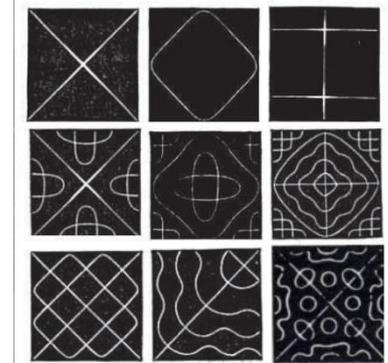


Vedere il suono

L'interesse per l'acustica ha le sue origini nell'antica Grecia con studi riguardanti archi vibranti e suoni intrapresi da Pitagora. Secondo la tradizione circa 2.500 anni fa Pitagora passò accanto alla bottega di un fabbro e, prestando particolare attenzione ai diversi suoni squillanti prodotti dai martelli sulle incudini, si accorse che alcuni erano piacevoli, armoniosi, se accostati tra di loro, a differenza di altri. Pitagora cominciò una serie di esperimenti su uno strumento composto da una sola corda tesa e vibrante sopra una tavola di legno. Pizzicando la corda si ottiene un determinato suono, Pitagora si accorse che dimezzando la lunghezza della corda e pizzicandone la parte dimezzata, si ottiene un altro suono che ben si lega con il primo. Il filosofo greco ha dedotto così che con un rapporto di numeri (in questo caso 2:1) si può descrivere un rapporto armonico musicale che oggi chiamiamo intervallo di ottava (è la distanza acustica, ad esempio, tra un Do e il Do successivo). Egli è andato oltre e ha scoperto i suoni della scala diatonica e molti degli intervalli che ancora oggi governano le regole dell'acustica musicale occidentale.

Bisogna però aspettare il 1787 quando Ernst Chladni (1756-1827), un fisico tedesco, introdusse la prima tecnica per visualizzare la vibrazione nelle piastre metalliche sollecitate da un archetto. Egli si basò su precedenti lavori di Robert Hooke e Simeon Poisson. Hooke lavorava sulle frequenze musicali utilizzando diversi strumenti e giungendo alla conclusione che i suoni avevano origine da percussioni. Poisson invece si concentrò sull'analisi delle vibrazioni sonore in membrane flessibili, come quelle dei tamburi.

Chladni utilizzò della sabbia cosparsa su piastre vibranti per mostrare linee modali. Un piatto vibrante eccitato con un arco di violino, fa sì che la sabbia si raccoglie lungo le linee nodali. In un sistema vibrante i nodi sono quei punti dove l'ampiezza di vibrazione è minima, praticamente nulla. Quindi osservando la figura a fianco possiamo osservare che nella parte scura, tra le linee nodali, la vibrazione sarà massima. Le diverse figure sono frutto di posizioni diverse su cui si agiva con l'archetto. La conclusione a cui arrivò fu che *“Per piastre dello stesso materiale, della stessa forma e che producono le stesse figure, le frequenze di vibrazione sono direttamente proporzionali al loro spessore e inversamente proporzionali alle loro superfici”*

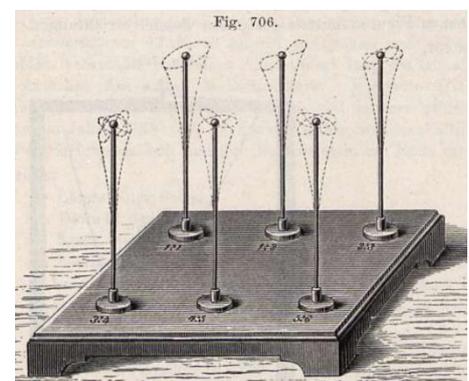


Queste figure affascinarono anche Napoleone Bonaparte, che offrì un premio in denaro a chiunque fosse stato in grado di spiegare matematicamente le figure di Chladni. La vincitrice fu Sophie Germain a cui venne assegnato il premio offerto dall'imperatore francese per aver scritto un'equazione di quarto ordine per descrivere le vibrazioni delle lastre. Di Marie-Sophie Germain non si sa molto delle sue origini, si sa solo che fu una brillante matematica e fisica, che vinse il premio offerto da Napoleone, ma che, essendo donna, non poté entrare nell'Accademia di Francia.

Nel 1827 sir. Charles Wheatstone (1802- 1875) inventò il caleidofono, un dispositivo che consentiva di osservare la composizione di due moti armonici ortogonali. Tale dispositivo era formato da alcune sbarrette metalliche aventi tutte la stessa altezza e tutte a sezione rettangolare tranne una a sezione quadrata o circolare, aventi frequenze proprie di vibrazione. In base al rapporto dimensionale dei due lati di sezione della sbarra erano riportate varie delle marcature: 1:1; 2:5; 1:3; 2:3; 1:2; 3:4; 3:5; 4:5 ecc..

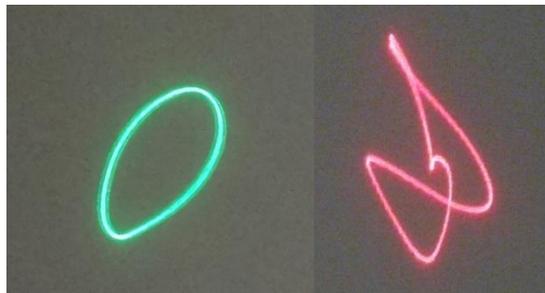
Sollecitando l'asta in una direzione che non sia parallela a nessuno dei due lati, questa si muoverà su un percorso risultante dalla composizione dei due moti ortogonali di frequenza diversa.

Sopra ad ogni asta era fissata una sfera o di ottone lucidato a specchio o di vetro. Guardando le estremità libere delle aste che vibrano, se l'illuminazione è adeguata, si osservano, grazie alla persistenza dell'immagine sulla retina, delle figure interessanti.



L. Pfandle, Müller-Pouillet's *Lehrbuch der Physik und Meteorologie*, Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1906

Lo strumento che vi proponiamo prende fundamentalmente spunto dal caleidofono di Wheatstone. L'estremità di un corto tubo è chiusa da una membrana libera di vibrare. Al centro della membrana è incollato uno specchietto su cui viene fatto riflettere un raggio laser. Se si emettono dei suoni all'interno del tubo su una parete si potrà vedere proiettata un'immagine simile a quelle prodotte dal caleidofono. Più il suono emesso è con poche armoniche, più la figura che si osserva è regolare, formata da oscillazioni ortogonali di circa pari frequenza. In caso contrario si hanno complicate ma affascinanti immagini



È possibile sperimentare situazioni diverse agendo sul tipo di membrana utilizzata.