

LA RISONANZA

La comune altalena che si trova nei parchi da gioco è in sostanza un pendolo. Esso ha, come tutti i pendoli, una frequenza tipica di oscillazione.

Per spingere una persona sull'altalena, in modo da ottenere un moto sempre più ampio, dobbiamo imprimere all'altalena delle spinte anche piccole, ma sempre sincronizzate con il suo moto: quando l'altalena è tornata indietro al massimo e comincia ad andare in avanti, una piccola spinta ne aumenta l'ampiezza di oscillazione. Spinta dopo spinta, l'oscillazione diventa sempre più ampia e più veloce: è un esempio di un fenomeno generale, che avviene in meccanica, acustica ed elettromagnetismo e si chiama **risonanza**.

Si ha **risonanza** quando una forza esterna agisce su un sistema fisico con una frequenza capace di amplificare il moto del sistema stesso.

Un esempio famoso dei possibili effetti della risonanza è il crollo del ponte di Angers, in Francia, avvenuto nel 1850. In quell'occasione passarono sul ponte diverse centinaia di soldati, che marciavano al passo: i colpi dei piedi sul ponte lo fecero vibrare in modo tale da assecondarne le oscillazioni spontanee, proprio come avviene nell'altalena; mediante tale meccanismo, queste oscillazioni si amplificarono fino a staccare i cavi che sorreggevano il ponte dai loro punti di ancoraggio.

In molti casi la risonanza è anche la causa dei danni arrecati dal terremoto. Per esempio, nel 1989 un violento terremoto avvenuto nella zona di San Francisco, in California, fece crollare **un tratto di autostrada sopraelevata**.

In quell'occasione le onde sismiche avevano una frequenza di circa 1,4 Hz e sono entrate in risonanza con le oscillazioni della carreggiata. La strada ha dunque iniziato a vibrare con un'ampiezza sempre più grande, fino a crollare.

La risonanza acustica

Chitarre, violini e molti altri strumenti musicali possiedono una cassa di risonanza, o cassa armonica, che permette di amplificare il suono emesso dalle corde che vibrano: la cassa è progettata in modo tale da vibrare, insieme all'aria contenuta, alle stesse frequenze generate dalle corde.

In questo modo la pressione periodica dell'aria generata dal movimento delle corde, pur non molto intensa, è in grado di far vibrare in modo efficace sia la cassa armonica, sia l'aria contenuta in essa. Così il suono emesso dallo strumento musicale è chiaramente udibile.

Un modello semplice che illustra il funzionamento della cassa armonica è quello illustrato nella **figura 1**: un diapason è inserito su una cassa di legno di dimensioni opportune.

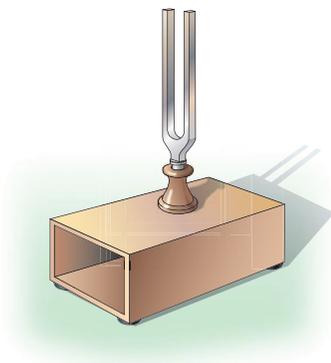


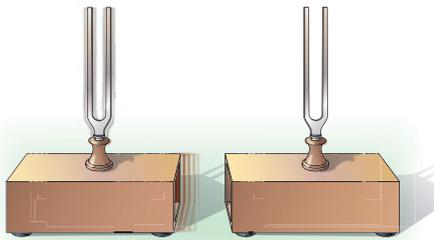
Figura 1 Diapason con cassa acustica.

Se si afferra il diapason con una mano e lo si percuote si ottiene un suono debole, talvolta difficile da udire; invece, infilando lo stesso diapason nella cassa armonica si ottiene un suono intenso, a dimostrazione del fatto che sta avvenendo il fenomeno della risonanza.

L'esempio dell'altalena mostra che il fenomeno della risonanza permette il trasferimento di energia da un sistema fisico (la persona che spinge) a un altro (l'altalena).

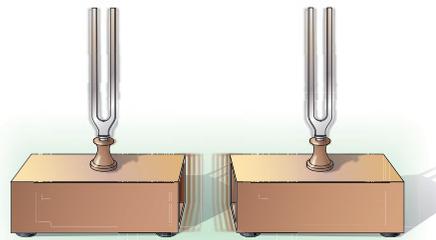
Anche in questo caso esiste un modello semplice, che mostra lo stesso fenomeno realizzato mediante onde acustiche: esaminiamo due sistemi identici, formati da diapason che emettono la stessa nota e montati su casse armoniche uguali. Le due casse sono posizionate una di fronte all'altra in modo che le parti laterali aperte siano affacciate.

► Colpendo con il martelletto uno dei diapason, questo si mette a vibrare ed emette il suo suono tipico.



A

► Si nota che anche l'altro diapason si mette a vibrare, anche se non è stato colpito.



B

Sono le onde di pressione che, partendo dal primo diapason, mettono in movimento il secondo e ne amplificano l'oscillazione, proprio come avviene nell'altalena. In linguaggio musicale si dice spesso che il diapason non colpito dal martelletto si mette a suonare «per simpatia».

Se il secondo diapason oscilla con una frequenza diversa dal primo, questo trasferimento di energia da un corpo in oscillazione a un altro non avviene (oppure è decisamente ridotto), proprio perché non si realizza la condizione di risonanza: le onde di pressione che provengono dal primo diapason non colpiscono il secondo nel momento giusto.

Diversi strumenti musicali hanno corde che suonano per simpatia, cioè senza essere pizzicate dall'esecutore: il più comune è la chitarra a dodici corde, altri sono meno conosciuti, come la viola d'amore e il sitar indiano. La presenza di queste corde secondarie permette di ottenere suoni con un timbro caratteristico e molto particolare.

Ottave diverse

Nella chitarra a dodici corde, le prime due sono affiancate da corde identiche, mentre le altre sono affiancate da corde che emettono la nota corrispondente dell'ottava superiore. In questo caso la frequenza propria di oscillazione della seconda corda è esattamente il doppio di quella della prima e il fenomeno della risonanza avviene ugualmente.

ESERCIZI

DOMANDE SUI CONCETTI

- 1** I progettisti di strutture alte e complesse (come torri, tralicci, antenne, grattacieli) tengono conto della presenza dei venti dominanti nella zona in cui la struttura viene costruita. Dei venti non interessa solo la velocità, ma anche la durata tipica delle folate e l'intervallo di tempo che le separa.
- ▶ Spiega cosa ciò ha a che fare con il fenomeno della risonanza.
- 2** Immagina di spingere un'altalena colpendo il sedile in momenti casuali, senza accordare i tuoi movimenti al moto dell'altalena.
- ▶ Spiega con esempi come mai, in questo caso, il fenomeno della risonanza non accade.

- 3** Si dice che i cantanti d'opera siano in grado di rompere un bicchiere facendolo tintinnare in modo da riconoscere la nota che esso produce, e poi cantando la stessa nota ad alto volume.
- ▶ Ciò ha a che fare con la risonanza acustica?

QUESITI PER L'ESAME DI STATO

Rispondi al quesito in un massimo di 10 righe

- 4** Esponi il fenomeno della risonanza meccanica fornendo alcuni esempi concreti in cui è evidente la presenza di tale effetto.