

>>> ONDE.

CIÒ CHE TIENE UNITO IL MONDO.

CURATORI

Alessandro Farini > Enrico Gamba > Claudio Giorgi > Marco Paolizzi

ALLESTIMENTO

XXXX > XXXXX

PROGETTAZIONE GRAFICA E STAMPA

Immaginazione

La mostra è realizzata in occasione
della XXIII edizione del **Meeting per l'amicizia fra i popoli**,
una articolata manifestazione culturale, in cui si svolgono convegni, dibattiti, testimonianze, mostre,
spettacoli e avvenimenti sportivi.

Si svolge a Rimini dal 1980, nell'ultima settimana del mese di agosto.

È un grande momento pubblico, occasione di confronto, di incontro e dialogo fra uomini di culture e fedi diverse, a conferma
dell'apertura e dell'interesse

a tutti gli aspetti della realtà che caratterizza l'esperienza cristiana.

È un momento di grande vivacità reso possibile ogni anno da oltre duemila volontari di diverse età e provenienza, che
rappresentano l'unicità di questo avvenimento nel panorama internazionale.



>>> ONDE.

CIÒ CHE TIENE UNITO IL MONDO.

CURATORI

Alessandro Farini > Enrico Gamba > Claudio Giorgi > Marco Paolizzi

PROGETTAZIONE GRAFICA E STAMPA

Immaginazione

La mostra è realizzata in occasione della XXIII edizione del Meeting per l'amicizia fra i popoli, articolata manifestazione culturale, in cui si svolgono convegni, dibattiti, testimonianze, mostre, spettacoli e avvenimenti sportivi.

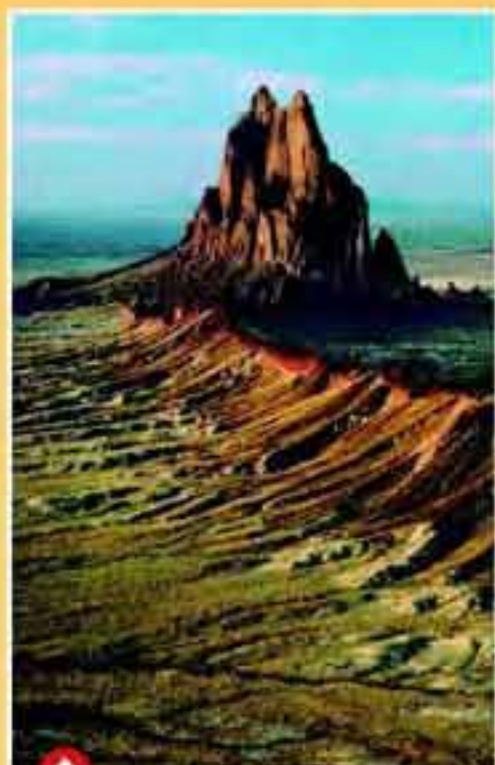
Si tiene a Rimini dal 1980, nell'ultima settimana del mese di agosto.

È un grande momento pubblico, occasione di confronto, di incontro e dialogo fra uomini di culture e fedi diverse, a conferma dell'apertura e dell'interesse a tutti gli aspetti della realtà che caratterizza l'esperienza cristiana.

È un momento di grande vivacità reso possibile ogni anno da oltre duemila volontari di varie età e provenienza, che contribuiscono all'unicità di questo avvenimento nel panorama internazionale.



Vediamo cose che girano.



Vediamo onde di roccia.



Vediamo le onde del mare.

Vediamo onde di sabbia.



Vediamo cose che oscillano, che sventolano.

Per farci sopra della fisica, per descriverli e comprenderli in modo **matematico** e **sperimentale**, occorre trovare qualcosa di semplice e comune che li unisce.

Questo 'qualcosa' è il **moto circolare uniforme**.

La rotazione di un punto della Terra è con buona approssimazione un moto circolare uniforme.

Un moto circolare uniforme perfetto non esiste, è frutto solo di astrazione matematica.

“Fenomeni diversi.”

“Pero' in qualche modo si ripetono nel tempo.”



“Sono fenomeni ciclici, viene in mente il cerchio.”

“Ma un moto circolare perfetto non esiste, l'attrito è il compagno inseparabile di ogni movimento.”

“Trovami qualcosa nell'universo che non ruota.”



*Kurt Gödel (1906-1978)
massimo logico-matematico.*

*Albert Einstein (1879-1955)
massimo fisico.*

“Pendolo e giradischi si muovono nello stesso modo, basta proiettarli.”



“In effetti suonano la stessa musica.”



“Hanno lo stesso ritmo.”

Il periodo T delle oscillazioni (piccole) coincide con la durata delle rotazioni.



Il moto oscillatorio che proviene dal moto circolare uniforme prende il nome di **moto armonico**.

“Col pendolo si possono fare belle onde: un pendolo butta-sabbia su nastro trasportatore.”



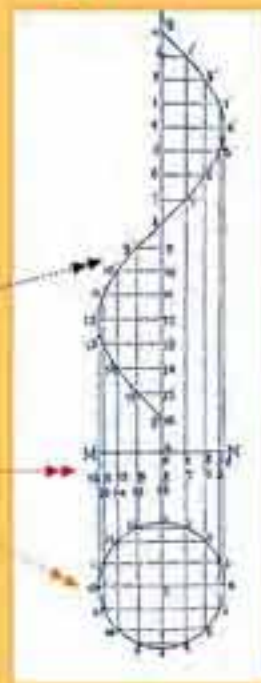
TRADUCIAMO TUTTO IN GEOMETRIA



Circonferenza moto circolare uniforme.

Proiezione su MN moto armonico.

Sviluppo su PQ moto sinusoidale.



“E' l'onda piu' semplice che si puo' escogitare.”

RIASSUMENDO



Le sinusoidi provengono da 2 movimenti perpendicolari, contemporanei, tra loro indipendenti:

- 1 Moto armonico > oscillazione
- 2 Moto rettilineo uniforme > traslazione

La curva geometrica che proviene dalla combinazione del **moto armonico** col **moto rettilineo uniforme** prende il nome di **sinusoide**.

IL LINGUAGGIO DELLE ONDE

“Parliamo di onde in matematiche.
(lingua dei matematici)”



“I vocaboli fondamentali
stanno nei 6 box.”



1 FREQUENZA

Numero di coppie di passi
in 1 secondo.

2 PERIODO

Tempo necessario a fare 2 passi,
una coppia di passi è 1 ciclo completo.

3 LUNGHEZZA D'ONDA

Distanza percorsa
in 1 ciclo completo = 2 passi

4 VELOCITÀ

Velocità = frequenza (ν) x lunghezza d'onda (λ)

Si misura in Hertz.
100 Hz = 100 giri, cicli, oscillazioni in 1 secondo.

$\nu = 100 \text{ Mhz}$
= 100 milioni di cicli al secondo.

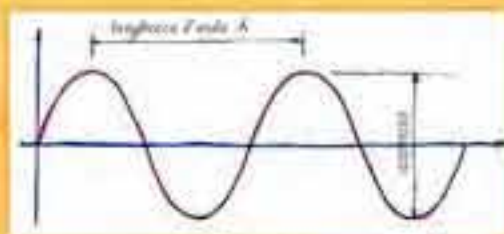
5 FASE

I cerchi nell'acqua indicano
superfici di uguale fase.



6 AMPIEZZA

“Tutto
quello sopra
reso in modo piu'
geometrico.”



“Il quadrato
dell'ampiezza
è proporzionale
all'energia trasportata
dall'onda.”



“Le onde radio
si propagano
a 300.000 km/sec.”

“Una stazione
di 100 Mhz
ha lunghezza d'onda
= 3 m.”



“Le onde in carne ed ossa come sono?”

Cosa oscilla?

In che modo?”



“Come fa una vibrazione locale a propagarsi?”

Cosa trasferisce?”

“Che caratteristiche devono avere i fenomeni per rivelare una natura ondulatoria?”

Quanti tipi di onde esistono?”

“La fisica è piena di domande.”

“I fisici ci campano!”



LE ONDE NELL'ARIA, OVVERO ONDE ACUSTICHE O SONORE

Nell'aria le onde si propagano come onde di compressione e rarefazione.

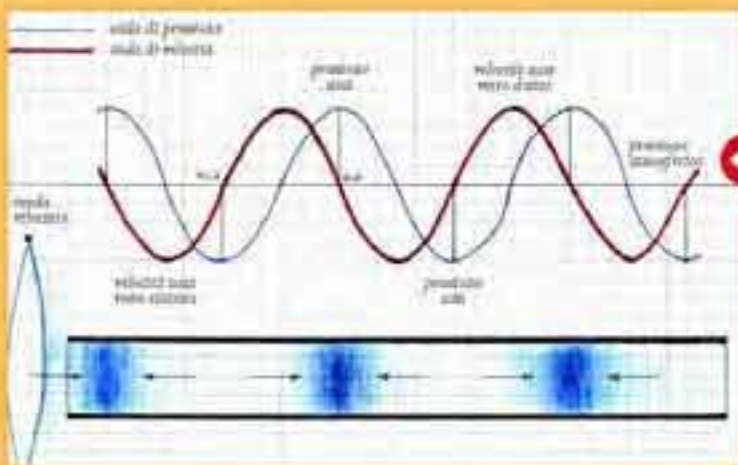
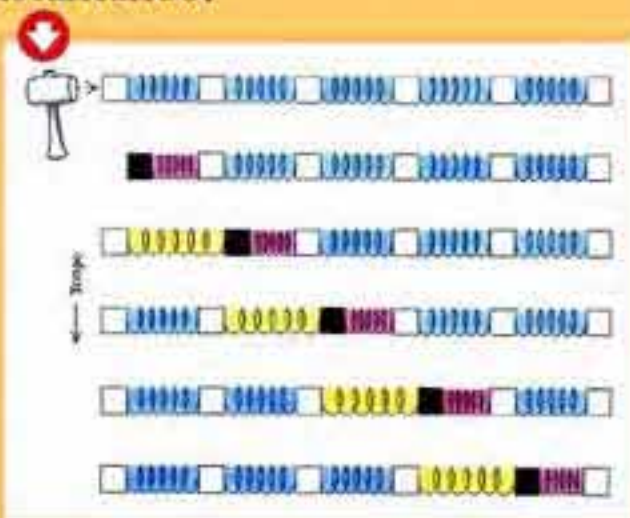
aria compressa

aria rarefatta

aria a pressione atmosferica

viaggia a 331 m/sec = 1.192 km/h

Propagazione di un colpo secco, istantaneo.



Propagazione di una vibrazione persistente: una corda che vibra.

Le molecole d'aria compiono solo piccole oscillazioni scontrandosi ed allontanandosi alternativamente nella direzione di propagazione.

LE ONDE NELL'ARIA, OVVERO "TA-PUM", ONDE D'URTO O BALISTICHE



Onde prodotte da un jet supersonico per posizioni successive dell'aereo.

Un proiettile a velocità supersonica (450 m/sec) attraversa il fumo di una candela che ne evidenzia l'onda d'urto.



“Ta” è un suono che va più veloce del suono perché viaggia alla velocità del proiettile = 450 m/sec.”
Il fronte d'onda è un cono.

“Pum” è il colpo delle polveri dell'arma da fuoco, arriva dopo perché va a 331 m/sec.”
Il fronte d'onda è una sfera.





“Chords which once were considered awful now sound good.”

Non tutti i rumori sono sgradevoli, alcuni sono orchestrabili.

“Il gran casino sono le frequenze che non stanno in rapporti di numeri interi = v , $2v$, $3v$,... e fanno caos.”



Keith Richard dei Rolling Stones 1971



Gioacchino Rossini in una caricatura di Hippolit Mailly 1867

“La musica non è numerizzabile in assoluto, è fatta e giudicata dalle aspirazioni estetiche delle persone.”



Albert Einstein al violino 1932

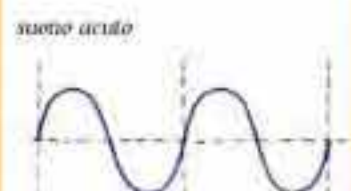


LE ONDE NEGLI STRUMENTI A CORDA E A FIATO

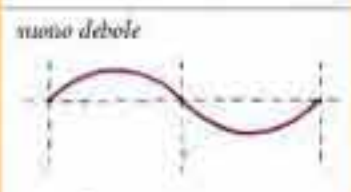
SUONO GRAVE
bassa frequenza



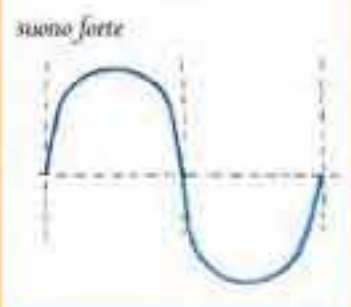
SUONO ACUTO
alta frequenza



SUONO DEBOLE
minore ampiezza



SUONO FORTE
maggiore ampiezza



Nota fondamentale
frequenza = v



Primo armonico
frequenza = $2v$



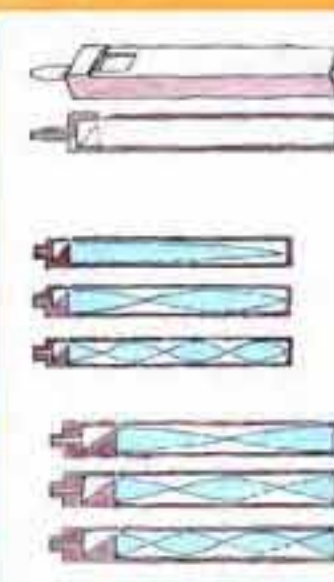
Secondo armonico
frequenza = $3v$



Terzo armonico
frequenza = $4v$



Le onde nelle canne d'organo chiuse e aperte



v
 $2v$
 $3v$

Note uguali - stessa v - di strumenti diversi.

Hanno la stessa frequenza fondamentale con frequenze multiple – **armonici** – diverse che danno un **timbro** diverso agli strumenti.

Il La del corno.



Il La del clarinetto.





“La musica va, l'aria resta ferma.”

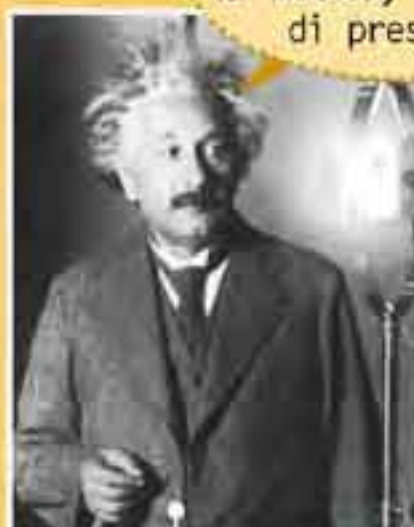
“Pero' senza aria la musica non viaggia.”



“Nello spazio c'è solo silenzio.”

“Quello che viaggia non è la musica, sono onde di pressione.”

Le onde di pressione viaggiano anche nell'acqua, nei solidi elastici, e sono più veloci che nell'aria.”



Albert Einstein alla radio - 1929

“Le onde di pressione le percepiamo come suoni o rumori.”

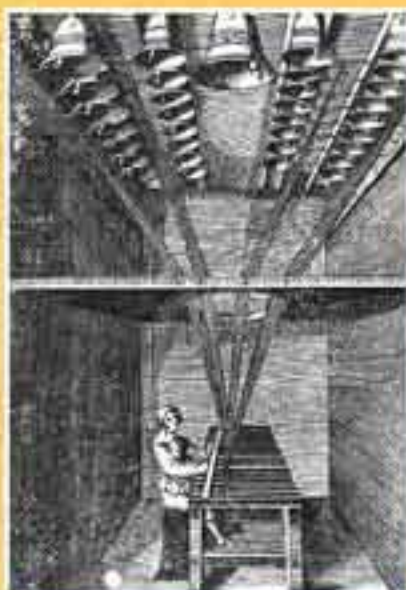
“I suoni sono sensazioni, dipendono dal cervello.”



COSA CI VUOLE PER FAR SUONARE UNO STRUMENTO

Un corpo che vibra.

I suoni della musica sono in genere compresi tra 27 e 4500 Hz.



Carillon della chiesa di Notre Dame Anversa, sec. XVII

Qualcuno o qualcosa che fornisce energia.

Qualcosa che risuona con le vibrazioni del corpo.

Cassa armonica di una 12 corde Matton.



“L'intensità e il timbro del suono dipendono dalla forma e dalla struttura della cassa armonica.”



COSA CI VUOLE PER UDIRE DI UNO STRUMENTO

Un mezzo elastico che trasmette le vibrazioni.

Un altro “strumento” in risonanza con le vibrazioni del mezzo (orecchio).

PERCHÉ UNO STRUMENTO È MIGLIORE DI UN ALTRO

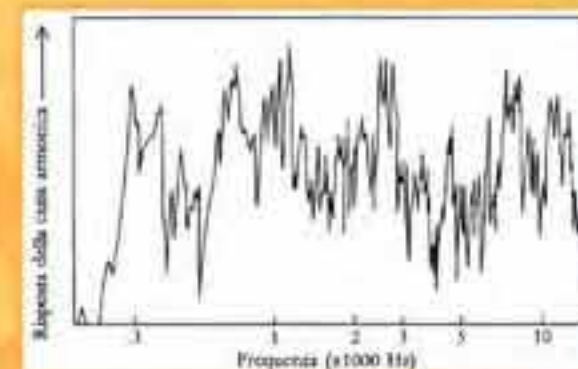
La **cassa armonica** amplifica selettivamente alcune frequenze (armonici) fra tutti i suoni che lo strumento dà.

La **voce** e la **qualità** del suono di un violino dipendono dalle diverse risposte della cassa armonica agli armonici prodotti dalle corde.

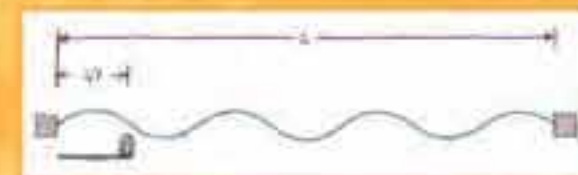
Le casse armoniche degli strumenti hanno forme complicate trovate da una lunga esperienza costruttiva e musicale.

L'**annullamento di alcune armoniche** è fondamentale per la qualità del suono, se la cassa armonica di un violino amplificasse tutte le armoniche allo stesso modo, il suono sarebbe pessimo.

Il martelletto del pianoforte batte la corda a $1/7$ della lunghezza, così non eccita la settima armonica che darebbe un suono sgradevole.



Risonanze di un violino Guarneri del Gesù - XVIII sec. - alle diverse frequenze.



VITA E IMPRESE DELLE ONDE MARINE (DI SUPERFICIE)

FOLATE DI VENTO

- Diverse velocità.
- Turbolenze.
- Diverse pressioni.
- Attrito sull'acqua.

INCRESPATURE

Periodo $T = 0,3 \text{ sec.}$



La breccia e gonfiarsi solo
e rompere la superficie marina.

Maggiore
trasferimento
di energia
vento-acqua.

MARITTIMA
Periodo $T = 1 - 4 \text{ sec.}$

PROGRESSIVO RINFORZO DEL VENTO

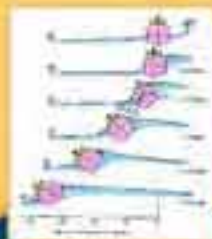
PERDERARE DEL VENTO

VASTA SUPERFICIE
DI MARE SU CUI AGISCE
(FETCH)

L'AVVALGIONE
 $T = 5 - 12 \text{ sec.}$
Altezza $H = 0,3 + 8 \text{ m.}$

Aumento altezza onde $\propto H$.
Aumento energia onde $\propto H^3$.

FRANGENTI D'ALTO MARE



Spinta del sopravvento
del pendente dell'onda d'alto
marea fa un frangente alto 1 cm.
in 10 sec. la nave è inclinata di circa 40°.
velocità di onda costante.
spinta T sui vapori di una nave a 1000 kg^2
è uguale all'incubo in fango dopo 10 minuti.

SUPERFICIE DI MARE ESTERNA AL FETCH

Forma quasi sinusoidale.

Coste, Europa e Africa. Maree
Periodo $T = 6 - 16 \text{ sec.}$
Lunghezza = $55 + 400 \text{ m.}$
Velocità = $30 + 90 \text{ km/h.}$



Comportamento delle mole
di un'onda a fondo piano
e di una mole profondamente immersa.

Le onde lunghe percorrono centinaia
di km con piccola perdita di energia.

SPINTE DI DEPRESSIONE
E PRINTE SPINTE DI DEPRESSIONE
PARALLELE ALLA COSTA

FRANGENTE



Distribuzione della velocità
e dell'accelerazione nel frangente.



La mole marina sulla costa possiede
due spinte a 20 km/h^2 .



Le onde possono
colpire il fondo del mare
e rompere all'incubo
sulle coste.

SPINTE
DI DEPRESSIONE

Profondità $\leq 1,3$ volte l'altezza d'onda.

LE ONDE SENTONO IL FONDO

FONDALE MENO DI 1/20 H