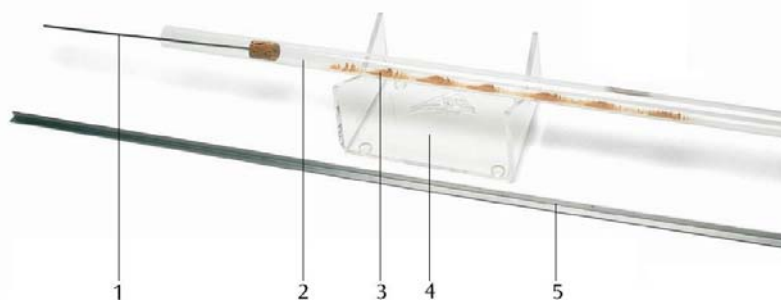


Kundt'sches Rohr U8432845

Bedienungsanleitung

05/11 ALF



- 1 Abstimm­schieber
- 2 Kundt'sche Röhre
- 3 Korkmehl
- 4 Ständer (nicht im Lieferumfang enthalten)
- 5 Einfüllschiene

1. Sicherheitshinweise

- Glasröhre bruchsicher aufbewahren.
- Glasröhre keinen mechanischen Belastungen aussetzen.
- Abstimm­schieber beim Ein- bzw. Ausschieben nicht verkanten.
- Gerät nicht mehr benutzen, wenn Beschädigungen am Glaskörper vorhanden sind.
- Gerät vor Feuchtigkeit und Staub schützen.

2. Beschreibung

Die Kundt'sche Röhre ermöglicht die Darstellung der Verteilung von Schwingungsknoten und –bäuchen in einer stehenden Schallwelle mit Hilfe von Korkmehl. Es kann gezeigt werden, dass sich stehende Wellen ausbilden, wenn die Resonanzbedingung für die Länge s der in der Röhre schwingenden Luftsäule und für die Wellenlänge λ des Schalls erfüllt ist:

$s = n \lambda / 2$ bei Reflexion am offenen Ende mit einem Schwingungsbauch

$s = (2n+1)\lambda/4$ bei Reflexion am geschlossenen Ende mit einem Schwingungsknoten ($n = 1, 2, \dots, n$).

Die Wellenlänge wird bestimmt aus der Anzahl n der Schwingungsknoten und dem Abstand a zwi-

schen dem ersten und letzten Schwingungsknoten $\lambda = 2a/(n - 1)$.

Der Abstimm­schieber mit Korkstempel dient zum Verschließen der Röhre und zur Abstimmung der wirksamen Rohrlänge auf die Schallfrequenz.

Als Schallquellen dienen eine Trillerpfeife, eine Stimmgabel oder ein Lautsprecher mit Funktionsgenerator.

Der Trichter verringert den Wellenwiderstand an der Rohröffnung. Dadurch gelangt mehr Schallenergie in die Röhre.

2.1 Lieferumfang

- 1 Glasröhre
- 1 Abstimm­schieber
- 1 Trichter
- 1 Trillerpfeife
- 1 Einfüllschiene

3. Technische Daten

Röhre:	600 mm
Innendurchmesser:	17 mm
Wandstärke:	1,5 mm
Abstimm­schieber:	280 mm x 3mm Ø

4. Bedienung

Zur Durchführung der Versuche sind folgende Geräte zusätzlich erforderlich:

1 Stimmgabel 1700 Hz	U8431020 oder
1 Druckkammlautsprecher	U8432680 mit
1 Funktionsgenerator	U8533510
Korkmehl	U8432850
1 Maßstab, 1 m	U8401550
1 Ständer für Spulen	U8496150

- Mittels der Einfüllschiene eine kleine Menge Korkmehl in die Röhre einfüllen.
- Die leicht geneigte Röhre vorsichtig schütteln, bis das Korkmehl gleichmäßig über die gesamte Länge der Röhre verteilt ist.
- Kundt'sche Röhre so auf den Ständer platzieren, dass der Korkmehlstreifen unten ist.
- Röhre langsam um die Längsachse drehen, so dass auch die Wandung bestäubt ist.
- Zur Wellenlängenbestimmung mit der Trillerpfeife Röhre mit Trichter bestücken.
- Zur Bestimmung der Resonanzbedingung ohne Trichter experimentieren.

Hierbei ist der Einsatz der Stimmgabel 1700 Hz empfehlenswert. Sie liefert die Resonanzwellenlänge λ von 0,2 m für die Röhre von 0,6 m. Es ergeben sich Schwingungsbäuche an beiden Enden bei Reflexion am offenen Ende oder Schwingungsknoten bei Reflexion am geschlossenen Ende.

- Schallquelle unmittelbar am Röhrenende positionieren.
- Bei Einsatz der Trillerpfeife Pfeife quer zur Röhre halten, um zu verhindern, dass beim Anblasen Luft in die Röhre strömt.
- Bei Einsatz der Stimmgabel diese kräftig anschlagen und direkt mit der Zinke in Schwingungsrichtung zur Öffnung vor die Röhre bzw. den Trichter halten.
- Bei Einsatz des Lautsprechers Frequenz am Funktionsgenerator zum Auffinden der Resonanzfrequenz langsam verändern. Nutzbarer Bereich zwischen 600 Hz und 8000 Hz.
- Zur Abstimmung der geschlossenen Röhre auf die Resonanzlänge Abstimmsschieber langsam verschieben.

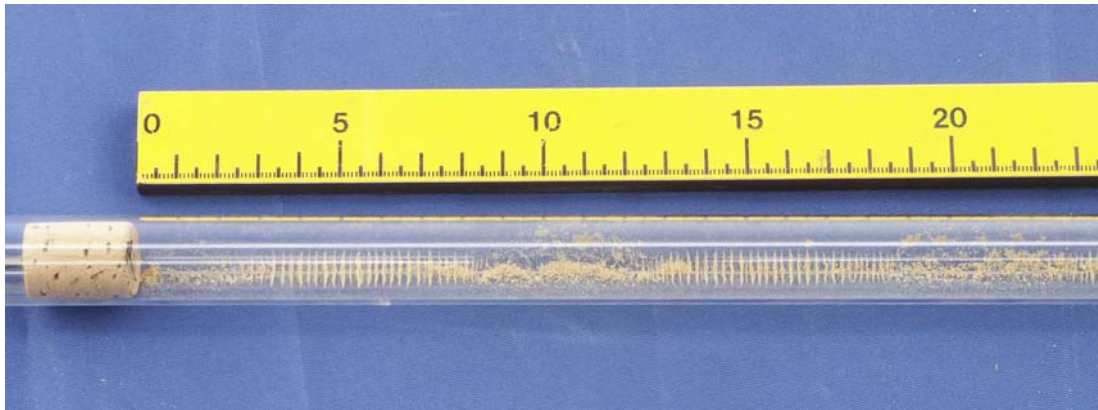
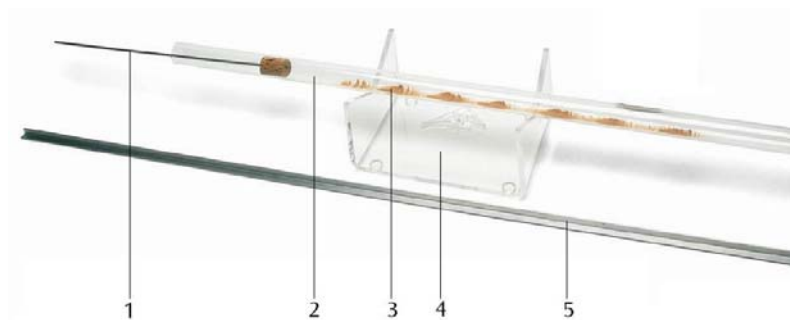


Fig. 1 Bestimmung der Wellenlänge

Kundt's tube U8432845

Instruction sheet

05/11 ALF



- 1 Movable plunger
- 2 Kundt's tube
- 3 Cork powder
- 4 Stand (not included)
- 5 Refill rail

1. Safety instructions

- Store the glass tube in a safe place where it cannot be exposed to danger of shocks or breaking.
- Do not expose the glass tube to any mechanical stress or strain.
- Do not bend the movable piston while pushing it in or pulling it out.
- Do not use the apparatus, if the glass tube is damaged.
- Protect the apparatus from humidity and dust.

2. Description

By employing cork dust, a Kundt's tube is used to demonstrate the distribution of nodes and antinodes in a standing sound wave. Using the apparatus, it is also possible to demonstrate that standing waves are formed when a resonance condition is fulfilled for sound wavelength λ and length s of the vibrating air column in the tube such that:

$s = n \lambda/2$ for reflected waves with antinodes at the open end,

$s = (2n+1)\lambda/4$ for reflected waves with nodes ($n = 1, 2, \dots, n$) at the closed end.

The wavelength can be determined from the number of nodes n and the distance a between the first

and last nodes

$$\lambda = 2a/(n - 1).$$

The rod with the cork plunger seals the tube and is used for changing the effective tube length to tune the frequency of the resonant sound waves.

A whistle, a tuning fork or a loudspeaker driven by a function generator can be used as a sound source.

A funnel reduces the wave impedance at the opening of the tube. As a result, more sound energy can be introduced into the tube.

2.1 Scope of delivery

- 1 Glass tube
- 1 Movable piston
- 1 Funnel
- 1 Whistle
- 1 Refill rail

3. Technical data

Tube:	600 mm
Internal diameter:	17 mm
Glass thickness:	1.5 mm
Movable plunger:	280 mm x 3 mm dia.

4. Operation

In order to conduct the experiments, the following apparatus is additionally required:

1 Tuning fork 1700 Hz	U8431020 or
1 Pneumatic loudspeaker	U8432680 with
1 Function generator	U8533510
Cork powder	U8432850
1 Metre scale	U8401550
1 Stand for coils	U8496150

- Use a refill rail to introduce a small quantity of cork dust into the tube.
- Slightly tilt the tube and shake it gently till the cork dust has uniformly spread throughout the length of the tube.
- Position the Kundt's tube on the stand so that the strip of cork dust is at the bottom.
- Slowly rotate the tube along its length in order to spread the cork dust along the walls too.
- For determining the wavelength with the whistle, fit the tube with the funnel.
- For determining resonance conditions, conduct the experiment without a funnel.

It is recommended that a 1700-Hz tuning fork be used. The fork produces a resonant wavelength λ of 0.2 m for the 0.6-m tube. When the wave is reflected at the open end, antinodes are produced at both ends. When the wave is reflected at the closed end, nodes are produced at both ends.

- Position the sound source right at the end of the tube.
- If blowing a whistle, make sure that it is perpendicular to the tube. This is necessary to prevent any air from entering the tube.
- When using a tuning fork, strike it and quickly hold it with its prongs in the direction of vibration in front of the opening of the tube or the funnel.
- When using a loudspeaker, gradually change the frequency on the function generator to identify the resonance frequency. Effective range: between 600 Hz and 8000 Hz.
- To tune a closed tube to the resonant length, gradually move the movable plunger.

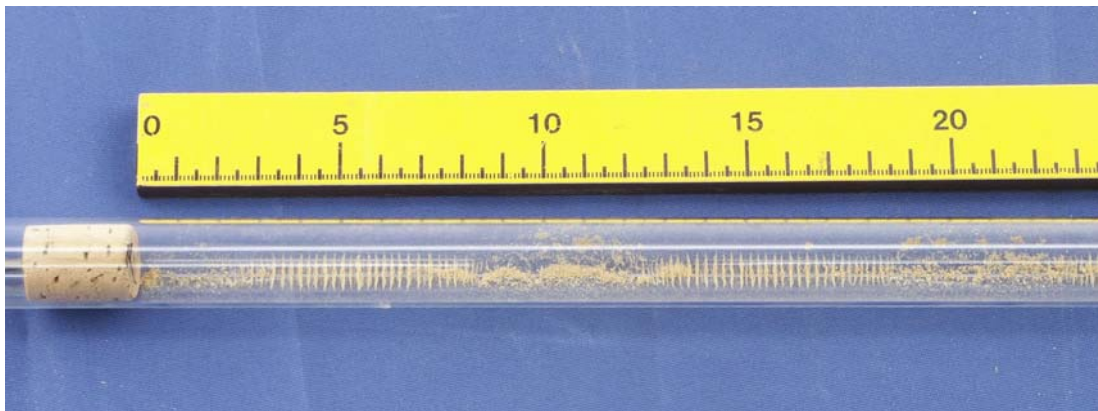
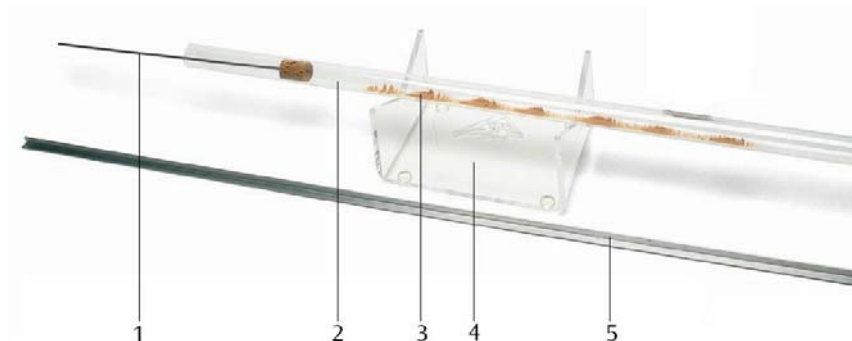


Fig. 1 Determination of the wavelength

Tube de Kundt U8432845

Instructions d'utilisation

05/11 ALF



- 1 Curseur de syntonisation
- 2 Tube de Kundt
- 3 Farine de liège
- 4 Support (non fourni)
- 5 Rail de remplissage

1. Consignes de sécurité

- Conservez le tube en verre de sorte qu'il ne puisse pas se briser.
- N'exposez pas le tube en verre à des charges mécaniques.
- Lorsque vous le déplacez, veillez à ne pas gauchir le curseur de syntonisation.
- N'utilisez plus l'appareil lorsque vous constatez un endommagement sur le corps en verre.
- Protégez l'appareil contre l'humidité et la poussière.

2. Description

Le tube de Kundt permet de représenter à l'aide de farine de liège la répartition de nœuds et de ventres d'oscillation dans une onde sonore stationnaire. Il permet de montrer qu'il se forme des ondes stationnaires lorsque la condition de résonance pour la longueur s de la colonne d'air oscillant dans le tube et pour la longueur d'onde λ du son est remplie :

$s = n \lambda / 2$ en cas de réflexion à l'extrémité ouverte avec un ventre d'oscillation

$s = (2n+1)\lambda/4$ en cas de réflexion à l'extrémité fermée avec un nœud d'oscillation ($n = 1, 2, \dots, n$).

La longueur d'onde est déterminée à partir du

nombre n de nœuds d'oscillation et de l'écart a entre les premier et dernier nœuds

$$\lambda = 2a/(n - 1).$$

Le curseur de syntonisation avec le poinçon de liège permet d'obturer le tube et de syntoniser la longueur de tube efficace à la fréquence acoustique.

Comme source acoustique, vous pouvez utiliser un sifflet, un diapason ou un haut-parleur avec générateur de fonctions.

L'entonnoir réduit l'impédance au niveau de l'ouverture du tube. Ainsi l'énergie pénétrant dans le tube est-elle plus importante.

2.1 Matériel fourni

- 1 Tube en verre
- 1 Curseur de syntonisation :
- 1 Entonnoir
- 1 Sifflet
- 1 Rail de remplissage

3. Caractéristiques techniques

Tube :	600 mm
Diamètre intérieur :	17 mm
Épaisseur de paroi :	1,5 mm
Curseur de syntonisation :	280 mm x Ø 3 mm

4. Manipulation

Pour réaliser les expériences, vous nécessitez le matériel supplémentaire suivant :

1 Diapason, 1 700 Hz	U8431020
ou	
1 Haut-parleur à chambre de compression	U8432680
avec	
1 Générateur de fonctions	U8533510
Farine de liège	U8432850
1 Règle graduée de 1 m	U8401550
1 Support pour les bobines	U8496150

- A l'aide du rail de remplissage, versez une petite quantité de farine de liège dans le tube.
- Secouez prudemment le tube incliné, jusqu'à ce que la farine soit répartie uniformément sur toute la longueur du tube.
- Placez le tube de Kundt sur le support, de manière à ce que la bande de farine soit en bas.
- Tournez lentement le tube sur son axe longitudinal, de sorte que la paroi soit également pulvérisée.
- Pour déterminer la longueur d'onde à l'aide du sifflet, équipez les tubes d'un entonnoir.
- Pour déterminer la condition de résonance, n'utilisez pas l'entonnoir.

Nous recommandons l'emploi du diapason de 1 700 Hz. Il fournit la longueur d'onde de résonance λ de 0,2 m pour le tube de 0,6 m. Il en résulte des ventres d'oscillation aux deux extrémités en cas de réflexion à l'extrémité ouverte ou des nœuds d'oscillation en cas de réflexion à l'extrémité fermée.

- Placez la source acoustique directement à l'extrémité du tube.
- Si vous utilisez le sifflet, tenez ce dernier de biais par rapport au tube, pour éviter que de l'air n'y pénètre.
- Si vous employez le diapason, frappez celui-ci vigoureusement et tenez-le directement vers l'ouverture devant le tube ou l'entonnoir, avec la pointe orientée dans le sens d'oscillation.
- Si vous utilisez le haut-parleur, modifiez lentement la fréquence sur le générateur de fonctions pour trouver la fréquence de résonance. Gamme utilisable entre 600 et 8 000 Hz.
- Pour syntoniser le tube fermé à la longueur de résonance, déplacez lentement le curseur de syntonisation.

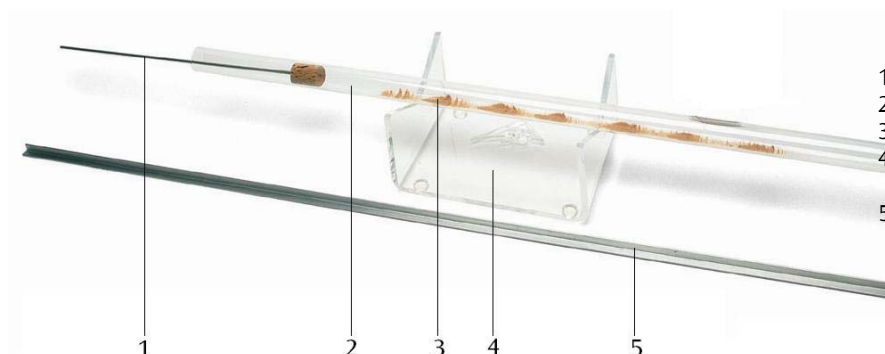


Fig. 1 Détermination de la longueur d'onde

Tubo di Kundt U8432845

Istruzioni per l'uso

05/11 ALF



- 1 Pistone
- 2 Tubo di Kundt
- 3 Segatura
- 4 Supporto (non fornito in dotazione)
- 5 Guida di riempimento

1. Norme di sicurezza

- Conservare il tubo di vetro a prova di rottura.
- Non sottoporre il tubo di vetro a sollecitazioni meccaniche.
- Non piegare il pistone in fase di inserimento e/o di estrazione.
- Non utilizzare l'apparecchio se sono presenti danni sul corpo in vetro.
- Proteggere l'apparecchio da umidità e polvere.

2. Descrizione

Grazie al tubo di Kundt è possibile illustrare la distribuzione di nodi e ventri di oscillazione in un'onda sonora stazionaria con l'utilizzo di segatura. È possibile dimostrare che si formano onde stazionarie, quando viene soddisfatta la condizione di risonanza per la lunghezza s della colonnina d'aria che oscilla nel tubo e per la lunghezza d'onda λ del suono:

$s = n \lambda / 2$ per riflessione sull'estremità aperta con un ventre di oscillazione

$s = (2n+1)\lambda/4$ per riflessione sull'estremità chiusa con un nodo di oscillazione ($n = 1, 2, \dots, n$).

La lunghezza d'onda viene determinata dal numero n dei nodi di oscillazione e dalla distanza a tra il primo e l'ultimo nodo di oscillazione

$$\lambda = 2a/(n - 1).$$

Il pistone con componente in sughero serve per chiudere il tubo e per adattare la lunghezza effettiva del tubo alla frequenza del suono.

Le sorgenti del suono utilizzate sono un fischietto, un diapason o un altoparlante con generatore di funzione.

L'imbuto abbassa l'impedenza d'onda sull'apertura del tubo. In questo modo l'energia sonora che entra nel tubo è maggiore.

2.1 Dotazione

- 1 Tubo di vetro
- 1 Pistone
- 1 Imbuto
- 1 Fischietto
- 1 Guida di riempimento

3. Dati tecnici

Tubo:	600 mm
Diametro interno:	17 mm
Spessore parete:	1,5 mm
Pistone:	280 mm x 3mm Ø

4. Comandi

Per gli esperimenti sono inoltre necessari i seguenti apparecchi:

1 Diapason, 1700 Hz	U8431020
oppure	
1 Altoparlante per camera di pressione	U8432680 con
1 Generatore di funzione	U8533510
Segatura	U8432850
1 Scala, 1 m	U8401550
1 Supporto per bobine	U8496150

- Con la guida di riempimento introdurre una piccola quantità di segatura nel tubo.
- Scuotere con attenzione il tubo tenendolo leggermente inclinato in modo da distribuire omogeneamente la segatura sull'intera lunghezza.
- Collocare il tubo di Kundt sul supporto in modo tale che la striscia di segatura sia in basso.
- Girare lentamente il tubo intorno all'asse longitudinale in modo da cospargere anche la parete.
- Per determinare la lunghezza d'onda con il fischietto, munire il tubo di imbuto.
- Per la determinazione della condizione di risonanza eseguire l'esperimento senza imbuto.

In questo caso è raccomandabile l'impiego del diapason da 1700 Hz, che genera la lunghezza dell'onda di risonanza λ di 0,2 m per il tubo da 0,6 m. Si ottengono così dei ventri di oscillazione alle due estremità con riflessione sull'estremità aperta oppure dei nodi di oscillazione con riflessione sull'estremità chiusa.

- Posizionare la sorgente sonora direttamente all'estremità del tubo.
- In caso di utilizzo del fischietto, tenere tale fischietto trasversalmente al tubo per impedire che entri aria nel tubo mentre si soffia.
- In caso di utilizzo del diapason, percuotere con forza il diapason tenendolo direttamente in direzione dell'oscillazione per l'apertura davanti al tubo e/o all'imbuto.
- In caso di utilizzo di un altoparlante, modificare lentamente la frequenza sul generatore di funzione per trovare la frequenza di risonanza. Il range utilizzabile è compreso tra 600 Hz e 8000 Hz.
- Per l'adattamento del tubo chiuso alla lunghezza di risonanza spostare lentamente il pistone.

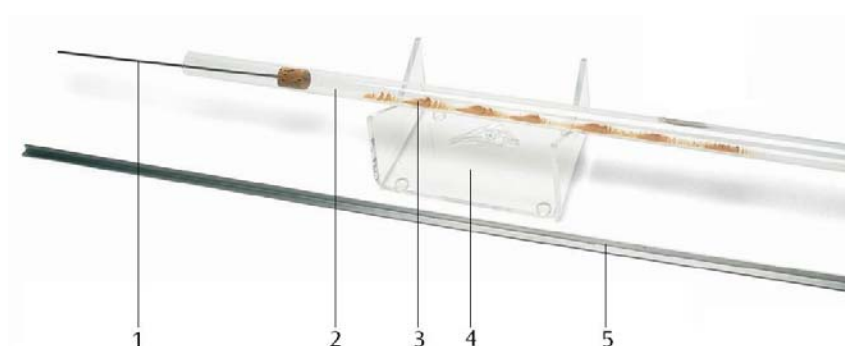


Fig. 1 Determinazione della lunghezza d'onda

Tubo de Kundt U8432845

Instrucciones de uso

05/11 ALF



- 1 Sintonizador
- 2 Tubo de Kundt
- 3 Corcho en polvo
- 4 Soporte (no forma parte del volumen de suministro)
- 5 Guía de llenado

1. Avisos de seguridad

- Mantener el tubo de cristal en un lugar en donde no se pueda romper.
- No someter el tubo de cristal a cargas mecánicas.
- No ladear el sintonizador al insertarlo o retirarlo.
- No utilizar el dispositivo si se presentan daños en el cuerpo de cristal.
- Proteger el dispositivo contra la humedad y el polvo.

2. Descripción

El tubo de Kundt permite representar la distribución de nodos y vientres de oscilación, presentes en una onda acústica estacionaria, por medio de corcho en polvo. Se puede demostrar que se forman ondas estacionarias cuando se cumple la condición de resonancia para la longitud s de la columna de aire contenida en el tubo y para la longitud de onda λ del sonido.

$s = n \lambda / 2$ con reflexión en el extremo abierto con un vientre de oscilación

$s = (2n+1)\lambda/4$ con reflexión en el extremo cerrado con un nodo de oscilación ($n = 1, 2, \dots, n$).

La longitud de onda estará determinada por la

cantidad n de nodos de oscilación y por la distancia a que separa el primer nodo del último
 $\lambda = 2a/(n - 1)$.

El sintonizador con cierre de corcho sirve para sellar los tubos y establecer la sintonía entre las distancias efectivas del tubo y la frecuencia sonora respectiva.

Las fuentes generadoras de sonido pueden ser un silbato, un diapasón o un altavoz con generador de funciones.

El embudo reduce la resistencia a las ondas en la apertura del tubo. Así se introduce más energía sonora en el tubo.

2.1 Volumen de suministro

- 1 tubo de cristal
- 1 sintonizador
- 1 embudo
- 1 silbato
- 1 guía de llenado

3. Datos técnicos

Tubo:	600 mm
Diámetro interno:	17 mm
Espesor de pared	1,5 mm
Sintonizador	280 mm x 3mm Ø

4. Servicio

Para llevar a cabo los experimentos se necesitan, además, los siguientes elementos:

1 diapasón de 1700 Hz	U8431020
ó bien	
1 altavoz de cámara de presión	U8432680 con
1 generador de funciones	U8533510
polvo de corcho	U8432850
1 escala, 1 m	U8401550
1 soporte para bobinas	U8496150

- Empleando la guía de llenado, introducir una pequeña cantidad de corcho en polvo en el tubo.
- Sacudir con precaución el tubo, inclinándolo ligeramente, hasta que el corcho en polvo quede distribuido de manera uniforme por toda su longitud.
- Colocar el tubo de Kundt sobre el soporte de tal modo que el corcho en polvo se encuentre en la parte inferior.
- Girar lentamente el tubo alrededor del eje longitudinal para que la pared también quede espolvoreada.
- Para la determinación de la longitud de onda con el silbato, se dota el tubo de un embudo.
- Para determinar la condición de resonancia, la experimentación se realiza sin embudo.

En este caso se recomienda usar un diapasón de 1.700 Hz. Éste proporciona la longitud λ de las ondas de resonancia de 0,2 m para tubos de 0,6 m. Como resultado se obtienen vientres de oscilación en ambos extremos con reflexión en el extremo abierto, o nodos de oscilación con reflexión en el extremo cerrado.

- Colocar la fuente sonora directamente en el extremo del tubo.
- Si se utiliza un silbato, éste se sujetará en posición transversal para evitar que, al soplar, circule aire en el tubo.
- Si se utiliza un diapasón, éste se golpeará con fuerza y se sujetará directamente, con la horquilla en el sentido de oscilación, delante de la apertura del tubo o del embudo.
- Si se utiliza un altavoz, se debe modificar lentamente la frecuencia en el generador de funciones para encontrar la frecuencia de resonancia. El rango utilizable va de 600 Hz a 8.000 Hz.

Para determinar la longitud de resonancia del tubo cerrado, es necesario desplazar lentamente el sintonizador.

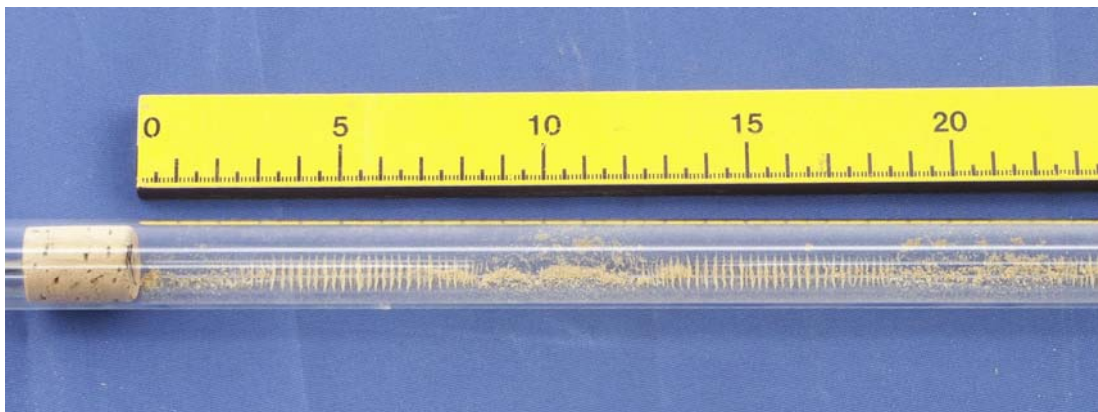
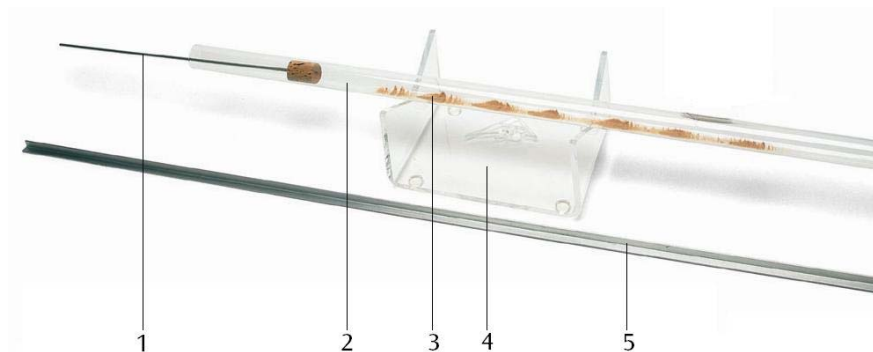


Fig. 1 Determinación de la longitud de onda

Tubo de Kundt U8432845

Instruções para o uso

05/11 ALF



- 1 Deslocador de afinação
- 2 Tubo de Kundt
- 3 Serragem de cortiça
- 4 Suporte (não incluído no fornecimento)
- 5 Trilho de enchimento

1. Indicações de segurança

- Guardar o tubo de vidro seguro contra quebras.
- Não submeter o tubo de vidro a nenhuma sobrecarga mecânica.
- Não dobrar o deslocador de afinação ao inseri-lo ou removê-lo.
- Não mais utilizar o aparelho quando estiverem presentes danos no corpo de vidro.
- Proteger o aparelho contra umidade e poeira.

2. Descrição

O tubo de Kundt possibilita a representação da distribuição de nós e depressões de oscilações numa onda sonora estacionária auxiliado por serragem de cortiça. Poderá ser apresentada a formação de ondas estacionárias, quando a condição de ressonância para o comprimento s da coluna de ar oscilante no tubo e para o comprimento de onda λ do som for satisfeita:

$s = n\lambda/2$ no caso de reflexão na extremidade aberta com um mínimo de oscilação.

$s = (2n+1)\lambda/4$ no caso de reflexão na extremidade fechada com um nó de oscilação ($n = 1, 2, \dots, n$).

O comprimento de onda será determinado a partir

da quantidade n dos nós de oscilação e a distância a entre o primeiro e o último nó de oscilação $\lambda = 2a/(n - 1)$.

O deslocador de afinação com êmbolo de rolha serve para fechar o tubo e para a afinação do comprimento efetivo do tubo para a frequência sonora.

Como fonte sonora é utilizado um apito, um diapasão ou um alto-falante com gerador de funções.

O funil reduz a resistência das ondas na abertura do tubo. Com isso, uma energia sonora maior penetra no tubo.

2.1 Fornecimento

- 1 Tubo de vidro
- 1 Deslocador de afinação
- 1 Funil
- 1 Apito
- 1 Trilho de enchimento

3. Dados técnicos

Tubos:	600 mm
Diâmetro interno:	17 mm
Espessura da parede:	1,5 mm
Deslocador de afinação:	280 mm x 3mm Ø

4. Utilização

Para a execução dos ensaios são necessários os seguintes aparelhos:

1 Diapasão 1700 Hz	U8431020 ou
1 Alto-falante de câmara de compressão	U8432680 com
1 Gerador de funções	U8533510
Serragem de cortiça	U8432850
1 Escala, 1 m	U8401550
1 Suporte para bobinas	U8496150

- Colocar uma pequena quantidade de serragem de cortiça no tubo utilizando o trilho de enchimento.
- Agitar com cuidado o tubo levemente inclinado até que a serragem de cortiça tenha se distribuído de maneira uniforme pelo comprimento total do tubo.
- Posicionar o tubo de Kundt no suporte de maneira que a faixa de serragem de cortiça fique na parte inferior.
- Girar lentamente o tubo no eixo longitudinal de maneira que a parede do tubo também fique pulverizada.
- Para a determinação do comprimento de ondas com o apito, equipar o tubo com um funil.
- Para a determinação da condição de ressonância, efetuar a experiência sem funil.

Neste caso é recomendável o uso do diapasão de 1700 Hz. Ele fornece um comprimento de onda ressonante λ de 0.2 m para os tubos de 0.6 m. Resultam mínimos de oscilação em ambas as extremidades no caso de reflexão com extremidade aberta ou nós de oscilação no caso de reflexão com extremidade fechada.

- Posicionar a fonte sonora imediatamente na extremidade do tubo.
- Quando do emprego do apito, manter o apito transversal ao tubo, para evitar que o ar forme corrente no tubo ao ser soprado.
- No caso do emprego do diapasão, bater o diapasão com força e mantê-lo diretamente com o garfo na direção de oscilação para a abertura na frente do tubo, respectivamente, do funil.
- Quando do emprego do alto-falante, ajustar a frequência no gerador de funções lentamente para encontrar a frequência de ressonância. O intervalo utilizável encontra-se entre 600 Hz e 8000 Hz.
- Para a determinação do tubo fechado para o comprimento de ressonância, deslocar lentamente o deslocador de afinação.

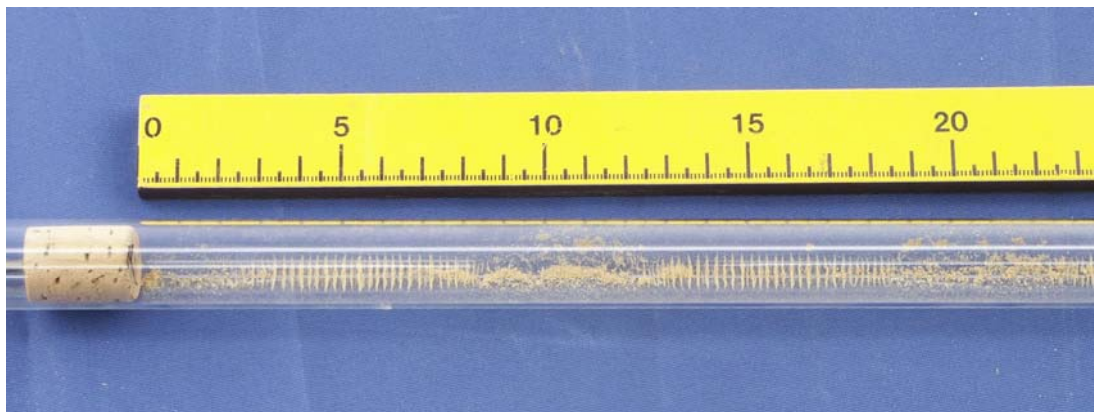


Fig. 1 Determinação do comprimento de ondas