

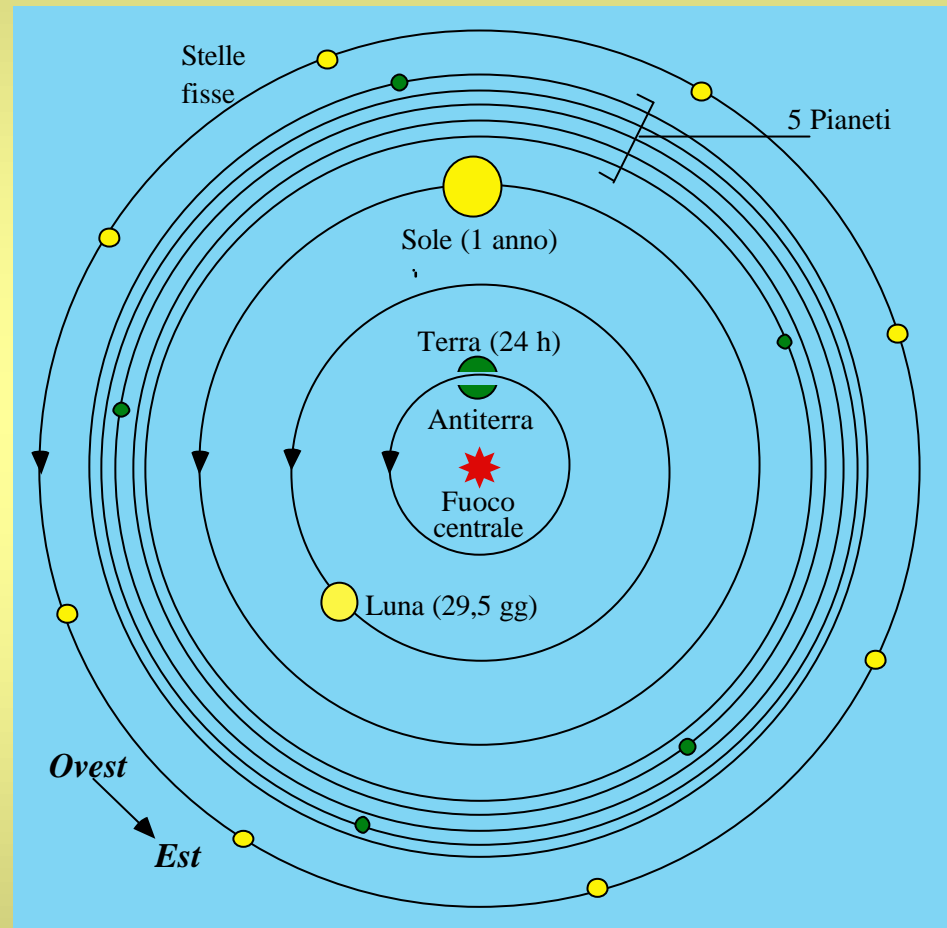
**LE VOCI DEGLI ARCHI:  
violino e viola**

**Andrea Frova**

**Dip. Fisica, Univ. “La Sapienza”, Roma**

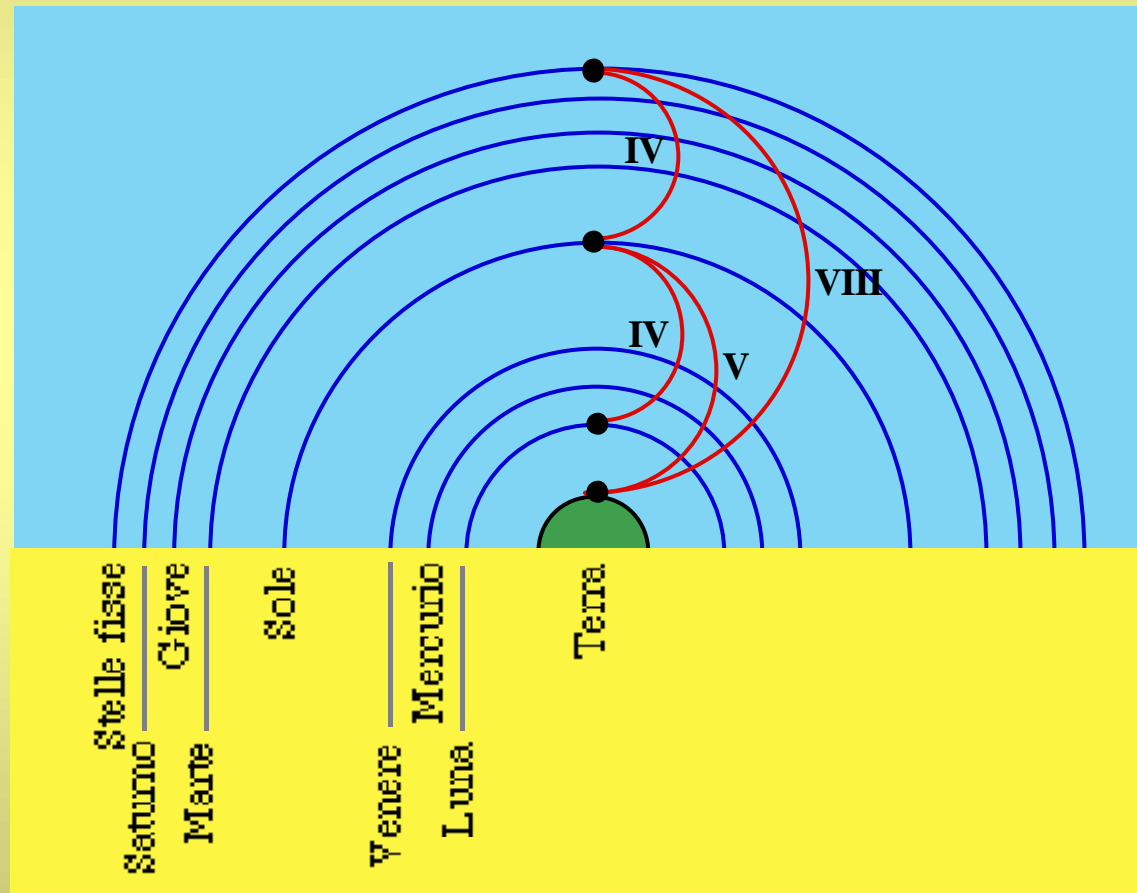
# I VENERDÌ DELL'UNIVERSO E IL SUONO MUSICALE

- In cerca di una connessione!
- La musica delle sfere (Filolao pitagorico)
- Per frequenza crescente: Terra, Luna, Sole, Venere, Mercurio, Marte, Giove, Saturno, Stelle fisse
- Troppe note per scala diatonica
- Per Aristotele: frottole!



## CENSORINO (GRAMMATICO ROMANO III SECOLO D.C.)

- Terra muta = I grado della scala diatonica (per totale 6 toni) - Stelle I grado ottava superiore.



# FANTASIA KEPLERIANA

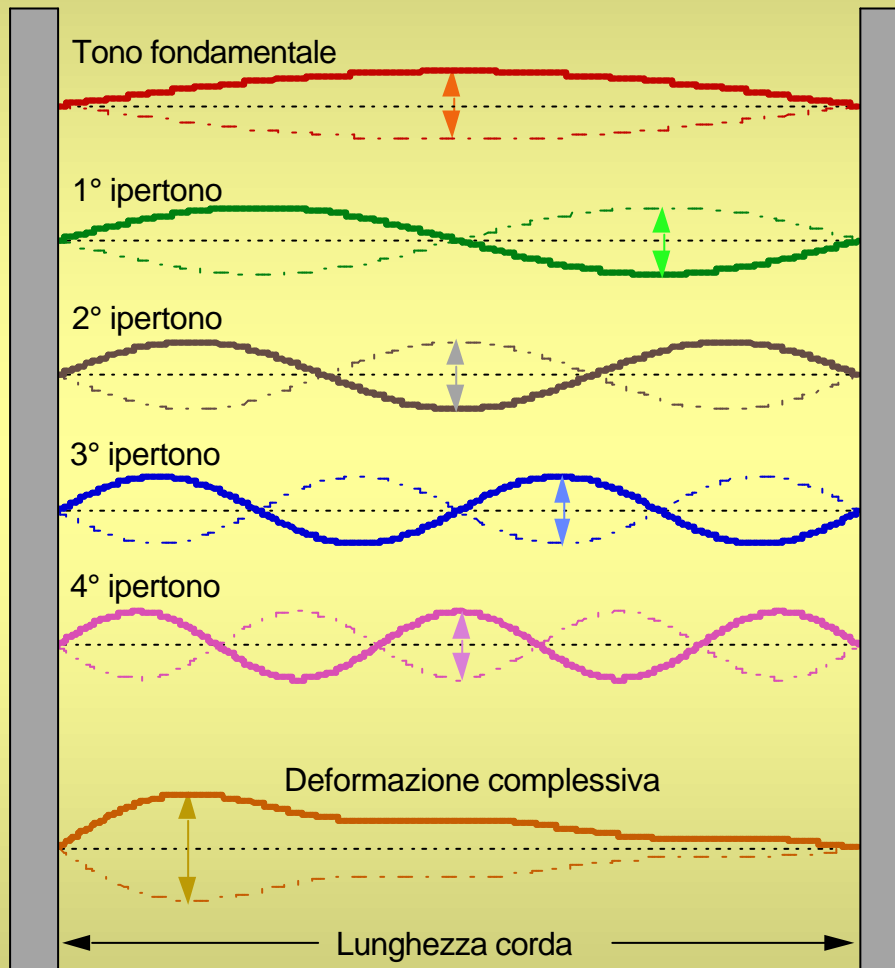
- Cerca specifiche corrispondenze tra leggi che governano il moto dei corpi celesti e le regole dell'armonia classica (Creatore insieme “matematico e musicista”)
- Accordo di massima consonanza: quinta perfetta *do-sol* con rapporti di frequenza **3:2** (“*relazione sesquialtera*”) è il cardine dell'intero sistema dell'armonia pitagorica
- Non trovando legge che leghi dimensione orbite e periodi, Keplero adotta il **3:2** della quinta. La legge di Keplero:

$$T^2 \propto A^3$$

## SUONO PURO E SUONO COMPLESSO

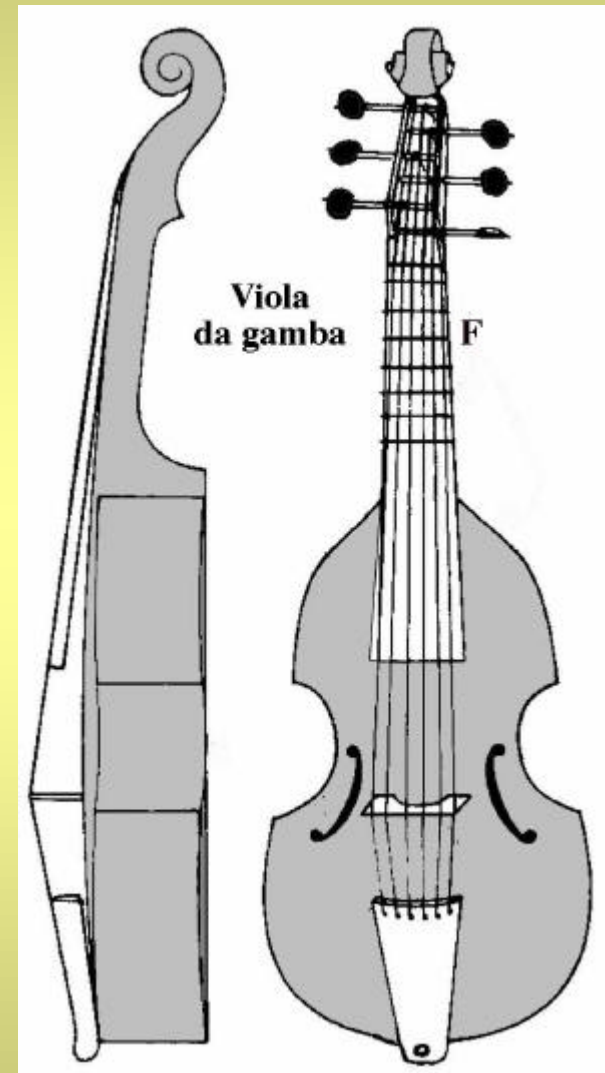
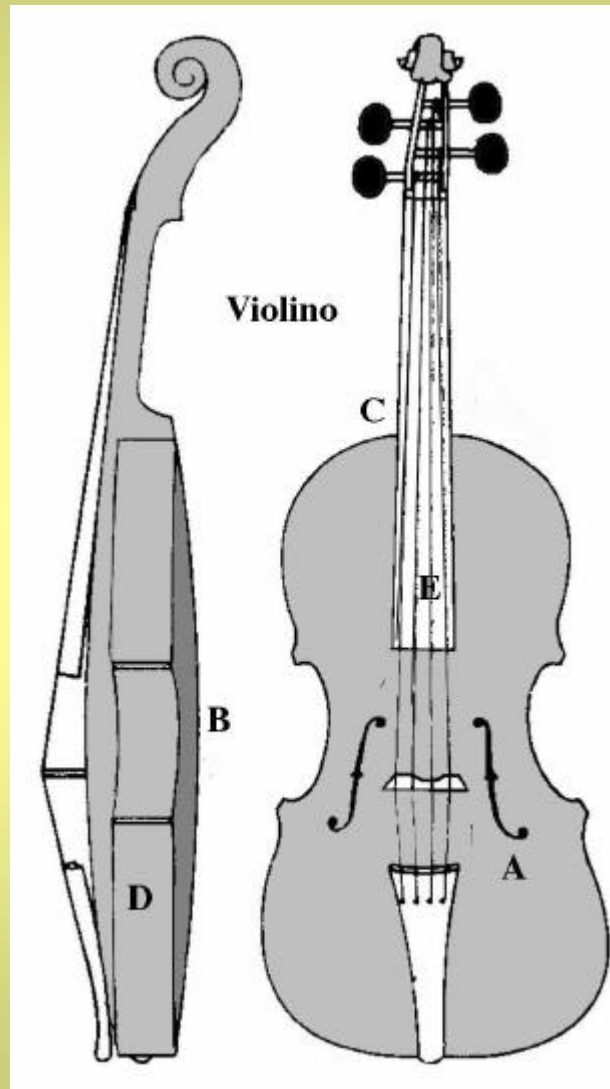
- Suono puro a una sola frequenza, (monocromatico): *diapason*
- Suono complesso: insieme di molte frequenze, timbro ricco, armonico: *strumenti musicali*
- Suono quasi puro: strumenti semplici, *ocarina, ottavino*, oppure *note alte* dei fiati, del piano, ecc.

# ONDE STAZIONARIE DI CORDA A ESTREMI FISSATI (ARMONICI) - MODI CON $l=2L/n$



- Suonare per armonici toccando le corde in punti particolari
- Timbro diverso: suonare presso l'estremo e presso il centro

# VIOLA DELLE “VIOLE” E VIOLA DEI “VIOLINI”



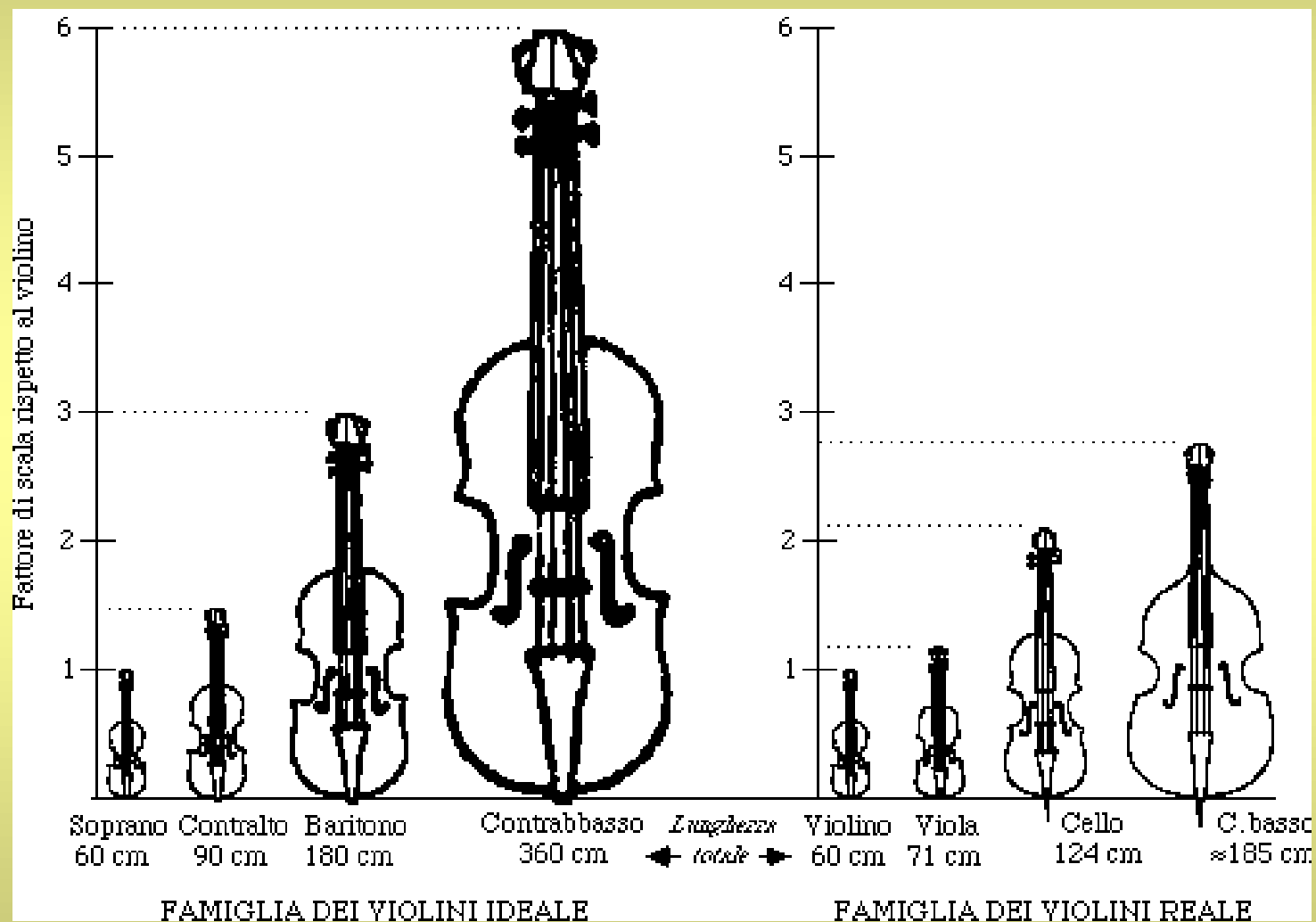
A. Frova, I Venerdì dell'Universo,  
Ferrara 16/4/04 - Voci degli archi

## FAMIGLIA VIOLINI: GAMMA FREQUENZE CORDE VUOTE

- Violino ~ 200-660 Hz
- Viola ~ 130-440 Hz ( $f \Rightarrow 1 : 1.5$ )
- Cello ~ 65-220 Hz ( $f \Rightarrow 1:3$ )
- C.basso ~ 40-100 Hz ( $f \Rightarrow \sim 1:6$ )
- Frequenze attese per la risonanza principale della tavola armonica, se violino ~ 5-600 Hz, viola ~ 350-400 Hz, cello ~ 200 Hz, c.basso ~ 100 Hz
- *Leggi di scala  $\Rightarrow$  aumento lineare dimensioni*

# TUTTA LA FAMIGLIA “ARCHI”

## Scalatura sul violino: dimensioni di compromesso



# COMPROMESSI

- Diametro delle corde
- Tensione delle corde
- Spessore del legno delle tavole
- Sagoma della cassa e altezza fasce
- Area fori a *effe*
- Altro

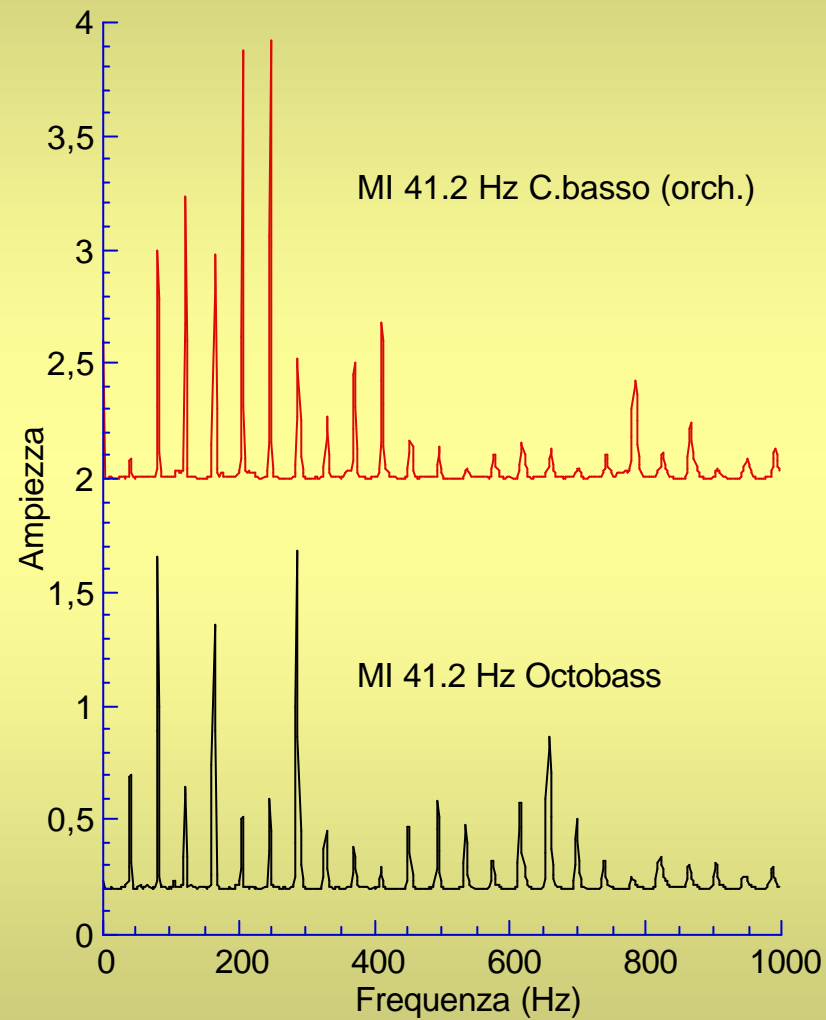
# OCTOBASS DI Nicola Moneta



A. Frova, I Venerdì dell'Universo,  
Ferrara 16/4/04 - Voci degli archi

# OCTOBASS vs CONTRABBASSO

(MI a 41.2 Hz: 4a corda del C.B.)



# **GALILEO**

- ***“... toccata, la corda comincia e continua le sue vibrazioni ... queste vibrazioni fanno vibrare e tremare l'aria che gli è appresso, i cui tremori e increspamenti si distendono per grande spazio...”***

# CORDA VIBRANTE

- Generalità su massa, tensione, materiali delle corde: frequenza tono fondamentale *cresce con tensione, diminuisce con lunghezza e densità* (Mersenne, Galileo)

$$f_{\text{tono fond}} = \frac{1}{2L} \sqrt{T/m}$$

- Accordatura
- Corda e cassa: oscillatori accoppiati (via ponticello)

# LE RISONANZE DELLA CASSA

- Corda libera e fissata a cassa
- Gli strumenti a corda
- Ruolo: ponticello, anima, catena, spessori, bombatura
- Fori a  $f$ , **risonanza dell'aria** ( o di Helmholtz)  
- per **violino 300 Hz, viola 200**, cello~ 100, c.basso~ 60

Frequenza

di risonanza:

$$f = \frac{0,27 \ v \ \sqrt[4]{A}}{\sqrt{V}}$$

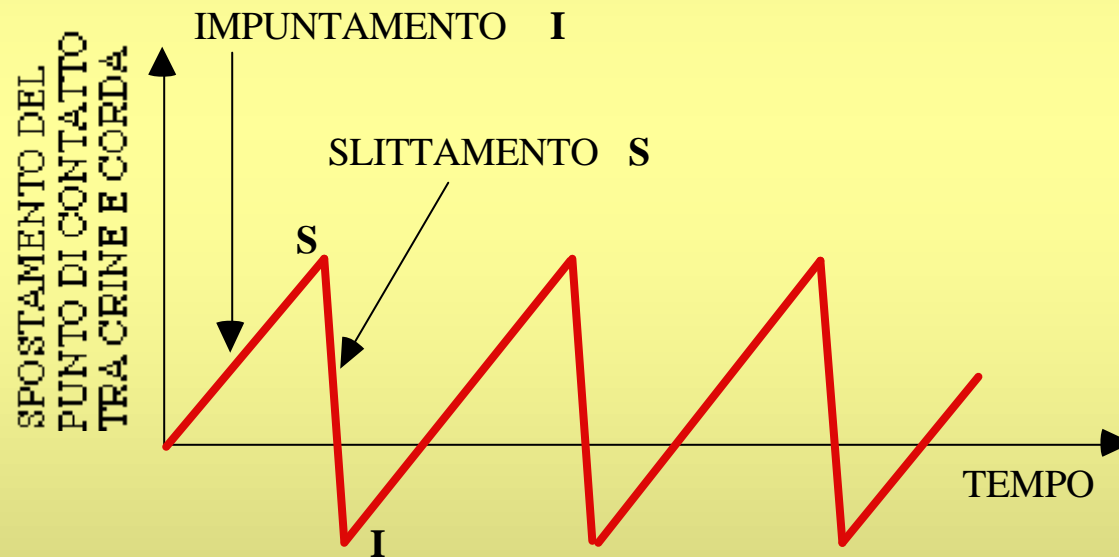
$v$  = velocità suono

$A$  = area foro

$V$  = volume cassa

# ESEMPI DI SUONO 1

- Diteggiatura, strofinamento meccanismo avanzamento crine

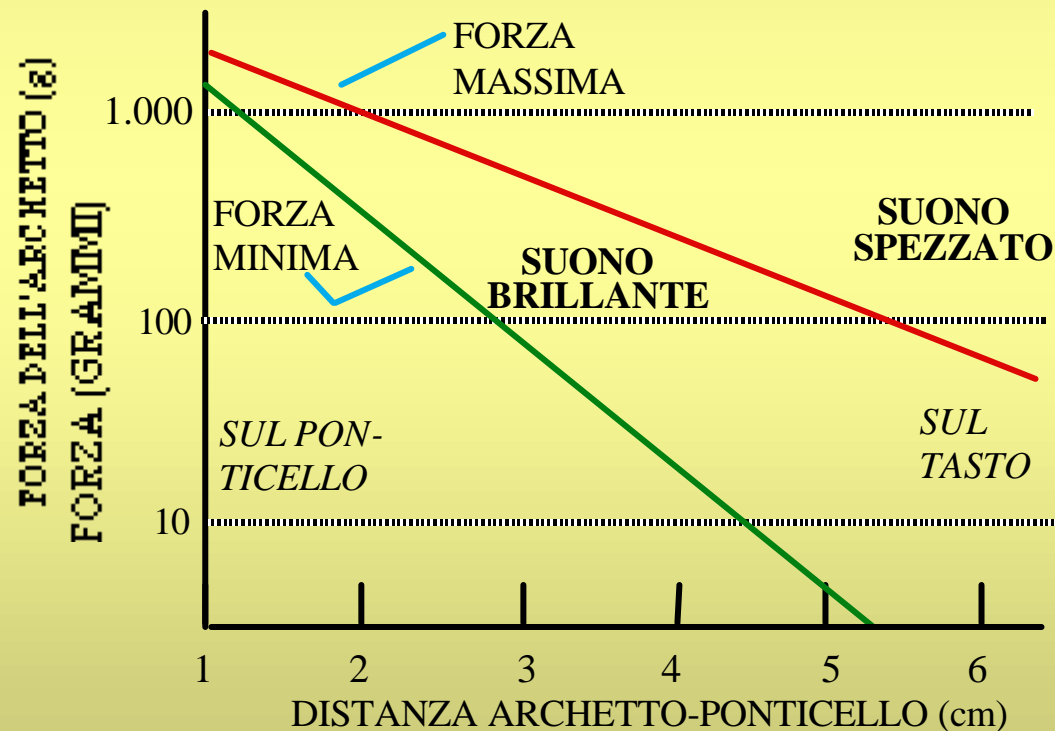


## ESEMPI DI SUONO 2

- Sordine
- Suono per armonici
- Vibrato, pizzicato e doppio pizzicato
- Suono sulla tastiera, suono sul ponticello (armonici più alti favoriti)
- Glissato
- *Esempi vari*

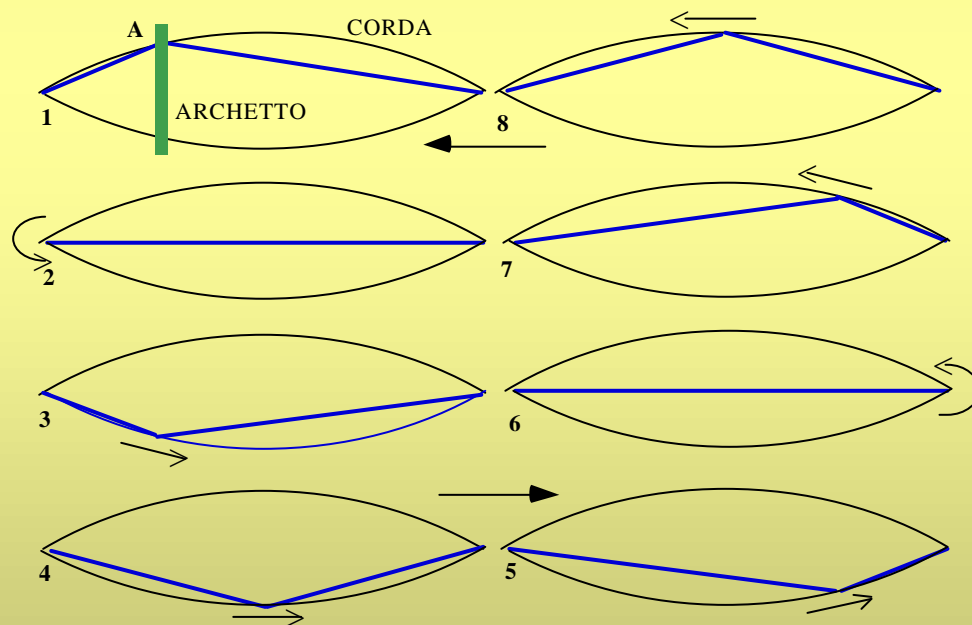
# USCIRE DAI BINARI (forza minima e massima)

- Suono ai limiti del prodotto [velocità \* pressione]  
(suono instabile o spezzato) - Cello,  $v = 20 \text{ cm/s}$



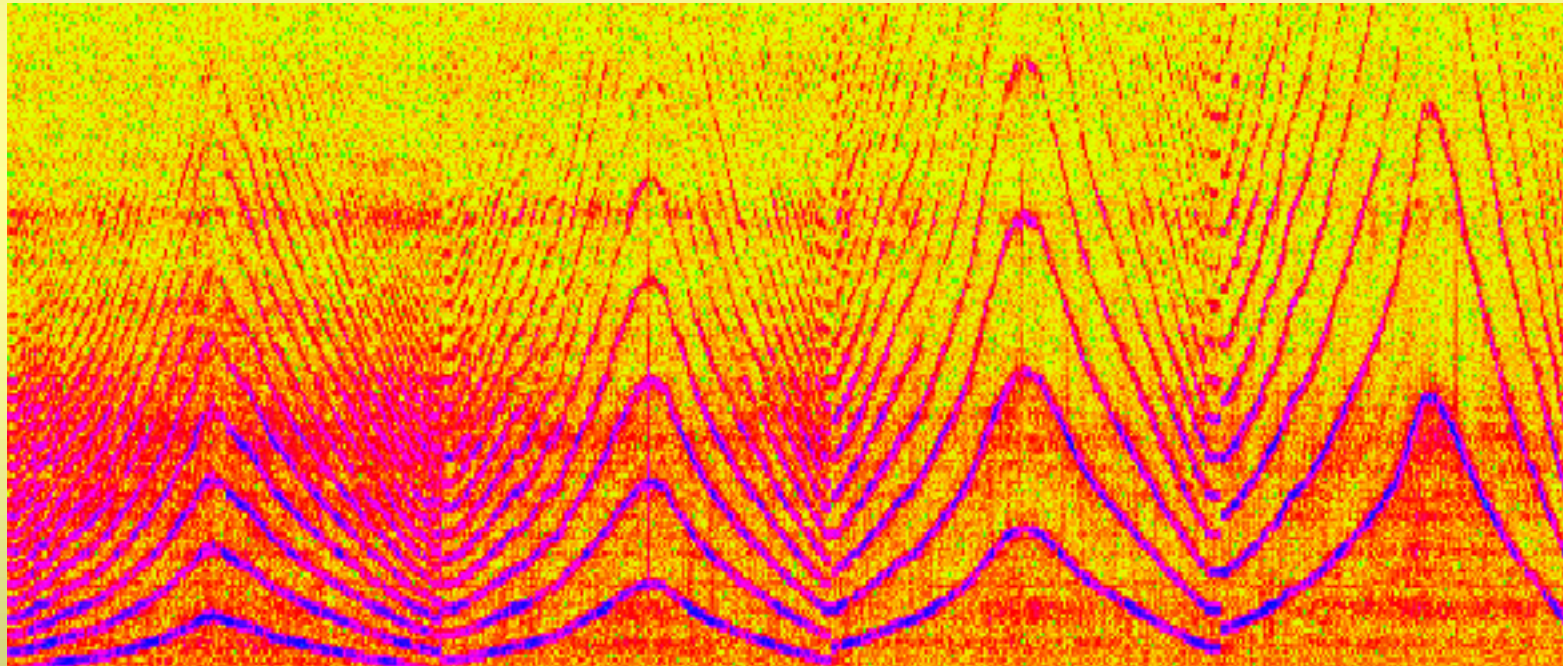
# MECCANISMO DI HELHMOLTZ per la propagazione dell'onda sulla corda

- Il moto di propagazione lungo la corda della deformazione prodotta dall'archetto nel punto A si realizza con un “giro” della deformazione che si completa dopo un tempo eguale al periodo dell'onda stazionaria fondamentale della corda.



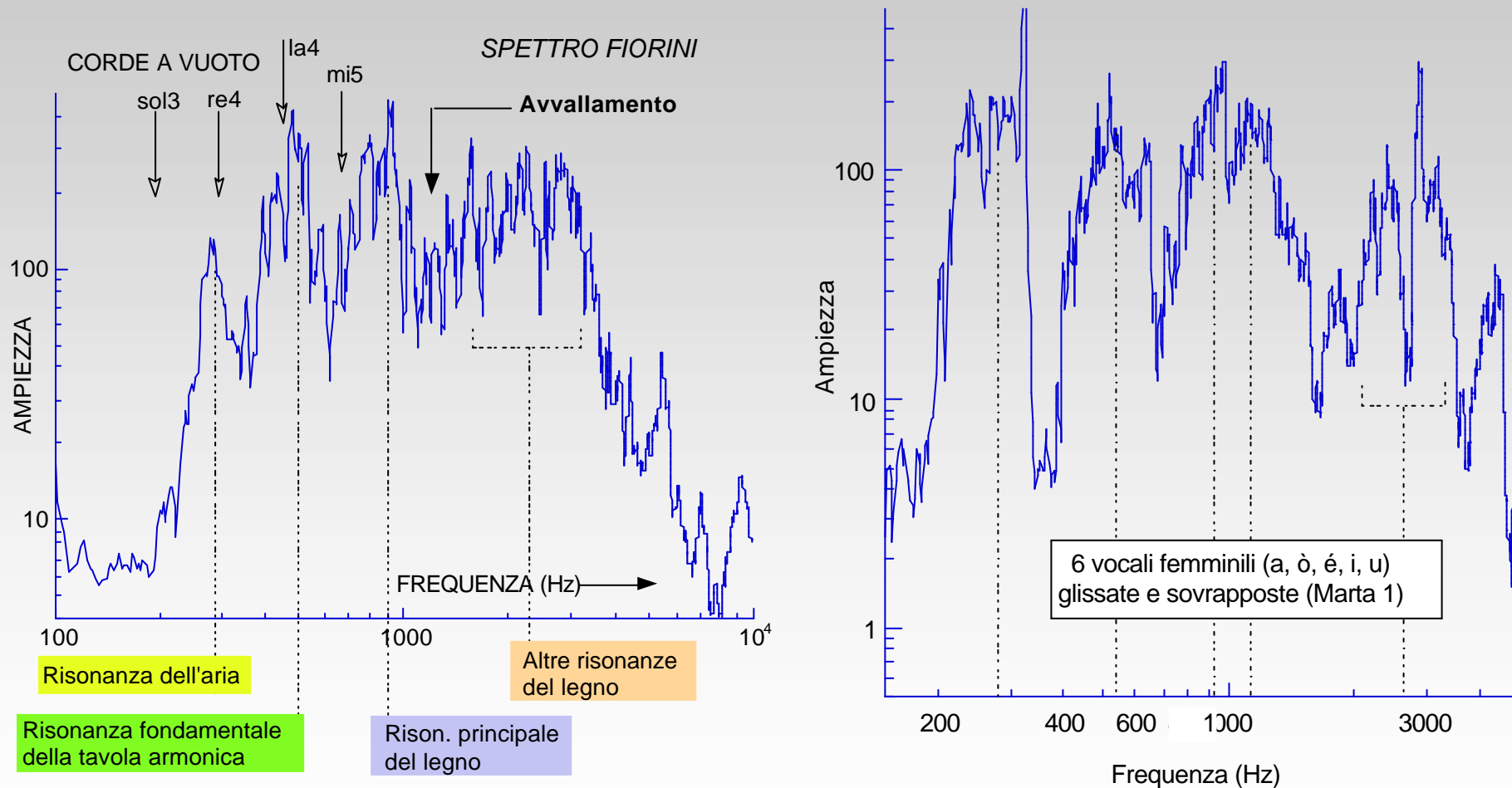
# LO SPETTRO DI RISONANZE DI UN VIOLINO (TRASF. DI FOURIER)

- Analisi al computer dei glissati (*eseguire*)
- 4a corda                      3a                      2a                      1a



# LA VOCE DEL VIOLINO

- Spettri del violino e della voce femminile



**GRAZIE!**



**Auditorium di Roma: Sala S. Cecilia**