

MICRO E MACROCOSMI DELLA FISICA: IL SUONO E LE ONDE

GIOCATTOLI SCIENTIFICI: UN'OCCASIONE PER
L'APPRENDIMENTO INFORMALE DELLA SCIENZA

Lo scopo principale di questa Mostra è quello di sollevare curiosità e interesse per la scienza. Inoltre, dal punto di vista didattico, è molto importante riferirsi non solo ad oggetti di laboratorio, ma anche ad oggetti del mondo che ci circonda. In questo modo si riesce a mostrare come i principi e le leggi della fisica apprese in ambito scolastico valgano anche nella vita di tutti i giorni.

I giocattoli risultano particolarmente efficaci dal punto di vista psicologico, per rendere evidenti i concetti di fisica, proprio perché non sono stati costruiti con questo scopo. Al contrario, gli oggetti di laboratorio, essendo nati apposta per dimostrare i principi della fisica, a causa di questa loro caratteristica congenita di oggetti "speciali" risultano assai meno convincenti. Altro vantaggio è che molti dei giocattoli esposti possono infatti essere toccati e provati dai visitatori stessi, i quali risultano perciò coinvolti maggiormente. All'aspetto ludico, si associa quindi l'aspetto didattico.

Titolo
Progetto PON
"MICRO E MACROCOSMI
DELLA FISICA: IL SUONO
E LE ONDE"

Referente Docente
Prof. Isidoro Cesarò

Docente Tutor
Franco Migliaccio

Tecnico di Laboratorio
Rosario Raimondo

Dirigente Scolastico
Prof. Armando Vitale

Allievi
Arabia Gianmarco
De Filippo Maria
Gioffrè Carla
Grande Silvia
Maiuolo Sasha R.
Mesoraca Salvatore
Muraca M. Cristina
Naturale M. Diana
Perri Luca
Principato Mario
Rocca Luigi Mattia
Rotundo Martina
Sansone Michele
Sasso Sergio
Sasso Nicola Franco
Liceo Classico "P.
Galluppi"

Liceo Classico Statale
"GALLUPPI"
Via A. De Gasperi, 76
88100 Catanzaro CZ



LE
E
E
ON
S
TI

MICRO E MACROCOSMI DELLA FISICA:

IL SUONO E LE ONDE

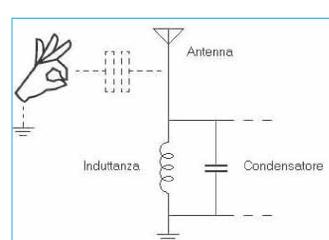
FISICA E MUSICA: UNO STRUMENTO DAL PASSATO, IL THEREMIN

Questo strumento è composto fondamentalmente da due antenne poste sopra e a lato di un contenitore nel quale è alloggiata tutta l'elettronica. Il controllo avviene allontanando e avvicinando le mani alle antenne, mediante quella superiore (posizionata verticalmente) si controlla l'altezza del suono, quella laterale (posta orizzontalmente) permette di regolarne l'ampiezza. Il suono può variare tra quello di un violino a quello vocale. Lo strumento è considerato molto difficile da suonare proprio perché lo si suona senza toccarlo.



Il theremin (anche teremin) è il più antico strumento musicale elettronico conosciuto. È stato inventato dal fisico russo Leon Theremin nel 1920.

Il principio di funzionamento del Theremin si basa sul principio fisico del battimento di due onde. L'intuizione del suo inventore sta nell'accoppiamento di due oscillatori elettronici che producono due onde alla medesima frequenza non udibili (maggiore di 20 kHz). Tali onde, opportunamente miscelate, in stato di quiete non producono nessun suono poiché vibrano alla stessa frequenza.



Nello strumento perfezionato per l'esecuzione è presente un secondo stadio elettronico analogo al primo in cui la frequenza di battito, generata con il medesimo principio, viene convertita in una tensione proporzionale a essa; il suono prodotto dal primo stadio viene quindi attenuato proporzionalmente a questa tensione onde rendere lo strumento dinamico permettendo all'esecutore di variarne l'intensità avvicinando l'altra mano a un'altra antenna.

L'antenna dell'intensità è solitamente posta sulla sinistra dell'esecutore ed è un anello orizzontale, mentre l'antenna dell'altezza è posta sulla destra dell'esecutore ed è solitamente uno stilo verticale.



Il theremin è stato utilizzato soprattutto nelle colonne sonore dei film, in particolare lo si salverò di Alfred Hitchcock e Ultimatum alla Terra. Altri esempi noti sono la sigla iniziale della serie originale di Star Trek e quella dei cartoni animati di Scooby Doo.

La più grande virtuosa dello strumento fu Clara Rockmore, una violinista russa che, non potendo proseguire per motivi di salute la sua attività, si dedicò al nuovo strumento.

In passato il theremin è stato usato dal chitarrista dei Led Zeppelin, Jimmy Page, in molti live e nell'intermezzo di Whole Lotta Love (1969). È utilizzato spesso, in studio e nei concerti dal vivo, anche dalla Blues Explosion di Jon Spencer.



Attualmente il miglior interprete delle possibilità dello strumento è Jean-Michel Jarre che in Zoolookologie e altri brani lo usa con dei risultati eccellenti.

LE
ONDE

IL SUONO
TI

MICRO E MACROCOSMI DELLA FISICA:

IL SUONO E LE ONDE

PIATTO DI RISONANZA

Il piatto di risonanza risale alla dinastia cinese dei Song (960 - 1279). Si tratta di un grande piatto di bronzo con due manici applicati. Il fondo è ornato da un rilievo inciso costituito da quattro pesci, dalle cui bocche fuoriescono fontane d'acqua. Strofinando i manici, si ode un suono armonico e nei quattro quadranti del piatto si produce un'onda stazionaria. Queste onde stazionarie danno vita a vere e proprie fontane d'acqua che spruzzano in aria per un'altezza di oltre 30 cm, come se provenissero dai pesci.

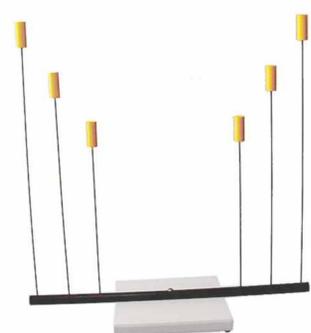


RISONANZA

La risonanza in un sistema oscillante, avviene quando si ottiene l'amplificazione dell'ampiezza delle oscillazioni, indotta da un impulso esterno avente la stessa frequenza di oscillazione. Ovvero la risonanza è il fenomeno per cui un sistema oscillante è in grado di assorbire energia da una sorgente esterna in modo particolarmente efficiente solo ad una (o più) frequenze ben precise.

Il principio della risonanza è utilizzato non solo in acustica ma anche nell'elettronica delle telecomunicazioni. Non sempre la risonanza comporta effetti positivi. Infatti, gli ingegneri devono tenere conto del fenomeno della risonanza nel calcolo dei ponti per evitare che crollino, come è accaduto per il ponte di Tacoma nello stato di Washington (USA), il 7 novembre 1940.

Con questo apparecchio si possono condurre esperimenti di risonanza mettendo in oscillazione un elemento di una determinata lunghezza per verificare la risonanza dell'elemento di lunghezza corrispondente.



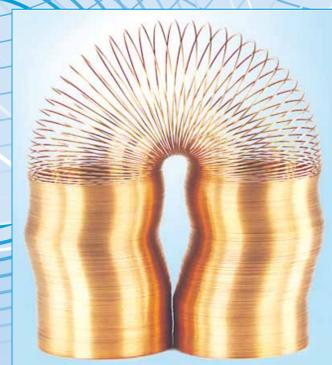
GENERATORE DI ONDE

Con questo apparato possono essere visualizzate le forme d'onde di una corda messa in oscillazione. Le onde stazionarie prodotte formeranno dei nodi e dei ventri in funzione della velocità di rotazione e della distanza dei bracci. Le onde stazionarie sono un particolare fenomeno interferenziale; sono chiamate stazionarie perché non sono dovute a una sola onda, ma ad un sistema realizzato con due onde armoniche che hanno la stessa ampiezza e la stessa frequenza e si propagano in versi opposti. A seguito di un'onda stazionaria non si ha alcuna perturbazione che possa propagarsi in qualche direzione, dato che in un'onda esiste sempre una condizione di moto per cui le particelle del mezzo non sono ferme. Ogni punto dell'onda, infatti, oscilla con una particolare ampiezza secondo vibrazioni longitudinali e trasversali senza alcun trasporto di energia.



MOLLA SLINKY

Con questa molla ad elica si possono condurre una serie di esperimenti sulle onde. Si possono ottenere due tipi di oscillazioni. Il primo tipo ha direzione trasversale (perpendicolare) rispetto alla molla e si genera forzando manualmente l'oscillazione in un punto vicino ad un'estremità; il secondo tipo ha la stessa direzione della molla (longitudinale) e si ottiene avvicinando tra loro le prime spire di un'estremità della molla e lasciandola successivamente distendere. Le onde del primo tipo sono quelle più frequenti in natura (vedi le onde del mare, quelle luminose, termiche ecc...). Le onde del secondo tipo, sono meno visibili, ma sono alla base di fenomeni fisici molto importanti quali la generazione di onde sonore.



O
L
E

IL SU
TI

MICRO E MACROCOSMI DELLA FISICA: IL SUONO E LE ONDE

TUBI SONORI

Si tratta di "strumenti musicali" molto particolari. Afferrando uno di questi tubi e facendolo roteare, infatti, si otterrà la produzione di un suono la cui frequenza è in funzione della lunghezza del tubo e della velocità di rotazione impressa allo "strumento".

Ovviamente non si tratta di un vero strumento musicale, infatti, a causa delle armoniche del tubo non si riesce ad ottenere una variazione continua e graduale della frequenza. Per dimostrare che il suono è prodotto dalla vibrazione dell'aria nel tubo basterà tappare un'estremità con della carta per verificare che in questo caso non viene più prodotto alcun suono.



TUBI CHE STRIDONO

Sfregando ripetutamente su questa bacchetta, vengono emessi dei suoni striduli, molto fastidiosi all'orecchio. Paradossalmente non vi è una univoca definizione di rumore. Ciò che è sgradito ad un ascoltatore potrebbe non disturbare un altro. Il rumore possiamo definirlo come un fenomeno oscillatorio che consente la trasmissione di energia attraverso un mezzo. Nel vuoto non è possibile la trasmissione di rumori o di vibrazioni. Il rumore viene definito come una somma di oscillazioni irregolari, intermittenti o statisticamente casuali. Dal punto di vista fisiologico, facendo riferimento all'impatto sul soggetto che lo subisce, il rumore può essere meglio definito come un suono non desiderato e disturbante.



CANNE SONORE

Dal punto di vista della Fisica si tratta di un sistema atto a generare onde sonore. Introducendo un flusso d'aria nella canna, ad esempio soffiandoci dentro, verrà prodotto un suono la cui frequenza può essere variata muovendo il pistone all'interno della camera di risonanza. Ad uno spazio maggiore corrisponderà una frequenza inferiore e viceversa.

Prima dell'invenzione delle sirene e del diapason, la corda e la canna furono gli unici mezzi per ottenere suoni abbastanza stabili e puliti da soddisfare le esigenze scientifiche della nascente fisica acustica.

Fra il 1700 e il 1711 J. Sauveur fece degli esperimenti fondamentali col sonometro. A seguito di essi, ipotizzò una nota fondamentale di frequenza pari a 1 Hz, determinando per via teorica la lunghezza della canna che l'avrebbe dovuta generare. Quindi dedusse la lunghezza di una canna che desse un suono di 100 Hz da usare come campione, con la quale poter misurare una frequenza sconosciuta tramite il conteggio a orecchio dei battimenti generati dai due suoni.



Furono enunciate e verificate delle leggi generali:

- La frequenza dell'armonica fondamentale generata da un tubo è proporzionale alla velocità del suono nel gas in esso contenuto;
- La frequenza fondamentale è inversamente proporzionale alla lunghezza della canna e non dipende dalla forma della sezione.
- La frequenza non dipende dalla natura delle pareti del tubo.

Il comportamento dei tubi reali tende a scostarsi da queste leggi: dalla prima, poiché la velocità dipende dalla temperatura e la stessa cosa deve valere per la frequenza; dalla seconda, che può essere considerata valida con una certa approssimazione solo per una lunghezza grande rispetto alle dimensioni trasversali; dalla terza, che è valida solo se le pareti sono perfettamente rigide, insensibili all'umidità e alla temperatura.

SUONO RITARDATO

Le onde sonore viaggiano a oltre 330 metri al secondo, ossia circa 1'188 km orari! Eppure questa velocità non è poi così elevata come potrebbe sembrare...

Verifica della velocità di propagazione di onde sonore.

Invitate una persona per volta ad avvicinarsi alle estremità del tubo. Quindi far emettere un suono in una delle due estremità mentre si fa aderire l'altra estremità all'orecchio della stessa persona. L'osservatore noterà che il suono emesso viene percepito dall'orecchio in ritardo sotto forma di soffio d'aria (il ritardo è in funzione della lunghezza del tubo). C'è qualcosa che si sposta... sono le molecole dell'aria che vibrano. Tale vibrazione è dovuta al movimento oscillatorio delle corde vocali dello studente che ha emesso il suono. L'energia di oscillazione delle corde vocali si trasmette alle molecole d'aria creando zone di rarefazione e di compressione nell'aria. La direzione di oscillazione delle molecole è la stessa lungo la quale avviene la trasmissione dell'energia e quindi la propagazione dell'onda. Le onde sonore sono quindi onde longitudinali.



SUONO E CALORE

Questo pesante, tubo di ferro nero (circa 2 chili), è composto da una lega metallica provvista di uno schermo montato in una delle estremità. Riscaldando lo schermo con una fiamma di un bruciatore per circa 10 secondi, il tubo, posto in verticale produce un forte segnale per più di 30 secondi. Il rumore è prodotto a causa di alcune frequenze sonore emesse dal flusso turbolento di aria riscaldata che risuona all'interno della cavità del tubo. Ruotando il tubo orizzontalmente, il flusso d'aria viene perturbato e il suono si interrompe, ruotando di nuovo il tubo in posizione verticale il suono ricomincia. Di conseguenza, è possibile dare l'illusione di versare il suono in un becher per poi riprenderlo di nuovo rimettendo il tubo in verticale.



TUBO ACCORDATI

Si tratta di una serie di 8 tubi accordati sulla scala di DO maggiore. Gli accordi di una scala hanno un fondamento fisico (oltre che estetico) ben illustrato dalla teoria degli armonici: tale fondamento si basa sulla capacità di una corda di lunghezza fissata di generare simultaneamente più frequenze, tutte multiple della frequenza della nota fondamentale.

La scala naturale attinge i suoni che la costituiscono dalla serie degli armonici naturali di una nota di riferimento (si sceglie una nota di riferimento e se ne moltiplica la frequenza per 2, 3, 4, ecc.:).

