

Perché non tutti gli edifici si comportano allo stesso modo durante un terremoto?

Questo snack ti darà una dimostrazione visiva del fatto che oggetti di diversa dimensione e rigidità tendono a vibrare a frequenze diverse.

1. Strumenti e materiali



Ti serviranno:

- **Cartoncino** di grandi dimensioni (30 x 50 cm) o in alternativa delle **strisce di cartoncino** di vari colori e misure (da 2,5 x 25 cm fino a 2,5 x 50 cm)
- **Cartone** spesso (lungo 30 cm e largo 15-20 cm)
- **Forbici**
- **Scotch**

2. Assemblaggio



Taglia **quattro o cinque strisce di cartoncino** larghe 2,5 cm. La striscia più lunga deve misurare circa 50 cm, le altre saranno ciascuna 8 cm più corta della precedente.

Con le strisce di cartoncino forma degli **anelli** fissando assieme con lo scotch le loro estremità.

Con lo scotch **incolla gli anelli sul cartone** come viene mostrato nell'immagine.

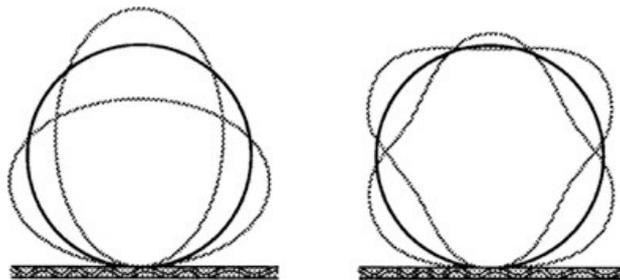
3. Cosa fare e osservare

La **frequenza** di un movimento si può immaginare come il numero di volte che avviene questo movimento in un certo lasso di tempo. Per capire la frequenza con cui la lancetta dei minuti di un orologio si muove nel corso di un'ora è minore della frequenza con cui si muove la lancetta dei secondi, sempre nel corso di un'ora. Infatti nel tempo di un'ora la lancetta dei minuti si muove 60 volte, mentre quella dei secondi 3600.

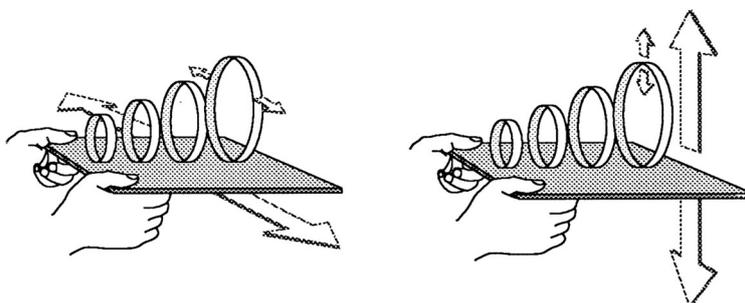
Scuoti la base di cartone avanti e indietro. Incomincia con **frequenze molto basse** e lentamente **augmenta la frequenza** con cui scuoti il cartone.

Come puoi notare gli anelli vibrano fortemente, ovvero **entrano in risonanza**, a frequenze differenti. L'anello più grande inizierà a vibrare per primo, seguito poi dal secondo anello più grande e così via. L'anello più piccolo inizia a vibrare alle frequenze più alte.

Continua a scuotere il cartone sempre più velocemente e vedrai che il cerchio più grande inizierà a vibrare notevolmente di nuovo. Ciascun anello vibrerà in corrispondenza di più frequenze, ma la sua **forma** sarà differente per ognuna di queste **frequenze di risonanza** (vedi immagine sottostante).



Gli anelli avranno anche delle **frequenze di risonanza differenti** se scuoti la base di cartone in **direzioni differenti**: prova a scuotere la base lateralmente o verticalmente! (vedi immagine sottostante)





Anelli in risonanza



A cura di



4. Cos'è successo?

Le **frequenze di risonanza**, che sono le frequenze alle quali ciascun anello tende a vibrare più facilmente, sono determinate da diversi fattori, come l'**inerzia** (massa) dell'anello e la sua **rigidezza**. Gli oggetti con una **maggiore rigidezza** hanno **frequenze di risonanza più alte**, mentre oggetti massicci e pesanti hanno frequenze di risonanza più basse.

L'anello più grande nel nostro esempio ha massa maggiore e rigidezza inferiore rispetto agli altri anelli, quindi ha la frequenza di risonanza più bassa. Detto in un altro modo, l'anello più grande ha bisogno di più tempo degli altri anelli per reagire ad una forza dotata di accelerazione.

Durante i terremoti, due edifici di dimensioni diverse possono reagire in modo molto differente alle vibrazioni della terra a seconda di quanto le frequenze "forzanti" del terremoto si avvicinano alle frequenze di risonanza di ciascun edificio. Ovviamente anche la rigidezza dell'edificio, determinata dai metodi costruttivi e dai materiali impiegati, è altrettanto importante quanto la sua dimensione.

5. Approfondimenti

Puoi **ascoltare la frequenza** della vibrazione e notarla così più facilmente in questo modo: taglia un segmento lungo 2,5 cm da una cannuccia di plastica e inserisci al suo interno una pallina o una perlina. Incolla dei pezzi di carta sulle estremità della cannuccia per impedire alla pallina di uscire e poi incolla la cannuccia sulla base di cartone in modo che sia parallela al bordo. Quando scuoti la base di cartone, la pallina rimbalzerà contro le pareti della cannuccia con la stessa frequenza della vibrazione.

6. Link utili

- Il Science Snack che hai appena provato è un'idea dell'**Exploratorium** di **San Francisco** (California, USA), dei veri esperti nel costruire esperimenti. Lo puoi trovare qui: <https://www.exploratorium.edu/snacks/resonant-rings>
Dai un'occhiata alle centinaia di esperimenti che propongono, sono davvero divertenti! (e così potrai anche ripassare un po' di inglese).
- A questo link puoi vedere un breve esperimento che illustra come **edifici** di altezze diverse reagiscono a frequenze diverse. Anche in questo esempio puoi notare come il modello di edificio più alto va in risonanza per primo ad una frequenza più bassa



Anelli in risonanza



A cura di



rispetto agli altri due. Aumentando la frequenza anche gli altri due andranno a loro volta in risonanza a frequenze maggiori.

https://www.youtube.com/watch?v=LV_UuzEznHs

- Anche i **ponti**, se sollecitati alla giusta frequenza, possono entrare in risonanza e talvolta anche rompersi! Alcuni esempi famosi nella storia sono il **ponte di Angers** e il **ponte sospeso di Broughton** che al passaggio in marcia delle truppe entrarono in risonanza con la frequenza del passo di marcia dei soldati e crollarono. Questo è il motivo per cui **si rompe la marcia prima di attraversare un ponte**. Non solo, i ponti possono risentire anche della frequenza con cui spira il **vento** e, se non sono progettati in modo adeguato, entrare in risonanza con essa fino a rompersi. Un esempio è il caso del **ponte di Tacoma**. A questo link puoi trovare un breve video in inglese che illustra le cause del crollo: <https://www.youtube.com/watch?v=mXTSnZgrfxM>

Più recentemente anche il **Millennium Bridge di Londra** ha avuto problemi di risonanza. Infatti durante i primi giorni dopo l'inaugurazione si sono accorti che il ponte oscillava al passaggio delle persone. Il ponte è stato così chiuso al pubblico solo due giorni dopo la sua apertura e rinforzato per risolvere il problema. Puoi leggere un breve articolo sull'argomento a questo link: <http://www.ingegneriaedintorni.com/2011/01/i-problemi-di-risonanza-del-millennium.html>

- Non solo gli edifici e i ponti possono entrare in risonanza fino a crollare; anche i **bicchieri di vetro** possono rompersi solo con l'uso della **voce** usando la giusta frequenza. A questo link puoi trovare un video in inglese in cui una ragazza spiega come si può rompere un bicchiere con la voce: https://www.youtube.com/watch?v=Oc27GxSD_bI