

24 Música con copas y botellas

Para poder reunir un conjunto de copas o de botellas que al soplar, frotar o golpearlas emitan las diferentes notas de la escala musical, se ha de medir el tono fundamental que emiten. En este experimento se tratan estos aspectos.

Aplicación y materiales a utilizar

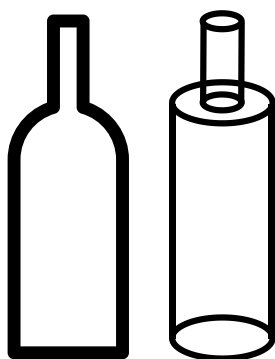
Para encontrar las frecuencias fundamentales de los sonidos se puede volver a usar la aplicación **Advanced Spectrum Analyzer PRO** que, con la opción del menú Enable Peak Hold, retiene el último análisis de fourier realizado donde se puede leer con comodidad el valor.

Advanced Spectrum Analyzer PRO



<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vuche.asap>

Se han de usar copas de agua o de vino de vidrio fino. Las botellas pueden ser las de clásicas de vino de tres cuartos de litro con el cuerpo cilíndrico y el cuello recto, de forma que se parezcan lo más posible a un tubo pequeño abierto por los dos extremos unido a otro cerrado por el extremo opuesto a la unión.



Una regla y una probeta ayudan a medir las dimensiones de las botellas, así como el volumen de agua introducida y el volumen de aire que queda libre.

El sonido de las copas

Si se dispone de una serie de copas de cristal y se llenan con diferentes cantidades de agua al golpearlas o al frotar su borde con un dedo se producirá un sonido que depende de la forma de la copa y de la cantidad de agua que contenga.



Para conseguir un tono determinado se ha de ir añadiendo agua poco a poco y haciendo vibrar la copa hasta que la aplicación Advanced Spectrum Analyzer PRO indique el valor que nos interese.

Tanto cuando se golpea cuando se frota la copa la frecuencia va disminuyendo conforme hay más cantidad de agua, o lo que es lo mismo, menos volumen de aire en la copa, ya que lo que ocurre es que vibra toda la copa y el agua contenida. Por ejemplo, añadiendo sucesivamente 40 ml a una copa la frecuencia de vibración puede pasar de 1012 Hz a 990 Hz y después a 968 Hz.

El sonido de las botellas

Para conseguir sacar música de las botellas de vidrio se puede hacer llenándolas con diferentes volúmenes de agua y a continuación golpeando o soplando en su boca. Cada botella cantora constituye lo que se denomina un **resonador de Helmholtz** (Franco, 2015d).

La frecuencia del sonido que se produce en una botella cuando se sopla viene determinada por la ecuación:

$$f = \frac{v_{\text{sonido}}}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{LV}}$$

Donde, f es la frecuencia, v_{sonido} la velocidad del sonido en el aire, S es el área de la sección del cuello de la botella, L es la longitud del cuello y V es el volumen de aire en la botella.

La longitud efectiva del cuello de la botella es difícil de precisar ya que la transición del cuerpo de la botella cuello es progresiva. Utilizando como longitud la parte recta del cuello (radio 1,0 cm, longitud 7,0 cm) me han salido los siguientes valores teóricos y reales, que se acercan bastante entre sí.

Ejemplo de botella de vino como resonador de Helmholtz			
Volumen de aire	750 cm ³	550 cm ³	350 cm ³
Frecuencia teórica	132 Hz	154 Hz	194 Hz
Frecuencia medida	129 Hz	150 Hz	172 Hz

Para conseguir los valores de las frecuencias fundamentales que se producen al soplar en el cuello de la botella no hay más que abrir la aplicación Advanced Spectrum Analyzer PRO y anotar para cada uno de los volúmenes de aire en la botella el valor del primer pico que aparece.

Cuando se golpea una botella la frecuencia va disminuyendo conforme hay más cantidad de agua, o lo que es lo mismo, menos volumen de aire, ya que en este caso lo que ocurre es que vibra toda la botella y el agua contenida, a diferencia de cuando se sopla ya que entonces lo que vibra es el aire.

Observaciones

* Para hacer resonar las copas de vino o de agua se ha de ir moviendo el dedo por la circunferencia superior. Resuenan más fácilmente si se moja el dedo con agua, o mejor aún con una mezcla de agua y un poco de jabón de lavar platos.

* Para hacer resonar las botellas se han de colocar en vertical debajo de boca y soplar hacia abajo. Para conseguir que suenen bien se necesita un cierto entrenamiento.

* Si se desea hacer un poco de música con las botellas se han de llenar con distintas cantidades de agua, que vendrán determinadas, como se ha visto, por la geometría de la misma y la frecuencia que se desee obtener al soplar. En la tabla siguiente aparecen las frecuencias correspondientes a la escala musical para una botella.

Frecuencia en hercios de las notas musicales que se pueden obtener con una botella de vino						
do	re	mi	fa	sol	la	si
130,8	146,8	164,8	174,6	196,0	220,0	246,9