



IS

science centre immaginario scientifico

scienza come gioco
suoni e frastuoni



scienza come gioco

suoni e frastuoni



indice

• Carillon e laminette	2
• Suono o rumore?	4
• Il diapason e la pallina	6
• Effetto Doppler	8
• Propagazione del suono nell'aria	10
• Localizzazione del suono	12
• Sonometro	13
• Colonne d'aria e canne d'organo	15
• Le canne di Pan	17
• Altalene e risonanze	18

parole
chiaveSuono
Frequenza
Altezza del suono
Vibrazione

Carillon e laminette

Il concetto di altezza del suono viene introdotto mettendo in vibrazione alcune lamine di diversa lunghezza.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Due lamine di acciaio armonico lunghe 25 cm, larghe 1 cm, spesse 1 mm
- Un cubo di legno di lato 10 cm circa



REPERIBILITÀ

Le lamine vanno fatte tagliare nella misura desiderata in una ferramenta, il blocco di legno è acquistabile in falegnameria.



SVOLGIMENTO

Appoggiare una lamina di acciaio su un tavolo in modo che sporga dal piano di lavoro per almeno 15 cm.

Sovrapporre il blocco di legno alla parte della lamina a contatto con il tavolo.

Premendo con una mano sul blocco di legno, in modo che la lamina sia saldamente ancorata al tavolo, mettere in vibrazione la lamina pizzicandone l'altra estremità e ascoltare attentamente il suono ottenuto.

Ripetere l'operazione accorciando la parte di lamina emergente dal piano e osservare la variazione del suono ottenuto.

L'operazione può venir ripetuta mettendo contemporaneamente in vibrazione le due lamine che sporgono per una diversa lunghezza.

- Osservare lateralmente le oscillazioni delle lamine: quando le oscillazioni sono abbastanza lente possono essere facilmente percepite dal nostro occhio (il nostro occhio è in grado di vedere distintamente le oscillazioni fino a circa 20 Hertz). Questa situazione corrisponde a un suono di altezza inferiore (suono grave). Accorciando la lamina, il suono ha un'altezza maggiore (diventa più acuto) e la vibrazione non è più visibile distintamente.



OSSERVAZIONI

- Può capitare che, se la parte sporgente della lamina è troppo lunga, l'oscillazione avvenga a una frequenza troppo bassa per essere udibile dal nostro orecchio. Si deve, pertanto, procedere per tentativi, accorciando progressivamente la lunghezza della lamina fino a ottenere un suono distinto.
- Si può osservare il meccanismo di un carillon, mostrando che suoni di diverse altezze vengono prodotti pizzicando lamine di diversa lunghezza.
- Può essere citata la gamma di frequenze dei suoni udibili dall'uomo e da vari animali (i cani possono udire suoni di frequenza fino a 50.000 Hz, i pipistrelli arrivano a 120.000 Hz, i delfini fino a 150.000 Hz, gli elefanti, invece, comunicano su frequenze molto più basse, di circa 5-6 Hz).



Suono
Frequenza
Altezza del suono

Suono o rumore?

Cosa permette di distinguere un suono da un rumore? Al contrario delle sensazioni acustiche che vengono percepite come rumori, i suoni hanno altezze definite.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un pezzo di tubo corrugato di plastica flessibile, lungo circa 2 m
- Una bacchetta rigida di legno



REPERIBILITÀ

Il tubo è acquistabile nei negozi di materiali plastici: ha un'ottima resa il tubo che viene in genere utilizzato per contenere i cavi negli impianti elettrici domestici.

SVOLGIMENTO

Tendere il tubo completamente facendone reggere le estremità a due allievi. ●

Con la bacchetta grattare la corrugatura del tubo: si ha la sensazione di un rumore.

Grattare la corrugatura del tubo facendo scorrere la bacchetta rapidamente e con velocità uniforme da un'estremità all'altra del tubo stesso. La sensazione acustica ora è quella di un suono. Le onde sonore che si generano hanno frequenze definite a causa della regolarità dell'azione prodotta sulla corrugatura del tubo. ●

Facendo scorrere la bacchetta ad una velocità maggiore, si percepirà un suono di altezza maggiore. ●

Il fenomeno risulta ancora più evidente appoggiando un orecchio a una estremità del tubo. ●



OSSERVAZIONI

Lo stesso fenomeno si può osservare quando si strappa un pezzo di stoffa dalla trama molto regolare (seta, lino o tela di cotone), oppure chiudendo rapidamente la cerniera di un giaccone imbottito. Un piccolo strappo o un breve movimento della cerniera danno la sensazione di rumore mentre se si agisce a lungo e rapidamente, a causa della regolarità della struttura della stoffa o della cerniera, si ha la sensazione di un suono.



Suono
Frequenza
Vibrazione
Energia

Il diapason e la pallina

L'occhio dell'uomo non è in grado di percepire la vibrazione di un diapason. Vengono utilizzati dei metodi indiretti per osservare la vibrazione dei rebbi del diapason.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un diapason dotato di cassa armonica
- Un pezzo di filo di nylon lungo circa 20 cm
- Un bicchiere colmo d'acqua fino all'orlo
- Carta stagnola



REPERIBILITÀ

Il diapason con cassa armonica è acquistabile soltanto mediante cataloghi di materiali didattici ed è molto costoso (la confezione comprende un martelletto per percuotere il diapason). Si può acquistare un semplice diapason nei negozi di strumenti musicali e far realizzare una piccola cassa armonica in legno con un foro su cui sia possibile fissare stabilmente la base del diapason.



PREPARAZIONE

Realizzare con la carta stagnola una pallina di diametro di circa 1 cm e fissarla a un'estremità del filo di nylon. Si sarà così ottenuto una sorta di piccolo pendolo.



SVOLGIMENTO

Mettere in vibrazione il diapason con il martelletto e avvicinare il pendolo ai rebbi del diapason. L'operazione va eseguita con molta cautela, cercando di mantenere la mano ferma: non appena il pendolino avrà toccato il diapason ne verrà spinto via a causa della vibrazione e comincerà a rimbalzare.

- Mettere in vibrazione il diapason e immergerlo rapidamente dalla parte dei rebbi nel bicchiere d'acqua: l'acqua verrà spruzzata sul piano di lavoro circostante. Ripetere la stessa operazione, senza aver messo in vibrazione il diapason: non si verificano spruzzi d'acqua. È interessante osservare le onde che si formano sulla superficie dell'acqua attorno ai rebbi del diapason.



OSSERVAZIONI

- Con dei listelli di legno si può realizzare un supporto per tenere appeso il pendolino senza reggerlo con la mano.
- Si può suggerire agli allievi di appoggiare la mano sulla gola mentre parlano o cantano, in modo da percepire la vibrazione provocata dalle corde vocali.

parole
chiaveSuono
Frequenza
Effetto Doppler

Effetto Doppler

Quando un suono di altezza costante viene emesso da un oggetto in movimento, viene percepito più acuto o più grave a seconda che l'oggetto sia in avvicinamento o in allontanamento. Un fenomeno analogo si osserva quando sentiamo un suono mentre ci avviciniamo o ci allontaniamo dalla sua sorgente.

fonti: LIS e autori vari



REPERIBILITÀ

Il cicalino può venir acquistato nei negozi di materiali elettrici.



PREPARAZIONE

- Con il taglierino aprire un foro nella palla da tennis di dimensioni sufficienti a introdurvi il cicalino. Se possibile non tagliare completamente via la parte di gomma della palla: servirà a richiuderla.
- Fissare alla palla un'estremità del filo di nylon (a esempio aprire un piccolo buco, inserirvi il filo di nylon e annodarlo strettamente) e legare l'altra estremità alla bacchetta di legno in modo da poter roteare la palla tenendo la bacchetta di legno in mano.



MATERIALI

- Un cicalino alimentato a batteria, che emetta un suono ad altezza costante
- Un filo di nylon lungo circa 1 m
- Una palla da tennis
- Una bacchetta cilindrica di legno lunga circa 7 cm e di diametro di 1 cm
- Un taglierino
- Nastro adesivo



- Inserire il cicalino nella palla, richiudere con cura e verificare che le varie parti siano ben fissate, in modo che durante il movimento la palla non “parta per la tangente”.



SVOLGIMENTO

Accendere il cicalino, inserirlo nella palla, richiudere l'apertura accuratamente con il nastro adesivo.

Reggendo la palla appesa al filo per la bacchetta, ruotarla sopra la propria testa: il suono del cicalino sembrerà variare come il ronzio di un calabrone.

Si può lanciare la palla ora a un allievo, ora a un altro: in questo caso di nuovo si percepirà una variazione nell'altezza del suono.

OSSERVAZIONI

- Può essere utile apportare alla palla una modifica che consenta di accendere o spegnere il cicalino direttamente dall'esterno, senza dover ogni volta staccare il nastro ed estrarre il cicalino.

- Alcuni allievi potrebbero essere portati a credere che la variazione dell'altezza del suono percepito dipenda esclusivamente dalla distanza della sorgente sonora e non dal suo movimento relativo. Si suggerisce, pertanto, di chiarire questo aspetto con delle opportune dimostrazioni.

- L'effetto Doppler è un fenomeno abbastanza comune: si può citare a questo proposito il classico esempio del fischio del treno in corsa.

Fare attenzione alla variazione di altezza dei suoni che si sentono quando una macchina veloce sorpassa la propria. Un viaggio in autobus può essere un'occasione per scoprire situazioni in cui si verifica l'effetto Doppler.

parole
chiaveSuono
Vibrazione
Energia
Mezzo di propagazione

Propagazione del suono nell'aria

Come avviene la propagazione del suono nell'aria?
Cos'è che si sposta?

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Una scatola di latta di forma cilindrica
- Un palloncino grande o un foglio di pellicola trasparente per alimenti di dimensioni sufficienti a coprire la scatola come un coperchio.
- Un pezzo di spago o un elastico grande
- Un cucchiaino di sale grosso da cucina (può andare bene anche il riso o il semolino)
- Una candela e dei fiammiferi
- Un tubo di cartone (si possono usare i tubi su cui è avvolta la carta di cucina)
- Il coperchio di una pentola di metallo
- Un mestolo di metallo
- Liquido per bolle di sapone



REPERIBILITÀ

I materiali sono di facile reperibilità.



PREPARAZIONE

Tagliare via il collo del palloncino e avvolgere la parte rimasta sulla scatola di latta, al posto del coperchio. Nel caso non si abbia a disposizione un palloncino di dimensioni sufficienti, tagliare un quadrato di pellicola per alimenti di dimensioni opportune e usarlo per coprire la scatola. Con lo spago fissare la membrana elastica alla scatola. Si ottiene così un rudimentale tamburo.



SVOLGIMENTO

- Versare sulla membrana del tamburo il sale (il riso o il semolino).
Percuotere con energia il coperchio con il mestolo tenendolo vicino alla membrana e osservare le vibrazioni della membrana evidenziate dai piccoli rimbalzi dei granelli di sale. Ecco costruito un modello del timpano dell'orecchio.
- Utilizzando come spessore un libro o alcune scatolette, mettere il tubo di cartone in posizione orizzontale a un'altezza di circa 10 cm dal piano di lavoro. Tagliare la candela in modo che, una volta accesa, la fiamma si trovi all'altezza del tubo, e sistemarla di fronte a una delle estremità del tubo. Accendere la candela e sbattere con energia il mestolo sul coperchio in prossimità dell'altra estremità. Si osserverà un tremolio nella fiamma della candela che non dovrebbe comunque spegnersi. Per evitare che il movimento del mestolo sul coperchio provochi uno spostamento d'aria tale da far spegnere la candela, si suggerisce di reggere il coperchio vicino all'apertura del tubo in maniera da coprirlo, e di percuoterlo dall'altro lato col mestolo.

Immergere un'estremità del tubo di cartone nell'acqua saponata in modo da ottenere una lamina di acqua saponata. Avvicinare alla bocca l'altra estremità (facendo attenzione a non far scoppiare la bolla con movimenti bruschi) e cantare un motivetto a labbra chiuse (per evitare di soffiare inavvertitamente): si vedrà vibrare la membrana di acqua saponata.



OSSERVAZIONI

- Utilizzare queste attività per chiarire che quando il suono viene trasmesso nell'aria si ha la propagazione di una vibrazione dell'aria.
- Con gli allievi più grandi è utile completare l'esperienza osservando le onde longitudinali che si propagano lungo una molla a spire piuttosto larghe (slinky).
- L'esperimento con la membrana di acqua saponata va eseguito esclusivamente in giornate molto umide, poiché in queste condizioni la lamina dovrebbe resistere per un tempo sufficiente a osservare il fenomeno.

parole
chiaveSuono
Velocità di propagazione
Mezzo di propagazione

Localizzazione del suono

Grazie alla differenza di intensità del suono percepito e alla differenza di tempo che intercorre tra la percezione di un suono da parte di ciascun orecchio, è possibile individuare la direzione di provenienza del suono stesso.

fonti: LIS e autori vari



SVOLGIMENTO

Avvicinare a ciascun orecchio un'estremità del tubo. Chiudere gli occhi e chiedere a qualcuno di percuotere leggermente con la bacchetta il tubo in vari punti. La direzione apparente di provenienza del suono ci dirà che il punto percosso si trova ad una distanza minore da quell'orecchio rispetto all'altro orecchio. Con un po' di allenamento, sarà possibile individuare con una certa precisione il punto in cui il tubo è stato percosso.



MATERIALI

- Un pezzo di tubo corrugato di plastica flessibile, lungo circa 2 m
- Una bacchetta rigida di legno



REPERIBILITÀ

Il tubo è acquistabile nei negozi di materiali plastici (va benissimo il tubo che viene utilizzato per contenere i cavi negli impianti elettrici domestici).



OSSERVAZIONI

- Grazie ai loro sviluppatissimi apparati uditivi, gli animali notturni, come a esempio il barbagianni, sono in grado di individuare con estrema precisione la posizione delle loro prede.
- Si può illustrare il parallelo tra percezione binaurale e visione binoculare.

parole
chiaveSuono
Frequenza
Vibrazione

Sonometro

Viene evidenziata la relazione tra altezza del suono prodotto e la lunghezza o la tensione di una corda vibrante.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un basamento di legno lungo circa 1 m, largo 8 cm e alto 4 cm
- Un cavo di acciaio armonico (diametro di 0,5 mm) lungo circa 1,5 m
- Ganci metallici
- Blocchetti di legno
- Una piccola carrucola
- Pesi
- Un secchio o il piatto di una stadera
- Un metro



REPERIBILITÀ

I materiali sono acquistabili nei negozi di ferramenta, falegnamerie, negozi di articoli sportivi, negozi per il modellismo. Nel caso fosse complicato realizzare il sonometro, è possibile acquistarlo mediante i cataloghi di materiali didattici.

La stessa dimostrazione può essere effettuata utilizzando una chitarra a cui siano state preventivamente tolte tutte le corde tranne una.



PREPARAZIONE

- Fissare un gancio a un'estremità del blocco di legno. Al gancio va fissata un'estremità del cavo di acciaio. All'altra estremità del blocco si fissa la carrucola, sulla quale si farà scorrere il cavo.
- All'altra estremità del cavo si fissa il secondo gancio, al quale deve essere possibile appendere il secchio o il piatto di una stadera.
- Variando il numero di pesi inseriti nel secchio, varia la tensione della corda.
- Con i blocchetti di legno vanno realizzati dei rudimentali capotasti mobili per poter variare la lunghezza della corda.



SVOLGIMENTO

- Inserire un peso nel secchio. Allontanare i tasti in modo da ottenere un pezzo di corda libero di vibrare lungo 80 cm. Pizzicare la corda e ascoltare il suono prodotto.
- Avvicinare i tasti (si muova a esempio il tasto dalla parte della carrucola) in modo da ottenere un tratto libero di corda di 40 cm. Pizzicare la corda nuovamente: il suono ottenuto dovrebbe essere più alto di un'ottava.
- Aggiungere un peso. Pizzicare la corda: l'altezza del suono cresce ulteriormente.

OSSERVAZIONI

- Per facilitare il confronto, può essere utile registrare i suoni prodotti nel corso dell'esperimento, annotando ogni volta le condizioni in cui sono stati prodotti. Riascoltando la registrazione, sarà più semplice valutare la variazione dell'altezza dei suoni.
- Si possono citare gli strumenti a corda (dalla chitarra, agli archi, al pianoforte). Per accordare e suonare questo tipo di strumenti è necessario variare opportunamente la tensione e la lunghezza delle corde. Sebbene non venga evidenziato direttamente nel corso di questo esperimento, va ricordato che la terza variabile necessaria per definire l'altezza del suono prodotto è la densità lineare (massa per unità di lunghezza) della corda. Si potrà notare infine che nella costruzione degli strumenti musicali spesso vengono utilizzate corde di spessore molto diverso.

parole
chiaveSuono
Frequenza
Vibrazione

Colonne d'aria e canne d'organo

L'altezza del suono prodotto da una colonna d'aria messa in vibrazione dipende dall'altezza della colonna

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un tubo di plexiglass lungo circa 1 m e di diametro interno di 5 cm
- Una lastrina quadrata di plexiglass di lato 15 cm e spessore 3-4 mm
- Una brocca d'acqua della capacità di 2 litri
- Silicone



REPERIBILITÀ

La lastrina e il tubo di plexiglass sono acquistabili nei negozi di materiali plastici. Il silicone nei negozi per il fai da te.



PREPARAZIONE

Tappare con la lastra quadrata un'estremità del tubo, e sigillarla con il silicone.

La lastrina di plexiglass dovrebbe costituire una base sufficientemente ampia affinché il tubo resti stabilmente in posizione verticale.



SVOLGIMENTO

Versando l'acqua con la brocca, riempire il tubo cercando di mantenere il flusso d'acqua più uniforme possibile. Ascoltare attentamente e se necessario ripetere più volte l'operazione: il suono prodotto dagli spruzzi dell'acqua contro le pareti del tubo diventa man mano sempre più acuto.

All'aumentare dell'altezza del livello dell'acqua (quindi al diminuire dell'altezza della colonna d'aria), cresce la frequenza del suono prodotto.



OSSERVAZIONI

- L'esperimento è realizzabile in forma semplificata riempiendo d'acqua una bottiglia molto lunga e stretta.
- Se gli allievi conoscono il flauto dolce, è utile considerarne il funzionamento alla luce di questa esperienza: tappare o aprire i fori presenti lungo il flauto consente di variare la lunghezza della colonna d'aria vibrante e, conseguentemente, l'altezza del suono.
- Si può produrre un suono soffiando di lato all'imboccatura di una bottiglia vuota o parzialmente piena d'acqua. Versare in una bottiglia di vetro acqua ad altezze diverse: soffiando sul collo della bottiglia si ottengono suoni diversi che variano con il livello dell'acqua (o con l'altezza della colonna d'aria).

parole
chiaveSuono
Frequenza
Vibrazione
Risonanza

Le canne di Pan

In genere, gli ambienti in cui viviamo non sono mai del tutto silenziosi. Con un sistema di canne di lunghezza variabile è possibile percepire alcuni dei suoni presenti nell'ambiente che normalmente non sono distinguibili a "orecchio nudo".



MATERIALI

- Tre tubi di cartone con lo stesso diametro interno ed esterno, ma di lunghezza diverse (a esempio 50, 100 e 150 cm)



REPERIBILITÀ

Si possono utilizzare i tubi di cartone generalmente utilizzati per le spedizioni postali. A volte le stoffe vengono avvolte attorno a tubi di cartone piuttosto spessi: si può chiedere in qualche negozio di stoffe di metterne da parte alcuni dopo aver esaurito la stoffa avvolta. In genere i tubi di cartone della carta da cucina non sono

fonti: R.Hipschman,
Exploratorium Cookbook III,
1987, San Francisco,
The Exploratorium

utilizzabili: sono troppo corti e non si possono tagliare più tubi di lunghezza sufficientemente diversa.



SVOLGIMENTO

Avvicinare un orecchio all'estremità di ciascun tubo: variando la lunghezza del tubo, varia la frequenza del suono che si percepisce.

La colonna d'aria presente all'interno del tubo entra in vibrazione per risonanza con suoni di una frequenza ben definita.



OSSERVAZIONI

A cosa è dovuto il suono che viene comunemente chiamato "il rumore del mare" e che si sente avvicinando l'orecchio all'apertura di una conchiglia?

parole
chiaveSuono
Frequenza
Vibrazione
Risonanza

Altalene e risonanze

Alcune asticelle di legno di diverso spessore e lunghezza, ma caricate con la stessa massa, vengono messe in vibrazione alla stessa frequenza. Solo quando la frequenza della vibrazione impressa raggiunge la frequenza di risonanza di una delle bacchette, questa comincia a compiere oscillazioni di notevole ampiezza.



MATERIALI

- Una tavola di legno di dimensioni 60 x 10 x 4 cm
- Un'asticella di legno a sezione circolare di diametro di 1 cm e lunga 63 cm
- Tre asticelle di legno a sezione circolare di diametro di 6 mm e lunghe rispettivamente 48, 63 e 78 cm
- Quattro pomoli di ottone uguali di diametro di circa 4 cm
- Un trapano
- Colla resistente per legno e ottone

fonti: R. Bruman, *Exploratorium Cookbook I*, 1991, San Francisco, The Exploratorium



REPERIBILITÀ

I materiali sono tutti acquistabili nei negozi per il fai da te.



PREPARAZIONE

- Con l'aiuto del trapano, effettuare nella tavola di legno quattro fori circolari a distanza di circa 15 cm l'uno dall'altro profondi circa 2 cm e di diametro appena inferiore al diametro delle asticelle.
- Incastrare in ciascun foro un'asticella e saldarla con un po' di colla.
- All'altra estremità delle asticelle fissare accuratamente i pomoli di ottone.



SVOLGIMENTO

Tenendo ferma la base mettere in oscillazione una bacchetta. Cercare di memorizzare la frequenza a cui oscilla. Bloccare l'asticella e imprimere alla base di legno un'oscillazione della stessa frequenza: l'asticella entrerà nuovamente in oscillazione, mentre le altre rimarranno ferme o oscilleranno debolmente. Ripetere l'operazione per tutte le asticelle.

Con un po' di allenamento, sarà possibile mettere in oscillazione una dopo l'altra tutte le asticelle variando la frequenza di oscillazione della base.



OSSERVAZIONI

- Tutti i bambini sanno per esperienza che per andare bene in altalena è necessario dondolarsi in modo ritmico e a una frequenza ben definita, la frequenza di oscillazione dell'altalena stessa.
- La gran parte degli oggetti tende a vibrare a una certa frequenza. A molti sarà capitato, andando in macchina, di sentire che a una certa velocità compaiono particolari rumori o vibrazioni: è anche questo un effetto della risonanza.
- Durante i terremoti spesso gli edifici vengono danneggiati perché entrano in vibrazione alla loro frequenza di risonanza. Ciò è estremamente importante anche per la costruzione di ponti e grosse strutture sospese. Per quale motivo i soldati quando attraversano un ponte rompono il passo, cioè non marciano tutti allo stesso ritmo?