

Risonanza acustica

(exp. id 20210107-I-VI)

Un esperimento proposto da

Frédéric Bouquet, Université Paris-Saclay (France)

traduzione¹ dall'inglese a cura di Luca Montefusco – Liceo Scientifico “Tullio Levi Civita” (Roma)

Introduzione

In questo esperimento dedicato alla propagazione delle onde sonore mostriamo il fenomeno delle risonanze acustiche all'interno di un tubo, aperto o chiuso, contenente aria. Per realizzare questo esperimento possiamo utilizzare oggetti di uso quotidiano: rotoli di carta igienica, tazze da caffè, bicchieri . . . Con uno smartphone, in particolare, si può studiare l'intensità dell'onda sonora che fuoriesce dal tubo. È sufficiente generare un suono armonico e variarne la frequenza fino a individuare una caratteristica, in corrispondenza della quale si osserva un massimo di intensità sonora in uscita dal tubo. La fisica alla base di questa esperienza è quella della risonanza acustica: alcune frequenze sonore caratterizzano meglio di altre la forma del tubo e producono un suono più forte. Il principio della risonanza acustica è lo stesso principio fisico che ispira la realizzazione di strumenti a fiato come il flauto.

Materiali

1. Uno smartphone con l'app PHYPHOX installata;
2. auricolari per smartphone con microfono;
3. un tubo cilindrico aperto alle due estremità (come un rotolo di carta igienica) o aperto a una sola (come un bicchiere).

¹lavoro eseguito nell'ambito di un progetto PCTO con la collaborazione di Graziano Surace, Sapienza Università di Roma.

Svolgimento dell'esperienza

In questo esperimento utilizziamo il microfono dello smartphone, disponibile su qualunque dispositivo. L'esperimento consiste nel collegare le cuffiette allo smartphone e utilizzare uno dei due auricolari come generatore di onde sonore. Posizioniamo l'auricolare all'interno del tubo cilindrico e manteniamo il microfono all'esterno per rilevare l'intensità sonora che fuoriesce dal tubo.

Genera un suono armonico di frequenza assegnata e misurane l'intensità. Fai variare la frequenza del suono generato e individua il massimo dell'intensità sonora. Riesci a percepirlo?

Il modo più semplice per trovare questa risonanza è usare l'applicazione PHY-PHOX con l'esperimento "Risonanza Acustica". Questo esperimento non è incluso nell'App per impostazione predefinita e devi aggiungerlo alla tua collezione tramite il seguente QR-code:



Basta premere sull'icona "+" nell'angolo in basso a destra e scegliere "aggiungi esperimento da QR-code". Scansiona il codice e aggiungi questo esperimento alla tua collezione.

Premendo sul piccolo pulsante triangolare in alto a destra del display (pulsante di avvio), il sensore inizia la scansione automatica delle frequenze. Si può scegliere la frequenza iniziale, il passo di incremento di frequenza (F_s) e il fattore di frequenza (FF): ogni secondo viene misurata una nuova frequenza f_{i+1} , ottenuta dalla frequenza precedente f_i attraverso l'equazione:

$$f_{i+1} = (f_i + F_s) \times FF$$

Prepara il tuo esperimento: scegli l'oggetto che vuoi studiare, posiziona l'auricolare e il microfono e dai il via all'esperienza! La scelta delle impostazioni migliori per ottenere una curva con una risonanza acustica, ovvero un picco di intensità, può richiedere diversi tentativi.

Osservazioni generali _____

Come in ogni misurazione acustica, è necessario disporre di un ambiente silenzioso. Individua i picchi che indicano le risonanze. La migliore è quella corrispondente al picco più marcato. La posizione dell'auricolare può influenzare i risultati dell'esperimento. Rifletti sul significato di questi dati.

Per l'insegnante

(exp. id 20210107-I-VI)

Questa attività si ispira a un esperimento descritto in Internet, in cui gli auricolari sono posizionati all'interno in una pila di rotoli di carta igienica (<https://www.npl.co.uk/measurement-at-home/measuring-sound-using-toilet-rolls>). La fisica alla base delle due esperienze però non è esattamente la stessa: quest'ultima attività usa l'interferenza di suoni prodotta dai due auricolari e i rotoli di carta servono solo da condotto per il suono. Nell'attività proposta qui, invece, è l'acustica del tubo a essere testata.

Su Wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_resonance si può trovare una descrizione piuttosto accurata del modello. I risultati sperimentali possono differire dal modello poiché quest'ultimo contiene un certo numero di ipotesi e semplificazioni. In ogni caso, l'esperimento può rappresentare un buon pretesto per una discussione con gli studenti su cosa sia effettivamente un modello.

Obiettivi, Livello di distribuzione e Durata _____

1. Obiettivo primario: destare interesse per le misure e familiarizzare con gli strumenti.
2. Obiettivo primario: sviluppare l'attitudine alla ricerca scientifica.
3. Obiettivo primario: ottenere dati che si possono rappresentare graficamente.
4. Adatto per: scuole secondarie di secondo grado e università.
5. Durata: non più di 2 ore di acquisizione dati, +1 ora di rappresentazione dati, + scrittura di una breve relazione.

Ulteriori informazioni online _____

Lasciate opinioni, suggerimenti, commenti e notizie sull'utilizzo di questa risorsa sul canale corrispondente a questo esperimento all'interno dello spazio di lavoro di Slack "smartphysicslab.slack.com".

Gli insegnanti possono chiedere di essere registrati sulla piattaforma attraverso il modulo presente sulla *home page* di smartphysicslab.org e ottenere così l'invito alla registrazione su Slack ed essere inseriti nella *mailing list* di smartphysicslab.