

Che bel suono!

Suono, tono, armonia
Strumenti musicali
Harmonia Mundi

Grzegorz Karwasz

Insegnare STEAM con la realtà aumentata

Lezione 4

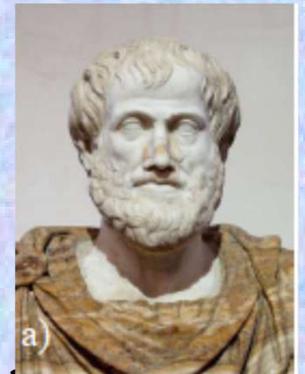
Suoni

Suoni, cioè vibrazioni



«L'udito» Aristotele, *De Anima*, 419b, 5-20

- Veniamo ora a trattare anzitutto del suono e dell'udito. Il suono c'è in aria in duplice azione: l'uno è un atto e l'altro potenza. Alcune cose diciamo infatti che non hanno suono, ed esempio la spugna e la lana, mentre altre sì, come il bronzo e i corpi duri e lisci, e ciò perché possono risuonare, ovvero produrre un suono in atto fra loro e l'udito.
- Il suono in atto è sempre prodotto dall'urto di qualcosa contro qualcosa e in qualcosa, perché ciò che lo produce è una percussione.
- Come s'è detto, il suono non è la percussione di due oggetti qualsiasi. Infatti la lana, se viene battuta, non emette alcun suono, ed invece il bronzo e i corpi lisci e cavi sì: il bronzo perché è liscio, mentre i corpi cavi, con la ripercussione, producono molti colpi dopo il primo, giacché l'aria che è stata mossa non può uscire.
- Inoltre il suono è udito nell'aria ed anche (ma di meno) nell'acqua. Non è però l'aria né l'acqua la causa principale del suono, ma deve prodursi un urto dei corpi solidi l'uno contro l'altro e contro l'aria.



Suona tutto

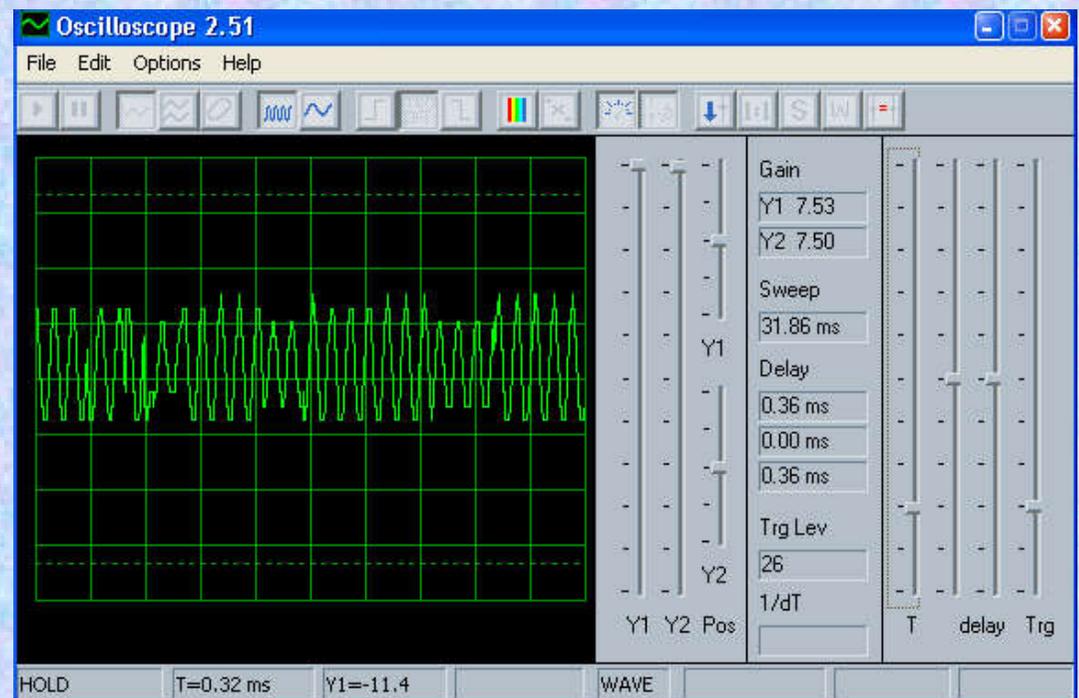
Il suono di diversi ‘strumenti’ varia. Il suono dipende anche dal modo di ‘suonare’.

- Da dove viene la differenza che i certi suoni sono piacevoli e altri sgradevoli? Certi acuti altri ottusi?
- Possiamo vedere queste differenze ‘con occhi propri’?

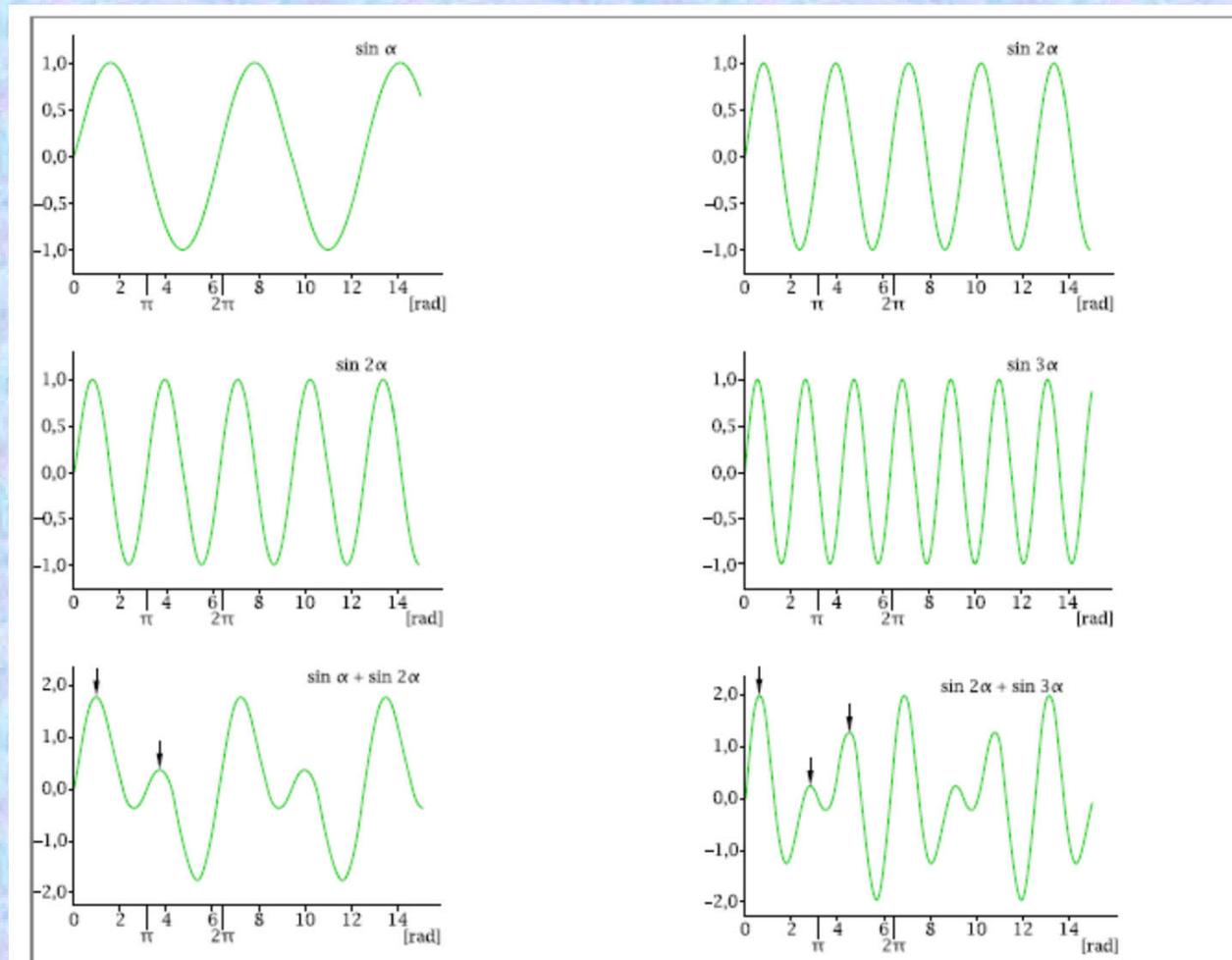
freeware [Oscilloscope 2.51](#)

(K. Zeldovich).

„The program allows visualization of registered sounds and their *Fourier analysis*”



Che cosa sentiamo

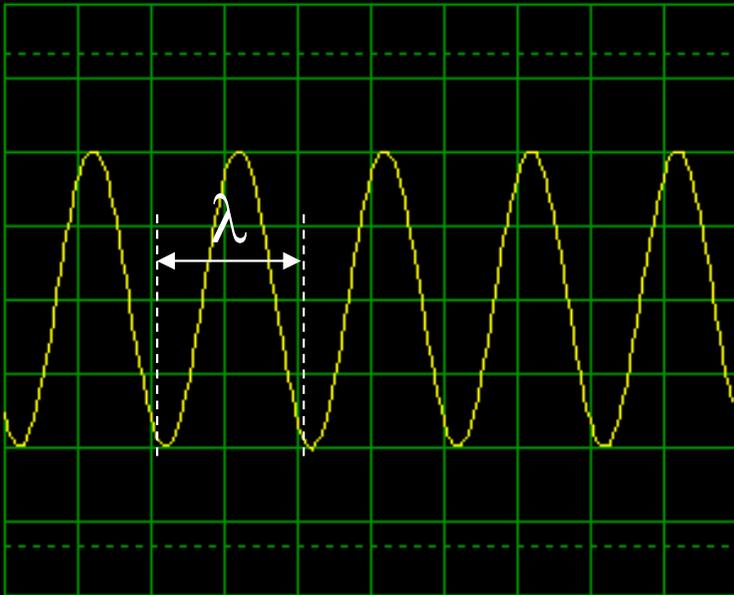


L'onda acustica, in prima approssimazione, è una sinusoide – «una curva serpente»

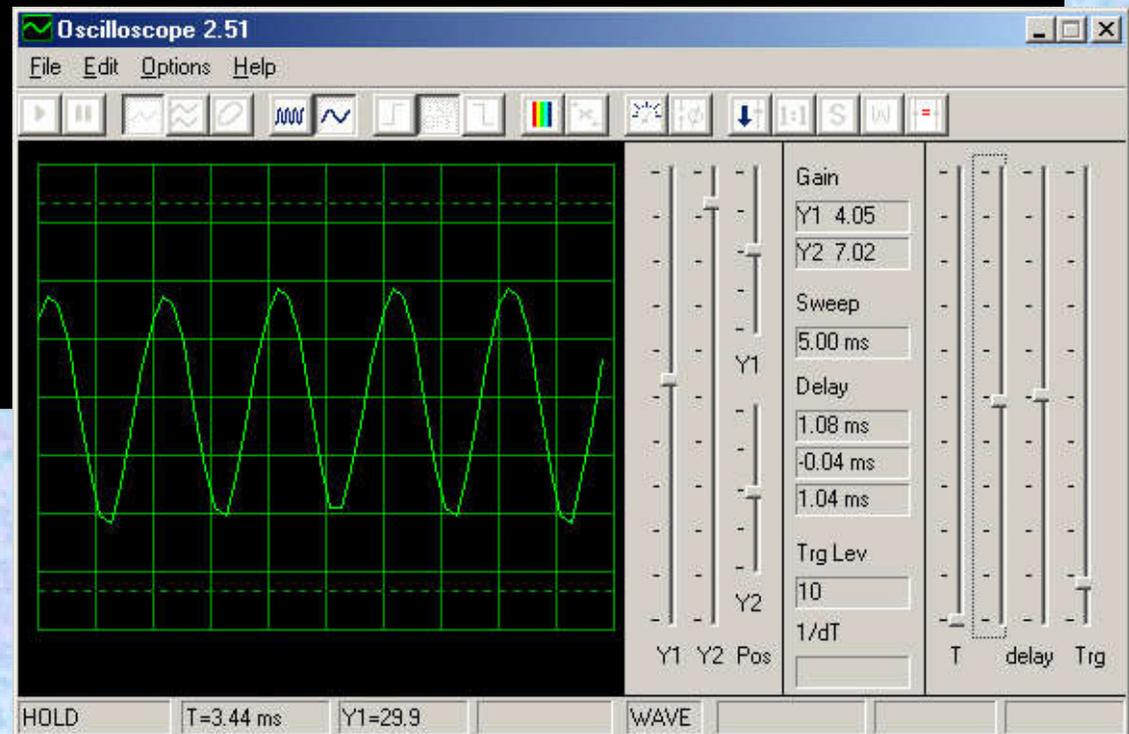
Queste curve, ossia diversi toni, possono avere diverse ampiezze, cioè intensità e diverse frequenze: a^1 , a^2 etc.

Onda sonora

The fundamental quantity describing a simple sounds – a monocromatic sine wave are the frequency, length and velocity of propagation.



$$f = \frac{v}{\lambda}$$

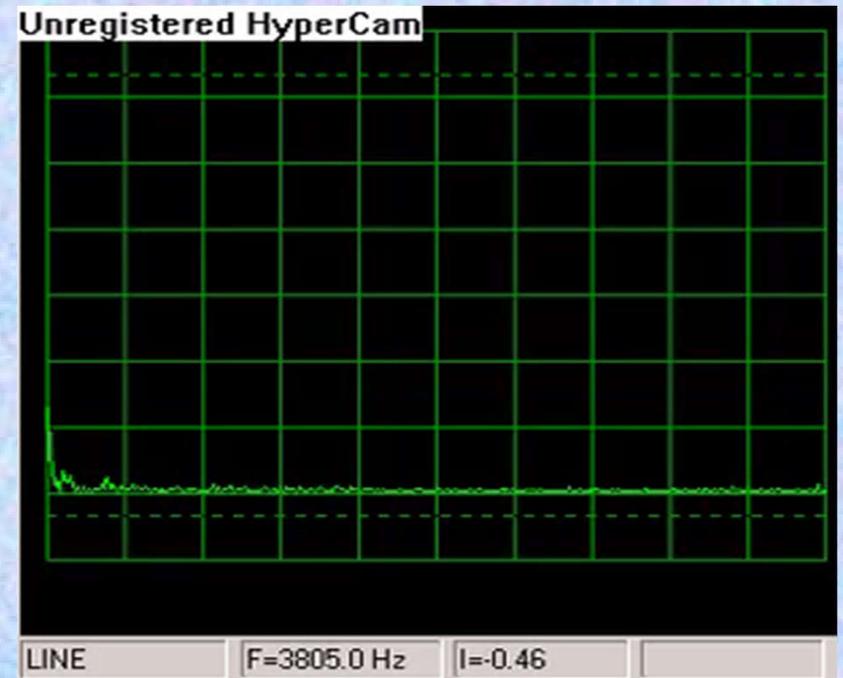


La musica con le bollicine

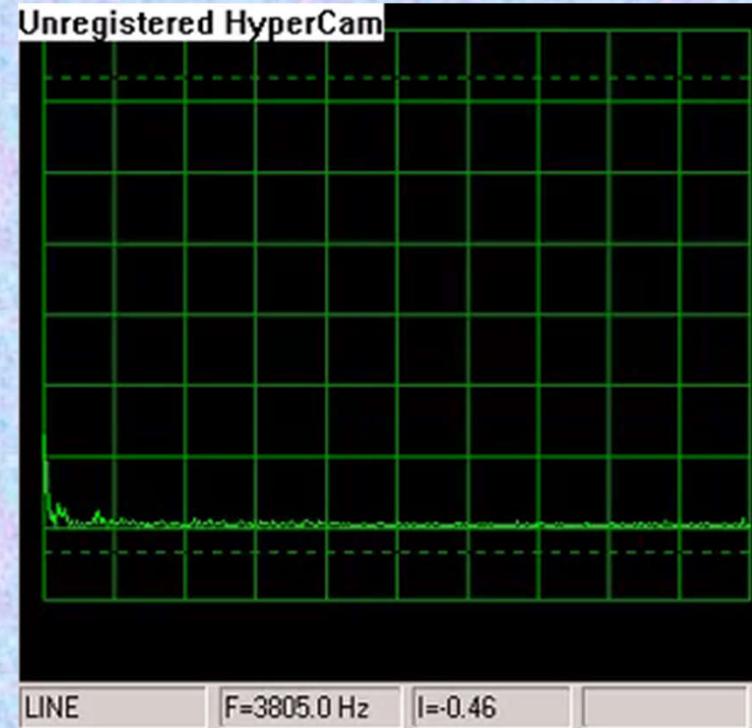
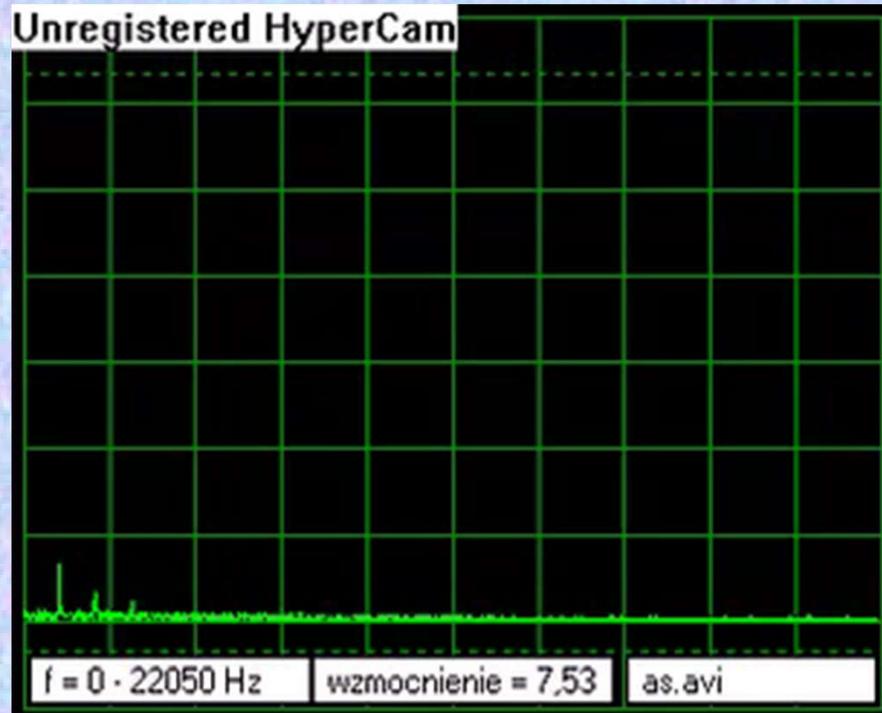
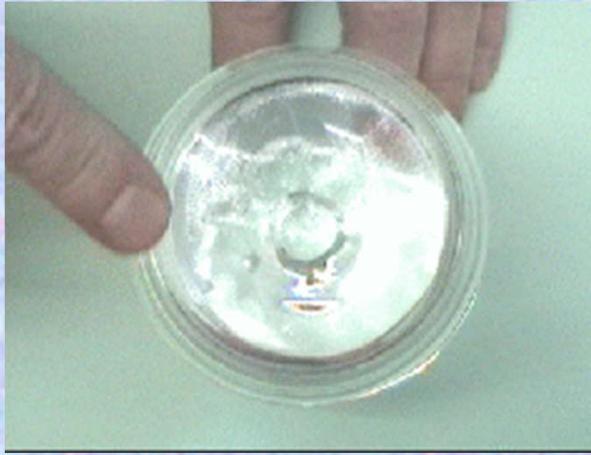
In pratica, generare un suono «puro»,
cioè con una sola frequenza non è facile.

Stranamente, suoni monocromatici
generano dei bicchieri.

Da che cosa dipende questa
frequenza?



La musica con bicchieri e calici



Glass Harmonika



Le glass-armoniche trovi al Museo della Musica a Villette (Parigi) e a Potsdam (Berlino)



<http://www.mimo-international.com>

<https://www.atlasobscura.com/articles/ben-franklin-singing-bowl-glass-armonica>

Istrumenti a fiato



Suoni possono essere creati con dei tubi, vasi, fischietti. Ogni bottiglia può suonare.

„l'altezza del suono (*pitch* in inglese, frequenza per il fisico) dipende, in prima approssimazione dalla lunghezza del tubo.



Ma l'altezza dipende anche dalla forza del „fiato”



La potenza (come quantità fisica) dipende da
$$P = \frac{1}{2} v \rho \omega^2 A^2$$



dove v sta per la velocità del suono (340 m/s nell'aria), ρ è la densità del gas, ω – è la frequenza del suono, A – ampiezza dell'onda

Le trombe

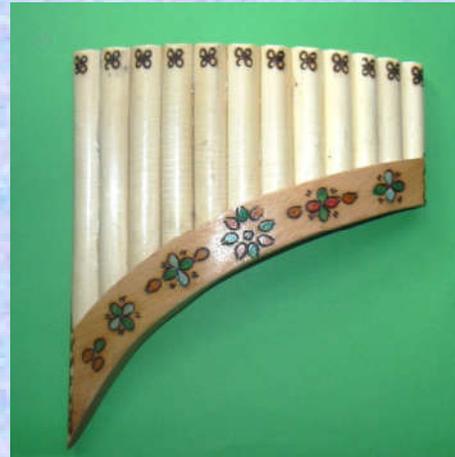
Un'infinità di suoni può essere creata negli strumenti a „fiato”: trombe, corni, tromboni, tube...



Flauti, pifferi, flauti di Pan etc.

Il suono di ogni strumento è diverso:

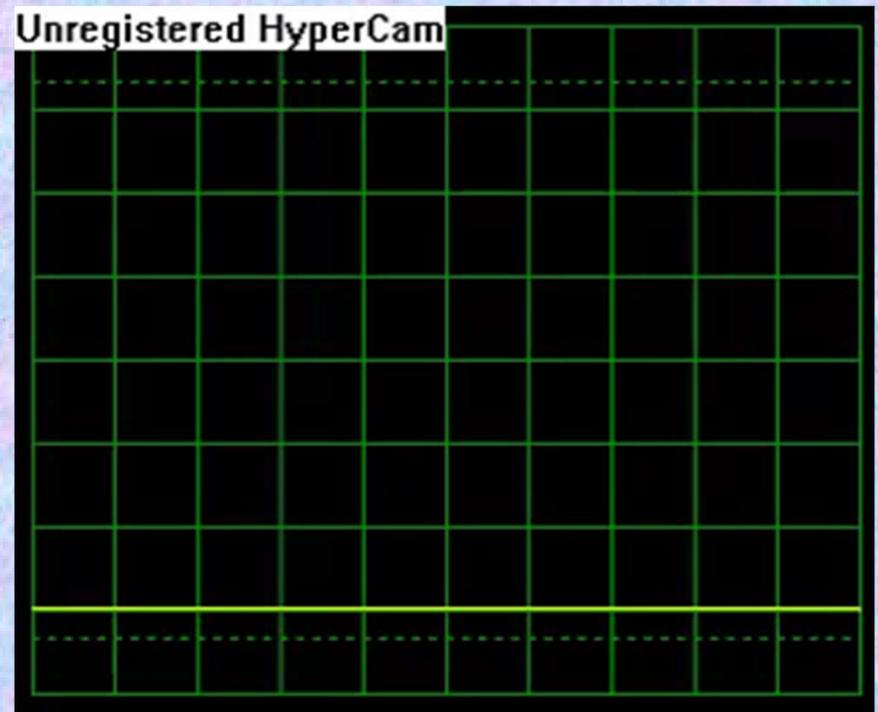
in questo modo il nostro orecchio lo riconosce



Fot. 5. Boomwhackers,
Arbor Scientific.

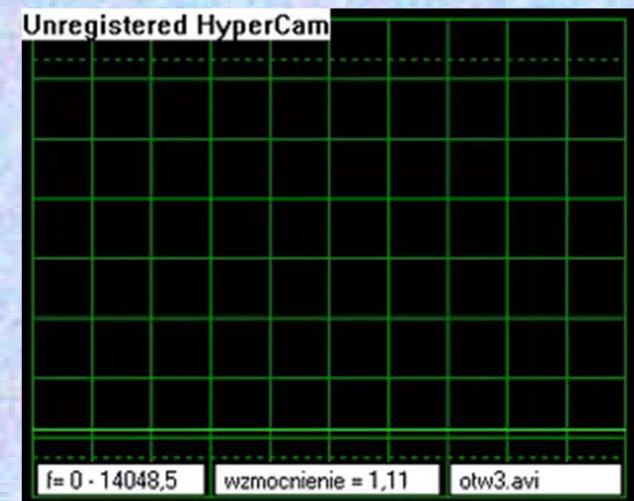
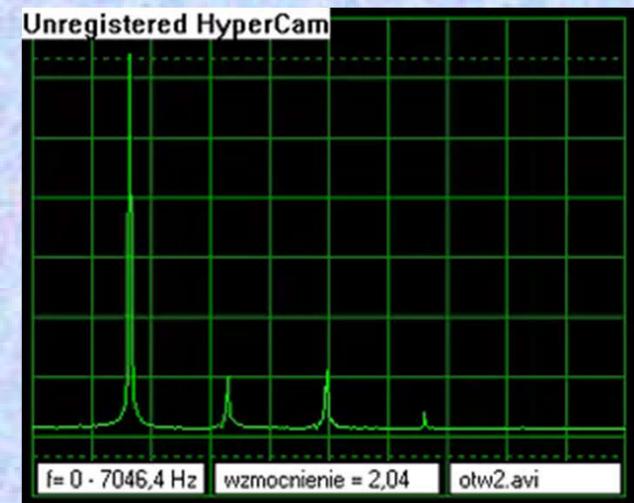
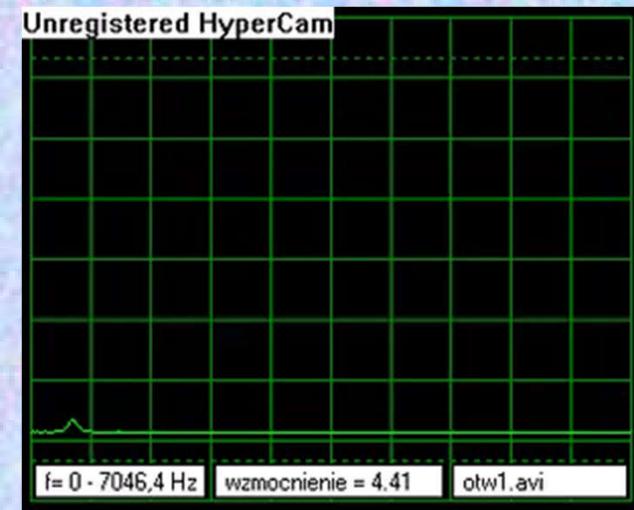
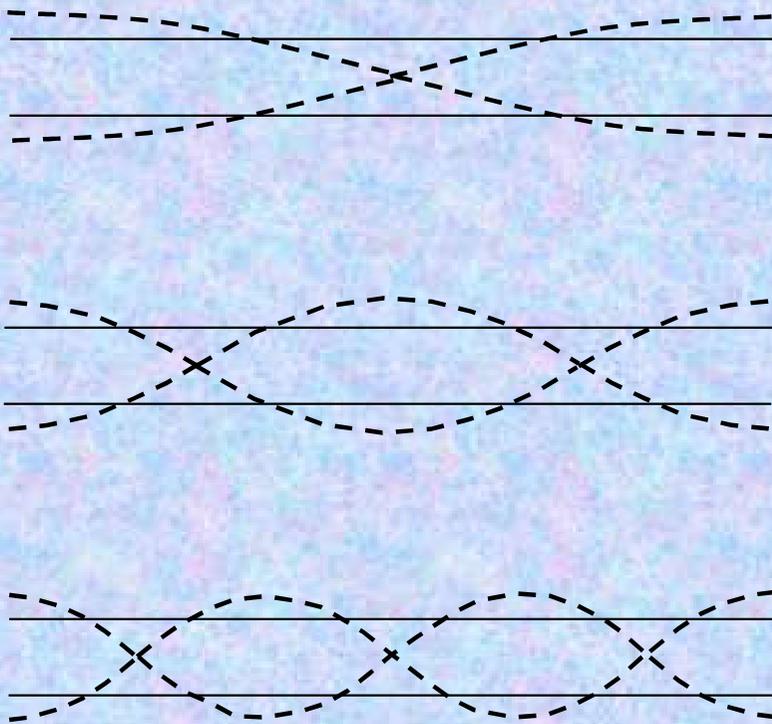


Fot. 6a Flet Yamaha YRS 23
(<http://www.yamaha.com>)



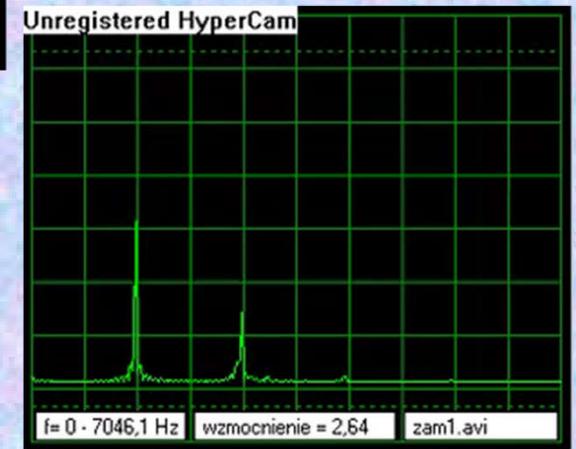
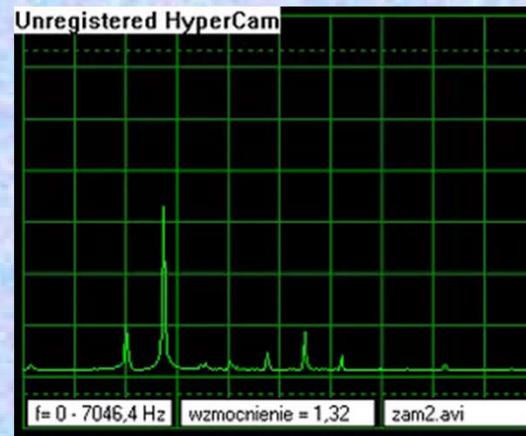
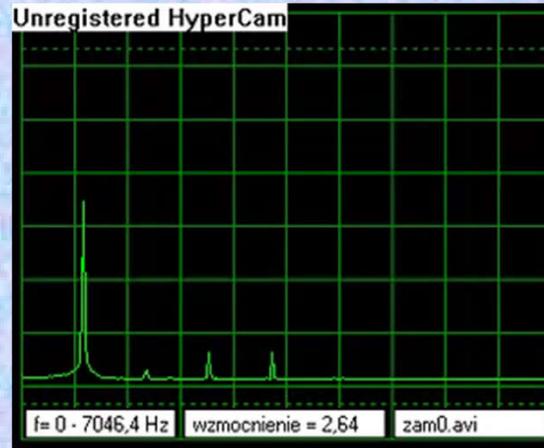
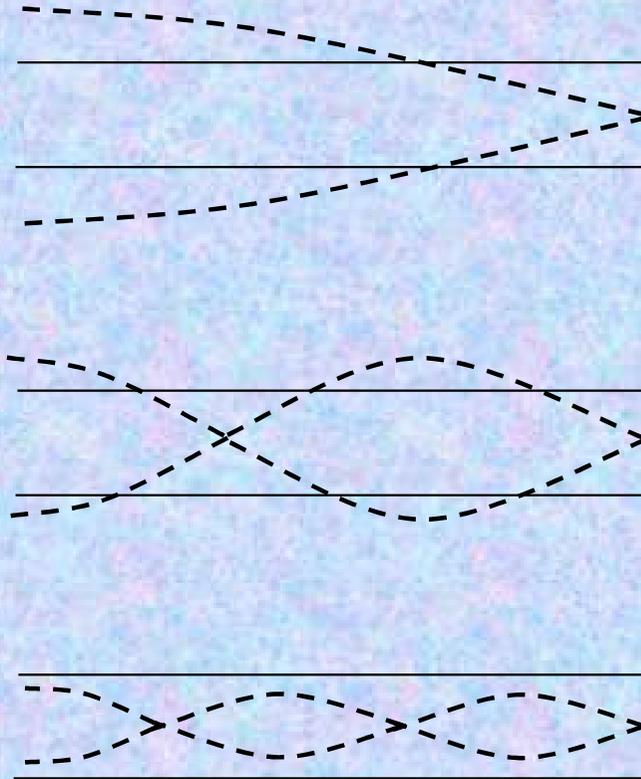
Flauto aperto

Nel flauto aperto, i „nodi” dell’onda acustica *stazionaria* si trovano all’interno del tubo: le frequenze di suoni sono come i numeri naturali 1:2:3 (1:2 costituisce „un’ottava”)



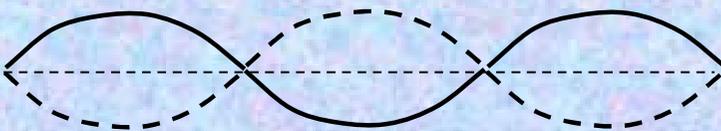
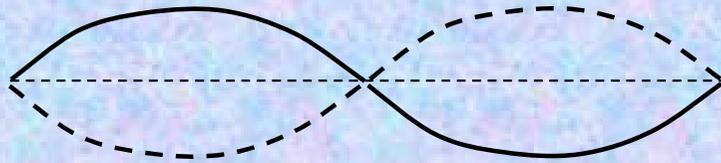
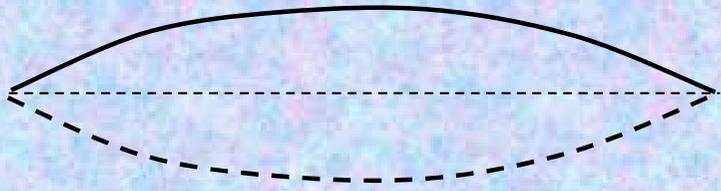
Flauto chiuso

Nel flauto chiuso „i nodi” dell’onda acustica si trovano nel punto di chiusura. Per motivi «geometrici» le frequenze create sono nei rapporti 1:3:5 – l’armonia del tono è diversa.

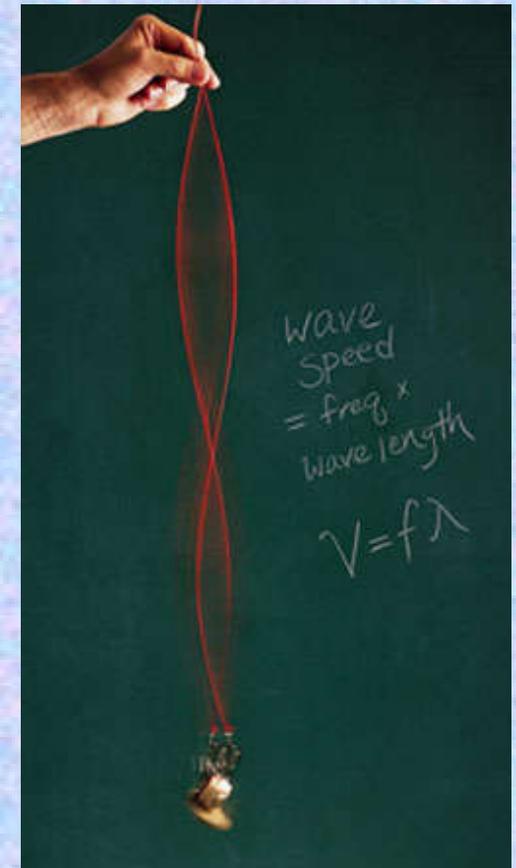


Strumenti a corda

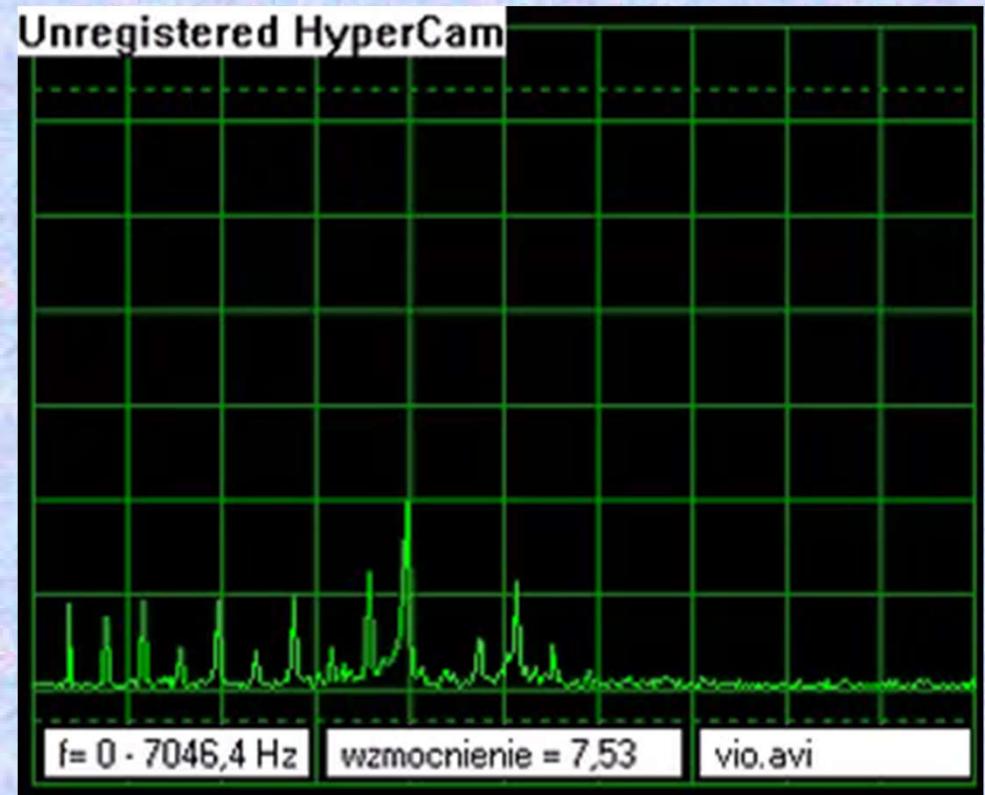
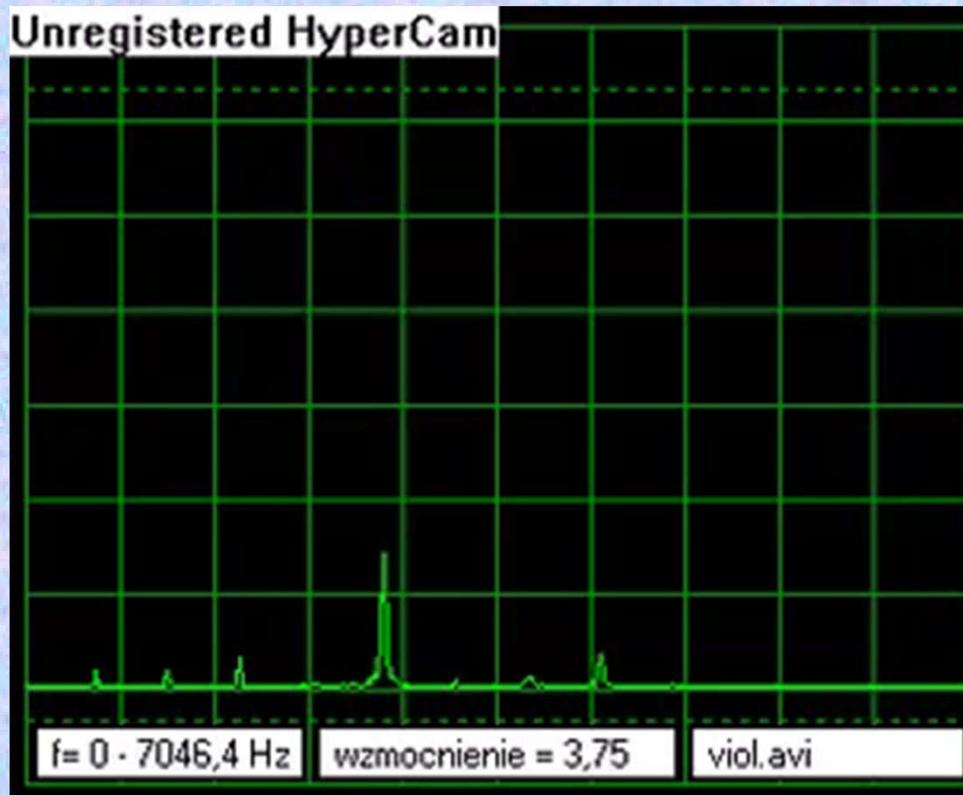
La frequenza della corda dipende dalla forza di tensione F , dalla densità lineare η e dalla lunghezza della corda l . L'equazione derivò Newton, ma osservò Vincenzo Galileo.



$$f \sim \frac{1}{l} \sqrt{\frac{F}{\eta}}$$



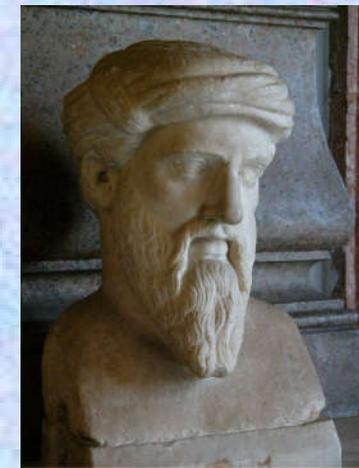
Ogni strumento, anzi, oggetto, ha il suo suono caratteristico



Le 'visualizzazioni' dello *spettro* permettono di capire queste differenze: a parte la frequenza dominante appaiono altre, in armonia (se alle distanze uguali) o in *cacofonia*.

Pitagora z Samo

„il numero è l'essenza di tutto” [wiki.pl]

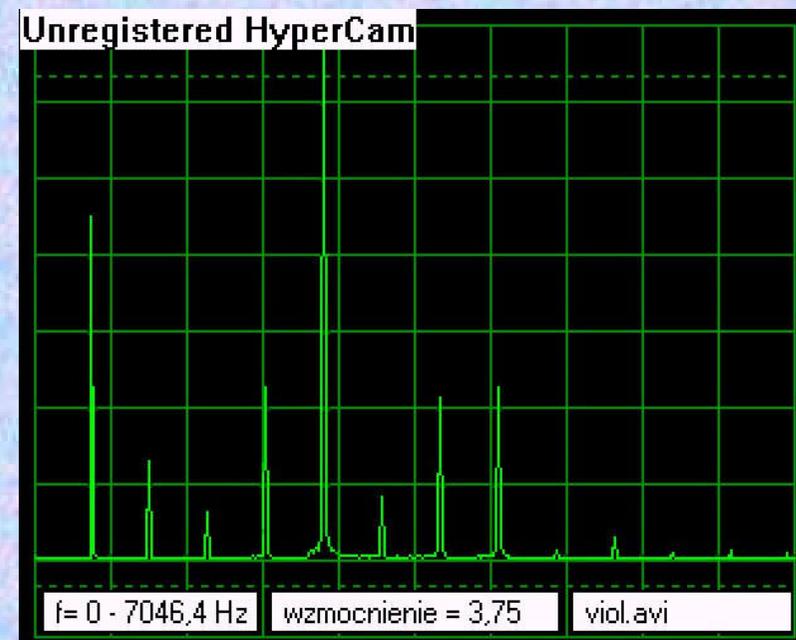


- Fu Pitagora a notare che i suoni „piacevoli” corrispondono alle corde di cui lunghezze sono come i rapporti di numeri naturali:

1:2 (C^1 : C^2) ottava),

2:3 (C^1 : G^1 quinta)

3:4 (C^1 : F^1 quarta)



A che cosa serve la 'scatola' risonante?



A0 285 Hz C2 385 Hz B1- 422 Hz B1+ 528 Hz C4 600 Hz ? 852 Hz

A cambiare una fievole vibrazione della corda alla onda d'urto
creata da una superficie piatta e grande (vedasi Aristotele)

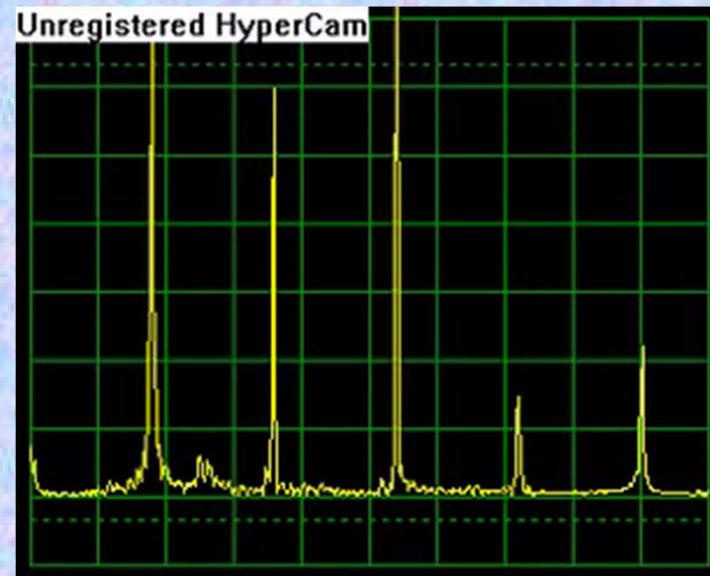
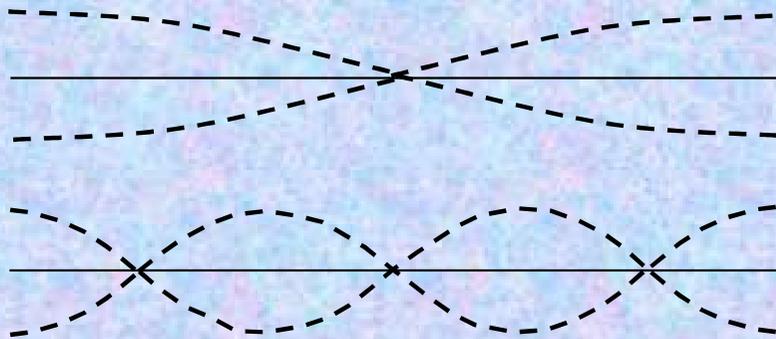
J.E. McLennan, *The Violin (as I understand it)*

<https://acousticstoday.org/supplementary-text-violinacoustics-colin-e-gough/>

Suoni di una barra metallica

Una barra metallica può generare diversi suoni, che dipendono dal modo di 'percussione'.

In questa registrazione, la barra fu strofinata in modo tale di creare un'onda che propaga lungo la barra



Perché violino suona e non viola, e perché non li piace di suonare con li pianoforte?



Violino:

2:1 ($C_5 : C_4$) ottava,

quinta ($G_4 : C_4$) 3:2

quarta ($F_4 : C_4$) 4:3

Pianoforte

quinta $C_4 : G_4$ 1.4983

quarta $F_4 : C_4$ 1.3345

- <https://www.youtube.com/watch?v=PGFs7n6n3-8>

La scala musicale di „equi-tempra”: ($C_1 : C_4\#$) $^{12}\sqrt{2}:1$

Ludwig van Beethoven, Sonata No.5 in F, Op. 24 (11'39")

Anne Sophie Mutter, Lambert Orkis

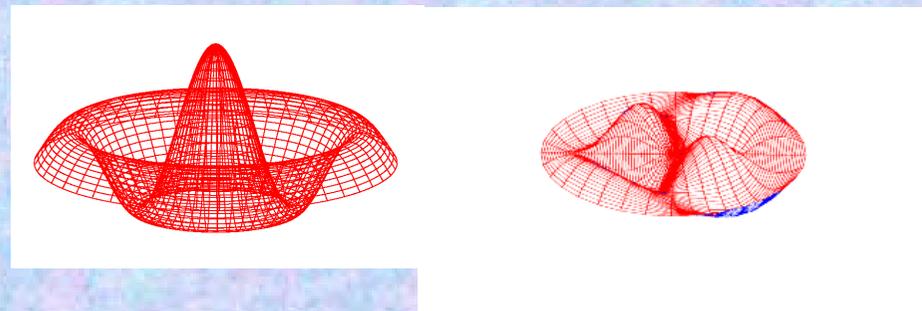
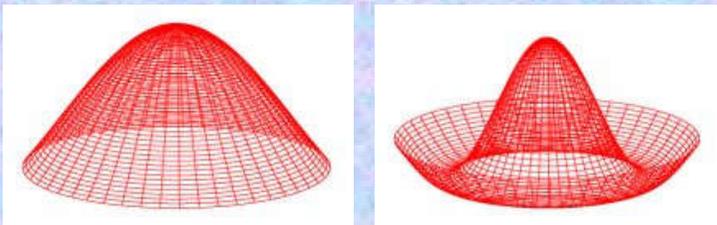
«un dialogo, molto ben
educato»



La musica del diavolo

In questo libro si Salmi, del XII secolo, la musica di tamburi è considerata diabolica.

Le condizioni matematiche per le vibrazioni delle membrane sono diverse che per le corde e flauti.



Una rana, quasi africana



Il timbro è ancora diverso, persino dal tamburo:
è la 'scatola cava' in 3D a vibrare
L'estetica musicale varia dal continente al continente

Un strumento esotico, usato nelle
orchestre sinfoniche



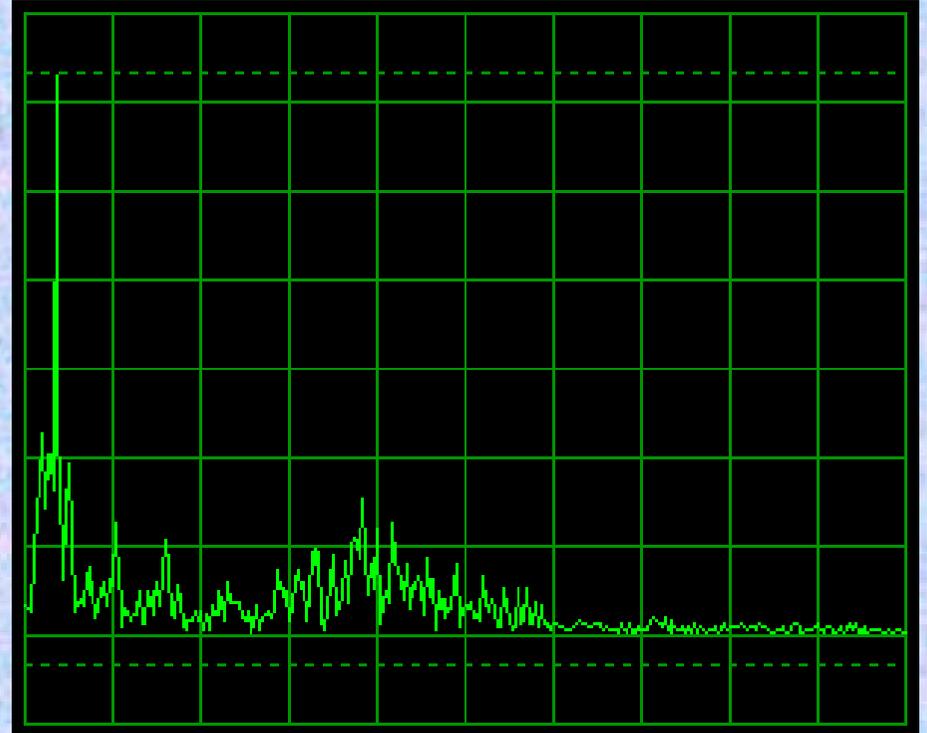
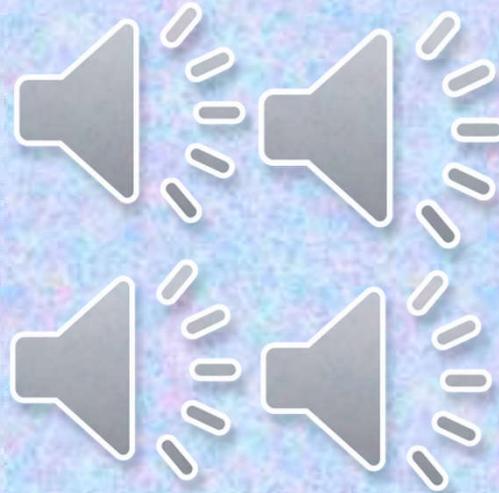
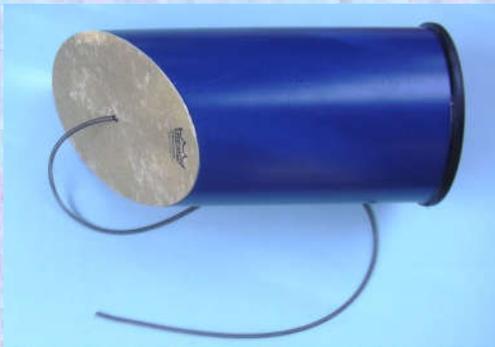
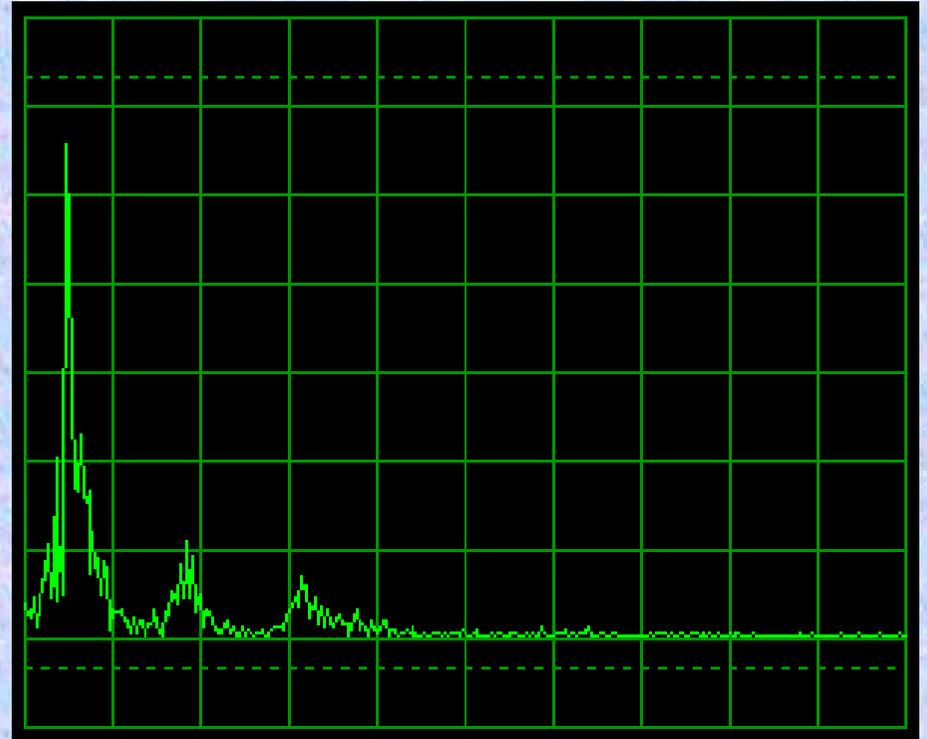
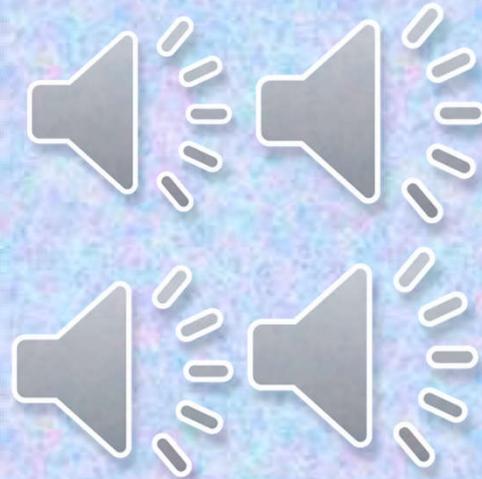
Guiro, Bolivia

<http://www.hobgoblin-usa.com/bigpics/gr19011.jpg>

Emu caller – uno scherzo aborigeno



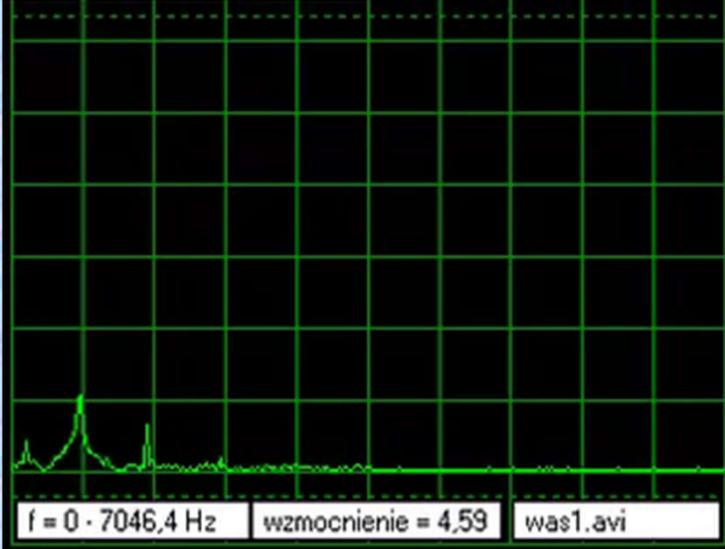
Suoni di un temporale



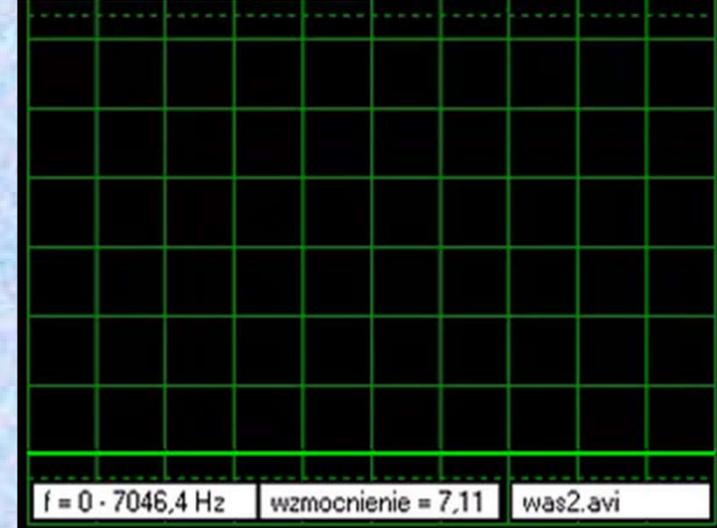
Musica sulla bacinella (di bronzo)



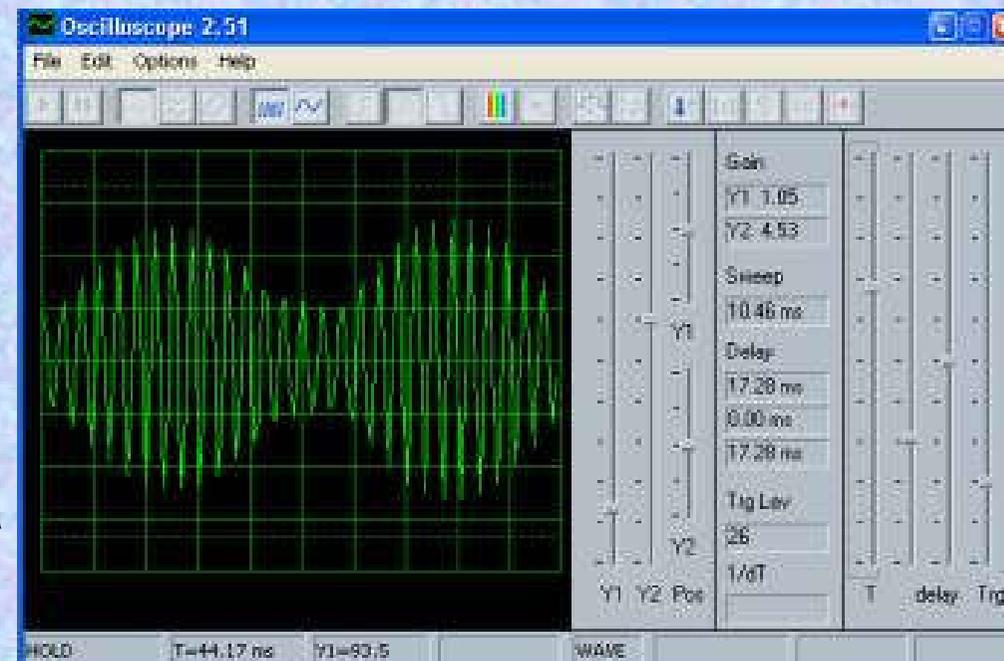
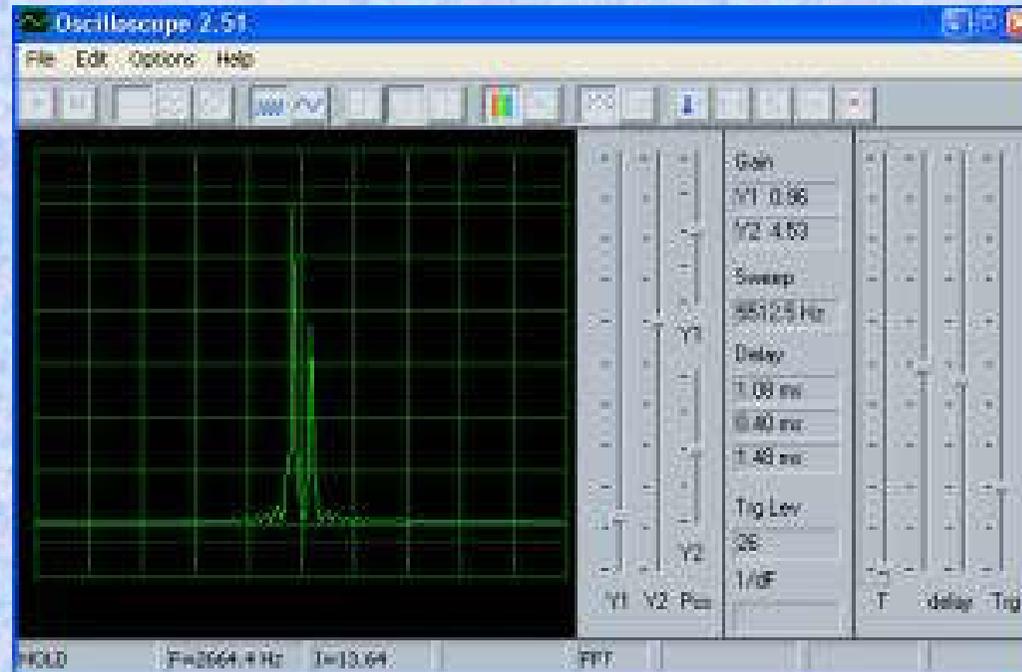
Unregistered HyperCam



Unregistered HyperCam



Campanelli dolorosi

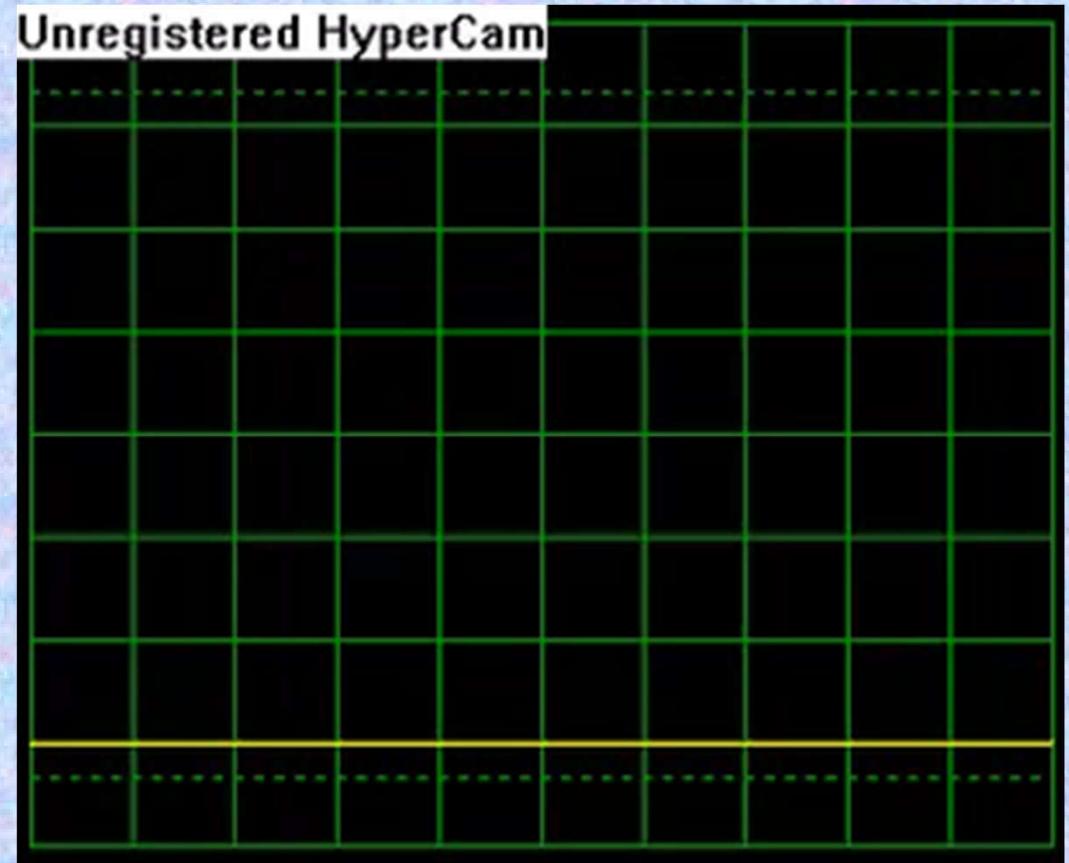


Due frequenze vicine messe insieme danno una impressione 'dolorosa'

Adesso siamo pronti per ascoltare una cascata (di suoni)

Il rumore „bianco”, diversamente dalla „musica da spumante” ha un largo spettro di frequenze.

Una cascata è un buon esempio.



Conclusioni

- Il concetto di un'onda appartiene al vocabolario comune
- Anche il suono è un'onda, che propaga in aria (eppure in acqua, pezzo di bronzo etc.)
- Ogni suono è diverso: per l'altezza (*pitch*), ampiezza ('forza', meglio – la potenza) e il timbro, cioè il suo *spettro*
- Con qualche semplice applicazione per il telefonino e/o computer possiamo visualizzare le onde acustiche.
- Il concetto d'armonia musicale (nostra, i.e. occidentale) dobbiamo a Pitagora (e Vincenzo Galileo)
- Insegnamento della musica arricchisce la personalità del bambino/ adolescente e lo introduca a un impegno personalizzato.

P.S. I delfini (e le balene) parlano in dialetti locali



<https://www.youtube.com/watch?v=GqteBewLJzk>

<https://www.youtube.com/watch?v=Y-dmGhxyfpc>

Dialekty wielorybów

<http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevE.93.022138>