

Placa de Chladni

1. Principio físico que ilustra	2. Foto	3D40.30
Ondas Mecánicas Superposición de ondas Ondas estacionarias Nodos y valles		
3. Descripción		
<p>Esta experiencia permite el estudio de ondas estacionarias en dos dimensiones. El objetivo es la visualización de los modos propios de vibración de una placa cuadrada. Para ello se hace vibrar a diferentes frecuencias una placa metálica cuadrada, y espolvoreando cloruro sódico sobre ella se observan los patrones y líneas nodales que se forman en la misma, correspondiéndose cada patrón con un modo propio de vibración de la placa.</p>		
4. Web del catálogo: http://www.ucm.es/theoscarlab	Transportable: SI	
5. Fundamento teórico		
<p>La placa de Chladni constituye una demostración clásica de la formación de ondas estacionarias. Su nombre es debido a Ernst Chladni, frecuentemente llamado el padre de la Acústica, que fue el primero en realizar esta experiencia. Consiste en una fina placa metálica cuadrada que a través de un altavoz se hace vibrar a diferentes frecuencias. El altavoz es alimentado por un generador de frecuencias. Sobre la placa espolvoreamos cloruro sódico. Cuando la placa vibra la sal empieza a moverse, hasta que finalmente se observan los patrones y líneas nodales. Estos patrones y líneas nodales se corresponden con las zonas y líneas en las cuales la placa no vibra o vibra menos, es decir, los nodos de las ondas estacionarias que se forman en la placa, y por tanto, en ellos se produce una acumulación de sal, dando lugar a curiosas figuras.</p>		
<p>La ley de Chladni relaciona la frecuencia aproximada de la vibración de un platillo circular, de centro fijo, con el número de líneas nodales radiales (m) y no radiales (n):</p>		
$f = C(m+2n)^2$		
<p>donde el valor de la constante C sólo depende, en principio, de las propiedades del platillo.</p>		
<p>La teoría para el caso de una placa cuadrada, implica la resolución de la ecuación de ondas en dos dimensiones. Las condiciones de contorno obligan a que el borde de la placa sea un antinodo. Si se resuelve la ecuación para esas condiciones de contorno se encuentra la siguiente solución para las frecuencias de resonancia:</p>		
$\omega = \frac{v\pi}{a} (m^2 + n^2)^{1/2}$		
<p>donde <i>a</i> representa la dimensión de la placa cuadrada, <i>v</i> la velocidad del sonido en la placa y (m,n) el número de líneas nodales observadas en horizontal y vertical respectivamente.</p>		
<p>En el experimento se observan figuras muy vistosas pero difíciles de explicar, que no se corresponden totalmente con los patrones predichos teóricamente, los cuales se recogen en el libro "The Physics of Musical Instruments", de Fletcher y Rossing. Dichas discrepancias pueden deberse a que la geometría no es la ideal: la placa no es una membrana ideal, los bordes están doblados, etc.</p>		

6. Materiales y montaje

El montaje de esta experiencia es sencillo. Se requieren elementos de fácil adquisición. Para la implementación que se muestra en la fotografía se ha usado el siguiente material:

- Placa metálica cuadrada
- Cloruro sódico
- Generador de frecuencias
- Altavoz

El dispositivo experimental utiliza una placa metálica cuadrada. Un altavoz, recuperado del equipo de sonido de un automóvil, alimentado por un generador de frecuencias, hace vibrar la placa a diferentes frecuencias. Como pequeños cuerpos se ha usado cloruro sódico en lugar de arena como se hacía originalmente, por dar granos más ligeros. Se espolvorea el cloruro sódico sobre la placa de modo homogéneo. Se conecta el oscilador a la frecuencia adecuada y la sal comienza a moverse cuando la placa vibra, de modo que finalmente se reproduce el patrón de ondas estacionarias, dando lugar a las figuras.

Se usa cloruro sódico en lugar de sal común para evitar que se apelmace con la humedad.

Una variante del experimento consiste en colocar un motor solidario con la placa y conectar dicho motor a un generador de frecuencias, de modo que cuando vibre el motor hará vibrar también la placa.

7. Precauciones especiales

- Es conveniente tener la precaución de colocar la placa de modo completamente horizontal.
- Es necesario distribuir previamente de un modo homogéneo la sal sobre la placa. Para ello es conveniente usar una placa de plástico o madera de borde recto con el fin de no tocar la sal con las manos.
- La sal empieza a moverse cuando se conecta el generador de frecuencias, sin embargo, se requiere más tiempo para alcanzar la configuración definitiva.
- Se puede aprovechar el tamaño del altavoz y el hecho de que es visible para hacer una demostración visual sobre el sonido y la frecuencia para alumnos jóvenes. A bajas frecuencias (1-5 Hz) es incluso posible ver la membrana moverse. Por ejemplo, a 1 Hz “late como un corazón”.

