

## Juego de aparatos “Audición espacial” 1018551

### Instrucciones de uso

03/15 TL/UD



- 1 Tubo flexible 1 m  
Tubo flexible 0,5 m (2)
- 2 Sonda de estetoscopio
- 3 Tubo flexible de estetoscopio
- 4 Arco de estetoscopio con olivas para oídos
- 5 Varitas de madera
- 6 Olivas para oídos - Recambio
- 7 Papel transparente
- 8 Vaso de plástico
- 9 Maleta de almacenamiento

#### 1. Advertencias de seguridad

Al ser utilizado de acuerdo con su uso específico se garantiza el funcionamiento seguro del juego de aparatos. Sin embargo, la seguridad no se garantiza cuando el juego de aparatos no se maneja apropiadamente o sin el correspondiente cuidado.

#### 2. Volumen de suministro

- 1 Estetoscopio con sonda, tubo flexible, arco y olivas para oídos
- 1 Tubo flexible 1 m
- 2 Tubos flexibles 0,5 m
- 5 Varitas de madera
- 1 Par de olivas para oídos - Recambio
- 2 Hojas de papel transparente 15x15 cm<sup>2</sup>
- 1 Vaso de plástico
- 1 Maleta de almacenamiento

#### 3. Datos técnicos

Dimensiones:

Maleta de almacenamiento: aprox. 28x25x10 cm<sup>2</sup>

Masa total: aprox. 675 g

#### 4. Descripción

El juego de aparatos permite el estudio de la audición direccional y la determinación de la diferencia de tiempos de recorrido entre el oído izquierdo y el derecho por medio de ruidos de golpeteo sobre un tubo flexible cerrado. Para comparar se puede medir la diferencia de tiempos de recorrido hacia dos sondas de micrófono 4008308 con la caja de micrófono 1014520 / 1014521 y el contador de microsegundos 1017333 / 1017334 resp. con un osciloscopio p.ej. 1018581, en esta forma se puede determinar la velocidad del sonido. La influencia de las distorsiones lineales sobre la audición direccional se estudia por medio de los efectos de cavidad, introduciendo los dos extremos libres del tubo flexible, paralela o secuencialmente en un vaso vacío, o parcialmente lleno de agua.

## 5. Manejo / Experimentos ejemplares

### 5.1 Determinación de la diferencia de tiempos de recorrido hacia el oído derecho y el oído izquierdo

Aparatos requeridos:

1 Juego de aparatos "Audición espacial" 1018551

- Se marca la mitad del tubo flexible de 1 m de largo, utilizando un lápiz apropiado.
- Se conectan los dos extremos del tubo flexible de 1 m en el arco del estetoscopio.
- La persona A se pone el estetoscopio de tal forma que el tubo flexible descansa sobre su espalda en forma de lazo.
- La persona B hace un golpeteo, primero exactamente en la posición marcada como mitad, con una varita de madera y luego desplaza la posición de golpeteo hacia la izquierda o hacia la derecha.
- La persona A indica cuándo los ruidos de golpeteo se desplazan de la mitad y en qué dirección.
- La persona B mide la distancia de desviación  $\Delta s$  a partir de la cual la persona A reconoce la desviación.
- Cálculo del tiempo de recorrido hacia el oído izquierdo o al derecho al desplazar el punto de golpeteo hacia la izquierda:

$$T_{\pm} = \frac{0.5m \pm \Delta s}{c}$$

+/-: Oído derecho / izquierdo

c: velocidad del sonido

#### Observación:

En el desplazamiento del punto de golpeteo hacia la derecha el signo más corresponde al oído izquierdo, el signo menos al oído derecho.

- Cálculo de la diferencia de tiempos de recorrido hacia el oído derecho y hacia el izquierdo ( $c = 343 \text{ m/s}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ ):

$$\Delta T = T_{+} - T_{-} = \frac{2 \cdot \Delta s}{c}$$

El oído humano percibe ya diferencias de tiempos de recorrido en el orden de magnitud de milisegundos.

### 5.2 Medición de la diferencia de tiempos de recorrido hacia dos sondas de micrófono y determinación de la velocidad del sonido

Aparatos requeridos:

1 Juego de aparatos "Audición espacial" 1018551  
2 Sondas de micrófono, cortas 4008308  
1 Caja de micrófono (@230 V) 1014520 resp.  
1 Caja de micrófono (@115 V) 1014521  
1 Contador de microsegundos (@230 V) 1017333 resp.  
1 Contador de microsegundos (@115 V) 1017334  
2 Cables de AF BNC / Clavija 4-mm 1002748  
1 Escala, 1 m 1000742

- Se marca la mitad del tubo flexible de 1 m de largo, utilizando un lápiz apropiado.
- Cada una de las sondas de micrófono se introduce aprox. 1,5 cm en el correspondiente extremo del tubo flexible de 1 m de largo y junto con la escala se coloca de tal forma que la mitad del tubo flexible marcada concuerde con la marca de 50 cm de la escala (Fig. 1).
- La sonda de micrófono de la izquierda se conecta al canal A de la caja de micrófono y la sonda de micrófono de la derecha al canal B de la caja de micrófono.
- En la caja de micrófono la amplificación se ajusta a un máximo para ambos canales y en las salidas el disparo en (□□).

#### Observación:

Se debe tener en cuenta minimizar los ruidos del medio, porque la medición puede ser falseada por los ruidos del medio debido al ajuste de amplificación en máximo. Si es necesario se reduce la amplificación.

- Se conecta un cable de AF-BNC / Clavija de 4 mm en el canal A de la caja de micrófono. La clavija de 4 mm se conecta en la entrada inicio del contador de microsegundos (casquillo de seguridad verde de 4 mm). La clavija negra de 4 mm se conecta con la masa del contador de microsegundos (casquillo de seguridad negro de 4 mm).
- Otro cable de AF-BNC / clavija de 4 mm se conecta en la salida del canal B de la caja de micrófono. La clavija roja de 4 mm se conecta con la entrada de parada del contador de microsegundos (casquillo rojo de seguridad de 4 mm). La clavija negra de 4 mm se conecta con la masa del contador de microsegundos (casquillo de seguridad negro de 4 mm).
- La caja de micrófono y el contador de

microsegundos se conectan a la red de suministro por medio de la fuente de alimentación enchufable.

- Con la varita de madera se golpetea en la mitad marcada del tubo flexible. El contador de microsegundos debe marcar "0000"  $\mu\text{s}$ , porque el tiempo de recorrido de la señal es igual para las dos sondas de micrófono.
- El punto de golpeteo se desplaza sucesivamente hacia la izquierda en pasos de distancias relativas  $\Delta s$  respecto a la mitad del tubo flexible. Los tiempos  $\Delta T$  medidos con el contador de microsegundos corresponden a las diferencias de los tiempos de recorrido entre la sonda de micrófono de la izquierda y de la derecha. Si es necesario, cada una de las mediciones se repite varias veces y se hace un valor medio.

**Observación:**

Un desplazamiento del punto de golpeteo hacia la derecha no tiene ningún sentido debido a la asignación: sonda de micrófono izquierda - función de inicio, sonda de micrófono derecha - función de parada.

- Se grafican las distancias relativas  $\Delta s$  contra las diferencias de tiempo recorrido  $\Delta T$  y se hace pasar una recta de compensación entre los puntos de medida (Fig. 2). De la pendiente de la recta se determina la velocidad del sonido, de acuerdo con:

$$c = 2 \cdot \frac{\Delta s}{\Delta T} = 2 \cdot 164 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 328 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

El valor medido se desvía sólo aprox. 4% con respecto al valor bibliográfico de 343 m/s (para 20°C).

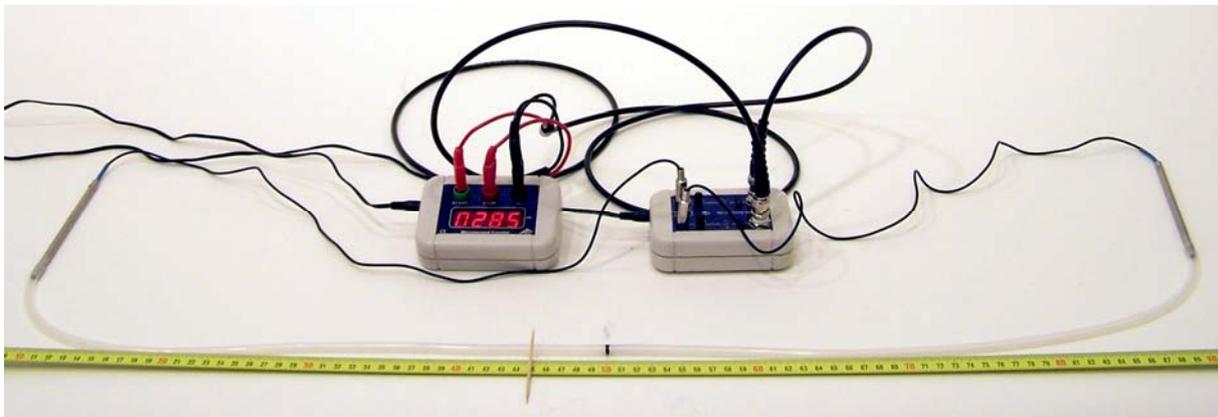


Fig. 1: Medición de la diferencia de tiempos de recorrido a dos sondas de micrófono, con el contador de microsegundos .

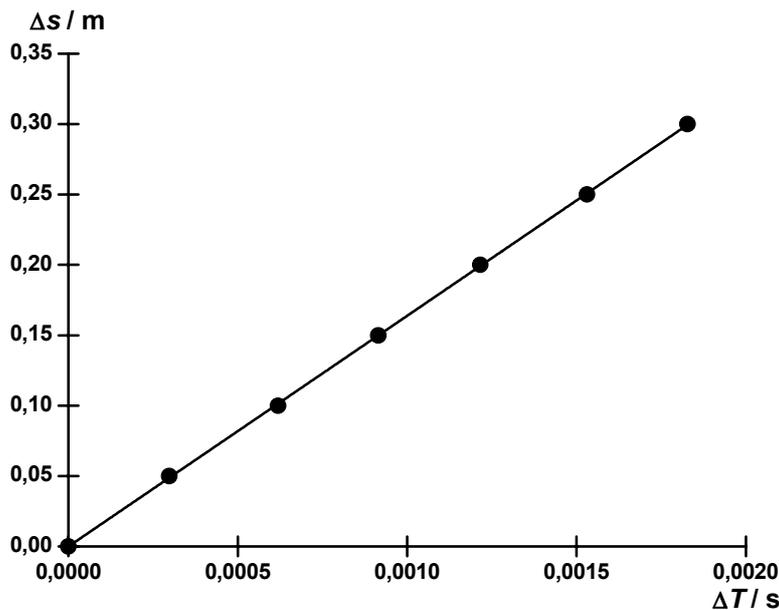


Fig. 2: Distancias relativas en dependencia con las diferencias de tiempos de recorrido, con recta de compensación adaptada para la determinación de la velocidad del sonido en el aire.

### 5.3 Medición con el osciloscopio de la diferencia de tiempos de recorrido hasta dos sondas de micrófono y determinación de la velocidad del sonido

Aparatos requeridos:

1 Juego de aparatos "Audición espacial"	1018551
2 Sondas de micrófono, cortas	4008308
1 Caja de micrófono (@230 V) resp.	1014520
1 Caja de micrófono (@115 V)	1014521
1 Osciloscopio digital 2x25MHz	1018581
2 Cables de AF	1002746
1 Escala, 1 m	1000742

- Se marca la mitad del tubo flexible de 1 m de largo, utilizando un lápiz apropiado.
- Cada una de las sondas de micrófono se introduce aprox. 1,5 cm en el correspondiente extremo del tubo flexible de 1 m de largo y junto con la escala se coloca de tal forma que la mitad del tubo flexible marcada concuerde con la marca de 50 cm de la escala .
- La sonda de micrófono de la izquierda se conecta al canal A de la caja de micrófono y la sonda de micrófono de la derecha al canal B de la caja de micrófono.
- En la caja de micrófono la amplificación se ajusta a un máximo para ambos canales y en las salidas el disparo en (□□).

#### Observación:

Se debe tener en cuenta minimizar los ruidos del medio, porque la medición puede ser falseada por los ruidos del medio debido al ajuste de amplificación en máximo. Si es necesario se reduce la amplificación.

- Se conecta un cable AF en el canal CH1, el otro en el canal CH2 del osciloscopio.
- La caja de micrófono y el osciloscopio se conectan a la red de suministro por medio de la correspondiente fuente de alimentación enchufable resp. a la red de suministro por medio del cable de red. Ajustes en el osciloscopio p.ej. Base de tiempos 25  $\mu$ s/DIV, posición horizontal 200.0  $\mu$ s, Desviación vertical 5.00V/DIV DC, Run Control: Single, Trigger: Tipo Flanco, Modo único, Level aprox. 1.60 V.
- Se golpea con la varita de madera en la mitad del tubo flexible marcada. Las señales mostradas en la pantalla del osciloscopio de las dos sondas de micrófono deben superponerse porque los tiempos de recorrido de las dos sondas de micrófono son iguales.
- El punto de golpeo se desliza suce-

sivamente hacia la izquierda o hacia la derecha en pasos de distancias relativas  $\Delta s$  respecto a la mitad del tubo flexible. Las diferencias de tiempo de recorrido  $\Delta T$  se leen como diferencias entre los flancos de subida en la escala horizontal en la pantalla del osciloscopio. Si es necesario, cada una de las mediciones se repite varias veces y se hace un valor medio.

#### Observaciones:

Con distancias grandes del punto de golpeo hasta la mitad del tubo flexible se ajustan bases de tiempo más grandes en el osciloscopio y se adapta la posición horizontal.

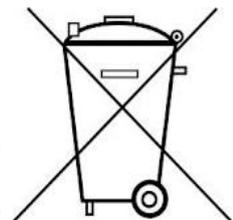
Antes de cada nueva medición se activa la tecla Run/Stop en el osciloscopio.

- Se grafican las distancias relativas  $\Delta s$  contra las diferencias de tiempo recorrido  $\Delta T$  y se hace pasar una recta de compensación entre los puntos de medida. De la pendiente de la recta se determina la velocidad del sonido, de acuerdo con

$$c = 2 \cdot \frac{\Delta s}{\Delta T}$$

### 6. Almacenamiento, Limpieza, Desecho

- El juego de aparatos se almacena en un lugar limpio, seco y libre de polvo.
- No se debe usar ningún elemento agresivo ni disolventes para limpiar el juego de aparatos.
- Para limpiarlo se utiliza un trapo suave húmedo.
- El embalaje se desecha en los lugares locales para reciclaje.
- En caso de que el juego de aparatos se deba desechar como chatarra, no se debe deponer entre los desechos domésticos normales. Se deben cumplir las prescripciones locales.



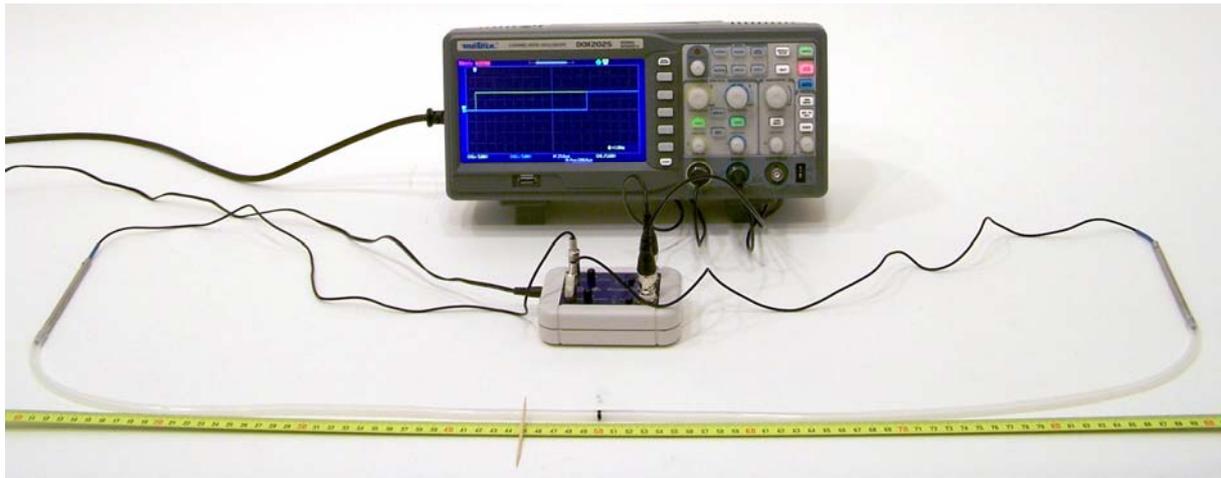


Fig. 3: Medición con un osciloscopio de la diferencia de los tiempos de recorrido hacia dos sondas de micrófono.

