.

Per alcuni esperimenti (ad es. diffrazione e riflessione) potrebbe essere necessario mettere a fuoco più precisamente alcune zone dell'immagine dell'onda. Per fare ciò occorre modificare l'ampiezza.

6.1 Onde lineari

- Fissare i generatori di onde lunghi al vibratore con le viti a testa zigrinata.
- Selezionare la profondità di immersione del vibratore in modo che il bordo inferiore dell'eccitatore tocchi la superficie dell'acqua.
- Regolare la frequenza e l'ampiezza desiderata sul dispositivo di comando.

Sullo schermo di osservazione si può vedere un'immagine dell'onda ferma o in leggero movimento.

- Effettuare una regolazione di precisione della frequenza con la manopola.

6.2 Onde circolari

- In base al numero di onde desiderato, inserire da 1 a 3 tamponi sul filo del generatore di onde corto o lungo.
- Fissare i generatori di onde lunghi al vibratore con le viti a testa zigrinata.
- Selezionare la profondità di immersione del vibratore in modo che il bordo inferiore dell'eccitatore tocchi la superficie dell'acqua.
- Regolare la frequenza e l'ampiezza desiderata sul dispositivo di comando.
- Sullo schermo di osservazione si può vedere un'immagine dell'onda ferma o in leggero movimento. Effettuare una regolazione di precisione della frequenza con la manopola.

6.3 Determinazione della lunghezza d'onda

Per determinare la lunghezza d'onda si deve tenere in considerazione il fattore di ingrandimento b .

Il fattore di ingrandimento b può essere calcolato, ad esempio, posizionando la lente biconcava sulla vasca e confrontandone le dimensioni A con le dimensioni della propria raffigurazione sullo schermo di osservazione A' .

$$b = A'/A$$

Dalla lunghezza d'onda λ' misurata sullo schermo di osservazione risulta la lunghezza d'onda effettiva λ :

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

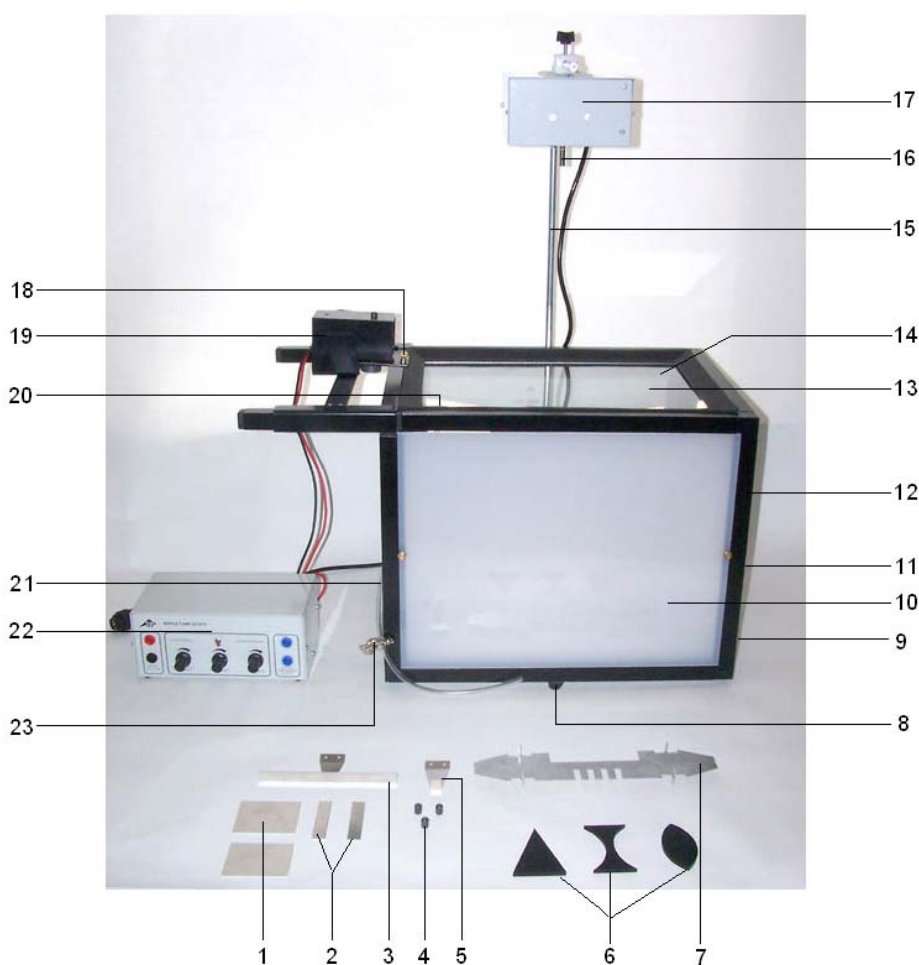
7. Conservazione e pulizia

- Conservare la vasca per onde in un luogo privo di polvere.
- Asciugare accuratamente la vasca per onde dopo l'uso, per evitare la formazione di residui di calcare e macchie d'acqua.

Cubeta para ondas U21910

Instrucciones de uso

03/09 Alf



- | | |
|--|--|
| 1 Placa ancha de cubierta | 12 Marco |
| 2 Placa angosta de cubierta | 13 Placa de vidrio |
| 3 Generador de ondas lineales | 14 Espejo reflector |
| 4 Tapón para generar ondas circulares | 15 Vara del soporte |
| 5 Sujetador para tapón | 16 Tornillo para girar el disco estroboscópico |
| 6 Elementos insertables para ensayos de refracción (prisma, lente biconcava y lente biconvexa) | 17 Estroboscopio |
| 7 Obstáculo con hueco intermedio grande y 4 ranuras individuales | 18 Tornillos moleteados para fijar el generador de ondas |
| 8 Pie | 19 Vibrador |
| 9 Nivel de burbuja (no visible) | 20 Apertura para la salida del agua |
| 10 Nivel de burbuja (no visible) | 21 Manguera de salida |
| 11 Pies niveladores (no visibles) | 22 Unidad de control |
| | 23 Pinza para tubo flexible |

1. Advertencias de seguridad

Tensiones y corrientes muy altas pueden conducir a una destrucción de la unidad de control y de la lámpara del estroboscopio.

- Los parámetros de trabajo indicados se deben cumplir.

Existe peligro de ruptura de las partes de vidrio de la cubeta de ondas.

- No exponga la cubeta de ondas a ningún esfuerzo mecánico.

¡Cuidado! El estroboscopio se recalienta durante su funcionamiento.

- El estroboscopio no se debe tocar y se debe dejar enfriar antes de guardarlo
- Al transportar la cubeta de ondas es necesario tener cuidado de que el espejo incluido no se salga y se caiga.

2. Descripción

La cubeta de ondas sirve para la demostración sencilla de fenómenos de la física de ondas haciendo visibles ondas de agua.

Ejemplos de experimentos:

Reflexión, Dispersión, Refracción, Interferencia, Difracción, Efecto Doppler

La cubeta para ondas consta de un marco de aluminio (12), en el que se encuentra un depósito plano con fondo de vidrio (13). En el fondo de vidrio hay una apertura (20) con tubo flexible de salida (21) y una pinza para la manguera (23) que permite la salida del agua. Con el fin de realizar una nivelación horizontal, la cubeta está equipada con un nivel de burbuja (9) y 2 pies niveladores (11). En el marco hay un espejo de orientación oblicua y extraíble (14), mediante el cual se proyectan las ondas sobre una pantalla de vidrio mate (10). Una lámpara halógena, con un estroboscopio (17), colocado delante de la misma, ilumina la caja desde arriba. La generación de las olas se realiza mediante la transmisión de las vibraciones de un vibrador electromagnético (19) a los generadores de ondas (3, 4, 5), que se fijan mediante dos tornillos moleteados (18). Para la realización de los ensayos, se dispone de un obstáculo (7) y de elementos insertables (6). Las placas de cubierta (1, 2) sirven para construir rejillas con distintas anchuras de espacios intermedios y una pared reflectora. En la unidad de control (22), se pueden regular por separado la frecuencia del estroboscopio y la frecuencia y la amplitud del vibrador. Las frecuencias del estroboscopio y del vibrador se pueden regular de manera que el estroboscopio y el vibrador operen de forma sincronizada o asíncrona. Para medir la frecuencia del vibrador se han previsto clavijeros de seguridad de 4 mm (29) para conectar un contador. La conexión del estroboscopio se realiza a través de un conector hembra multipolar (31), y la del vibrador mediante clavijeros de seguridad de 4 mm (30) ubicados en la parte posterior de la unidad de control.



2.1 Elementos de mando de la unidad de control

- 24 Clavijeros de seguridad 4 mm para conectar la fuente de alimentación de tensión externa
- 25 Botón giratorio para regular la frecuencia del estroboscopio
- 26 Botón giratorio para regular la frecuencia del generador
- 27 Conmutador para funcionamiento sincrónico y asíncrono, respectivamente
- 28 Botón giratorio para regular la amplitud del generador
- 29 Clavijeros de seguridad de 4 mm para conectar un frecuencímetro externo
- 30 Clavijeros de seguridad de 4 mm para conectar el vibrador
- 31 Conector hembra multipolar para conectar el estroboscopio

3. Volumen de entrega

- 1 cubeta para ondas artificiales
- 1 espejo reflector
- 1 vara del soporte
- 1 aparato de mando para generador de ondas y estroboscopio
- 1 estroboscopio
- 1 vibrador
- 1 tubo flexible de salida
- 1 pinza para tubo flexible
- 1 generador para ondas lineales
- 3 tapones para generar ondas circulares
- 1 sujetador para tapones
- 3 elementos insertables para ensayos de refracción (prisma, lente bicóncava y lente biconvexa)
- 1 obstáculo con agujero intermedio grande y 4 ranuras individuales
- 2 placas angostas de cubierta
- 2 placas anchas de cubierta

4. Datos técnicos

Dimensiones:

Caja: 345 x 250 x 10 mm³

Marco: 600 x 335 x 355 mm³

Gama de frecuencias: de regulación continua

Tensión de alimentación: 9 V-12 V DC mediante clavijeros seguridad 4 mm

Iluminación: lámpara halógena 12 V/35 W, GY6.35

5. Manejo

Para el funcionamiento de la cubeta para ondas se requiere adicionalmente una fuente de alimentación de corriente continua 12V, 5 A.

Es recomendable realizar los experimentos con agua destilada.

- Colocar la cubeta de ondas sobre una base horizontal no susceptible a vibraciones.
- Alinear la caja de ondas de forma horizontal mediante el nivel de burbuja y los 2 pies de nivelado.
- Insertar el espejo reflector enteramente en el marco. Éste no se fija, sino que sólo queda emplazado.
- Instalar el tubo flexible de salida en la placa de vidrio y estrangularlo con la pinza para tubo flexible.

- Montar la vara de soporte en el marco y atornillarla con el tornillo moleteado.
- Atornillar el estroboscopio en la vara del soporte.
- Se conecta la unidad de control a la fuente de alimentación de CC y se crea una conexión entre la unidad de control y el estroboscopio.
- La tensión de salida se ajusta en 12 V y la corriente de salida se limita a 5 A; el principio se selecciona una frecuencia de estroboscopio igual a cero.
- El disco del estroboscopio se gira de tal forma que la incidencia de la luz sea máxima y se orienta el estroboscopio en su posición altura de tal forma que la cubeta de ondas quede totalmente iluminada.
- Colocar el vibrador sobre el marco de la caja de ondas. Las piezas accesorias necesarias para el experimento que se va a realizar deben fijarse en el vibrador mediante tornillos moleteados.
- Conectar el vibrador a la unidad de control.
- Llenar de agua destilada la cubeta. Para ensayos de refracción hasta aprox. 1 mm por encima de los elementos insertables, para otros ensayos aprox. 5 mm.
- Después del ensayo, la cubeta debe vaciarse a través del tubo flexible de salida.
- Secar bien el aparato para evitar la permanencia de residuos de cal.
- Para crear una pared reflectora, o rejillas con distintas anchuras de rendijas, las placas de cubierta deberán fijarse en la placa del obstáculo mediante una goma de uso doméstico.

6. Generación de ondas

Deberá elegirse cuidadosamente la profundidad del agua, la profundidad de inmersión de los generadores de ondas así como la frecuencia y la amplitud del vibrador, con el fin de optimizar la visualización de los fenómenos a observar.

Teniendo sincronizadas la frecuencia del vibrador y del estroboscopio se pueden realizar cuadros o distribuciones de ondas estacionarias.

Si se modifica la frecuencia, puede que sea necesario reajustar la amplitud.

En algunos ensayos (p. ej. difracción y reflexión) puede que sea necesario aumentar la nitidez de determinadas áreas de la imagen ondulatoria. Para tal efecto, se debe modificar la amplitud.

6.1 Ondas lineales

- Fijar el generador de ondas de mayor longitud en el vibrador mediante los tornillos moleteados.

- Seleccionar la profundidad de inmersión mediante regulación del vibrador de tal manera que el canto inferior del generador apenas toque la superficie del agua.
- Graduar la frecuencia y la amplitud deseadas en la unidad de control

En la pantalla de observación se crea una imagen ondulatoria quieta o de movimiento lento.

- Realizar el ajuste fino con el botón giratorio para la frecuencia.

6.2 Ondas circulares

- En función de la elección del número de ondas deseado, ejercer presión, con 1 a 3 tapones, contra el filo del generador de ondas, de forma breve o larga.
- Fijar el generador de ondas largo en el vibrador mediante los tornillos moleteados.
- Seleccionar la profundidad de inmersión mediante regulación del vibrador de tal manera que el canto inferior del generador apenas toque la superficie del agua.
- Graduar la frecuencia y la amplitud deseadas en la unidad de control.
- En la pantalla de observación se crea una imagen ondulatoria quieta o de movimiento lento. Realizar el ajuste fino mediante el botón giratorio regulador de frecuencia.

6.3 Determinación de la longitud de onda

Para determinar la longitud de onda debe considerarse el factor de magnificación b .

El factor de magnificación b se puede calcular, por ejemplo, si se coloca la lente biconcava encima de la caja de ondas y se saca la proporción de su tamaño A con respecto al tamaño de su imagen en la pantalla de observación A' .

$$b = A'/A$$

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

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

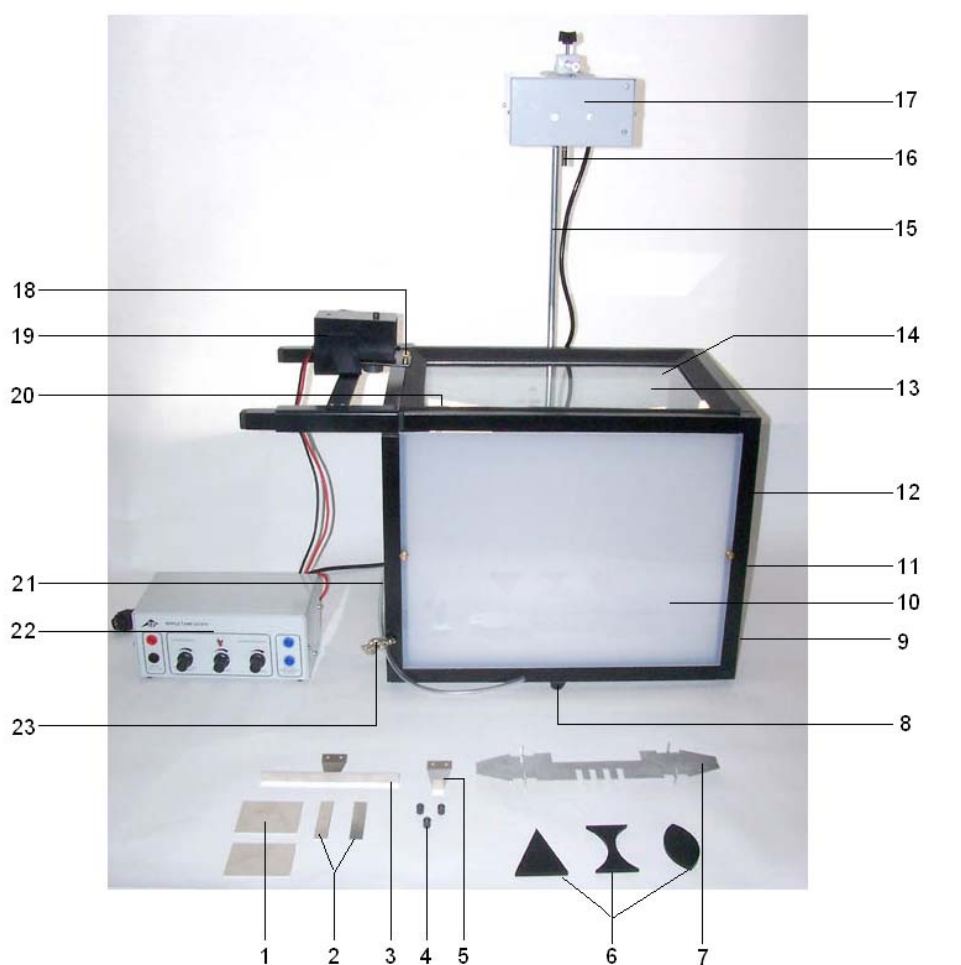
7. Almacenamiento y limpieza

- La cubeta de ondas se debe guardar en un sitio libre de polvo.
- Después de su uso, la cubeta se debe secar bien a fin de eliminar los residuos de cal y las manchas de agua.

Bacia de ondas U21910

Manual de instruções

03/09 Alf



- | | |
|--|---|
| 1 Placa obturadora larga | 12 Chassis |
| 2 Placa obturadora estreita | 13 Placa de vidro |
| 3 Excitador para ondas retas | 14 Espelho de projeção |
| 4 Bolinha para ondas circulares | 15 Vara de apoio |
| 5 Suporte para bolinha | 16 Parafuso para girar o disco estroboscópico |
| 6 Corpos para experiências com refração (prisma, lentes bicôncavas e biconvexas) | 17 Estroboscópio |
| 7 Obstáculo com fenda grande e 4 fendas individuais | 18 Parafusos de fixação do excitador de ondas |
| 8 Pé | 19 Vibrador |
| 9 Nível de bolha (não visível) | 20 Orifício de evacuação da água |
| 10 Tela de observação | 21 Mangueira de evacuação |
| 11 Pés de nivelamento (não visível) | 22 Aparelho de comando |
| | 23 Pinça para mangueira |

1. Indicações de segurança

Tensões e correntes excessivamente altas podem causar a destruição do aparelho de comando e da lâmpada do estroboscópio.

- Respeitar os parâmetros operacionais indicados.

Existe risco de quebra das partes de vidro da bacia.

- Nunca submeter a bacia de ondas a qualquer esforço mecânico.

Cuidado! O estroboscópio se aquece durante a operação.

- Não tocar no estroboscópio e deixá-lo esfriar antes de armazená-lo.
- Ao transportar a bacia de ondas deve se prestar atenção para que o espelho que dentro se encontra não caia para fora.

2. Descrição

A bacia de ondas serve para a demonstração ilustrativa de fenômenos fundamentais das Leis ondulatórias por meio de ondas na água tornadas visíveis.

Exemplos de experiências:

Reflexão, Dispersão, Refração, Interferência, Difração, Efeito Doppler

O tanque de ondas consiste num chasis de alumínio (12), sobre o qual se encontra uma bacia baixa com fundo de vidro (13). No fundo de vidro há uma abertura (20) com a mangueira de evacuação (21) com pinça de mangueira (23) para evacuar a água. Para a instalação na horizontal ele está equipado de um nível de bolha (9) e 2 pés de nivelamento (11). No chasis encontra-se um espelho colocado de modo inclinado e removível (14), pelo qual as ondas são projetadas sobre uma placa de vidro fosco (10). Uma lâmpada de halogênio com um estroboscópio integrado (17) ilumina a bacia por cima. A produção de ondas ocorre por transmissão das vibrações de um vibrador eletromagnético (19) a excitadores de ondas (3, 4, 5), os quais são fixados por meio de dois parafusos de fixação (18).

Para executar as experiências dispõe-se de um obstáculo (7) assim como de corpos para experiências (6). Os obturadores (1, 2) servem para a montagem de grades com diferentes larguras de fenda sobre e uma superfície de reflexão. No aparelho de comando (22) pode-se ajustar por separado a frequência do estroboscópio assim como a amplitude do vibrador. As frequências do estroboscópio como a do vibrador podem ser ajustadas de forma que o estroboscópio e o vibrador funcionem síncronos ou assíncronos. Para a medição da frequência do vibrador dispõe-se de conectores de segurança de 4 mm (29) para a conexão com um contador. A conexão do estroboscópio ocorre através de uma tomada multipolar (31), a conexão do vibrador por meio dos conectores de segurança de 4 mm (30) a cada lado do aparelho de comando.



2.1 Elementos de controle no aparelho de comando

- 24 Conector de segurança de 4 mm para a conexão de uma fonte externa de tensão de alimentação
- 25 Botão giratório para o ajuste da frequência do estroboscópio
- 26 Botão giratório para o ajuste da frequência do excitador
- 27 Transmutador para a operação síncrono ou assíncrono
- 28 Botão giratório para o ajuste da amplitude do excitador
- 29 Conector de segurança de 4 mm para a conexão de um medidor externo de frequência
- 30 Conector de segurança de 4 mm para a conexão do vibrador
- 31 Conector multipolar para a conexão de um estroboscópio

3. Fornecimento

- 1 tanque de ondas
- 1 espelho de projeção
- 1 vara de apoio
- 1 aparelho de comando para o excitador de ondas e o estroboscópio
- 1 estroboscópio
- 1 vibrador
- 1 mangueira de evacuação
- 1 pinça de mangueira
- 1 excitador para ondas retas
- 3 bolinhas para a excitação de ondas circulares
- 1 suporte para bolinha
- 3 corpos para experiências com refração (prisma, lentes bicôncavas e biconvexas)
- 1 obstáculo com fenda grande e 4 fendas individuais
- 2 obturador estreito
- 2 obturador largo

4. Dados técnicos

Dimensões:	
Bacia:	345 x 250 x 10 mm ³
Chassis:	600 x 335 x 355 mm ³
Faixa de frequência:	de ajuste contínuo
Tensão de alimentação:	9 V–12 V DC por conectores de segurança 4 mm
Iluminação:	lâmpada de halogênio de 12 V / 35 W, GY6,35

5. Utilização

Para operar o tanque de ondas é adicionalmente necessário um aparelho de alimentação elétrica DC 12 V, 5 A.

É recomendável realizar as experiências com água destilada.

- Instalar o tanque de ondas sobre uma superfície horizontal e estável.
- Garantir a horizontalidade do tanque de ondas por meio do nível de bolha e dos 2 pés de nivelamento.
- Colocar o espelho de projeção totalmente no chassis. Ele não é fixado, só repousa.
- Conectar a mangueira na placa de vidro fechá-la com a pinça de mangueira.
- Colocar a vara de apoio no chassis e fixar com os parafusos de fixação.
- Parafusar o estroboscópio na vara de apoio.

- Ligar o aparelho de alimentação na rede DC e estabelecer a conexão entre o aparelho de comando e o estroboscópio.
- Limitar a tensão de saída a 12 V e a corrente de saída a 5 A, logo, selecionar uma frequência de estroboscópio zero.
- Girar o disco do estroboscópio de forma que a incidência de luz seja máxima e instalar o estroboscópio a uma altura e posição para que a bacia de ondas esteja integralmente iluminada.
- Colocar o vibrador sobre o chassis da bacia. Fixar os acessórios necessários para realizar a experiência ao vibrador por meio dos parafusos de fixação.
- Conectar o vibrador com o aparelho de comando.
- Preencher a bacia de água destilada. Em caso de experiências com refração até aproximadamente 1 mm por cima do corpo experimental, para outras experiências, aproximadamente 5 mm.
- Após a experiência, esvaziar a bacia por meio da mangueira e evacuação.
- Secar cuidadosamente o aparelho para evitar depósitos calcários.
- Para obter uma superfície de reflexão ou uma grade com diferentes larguras de fenda, fixar os obturadores à placa de obstáculos por meio de um elástico caseiro.

6. Excitação de ondas

Profundidade da água, profundidade de imersão dos excitadores de ondas, assim como a amplitude do vibrador devem ser escolhidos com cuidado para otimizar a representação dos fenômenos observados.

Com frequências de vibrador e de estroboscópio sincronizadas podem ser produzidas imagens de ondas estacionárias.

Se a frequência for alterada, deve-se, conforme o caso, ajustar novamente a amplitude.

Em várias experiências (por exemplo, difração e reflexão) pode ser necessário ajustar o foco de algumas partes da imagem das ondas. Isto ocorre por meio de uma alteração da amplitude.

6.1 Ondas retas

- Fixar o excitador longo no vibrador por meio dos parafusos de fixação.
- Escolher a profundidade de imersão do vibrador de modo que a borda inferior do excitador apenas toque a superfície da água.
- Ajustar a frequência e a amplitude desejada no aparelho de comando.

Na tela de observação surge uma imagem de onda estacionária ou de deslocamento lento.

- Efetuar o ajuste fino por meio do botão giratório de ajuste da frequência.

6.2 Ondas circulares

- Conforme o número de ondas desejado, pressionar breve ou longamente de 1 a 3 bolinha na quina do excitador de ondas.
- Fixar o excitador de ondas longo no vibrador por meio dos parafusos de fixação.
- Escolher a profundidade de imersão movendo o vibrador de forma que a borda inferior do excitador apenas toque a superfície da água.
- Ajustar a frequência e a amplitude desejada no aparelho de comando.
- Na tela de observação surge uma imagem de onda estacionária ou de deslocamento lento. Efetuar o ajuste fino por meio do botão giratório de ajuste da frequência.

6.3 Definição do comprimento de onda

Para determinar o comprimento de onda, deve-se levar em conta o fator de ampliação b .

O fator de ampliação b pode ser calculado colocando, por exemplo, a lente bicôncava sobre o tanque de ondas e determinando-se o seu tamanho A em função do tamanho da sua imagem na tela de observação A' .

$$b = A'/A$$

A partir do comprimento de onda λ' medido na tela de observação, resulta o comprimento de onda real λ :

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

7. Armazenamento e limpeza

- Armazenar o tanque de ondas num lugar livre de poeira.
- Secar bem o tanque de ondas após a limpeza para evitar resíduos calcários e manchas produzidas pela água.