

Aparato didáctico Acústica 1000816

Instrucciones de uso

07/15 TL/ALF



1. Descripción

El juego de aparatos didácticos de acústica hace posible la enseñanza del campo temático "Acústica" como una unidad completa cerrada. Con este juego de aparatos es posible realizar una amplia variedad de experimentos.

Ejemplos de experimentos:

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Tonos de cuerdas 2. El tono acústico puro 3. Columnas de aire vibrantes 4. La columna de aire abierta 5. Flauta labial 6. Varillas vibrantes 7. Infrasonido 8. Ultrasonido 9. El diapasón de registro 10. Ondas progresivas 11. El efecto Doppler 12. Figuras de Chladni 13. Oscilaciones de campana 14. Ondas estacionarias 15. Tonos armónicos 16. Medición de la longitud de onda | <ol style="list-style-type: none"> 17. Fondo de resonancia 18. La caja de resonancia 19. El resonador volumétrico 20. Los Instrumentos de cuerdas y sus leyes 21. Las escala musical de los instrumentos de cuerda 22. Medición de la tensión de la cuerda 23. La dependencia de l'altura del tono con la tensión de la cuerda 24. Instrumentos de viento y sus leyes 25. La escala musical Do-Mayor y sus intervalos 26. La consonancia y disonancia 27. El tritonio G mayor 28. El tritono G mayor de cuatro voces 29. La escala musical mayor con tono fundamental arbitrario 30. La introducción de tonos medios <p>La entrega se hace en un panel de plástico con inserto de gomaespuma para el almacenamiento cuidadoso de las componentes.</p> |
|--|---|

2. Volumen de suministro

- | | |
|---|--|
| 1 Panel con inserto de gomaespuma para aparato didáctico „Acústica“ | 16 Mango para placa de Chladni/ Copa vibradora |
| 2 Monocordio | 17 Silbato e Galton |
| 3 Puente para monocordio | 18 Lápiz registrador |
| 4 Marimba | 19 Polvo de licopodio |
| 5 Placa de Chladni | 20 Bloque de plástico para la pinza de mesa |
| 6 Diapasón, 1700 Hz | 21 Tapa de goma |
| 7 Diapasón, 440 Hz | 22 Copa vibradora |
| 8 Diapasón de registro, 21 Hz | 23 Flauta de lengüeta |
| 9 Balanza de muelle | 24 Flauta labial |
| 10 Abrazadera soporte | 25 Cuerda de acero |
| 11 Pinza de mesa | 26 Cuerda de perlón |
| 12 Resonador de Helmholtz
Ø 70 mm
Ø 52 mm
Ø 40 mm
Ø 34 mm | 27 Cuerda de ondas |
| 13 Tubo de vidrio para columna de aire abierta | 28 Barra deslizables de sintonización |
| 14 Tubo de Kundt | |
| 15 Tubo de vidrio para columna de aire cerrada | |



3. Datos técnicos

Dimensiones: aprox.530x375x155 mm³
Masa: aprox. 4,5 kg

4. Ejemplos de experimentos

1. Tonos de cuerdas

- Se tira fuertemente con el dedo de la cuerda del monocordio levemente tensa.
- Girando la clavija hacia la derecha se aumenta la tensión de la cuerda y al mismo tiempo se tira de ella con el dedo.

Se escucha al principio un tono bajo y a continuación uno más alto.

Explicación: Cuerdas vibrantes producen tonos acústicos por medio de compresión de descompresión del aire a su alrededor. Mientras mayor sea la tensión de la cuerda más rápida será la vibración y por lo tanto más alto será el tono generado.

2. El tono acústico puro

- Se golpea fuertemente el diapasón (440 Hz) con el martillo de tocar la marimba.

Se escucha un tono acústico puro de una altura determinada constante que se extingue lentamente.

Explicación: El diapasón se compone de una pieza de acero doblada en forma de U, que en la curva pasa a un mango. Como el diapasón sólo puede vibrar en una sola frecuencia de vibración, se produce un tono puro de altura constante (movimientos de las horquillas contrarios entre sí, de afuera hacia dentro y viceversa). Debido al tono constante del diapasón, se usa este normalmente para afinar instrumentos musicales

3. Columnas de aire vibrantes

- El tubo de vidrio para columnas de aire cerradas se fija en la mesa de trabajo utilizando la pinza de mesa, el bloque de plástico y la abrazadera soporte
- Se introduce el deslizador de sintonía en el tubo de vidrio.
- Se golpea fuertemente el diapasón (400 Hz) con el martillo de tocar la marimba. Sacando fuertemente más o menos el deslizador de sintonía, se varía la longitud de la "la columna de aire encerrada".

Sólo en una posición del deslizador de sintonía entra la columna de aire en oscilación de simpatía fuerte (resonancia), en cualquier otra posición permanece muda. La resonancia se

puede percibir por el fuerte aumento del volumen sonoro.

Explicación: Las columnas de aire cerradas pueden entrar en resonancia cuando su longitud corresponde a un cuarto de la longitud de onda excitante. Cuando el diapasón vibra con 440 oscilaciones en un segundo

$$\text{Longitud de onda} = \frac{\text{Velocidad de propagación}}{\text{Frecuencia}}$$

$$\frac{34000 \cdot \text{cm/s}}{440 \cdot \text{Oscilaciones/s}} = 77,2 \cdot \text{cm}$$

la longitud de onda del tono producido es 77,2 cm. Un cuarto de longitud de onda es de 19,3 cm.

La distancia del émbolo desde la apertura del tubo es de 19,3 cm en caso de la resonancia.

4. La columna de aire abierta

- Se realiza el experimento con el tubo de vidrio (14), con la columna de aire abierta.

La columna de aire abierta de una longitud igual al doble de la longitud de la columna de aire cerrada entra en resonancia al acercar un diapasón, lo cual se percibe por el fuerte aumento del volumen sonoro.

Explicación: Columnas de aire abiertas pueden entrar en resonancia cuando su longitud corresponde a la mitad de la longitud de onda o a un múltiplo de ellas. En los extremos de la columna abierta siempre se tiene una amplitud máxima y en el centro un nodo de oscilación.

5. La flauta labial

- Se sopla la flauta labial y sacando el émbolo se cambia la longitud de la flauta..

Dependiendo de la longitud de la flauta se percibe un tono mayor o menor que el timbre característico.

Explicación: Al soplar en la flauta una corriente de aire constante, el aire encerrado en la boquilla entra en vibración originando una secuencia de remolinos de vientos regulares en el filo del labio. El tono que se origina depende de la longitud de la columna de aire. En la flauta cerrada, en el tono fundamental, la longitud de la misma corresponde a un cuarto de longitud de onda (medido desde el fondo hasta el filo del labio). En el labio se origina un máximo de amplitud mientras en el fondo un nodo.

6. Varillas vibradoras

- Unas de las barristas metálicas de la marimba (22) se golpean con el martillo entregado..

Al golpear las barristas metálicas se escuchan tonos agradables de un timbre característico

determinado. Mientras más corta sea la barra metálica más alto es el tono.

Explicación: Barras elásticas se convierten en sistemas capaces de oscilar cuando descansan en sus nudos de oscilación (aprox. al 22% de la longitud total, desde uno de los extremos).

7. Infrasonido

- El diapasón de registro se deja vibrar presionando lateralmente al mismo tiempo ambos lados de la horquilla y dejándolas libres al mismo tiempo..

El diapasón produce una vibración lenta observable bien a simple vista. Si se acerca este al oído se percibe un tono bajo y levemente auditivo. Explicación: Las horquillas del diapasón oscilan una contra la otra y producen compresiones y descompresiones en el aire alrededor. Si las mismas llegan a oído, se produce una resonancia del tímpano. Se alcanza a escuchar un tono. El diapasón vibra con una 20 vibraciones en un segundo. El tono más bajo apenas perceptible al oído es de 16 vibraciones en un segundo. Vibraciones por debajo de los 16 Hercios ya no son audibles Estas se denominan bajo el nombre de infrasonido.

8. Ultrasonido

- Se sopla en el silbato de Galton.

No se percibe ningún tono claro sino un ruido en forma de silbido.

Resultado: Debido a su corta longitud el silbato de Galton produce unos tonos muy altos, los cuales no son audibles para los humanos. Estos se denominan ultrasonidos.

9. El diapasón de registro

- Se fijan en la horquilla del diapasón de registro un lápiz de escritura.
- Se aprietan lateralmente las horquillas del diapasón para que entren en vibración y al mismo tiempo se desplaza uniformemente el lápiz de escritura sobre una hoja de papel colocado sobre una base no muy blanda.

El lápiz de escritura describe sobre el papel una línea en forma de onda de longitud de onda constante pero con amplitud decreciente. Explicación: El sonido se origina por oscilaciones periódicas de cuerpos rígidos, líquidos o gaseosos. El lugar de las partículas oscilantes del cuerpo se mueve sobre una línea ondulada en dependencia con el tiempo (línea senoidal). Si se golpea una sola vez los cuerpos oscilantes realizan una oscilación „amortiguada“ (disminución constante de la amplitud). Si la entrada de energía es constante (tono

permanente de una bocina de automóvil, sople constante de una flauta de órgano), se obtiene una oscilación no amortiguada de amplitud constante (sonoridad).

10. Ondas progresivas

- Haciendo un nudo sencillo se fija el lazo de la cuerda ondas en el picaporte de una puerta.
- Se tensa la cuerda levemente y se ejecuta en ella con la mano un movimiento lateral de vaivén brusco.

Partiendo del centro del movimiento (la mano) se expande una ola (un pulso), que se mueve a lo largo de la cuerda con una velocidad de propagación determinada, se refleja en el extremo y retorna al punto inicial. Explicación: Todo cuerpo rígido, líquido o gaseoso, produce vibraciones en caso de una sacudida repentina, las cuales se expanden con una velocidad determinada en el medio oscilante.

11. Efecto Doppler

- El diapasón de metal liviano (1700 Hz) se golpea fuertemente con el martillo de tocar la marimba y luego se mantiene fijo por un tiempo y después se hacen con él movimientos de vaivén.

En el estado de reposo el diapasón produce un tono fuerte de altura constante. Al mover el diapasón en vaivén la altura del tono cambia constantemente. Si el movimiento es de acercamiento al oído, el tono del sonido aumenta y al alejarse el tono baja. Explicación: Al reducirse la distancia de la fuente de sonido al oído se reducen así los intervalos de tiempo entre dos compresiones, porque la segunda compresión tiene que recorrer una distancia más corta hasta el oído. El oído percibe una frecuencia más alta. El tono se hace mayor. Al retirarse la fuente de sonido del oído los intervalos entre las compresiones y las descompresiones se hace mayor y por ello el tono se hace más bajo.

12. Figuras de Chladni

- La placa de Chladni se fija en la mesa de trabajo por medio de la pinza de mesa y el bloque de plástico. La placa se cubre de arena fina hasta que se tenga una capa fina en una tercera parte de la placa.
- La placa se roza con un arco de violín, bien cubierto de colofonio, exactamente en el centro entre dos esquinas tocando levemente una de las esquinas con un dedo de la otra mano.

- Se roza la placa varias veces fuertemente hasta que ésta entre en una vibración intensa bien audible.

Al rozar la placa se percibe un tono acústico bien determinado. Los granos de arena entran en una resonancia fuerte y bailan en determinados lugares de la placa formando una figura peculiar sobre la superficie de la placa.

Explicación: Sobre la placa se originan „ondas estacionarias“. La placa no vibra hacia arriba y abajo como un todo al ser rozada con el arco sino que lo hace en determinadas posiciones (en los vientres o amplitudes máximas) mientras que en otros permanece en reposo (nodos de oscilación). Al tocar la placa en una esquina se ha forzado un nodo en este punto.

13. Oscilaciones de campana

- La campana se fija en la mesa de trabajo con la apertura hacia arriba, utilizando la pinza de mesa y el bloque de plástico.
- El borde de la campana se golpea con el martillo en diferentes posiciones (también se puede rozar con un arco de violín)

La altura del tono depende de la posición en que se golpee. Es muy fácil obtener diferencias de hasta un tono completo. Si la campana de golpea en determinadas posiciones se pueden excitar ambos tonos y así se obtienen las conocidas "pulsaciones" (aumentos y disminuciones periódicas de la altura del sonido en una secuencia más o menos rápida).

Explicación: Las campanas se pueden considerar como placas oscilantes deformadas. Los armónicos superiores no son armónicos con respecto al tono fundamental. Las campanas también se dividen en secciones oscilantes separadas por las líneas de nodos.

14. Ondas estacionarias

- Se fija con un nudo sencillo el lazo de la cuerda de ondas en el picaporte de una puerta.
- La cuerda se debe tensar levemente y se hacen movimientos circulares lentos con la mano.
- Luego se hace más tensa la cuerda y los movimientos circulares se hacen más rápido.

Con el movimiento lento se origina un nodo en los extremos de la cuerda y en el centro un vientre. Con un movimiento más rápido se obtienen 3 nodos y 2 vientres y con un movimiento más rápido de tienen 4 nodos y 3 vientres.

Explicación: Por reflexión en el picaporte de la puerta se originan ondas estacionarias. Por la inercia del ojo se observan al mismo tiempo onda original y la reflejada.

En la oscilación fundamental la cuerda oscila en toda su longitud en forma de media longitud de onda. En el centro un vientre y en los extremos nodos. En el primer armónico superior (octava) la cuerda oscila como una longitud de onda completa (2 vientres y 4 nodos). En el segundo armónico superior se tiene 3 vientres y 4 nodos y así sucesivamente.

15. Armónicos superiores

- Se sopla con la boca en la flauta labial, primero débilmente y luego fuertemente.

Se percibe primero en tono fundamental y al soplar más fuertemente se escucha un tono mucho más alto.

Explicación: En la flauta cerrada las ondas estacionarias se deben formar de tal forma que en el fondo siempre se tenga un nodo y en el filo del labio un vientre. Este es el caso cuando la longitud de la flauta es $\frac{1}{4}$ de la longitud de onda. El mismo caso se tiene cuando la distancia entre la apertura y el fondo $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{7}{4}$ de la longitud de onda.

Junto al tono fundamental se generan también los armónicos superiores impares de la escala musical, más o menos con la misma intensidad..

Sólo a la aparición más o menos fuerte de los armónicos superiores se le atribuye (y agradece) el timbre muy característico de cada instrumento musical.

16. Medición de la longitud de onda

- El extremo del tubo de vidrio (21) de una longitud exacta de 45 cm se cierra con una tapa de goma. Se toma una cantidad de polvo de licopodio en una cucharilla de té y manteniendo el tubo inclinado se llena este de tal forma que a lo largo del tubo se reparta el licopodio regularmente.
- El tubo de vidrio se fija en la mesa de trabajo por medio de la abrazadera de soporte, la pinza de mesa y el bloque de plástico.
- El diapasón (10) se golpea fuertemente contra un mango de martillo y una de las horquillas se coloca en su parte ancha frente a la apertura del tubo. Esta excitación del sonido se deberá posiblemente repetir varias veces.

En los vientres de la oscilación el polvo de licopodio entra fuertemente en resonancia; mientras que en los nodos permanece en reposo. Las partículas del polvo se reparten a lo

largo del tubo en acumulaciones periódicas que repiten en el eje del tubo en $4 / \frac{1}{2}$ veces..

Explicación: El diapasón de metal liviano tiene una frecuencia de 1700 oscilaciones por segundo. De acuerdo con la relación sencilla:

$$\text{Longitud_de_onda} = \frac{\text{Velocidad_del_sonido}}{\text{Frecuencia}}$$

$$\frac{340 \cdot \text{m/s}}{1700 \cdot \text{Hz}} = 0,2 \cdot \text{m}$$

La correspondiente longitud de onda es de 20 cm. En un tubo de 45 cm de longitud caben $4\frac{1}{2}$ semiondas o dos ondas completas y un cuarto de onda, como se puede ver en el experimento. En la apertura del tubo siempre se tiene un vientre y en el fondo un nodo.

17. Fondo de resonancia

- Se golpea fuertemente el diapasón $a' = 440$ Hz con el martillo de tocar la marimba y el extremo de su mango se pone en contacto vertical con el tablero de la mesa.

El tono del diapasón poco perceptible en el aire libre se intensifica al ponerlo en contacto con el tablero de la mesa, así que es posible escucharlo claramente en todo el espacio

Explicación: Por las oscilaciones del mango del diapasón el tablero de la mesa entra en resonancia. Como la superficie activa de la mesa es mucho mayor que la del diapasón, la altura de sonido es amplificada considerablemente.

18. Caja de resonancia

- El diapasón de "la' = 440" Hercios se golpea fuertemente y su mango se pone en contacto con la caja de resonancia del monocordio.

Se percibe una fuerte amplificación del tono.

Explicación: Ver experimento 17.

19. Resonador volumétrico

- La punta de cada uno de los resonadores de Helmholtz se acercan una tras la otro al oído.

Se percibe un tono que es menor mientras mayor sea el diámetro del resonador.

Explicación: Cada cavidad (tubo, esfera hueca), independientemente de cómo se sostenga, tiene una frecuencia fundamental casi libre de armónicos superiores. Esta oscilación fundamental se puede excitar cuando se sopla sobre la apertura de la cavidad o cuando se golpea con un dedo sobre la superficie de la cavidad. La oscilación propia se excita principalmente cuando el ruido del ambiente lleva tonos que concuerdan con la oscilación

propia del resonador. Así que con el resonador esférico o volumétrico es posible analizar una mezcla de tonos y observar si se tiene tonos parciales. Si el espacio está totalmente en silencio, el resonador permanece mudo.

20. Los instrumentos de cuerdas y sus leyes

- El puente se enclava de pie bajo la cuerda el monocordio de tal forma que el borde se encuentre en el número 20 de la escala de medida y la cuerda de 40 cm se encuentre dividida en dos partes iguales de 20 cm..
- Apretando la clavija se afina la longitud media de la cuerda hasta la frecuencia del diapasón "la¹" (diapasón normal).
- Tirando o mejor rozan la cuerda se comparan las alturas de tono para 40 cm, 20 cm, 10 cm y 5 cm de longitud de cuerda.

Con una longitud de cuerda de 20 cm se obtiene la frecuencia del diapasón normal $la^1 = 440$ Hz, con 40 cm de longitud de cuerda se obtiene una octava más baja $fa = 220$ Hz, con 10 cm un tono de una octava más alta $la^2 = 880$ Hz y con 5 cm se tienen dos octavas más altas, el tono $la^3 = 1760$ Hz.

Explicación: Al doblar la longitud de la cuerda se obtiene un tono una octava más baja, para la mitad de la longitud de la cuerda se obtiene la 1ª octava para $\frac{1}{4}$ de cuerda la 2ª. Octava. Las frecuencias de las cuerdas se comportan inversamente proporcional a sus longitudes.

21. La escala musical en los instrumentos de cuerdas

- Cambiando la posición del puente se toca en el monocordio la escala musical acostumbrada a ser oída por las personas y se determina cada vez la longitud de la cuerda oscilante y la relación entre ella y la longitud total de la cuerda de 40 cm.

Tono	Longitud de cuerda	Relación de longitudes
do	40 cm	1
re	35,55 cm	8/9
mi	32 cm	4/5
fa	30 cm	3/4
sol	26,66 cm	2/3
la	24 cm	3/5
si	21,33 cm	8/15
do ¹	20 cm	1/2

Explicación: La longitud de la cuerda debe ser la mitad cuando se ha de lograr la octava manteniendo las otras condiciones iguales, es

decir: la tensión de la cuerda, el espesor etc. Para los otros tonos de la escala musical se obtiene que la relación de las cuerdas oscilantes con respecto a la longitud total se comporta como una relación sencilla de números enteros. Mientras menores son los números, mejor es el timbre (Octava 1:2, Quinta do/sol 2:3 etc.).

22. Medición de la tensión de la cuerda

- Se fija en el monocordio la balanza de muelle y se cuelga en la ranura de ella el extremo de la cuerda de perlón.
- Tirando de la clavija se afina la cuerda al tono de diapasón normal tomando como base el diapasón de la' = 440 Hz.
- Con la balanza de muelle se determina la tensión de las cuerdas.

La tensión de la cuerda de perlón es de 5,5 kg.

23. Dependencia de l'altura del tono con la tensión de la cuerda.

Un resultado del experimento 22 es que para obtener el tono de diapasón normal la tensión de la cuerda de perlón debe ser de 5,5 kg. ¿Cuál será la tensión de la cuerda para obtener el tono "la" (220 Hz) en una octava más baja?

- Se afloja la clavija hasta escuchar el tono "la"
- Para controlar se coloca el puente en la posición 20 de la escala de medida y se afina la mitad de la cuerda al tono de diapasón normal. La cuerda completa vibra con la mitad de la frecuencia.

La tensión de la cuerda se fija en 1,4 kg.

Explicación: La frecuencia de una cuerda es proporcional a la raíz cuadrada de la tensión en la cuerda. Cuando la fuerza de tensión de la cuerda se multiplica por 4, 9, 16, la frecuencia aumenta en 2, 3, 4 veces: $\frac{1}{4}$ de 5,5 es aprox. 1,4.

24. Instrumentos de viento y sus leyes.

- La flauta labial se sopla con la boca y tirando del fondo más menos fuertemente se cambia la longitud efectiva de la flauta.

Con longitudes de flautas pequeñas se tienen tonos altos con largas tonos bajos.

Explicación: Al soplar una corriente de aire tenue se producen ondas estacionarias, siendo la longitud de la flauta un cuarto de la longitud de onda. Al soplar fuertemente se produce una corriente de aire más fuerte dando lugar a la producción de armónicos superiores cuyas frecuencias son múltiplos impares del tono fundamental..

Con la flauta abierta el tono fundamental es el doble del correspondiente con la flauta cerrada.

25. La escala musical Do-mayor y sus intervalos

- Para determinar los intervalos se divide cada vez la frecuencia mayor por la más baja contigua.

Para el intervalo re/do = $\frac{1188}{1056}$ el divisor común es 132, es decir que se obtiene $\frac{9}{8}$, $\frac{10}{9}$, $\frac{16}{15}$, $\frac{9}{8}$, $\frac{10}{9}$, $\frac{9}{8}$ y $\frac{16}{15}$.

Explicación: Los intervalos (espacios intermedios) entre los tonos de la escala musical no son iguales. Se diferencia entre pasos de tonos completos grandes ($\frac{9}{8}$) pasos de tonos completos pequeños ($\frac{10}{9}$) y pasos de semitonos ($\frac{16}{15}$).

26. Consonancia y disonancia

- Se soplan en la flauta lingual los tonos compuestos más diferentes.

Tonos armónicos agradables (consonantes) se obtienen con la octava, la quinta. La cuarta y con las terceras grandes y pequeña. Tonos disonantes (disonancias) son la segunda y la séptima y así como tonos compuestos por tonos directamente aledaños..

27. El tritono de Sol-mayor

- Se soplan en la flauta lingual al mismo tiempo los tonos "sol – mi – re".

Este se percibe o escucha como un tono compuesto especialmente agradable, el cual se denomina "tritono sol mayor".

Explicación: Si varios tonos conforman un tono compuesto especialmente agradable al oído, una consonancia, estos se deben tocar de par en par. El tritono "sol mayor" se compone de la tercia pequeña y la tercia grande. Las frecuencias de los tonos sol, si, re están entre sí en una relación numérica muy sencilla 4:5:6.

Para lograr esta relación numérica se deben dividir por 6 las frecuencias fundamentales indicadas en la flauta lingual.

(Para obtener las frecuencias correctas desde un punto de vista físico, las frecuencias básicas impresas se deben multiplicar por 33).

Entre la flauta labial y la marimba puede además ser perceptible una desviación en la concordancia debida posiblemente a condiciones de fabricación.

28. El tritono Sol-mayor a cuatro voces.

- El tritono Sol-mayor se complementa con la octava sol¹. Es decir que se tocan al mismo tiempo “sol, si, do¹ sol¹”.

Se obtiene así “tritono-sol-mayor” muy agradable al oído.

Explicación: En el tritono a cuatro voces se encuentran las siguientes consonancias:

La octava	1:2
La quinta	2:3
La tercera grande	4:5
La tercer pequeña	5:6

29. La escala musical “Mayor” con cualquier tono fundamental

- Se toca en la marimba la escala musical “Do-mayor” iniciando con “do” y luego la “Sol-mayor” iniciando con “sol”.

La escala musical “Do-Mayor” de do¹ hasta do² suena con un tono puro. La escala musical Sol-mayor que se inicia con sol¹ muestra un error fuerte en “fa²”. El tono es un tono medio muy bajo.

Explicación: Según el experimento 25 en todas las escalas musicales deben aparecer los siguientes intervalos:

9/8, 10/9, 16/15, 9/8, 10/9, 9/8, 16/15.

En la placa fundamental de la marimba en la secuencia tónica o escala musical “sol¹... sol²” se tienen los siguientes intervalos:

10/9, 9/8, 16/15, 9/8, 10/9, 16/15, 9/8

Los intervalos subrayados son correctos, los otros son más o menos falsos.

Los intervalos 9/8 y 10/9 se encuentran muy contiguos, de tal forma que es muy difícil diferenciarlos, por ello el error de sol¹ hasta si¹ no es importante. Mucho más grave es el error entre mi² y fa². El intervalo aquí es de 16/15, mientras en la realidad debería de ser 9/8. Por lo tanto fa² se escucha un tono medio mucho más bajo.

30. Se introducen los pasos de semitonos

- Se toca en la flauta labial la escala musical de sol¹ hasta sol² después de estar seguro de que el tono la¹ de la flauta labial se ha afinado al diapasón normal. Para ello se golpea el diapasón y se compara.

En la flauta labial se escucha claramente la escala musical de “sol-mayor”.

Explicación: En lugar del tono fa¹ se introduce un nuevo tono, el fa^{#1}, que se calcula de tal forma que el intervalo entre mi¹ y fa^{#1} sea de 9/8 y el de fa^{#2} y sol² 16/15. Esto sucede aumentando la frecuencia de fa multiplicando por 25/24..

Los nuevos tonos generados por el aumento de los tonos básicos se denominan: do#, re#, mi#, fa#, sol#, la#, si#.

El aumento se indica por medio de una cruz en las notas escritas..

Las notas reducidas en un medio tono se obtienen multiplicando el tono más alto por 24/25. En la escritura de notas se caracterizan por una “b” anticipada a la nota. Estas se llaman: b-do, b-re, b-mi, b-fa, b-sol, b-la, b-si.

En el piano se igualan con un pequeño error los tonos do# y b-re.