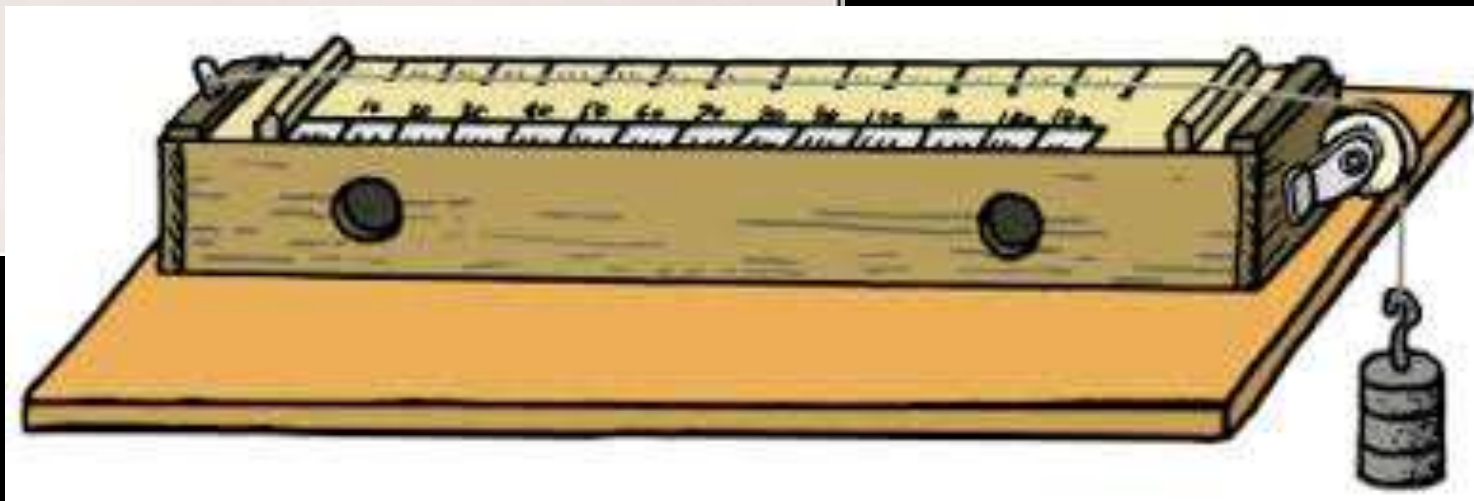
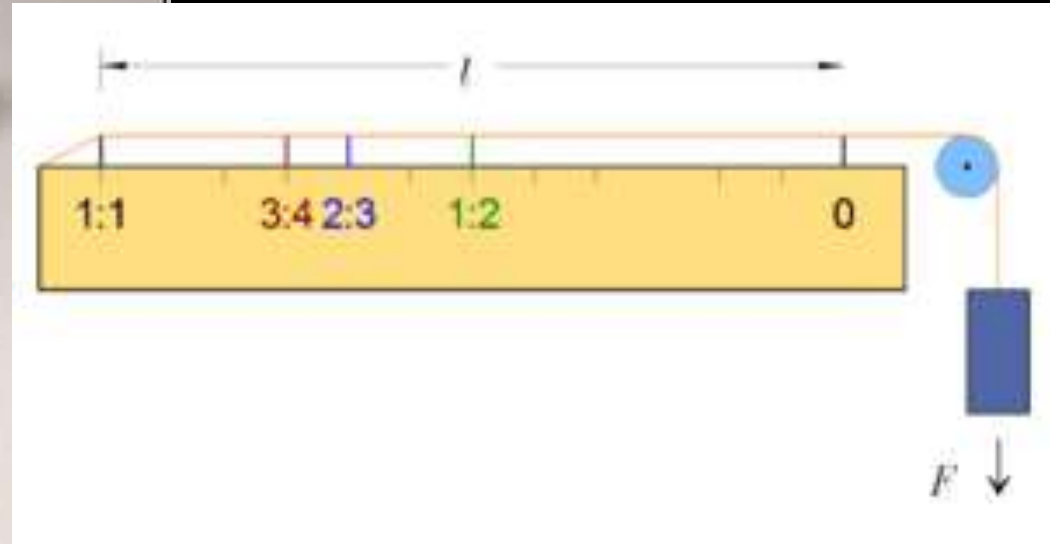
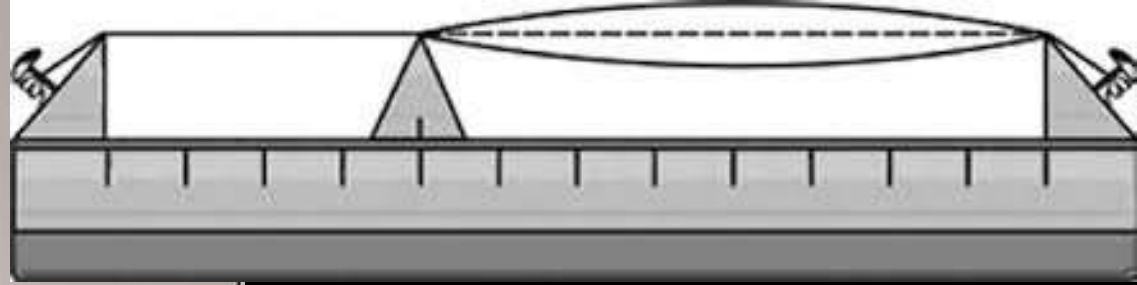


## ΜΟΥΣΙΚΉ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΆ

Αγγελοπούλου Αλίκη  
Ασημακοπούλου Κλάρα  
Γαλανοπούλου Έλενα  
Δουβή Κατερίνα

## ΜΟΝΌΧΟΡΔΟ

Το μονόχορδο υπήρξε αρχαίο μουσικό και επιστημονικό όργανο, το οποίο συνδέθηκε άρρηκτα με το έργο του αρχαίου φιλοσόφου και θεωρητικού της μουσικής Πυθαγόρα, ο οποίος το χρησιμοποιούσε και για να διδάσκει τους μαθητές του για την σχέση της μουσικής με τα μαθηματικά. Στην απλούστερή του μορφή, το μονόχορδο φέρει μία χορδή που εκτείνεται επί ενός ακουστικού ηχείου (το κυρίως σώμα του οργάνου). Η μετακίνηση ενός τάστου (του καβαλάρη) επιτρέπει την ελεγχόμενη αλλοίωση του ύψους του τόνου, από την οποία προκύπτει η μεταξύ τους μαθηματική σχέση.



## ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΈΣ ΣΧΈΣΕΙΣ

Αν ο καβαλάρης τοποθετηθεί στη μέση της χορδής, δημιουργείται μια σχέση που εκφράζεται με το λόγο  $\frac{1}{2}$ .

Αυτή η σχέση είναι γνωστή και ως οκτάβα ή διάστημα ογδός.

Αν ο καβαλάρης τοποθετηθεί στα  $\frac{4}{5}$  της χορδής, προκύπτει το διάστημα της μικρής τρίτης.

Αντίστοιχα, αν τοποθετηθεί στα  $\frac{5}{6}$ , έχουμε το διάστημα της μεγάλης τρίτης.

Άλλες σχέσεις αποτελούν: στα  $\frac{3}{4}$ , διάστημα τετάρτης  
στα  $\frac{2}{3}$ , διάστημα πέμπτης  
στα  $\frac{2}{1}$ , διάστημα ογδός

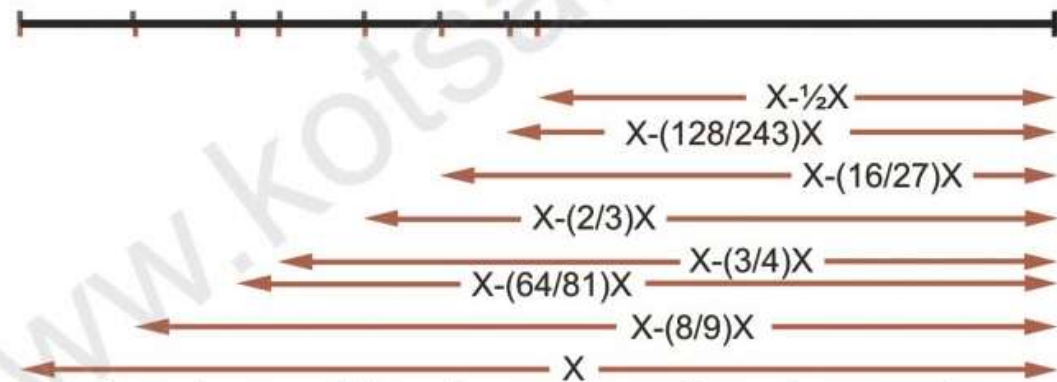
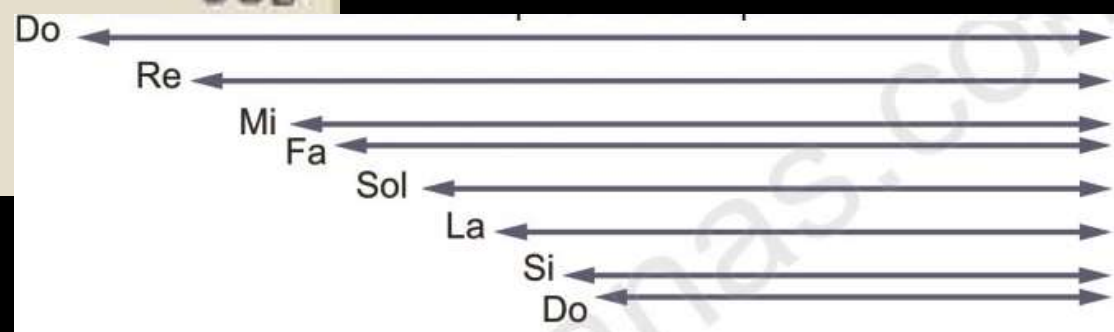
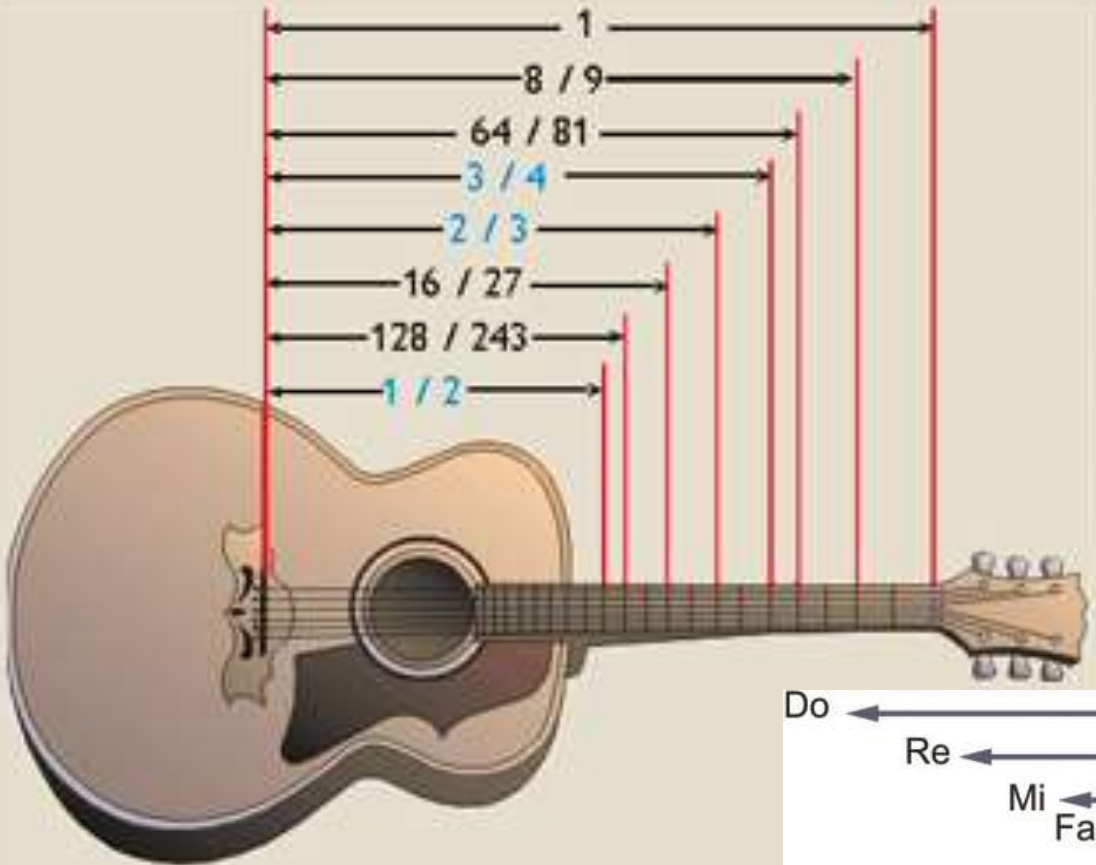
## ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΟΧΟΡΔΟΥ

Το μονόχορδο απεικονίστηκε σε δεκάδες πραγματείες του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης, ως το κύριο μέσο πρακτικής απόδειξης της σχέσης μαθηματικών και μουσικής· υπήρξε δε κύριο εργαλείο των οργανοποιών.

Στην καθαυτή μουσική εικάζεται πως δεν είχε κάποια σπουδαία πρακτική εφαρμογή καθώς περιοριζόταν στην επιστημονική του χρήση.

Άμεσος απόγονος του μονόχορδου θεωρείται η τρόμπα μαρίνα, ένα παρόμοιο μονόχορδο όργανο, με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τον ήχο του, ο οποίος μοιάζει μ' αυτόν της τρομπέτας.

Το μονόχορδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση των μαθηματικών ιδιοτήτων του μουσικού βήματος σχετικά με το μήκος και την τάση των χορδών. Για παράδειγμα, όταν η χορδή του μονόχορδου είναι ανοιχτή, δονείται σε μια συγκεκριμένη συχνότητα και παράγει μια νότα. Όταν το μήκος της χορδής μειωθεί στο μισό και απομακρυνθεί, παράγει μία νότα μια οκτάβα υψηλότερη και η χορδή δονείται διπλάσια από τη συχνότητα του πρωτότυπου (2: 1) Το ήμισυ αυτού του μήκους θα παράγει έναν ήχο δύο οκτάβες υψηλότερο από το αρχικό - τέσσερις φορές την αρχική συχνότητα (4: 1) - και ούτω καθεξής.



## ΒΕΕΤΗΟΒΕΝ

Είναι γνωστό ότι ο Beethoven ήταν κουφός, αλλά κατάφερε να μείνει στην ιστορία της μουσικής ως ένας από τους μεγαλύτερους συνθέτες που έζησαν ποτέ.

Για να συνθέσει τα κομμάτια του, συνέδεε τις μαθηματικές σχέσεις νοτών και κλιμάκων με ένα στοιχείο, που είναι, μέχρι στιγμής, αδύνατον να μετρηθεί από την επιστήμη, τα συναισθήματα των ανθρώπων.



## MOONLIGHT SONATA

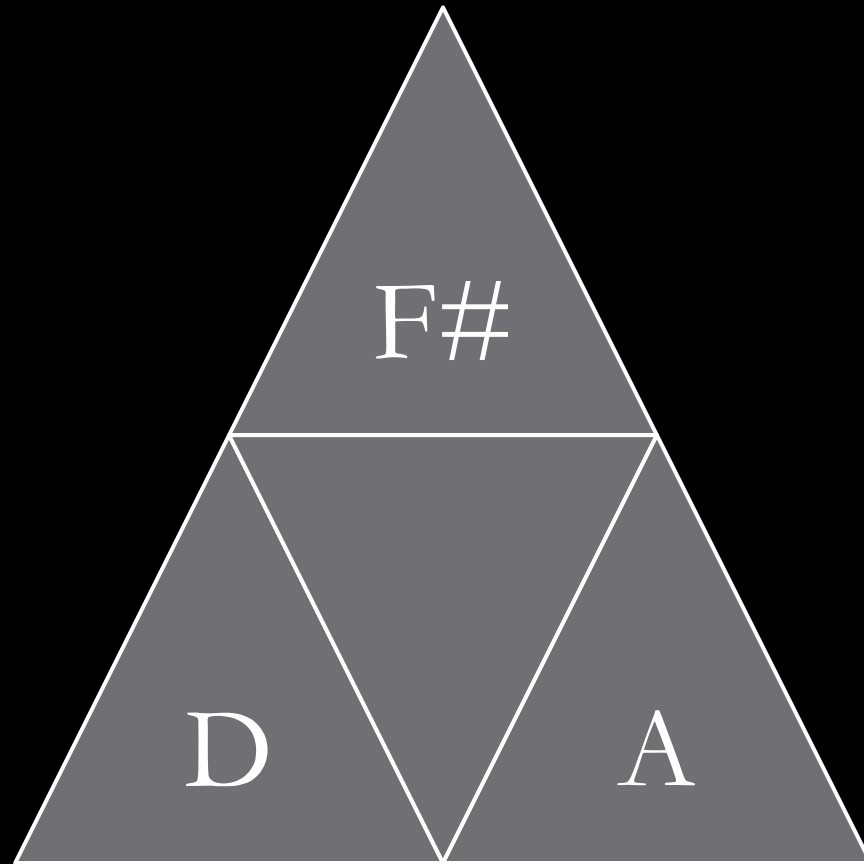
**Adagio sostenuto**  
*Si deve suonare tutto questo pezzo delicatissimamente e senza sordino \**

*sempre pp e senza sordino*

Χρησιμοποιεί τις νότες D, F# και A της κλίμακας D major



ΤΡΙΑΔΑ



## ΣΧΕΣΗ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ

**A**<sub>4</sub>  $f = 440 \text{ Hz}$   
 $y(t) = \sin(2\pi \cdot 440 t)$

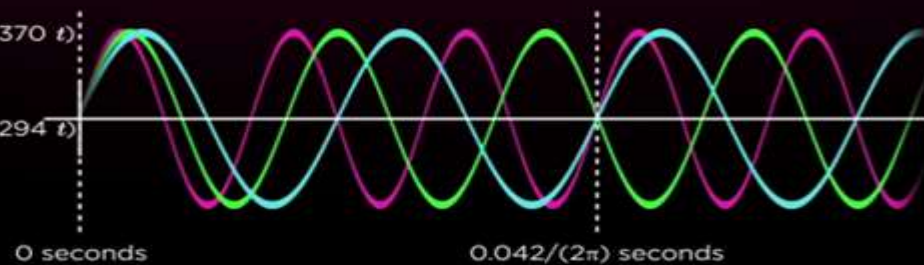
**F#**<sub>4</sub>  $f = 370 \text{ Hz}$   
 $y(t) = \sin(2\pi \cdot 370 t)$

**D**<sub>4</sub>  $f = 294 \text{ Hz}$   
 $y(t) = \sin(2\pi \cdot 294 t)$

$$y(t) = \sin(2\pi f t)$$

$f$  = frequency (in Hz)

$t$  = time (in seconds)



## FUN FACTS

- Ένας άνθρωπος μπορεί να ακούσει συχνότητες από περίπου 20 Hz έως 20.000 Hz.
- Οι πιο ευνοϊκές συχνότητες για τα αυτιά ενός ανθρώπου κυμαίνονται ανάμεσα στα 1.000 – 5.000 Hz.
- Εάν ένας άνθρωπος ακούσει ήχο με ένταση 240 dB, το κεφάλι του θα εκραγεί... κυριολεκτικά! Ευτυχώς είναι σχεδόν αδύνατον να παραχθεί ποτέ τέτοιος ήχος.