

Φυσική και Μουσική



Ως γνωστό όταν μια χορδή ή μια μεμβράνη ή ο αέρας μέσα σε ένα σωλήνα πάλλεται, δημιουργούνται στάσιμα κύματα και παράγεται ήχος. Κάθε φθόγγος είναι μια περιοδική κίνηση που έχει μια **θεμελιώδη** συχνότητα και πολλές πολλαπλάσιες αυτής, που λέγονται **αρμονικές**.

Αποδείξαμε ότι το μήκος μιας χορδής ή ενός σωλήνα είναι αντιστρόφως ανάλογο με την συχνότητα του ήχου που παράγει όταν τεθεί σε ταλάντωση.

Δυο φθόγγοι είναι σε αρμονία αν έχουν πολλές **κοινές αρμονικές**

Απόλυτη συμφωνία έχουμε όταν η συχνότητα του ενός φθόγγου είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της συχνότητας του άλλου. (Έτσι έχουν τις ίδιες αρμονικές!). Αν έχουν λόγο συχνοτήτων $\frac{1}{2}$ τότε αποτελούν μια οκτάβα.

Ο Πυθαγόρας παρατήρησε ότι αν έχουμε χορδές (με ίδιο τέντωμα και ίδιο πάχος) που πάλλονται, και τα μήκη τους έχουν λόγο μικρών ακεραίων αριθμών, τότε ακούγονται εύηχοι φθόγγοι. Έτσι κατασκεύασε όργανα που οι χορδές τους έχουν λόγους $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, κλπ (αντίστροφους λόγους θα έχουν και οι συχνότητες των ήχων που παράγουν). Έφτιαξε λοιπόν μια κλίμακα από νότες, στηριζόμενος σε λόγους των αριθμών 6, 8, 9, 12, (τετρακτύς) και σε συνδυασμούς αυτών.

Το πρόβλημα ήταν ότι με σταθερό λόγο δύο ακεραίων μεταξύ δύο διαδοχικών φθόγγων, δεν μπορούμε να ξαναπετύχουμε διπλασιασμό ή τετραπλασιασμό στην συχνότητα. (Δεν μπορεί να δημιουργηθεί οκτάβα!)

Στην αναγέννηση σκεφτήκαν να ξεκινήσουν από μια οκτάβα και να την διαιρέσουν σε 12 «**ίσα**» **μέρη, (τα ημιτόνια)**. Όταν λέμε «ίσα», εννοούμε να έχουν οι διαδοχικές νότες τον **ίδιο λόγο συχνοτήτων και όχι την ίδια διαφορά**. Έτσι η πρώτη από την τελευταία νότα θα έχουν λόγο συχνοτήτων $\frac{1}{2}$ και οι ενδιάμεσες νότες θα έχουν τον ίδιο λόγο συχνοτήτων, που αποδεικνύεται ότι είναι η δωδεκάτη ρίζα του 2. Αυτό ονομάζεται **συγκερασμός**. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να έχουμε χορωδία και πολλά όργανα να παίζουν παράλληλα μια μελωδία, ξεκινώντας

από διαφορετική βάση. Κάτι τέτοιο δεν μπορεί να συμβεί με την κλίμακα του Πυθαγόρα, γιατί δεν είναι συγκερασμένη, όπως επίσης συγκερασμένη δεν είναι και η κλίμακα της βυζαντινής μουσικής. Γι αυτό στην βυζαντινή μουσική έχουμε μονωδία και δεν μπορεί να υπάρξει χορωδία όπως στην ευρωπαϊκή.

Εμείς λοιπόν κατασκευάσαμε το τετράχορδο του Πυθαγόρα και μια μείζονα κλίμακα (ματζόρε) ευρωπαϊκής μουσικής, με 8 όμως διαστήματα.(Τόνος-τόνος-ημιτόνιο-τόνος-τόνος-τόνος-ημιτόνιο). Παρατηρήσαμε ότι οι περισσότεροι φθόγγοι του Πυθαγόρα κατά προσέγγιση, περιέχονται στην ευρωπαϊκή κλίμακα.

Σκεφτήκαμε όμως να διερευνήσουμε τι θα συνέβαινε αν αντί για 12 μέρη διαιρούσαμε την οκτάβα σε **10 «ίσα» μέρη**. Έτσι τώρα οι συχνότητες δύο διαδοχικών φθόγγων θα έχουν λόγο την δεκάτη ρίζα του 2. Αυτό το κάναμε γιατί παρατηρήσαμε ότι η 1^η με την 7^η νότα έχουν λόγο (κατά προσέγγιση) τον **αριθμό φ του Φειδία**. Θέλουμε λοιπόν να συνθέσουμε ένα μουσικό κομμάτι στην νέα συγκερασμένη κλίμακα, και να δούμε αν βγάζει αρμονικό ήχο ή όχι.

Αντίστοιχες κατασκευές κάναμε και με σωλήνες, που κόψαμε σε καθορισμένα μήκη, ώστε να αντιστοιχούν στις παραπάνω κλίμακες.

Κατασκευαστικά τώρα πρέπει να έχουμε μια ισοπαχή χορδή με το ίδιο τέντωμα (ίδια τάση) και να πάρουμε συγκεκριμένα τμήματα αυτής, ώστε να δούμε τι νότες μας δίνουν όταν πάλλονται. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήσαμε τροχαλίες για να έχουμε ίδια τάση και καβαλάρηδες πάνω σε ράγες, ώστε να μπορούμε να τους μετακινούμε και να έχουμε ακρίβεια στο μήκος. Με έναν εντατήρα, μπορούμε να ρυθμίζουμε την τάση της χορδής και έτσι να αλλάζουμε το «κούρδισμα». Η κατασκευή βρίσκεται πάνω σε αντηχείο ώστε με το φαινόμενο του συντονισμού να έχουμε ενίσχυση του ήχου.