



## Το Πυθαγόρειο πείραμα των χορδών με αφορμή τους χαλκουργούς στη βάσανο της Επιστήμης της Φυσικής

Ο Ιάμβλιχος<sup>1</sup> στο έργο του «Περί Πυθαγορικού βίου (κεφ. 26, §115-118)» αναφέρει ένα πείραμα Ακουστικής με χορδές, που φέρεται ότι επραγματοποίησε ο Πυθαγόρας

### <sup>1</sup> Ο νεοπλατωνικός φιλόσοφος Ιάμβλιχος

Ο νεοπλατωνικός φιλόσοφος Ιάμβλιχος ήτο αραβικής καταγωγής. Εγεννήθη περί το 250 μ.Χ. εις την πόλιν Χαλκίδα της Κοίλης Συρίας.

Η πόλις Χαλκίς της Κοίλης Συρίας ευρίσκετο εις τους πρόποδες του όρους Λιβάνου και δια τούτο εκαλείτο Χαλκίς η υπό τον Λίβανον. Ακριβέστερον, ευρίσκετο μεταξύ Βηρυττού και Δαμασκού, ως επίσης μεταξύ Σιδώνος και Ηλιουπόλεως.

Τυγχάνει ευρύτερα γνωστός λόγω του έργου του αναφορικάς με την πυθαγόρειον φιλοσοφίαν εις μίαν περίοδον μεγάλων ζυμώσεων, κατά την οποία ένας πολιτισμικός κύκλος πλησιάζει εις το τέλος του και ένας καινούργιος ανοίγει.

Κατ' αυτήν την μεταβατικήν περίοδον εμφανίζεται το φιλοσοφικόν ρεύμα των νεοπλατωνικών, οίτινες ειργάσθησαν στοχεύοντες εις την σύνθεσιν των διδασκαλιών του Πυθαγόρου, του Πλάτωνος, του Αριστοτέλους και των Μυστηρίων εις έν ενιαίον σύστημα, αναζωογονούντες την ψυχήν του ελληνορωμαϊκού κόσμου, του ταχέως βυθιζομένου εις την πνευματικήν και την ηθικήν παρακμήν.

Ήτο γόνος πλουσίας και αριστοκρατικής οικογενείας της Χαλκίδος καταγομένης από βασιλείς – ιερείς του θεού του Ηλίου *Ηλιογαβάλου*. Υπερήφανος ών για την εθνικήν του καταγωγήν, ηρνήθη να υιοθετήσει ελληνικόν ή λατινικόν όνομα, κατά τα ειωθότα της εποχής και διετήρησεν το συριακόν *Γιαμλικού*, «ο θεός κυβερνά».

Υπήρξεν μαθητής του Πλωτίνου επηρεασθείς υπό των μυστικιστικών αντιλήψεών του. Αμφισβητείται η μαθητεία του παρά τον Πορφύριον, μετά του οποίου είχαν ολίγες διαφωνίες. Ίδρυσεν ιδικήν του σχολήν εις την Συρίαν, ένθα η φήμη του προσήλκυσεν πλήθος μαθητών εξ όλων των ανατολικών επαρχιών της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Εξέχοντες μαθητές αυτού ήσαν ο Σώπατρος ο Απαμεύς και ο Αιδέσιος, όστις τον διεδέχθη εις την Διεύθυνσιν της Συριακής Σχολής.

Ο επιφανέστερος συνεχιστής της Ιαμβλιχείου φιλοσοφίας υπήρξεν ο Πρόκλος, εις των τελευταίων Διευθυντών της Ακαδημίας του Πλάτωνος.

Ο Ιάμβλιχος πιθανώς να απεβίωσεν ολίγον μετά την Α' Οικουμενικήν Σύνοδον και ολίγον πριν ο χριστιανισμός γίνει η επίσημη θρησκεία της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας.

Έργα του Ιάμβλιχου είναι: Η «*Χαλδαϊκή Θεολογία*» εκ της οποίας διασώζονται έξι βιβλία:

1. *Περί του πυθαγορικού βίου,*
2. *Προτρεπτικός επί φιλοσοφίαν,*
3. *Περί της κοινής μαθηματικής,*
4. *Περί της Νικομάχου Γερασηνού Αριθμητικής Εισαγωγής,*
5. *Τα θεολογούμενα αριθμητικά και*
6. *Περί των Αιγυπτίων Μυστηρίων.*

και δια του οποίου χρεώνεται σ' αυτόν προσωπικά η τιμή της ανακάλυψης των αριθμητικών λόγων των μουσικών συμφωνιών *διαπασών* (οκτάβας) (2/1), *δια πέντε* (πέμπτης) (3/2), *δια τεσσάρων* (τετάρτη) (4/3) και *επόγδοον* (τόνος) (9/8).

Ο Νικόμαχος ο Γερασινός (*Αρμονικόν Εγχειρίδιον*, κεφ. 6, §Τ, γρμ. 1 κ.εξ.) εξιστορών και αυτός το ίδιο πείραμα προσθέτει -και αυτό είναι βασικότατο- ότι τα συμπεράσματά του εξ αυτού του πειράματος ο Πυθαγόρας τα εφάρμοσε σε ηχητικά βάζα περιέχοντα συγκεκριμένους όγκους νερού (*λεκίδων κροῦσιν*), σε καμπάνες, σε ηχητικούς σωλήνες με καλαμίδα (*αὐλούς*), σε ηχητικούς σωλήνες χωρίς καλαμίδα (*σύριγγας*) καθώς επίσης σε πλήθος εγχόδων μουσικών οργάνων ( *τρίγωνα καὶ τὰ παραπλήσια*).

Σε πηγές των τελευταίων χρόνων της αρχαιότητας αποδίδονται στον Πυθαγόρα ακουστικές παρατηρήσεις και ακουστικά πειράματα, όπως π.χ. είναι το πείραμα με τα σφυριά των σιδεράδων και τις χορδές, που αναφέρει ο Ιάμβλιχος στο έργο του «*Πυθαγορικός Βίος*» το οποίο θα εξετάσουμε εάν είναι λανθασμένο ή όχι από την σκοπιά της Φυσικής<sup>2</sup>.

Το εξώφυλλο του βιβλίου του F. Gafurio «*Theorica Musicae*» (1492) κοσμεί μία ξυλογραφία που παριστάνει τα πειράματα τα αποδιδόμενα στον Πυθαγόρα, δηλαδή το πείραμα στο Χαλκοτυπείο με τα σφυριά, το πείραμα με τις καμπάνες, το πείραμα με τους ποικίλους ηχητικούς σωλήνες και το πείραμα με τις χορδές σε πολύχορδο μουσικό όργανο.



Από το εξώφυλλο του βιβλίου του F. Gafurio «*Theorica Musicae*» (1492). Ξυλογραφία που παριστάνει πειράματα του Πυθαγόρα (το πείραμα στο Χαλκοτυπείο με τα σφυριά, πείραμα με καμπάνες, πείραμα με ηχητικούς σωλήνες, πείραμα με χορδές σε πολύχορδο μουσικό όργανο πείραμα με αυλούς και σύριγγες).

Οι αριθμοί 16, 12, 9, 8, 6, 4 στη γκραβούρα των Πυθαγορείων πειραμάτων οι αναφερόμενοι είτε στα μήκη των ανοικτών ηχητικών σωλήνων, είτε στις τάσεις των χορδών, είτε στο κενό μέρος των ποτηριών, είτε στις μάζες των καμπανών εστόχευαν από τους εμπνευστές αυτών των πειραμάτων στο να αναφέρονται κατά μεν την κατιούσα διαδοχή στις νότες  $A_2, E_2, B_1, A_1, E_1, A_0$  κατά δε τη ανιούσα διαδοχή στις νότες  $E_0, A_0, D_1, E_1, A_1, E_2$ .

Σώζονται επίσης εις το *Ανθολόγιον* του Στοβαίου εκτεταμένα αποσπάσματα από το έργο του *Περί Ψυχής*, από το *Επιστολαί προς Μακεδόνιον και Σώπατρον* «*Περί ειμαρμένης*» και από το *Προς Δέξιππον και Σώπατρον* το «*Περί διαλεκτικής*».

<sup>2</sup> (Βλέπε C. Janus, *Musici scriptores graeci*, σελ. 341, 13 και εξής και B. L. v. d. Waerden, *Erwachende Wissenschaft*, σελ. 157).



Το Πυθαγόρειο πείραμα των χορδών, το οποίο περιγράφει ο Ιάμβλιχος, αναφέρει τα εξής:

Ο Πυθαγόρας διαρκώς αναζητούσε να επινοήσει κάποιο εργαλείο επιβοηθητικό ακουστικών μετρήσεων, βασιζόμενο στη λογική, όπως ακριβώς η όραση έχει τον διαβήτη, τον χάρακα και τη διόπτρα και η αφή έχει τον ζυγό ή τα επινοηθέντα σταθμά.

Περπατώντας μια μέρα (ο Πυθαγόρας) κοντά σ' ένα χαλκουργείο, από κάποια θεϊκή συγκυρία άκουσε σφυριά να σφυροκοπούν τον σίδηρο στο αμόνι και ο συνδυασμός των ήχων τους σχημάτιζε τρία σύμφωνα διαστήματα, δηλαδή την οκτάβα, την πέμπτη και την τετάρτη. Με την μουσικά εκπαιδευμένη ακοή του διέκρινε ότι το άθροισμα των διαστημάτων της τετάρτης και της πέμπτης έδινε το διάστημα της οκτάβας ενώ η διαφορά τους έδινε το παράφωνο διάστημα του τόνου.

Κατευχαριστημένος, λοιπόν, επειδή με τη βοήθεια του θεού θα κατόρθωνε να φέρει εις πέρας το όνειρό του, εισήλθε στο χαλκουργείο και με ποικίλα πειράματα βρήκε ότι η διαφορά του ήχου οφείλετο στα βάρη των σφυριών και όχι στη δύναμη που τα σφυριά κτυπούσαν στο αμόνι, ούτε στα σχήματα των σφυριών.

Ζύγισε τα βάρη των σφυριών και τα βρήκε 12, 9, 8 και 6 μονάδες βάρους, αντίστοιχα, και επέστρεψε στο σπίτι του. Εκεί από έναν πάσσαλο, τον ποίον έμπηξε διαγωνίως στους τοίχους, κρέμασε τέσσερις ισομήκεις χορδές, όλες φτιαγμένες από το ίδιο υλικό, με ίσο πλήθος ινών και ισοπαχείς και με ίση συστροφή (ίδιο στρίψιμο ινών). Κρέμασε και τέντωσε την κάθε μία χορδή με βάρος ίσο προς το βάρος καθενός σφυριού.

Έπειτα κρούοντας συγχρόνως ανά δύο τις χορδές, διεπίστωσε ότι άκουγε τις προμνημονευθείσες συμφωνίες.

Η κρούση των χορδών με βάρη τάσεως 12 και 6 μονάδες, που σχημάτιζαν το διπλάσιο λόγο  $12/6=2/1$ , έδινε το διάστημα της οκτάβας.

Η κρούση των χορδών με βάρη τάσεως 12 και 8 μονάδες, που σχημάτιζαν τον ημιόλιο λόγο  $12/8=3/2$ , έδινε το διάστημα της πέμπτης. Το ίδιο διάστημα ακουγόταν και από την κρούση των χορδών με βάρη τάσεως 9 και 6 μονάδες.

Η κρούση των χορδών με βάρη τάσεως 12 και 9 μονάδες, που σχημάτιζαν τον επίτριτο λόγο  $12/9=4/3$ , έδινε το διάστημα της τετάρτης. Το ίδιο διάστημα ακουγόταν και από την κρούση των χορδών με βάρη τάσεως 8 και 6 μονάδες.

Τέλος, η κρούση των χορδών με βάρη τάσεως 9 και 8 μονάδες, που σχημάτιζαν τον επόγδοο λόγο  $9/8$ , έδινε το διάστημα του τόνου.

Κυρίες και κύριοι, με τις λακωνικές πληροφορίες για την αρχαία ελληνική μουσική και τη Μουσική Ακουστική, που θα σας παραθέσω, ευελπιστώ να σας καταστήσω στοιχειωδώς μύστες, ώστε να μπορέσετε να κατανοήσετε τα όσα θα σας αναφέρω στην εισήγησή μου.

## Η έννοια μουσικό «διάστημα»

Στην αρχαιότητα η έννοια μουσικό διάστημα ορίζετο με τη βοήθεια δύο αριθμών λ.χ.  $\alpha, \beta$  ( $\alpha > \beta$ ). Ο κάθε αριθμός παριστούσε το τάστο που πατούσε το δάκτυλο του μουσικού εκτελεστού επί του μάνικου του εγχόρδου μουσικού οργάνου, δηλαδή ο κάθε αριθμός παριστούσε ένα συγκεκριμένο μήκος ταλαντουμένου τμήματος χορδής από τον χορδοκράτη έως το πατημένο τάστο.

Το ερώτημα είναι βάσει ποιάς αριθμητικής πράξεως συνεδέοντο μεταξύ των αυτοί οι δύο αριθμοί προκειμένου να καθορίσουν το μουσικό διάστημα;

Οι αριθμητικές πράξεις ανέκαθεν ήσαν

1. η αφαίρεση δια της οποίας αντιμετωπιζετο το μουσικό διάστημα ως η απόσταση μεταξύ των δύο πατημάτων κατά τρόπον γραμμικόν ( $\alpha - \beta$ )

ή διαφορά τοῦ ὀξυτέρου παρὰ τὸν βαρύτερον φθόγγον καὶ τοῦ βαρυτέρου παρὰ τὸν ὀξύτερον καλεῖται διάστημα.

Πορφύριος, *Εἰς τα Ἀρμονικά του Πτολεμαίου*, σελ. 35, γρμ. 20-23.

2. η διαίρεση δια της οποίας αντιμετωπιζετο το μουσικό διάστημα ως λόγος αριθμῶν  $\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)$ .

Ἐν γὰρ τούτοις τὸν λόγον τῶν ὄρων διάστημα κέκληκεν, οὐ τὴν ὑπεροχὴν.

Πορφύριος, *Υπόμνημα εἰς τα Ἀρμονικά του Πτολεμαίου*

Σημειωτέον ὅτι για την λύση προβλημάτων, που αφορούν στα ποιητικά αίτια της μουσικής, ενδείκνυται η αντιμετώπιση των μουσικών διαστημάτων μόνον δια των λόγων (Πυθαγόρειος άποψη), ενώ για την λύση προβλημάτων, που αφορούν στην αίσθηση της μουσικής, ενδείκνυται μόνον η αντιμετώπιση των μουσικών διαστημάτων δια των διαφορών (Αριστοξένειος άποψη).

## Περί της Πυθαγορείου Τετρακτύος (εκ του τέτταρα και άγω)

Ο Λουκιανός εις το έργον του «*Πράσις Βίων*» αναφέρει ότι η τετρακτύς γεωμετρικώς εκφράζεται δια του «τελείου τριγώνου» -του ισοπλεύρου-.

Αριθμητικώς εκφράζεται δια του «τριγωνικού»<sup>3</sup> αριθμού  $10=1+2+3+4$  (4 κατά δύναμιν, ήτοι οι τέσσερις πρώτοι φυσικοί αριθμοί και 10 κατ' αριθμόν, ήτοι το

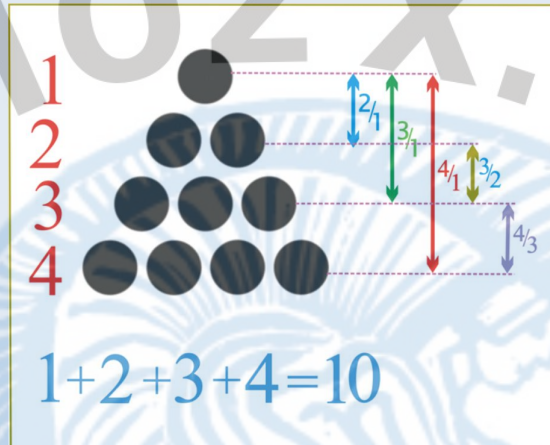
<sup>3</sup> Οι τρίγωνοι αριθμοί προκύπτουν από το άθροισμα  $1+2+3+4+\dots+n$ . Έτσι,  $1+2=3$  και  $1+2+3=6$ .



Τρίγωνος μὲν οὖν ἔστιν ἀριθμὸς ὁ διαλυόμενος εἰς μονάδας καὶ τὴν κατ' ἐπίπεδον θέσιν τῶν μορίων ἰσόπλευρον σχηματογραφῶν εἰς τριγωνισμόν, οὗ ὑποδείγματα ὁ  $\gamma$ ,  $\zeta$ ,  $\iota$ ,  $\kappa\alpha$ ,  $\kappa\eta$  καὶ οἱ ἐφεξῆς· σχηματογραφία γὰρ αὐτῶν εὐτακτοὶ ἔσονται τρίγωνοι τε ἅμα καὶ ἰσόπλευροι, καὶ τὸ τοιοῦτον, μέχρις οὗ βούλει, προκόπτων τριγωνιζόμενον εὐρήσεις πρὸ πάντων στοιχειωδέστατον τάτων τὸ ἐκ μονάδος γινόμενον, ἵνα καὶ τρίγωνος δυνάμει φαίνεται ἡ μονάς, ἐνεργεία δὲ πρῶτος ὁ  $\gamma$ . πλευραὶ δὲ παραξηθήσονται τῷ συνεχεῖ ἀριθμῷ, τοῦ μὲν γὰρ δυνάμει πρῶτου πλευρὰ μονάς, τοῦ δὲ ἐνεργεία πρῶτου πλευρὰ δυάς, τουτέστι τοῦ  $\gamma$ , τοῦ δὲ ἐνεργεία δευτέρου πλευρὰ τριάς, τουτέστι τοῦ  $\zeta$ , τοῦ δὲ



άθροισμα των μονάδων αυτών των πρώτων τεσσάρων φυσικών αριθμών, όπως αναφέρει στην Μαθηματική του Εισαγωγή ο Νικόμαχος ο Γερασηνός).



Η τριγωνική δομή των δέκα κουκίδων της τετράς τετρακτύος.

Όσον αφορά στην Πυθαγόρειο τετρακτύ, ο Πυθαγόρας και οι μαθηταί του την εχρησιμοποίησαν προκειμένου να διδάξουν μεταξύ των πολλών άλλων και μία «μυστική αριθμητική» με την οποίαν αφενός μεν αντιμετώπισαν, αφετέρου edίδαξαν την επίλυση διαφόρων μουσικών θεωρητικών και πρακτικών προβλημάτων.

Εκφραζόμενοι κατά το μαθηματικότερον, θα ελέγαμε ότι, αποκωδικοποιούντες μουσικώς την τετρακτύ, ο λόγος του αριθμού των κουκίδων της  $i$  σειράς προς τον αριθμό των κουκίδων της  $j$  σειράς ( $i > j$ ,  $i=4,3,2$ ) της τετρακτύος εκφράζει μία μουσική Πυθαγόρειο συμφωνία. Πράγματι, 4:1 είναι ο τετραπλάσιος λόγος και εκφράζει την συμφωνία (= το εύφωνο μουσικό διάστημα) του δις διαπασών, 4:3 είναι ο επίτριτος λόγος και εκφράζει την διατεσσάρων συμφωνία ή συλλαβά, 3:2 είναι ο ημιόλιος λόγος και εκφράζει την διαπέντε συμφωνία ή διοξειά, 3:1 είναι ο τριπλάσιος λόγος και εκφράζει την διαπασών και διαπέντε συμφωνία, 2:1 είναι ο διπλάσιος λόγος και εκφράζει την διαπασών συμφωνία.

τρίτου πλευρά τετράς και τοῦ τετάρτου πεντάς και τοῦ πέμπτου ἑξῆς και ἄει οὕτως. γεννᾶται δὲ τοῦ φυσικοῦ ἀριθμοῦ στοιχηδὸν ἑκτεθέντος και ἄει ἀπ' ἀρχῆς τῶν συνεχῶν κατὰ ἓνα συντιθεμένων, κατὰ γὰρ ἑκάστην σύνθεσιν και προσσώρευσιν οἱ εὐτακτοὶ τρίγωνοι συντελοῦνται.  
Νικόμαχος Γερασηνός, *Αριθμητική Εισαγωγή*, 2, 8, 1, 1 – 2, 8, 3, 5.

## Πράξεις μουσικών διαστημάτων κατά τον Πυθαγόρειο ορισμό

### Άθροισμα μουσικών διαστημάτων

$$\delta = \delta_1 \oplus \delta_2 = \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{g_2}{g_1}$$

Για να βρούμε το άθροισμα δύο μουσικών διαστημάτων πολλαπλασιάζουμε τις αριθμητικές τους σχέσεις.

### Διαφορά μουσικών διαστημάτων

$$\delta = \delta_1 \ominus \delta_2 = \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{g_2}{g_1}, \text{ όπου } \frac{f_2}{f_1} > \frac{g_2}{g_1}$$

Για να βρούμε τη διαφορά δύο μουσικών διαστημάτων, που το πρώτο είναι μεγαλύτερο του δευτέρου, διαιρούμε τις αριθμητικές τους σχέσεις.

### Ακέραιο πολλαπλάσιο μουσικού διαστήματος

$$\lambda \cdot \delta = \left( \frac{f_2}{f_1} \right)^\lambda$$

Για την εύρεση του πολλαπλασίου ενός μουσικού διαστήματος  $\delta$  επί έναν ακέραιο αριθμό  $\lambda$  αρκεί να υπολογίσουμε την  $\lambda$ -στή δύναμη της αριθμητικής σχέσεως του διαστήματος.

### Υποπολλαπλάσιο μουσικού διαστήματος

$$\frac{\delta}{\lambda} = \sqrt[\lambda]{\frac{f_2}{f_1}} = \left( \sqrt[\lambda]{f_2} / \sqrt[\lambda]{f_1} \right)$$

Το υποπολλαπλάσιο ενός μουσικού διαστήματος  $\delta$  διά του ακέραιου αριθμού  $\lambda$  υπολογίζεται με τη βοήθεια της  $\lambda$ -στής τάξεως ρίζης της αριθμητικής σχέσεως του εν λόγω διαστήματος.

### Πυθαγόρειες Μεσότητες

Δοθέντων δύο μη διαδοχικών ακεραίων αριθμών  $a, \gamma$  ( $a > \gamma$ ) μεσότητα αυτών είναι ένας ενδιάμεσος ακέραιος αριθμός, ο οποίος με τους δύο ακραίους δομεί μία κάποια ισότητα δύο λόγων.

Την ισότητα δύο λόγων οι Πυθαγόρειοι ονόμαζαν αναλογία και είχαν προσδιορίσει δέκα διαφορετικές αναλογίες. Εκάστη αναλογία είχε τον δικό της μέσον ή μεσότητα. Άρα οι Πυθαγόρειοι είχαν ορίσει δέκα μεσότητες.

Τρεις αναλογίες,

- ✓ η Αριθμητική,
- ✓ η Γεωμετρική και
- ✓ η Αρμονική (ή Υπενάντιος),



ήσαν γνωστές στους πιο αρχαίους Μαθηματικούς και οι οποίες παρουσιάσθηκαν στη φιλοσοφία του Πυθαγόρου (580-490 π.Χ.), του Πλάτωνος (427-347 π.Χ.) και του Αριστοτέλους (384-322 π.Χ.). Αυτές οι τρεις μεσότητες σύμφωνα με τον *Ιάμβλιχο* (346-414 μ.Χ.) χρησιμοποιήθηκαν από τον *Πλάτωνα* μέχρι τον *Ερατοσθένη* (276-194 π.Χ.).

Ο Νικόμαχος ο Γερασηνός υπογραμμίζει ότι οι τρεις αυτές πρώτες αναλογίες πήραν τα ονόματά τους από τις τρεις πρώτες επιστήμες, δηλαδή

- ✓ την Αριθμητική,
- ✓ τη Γεωμετρία και
- ✓ την Αρμονική (=Μουσική).

Στην Αριθμητική αναλογία  $\alpha - \beta = \beta - \gamma$  ( $\alpha > \beta > \gamma$ ) ο αριθμητικός μέσος εκφράζεται συναρτήσει των δύο άκρων αριθμών ως  $\beta = \frac{\alpha + \gamma}{2}$ .

Στη Γεωμετρική αναλογία  $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\beta}{\gamma}$  ( $\alpha > \beta > \gamma$ ) ο γεωμετρικός μέσος εκφράζεται συναρτήσει των δύο άκρων αριθμών ως  $\beta = \sqrt{\alpha\gamma}$ .

Στην αρμονική αναλογία  $\frac{\alpha - \beta}{\beta - \gamma} = \frac{\alpha}{\gamma}$  ( $\alpha > \beta > \gamma$ ) ο αρμονικός μέσος εκφράζεται συναρτήσει των δύο άκρων αριθμών ως  $\beta = \frac{2\alpha\gamma}{\alpha + \gamma}$ .

Παρεμβάλλοντας μεταξύ των αριθμών 1 και 2, οι οποίοι προσδιορίζουν το διάστημα της οκτάβας (=αρμονίας), τον αριθμητικό και τον αρμονικό τους μέσον, προκύπτει η λεγομένη «μουσική αναλογία» ή «Κύβος» ή «Γεωμετρική Αρμονία» (Νικόμαχος, *Αρμ. Εγχειρ.*, 12, 26,2) **6, 8, 9, 12**.

Ο αριθμητικός μέσος των 1 και 2 είναι ο  $\beta = \frac{\alpha + \gamma}{2} = \frac{2+1}{2} = \frac{3}{2}$

ενώ ο αρμονικός μέσος των 1 και 2 είναι ο  $\beta = \frac{2 \cdot \alpha \cdot \gamma}{\alpha + \gamma} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1}{2+1} = \frac{4}{3}$ .

Δια της διαδικασίας της ακεραιοποίησεως των τεσσάρων αριθμών προκύπτει η μουσική αναλογία.

$$\left(1, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, 2\right) \text{ Ε.Κ.Π} = 6 \rightarrow \mathbf{6, 8, 9, 12}$$

Η τετράδα των αριθμών **6, 8, 9, 12** λεγόταν «μουσική αναλογία» ή «Κύβος» ή «Γεωμετρική Αρμονία» (Νικόμαχος, *Αρμ. Εγχειρ.*, 12, 26,2).



Του δις διατεσσάρων ( $4^2 : 3^2$ ) αφαιρουμένου από το διαπασών ( $12 : 6$ ),  
ο μείζων τόνος (επόγδοος) ( $9 : 8$ ).

Αυτή η τετράδα εμπρικλείει όλα τα μυστικά της αρχαιοελληνικής μουσικής και από τότε εκατηγορείτο ως κλέφτης ο Πυθαγόρας (6<sup>ος</sup> π.Χ. αι.) διότι λένε ότι δεν την ανακάλυψε αυτός, αλλά την διδάχθηκε στη Βαβυλώνα.

- ✓ Οι αριθμοί 6, 8, 12 συνιστούν αρμονική αναλογία, διότι  $\frac{12}{6} = \frac{12-8}{8-6}$ .

Στην εν λόγω αρμονική αναλογία διακρίνονται όλες οι μουσικές συμφωνίες.

- ✓ Η δια τεσσάρων συμφωνία είναι ο λόγος  $\frac{8}{6}$ , επειδή είναι ένας επίτριτος λόγος.
- ✓ Η δια πέντε συμφωνία είναι ο λόγος  $\frac{12}{8}$ , επειδή είναι ένας ημιόλιος λόγος.
- ✓ Η δια πασών συμφωνία εκφράζεται με τον λόγο  $\frac{12}{6}$ .
- ✓ Η δια πασών και η δια πέντε συμφωνία δηλαδή η  $\frac{3}{1}$  εκφράζεται με το λόγο των διαφορών  $\frac{12-6}{8-6}$ .
- ✓ Η δις δια πασών συμφωνία είναι ορατή στο λόγο  $\frac{8}{8-6}$ .

### Περί Χορδών

Στην Ακουστική χορδή καλείται ένα επίμηκες κυλινδρικό και ελαστικό στερεό σώμα, που έχει μικρή διάμετρο σε σχέση με το μήκος του και κατά τα δύο του άκρα είναι ακλόνητα στερεωμένο και καλά τεντωμένο.

Οι χορδές που χρησιμοποιούνται στη Μουσική ή είναι ζωϊκής προελεύσεως (από έντερο ή νήμα μετάξης) ή είναι μεταλλικές ή είναι πλαστικές.

Οι χορδές αναγκάζονται από τον μουσικό να εκτελέσουν εγκάρσιες ταλαντώσεις είτε με ελαφρό κτύπημα (όπως είναι στο πιάνο), είτε τρίβοντας επάνω τους το δοξάρι (όπως είναι στο βιολοντσέλλο), είτε με νύξη (=τσιμίπιμα) (όπως είναι το κανονάκι).



Η λειτουργία των χορδών στηρίζεται επί των στασίμων εγκαρσίων κυμάτων που σχηματίζονται σ' αυτές με κατάλληλη τάση (τέντωμα).

Στα στάσιμα αυτά κύματα τα δύο ακλόνητα άκρα της χορδής είναι πάντοτε δεσμοί.

Η παλλόμενη χορδή κτυπάει τον αέρα και παράγει ήχο που έχει συχνότητα  $f$

$$f = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad k \in N$$

όπου  $F$  είναι η δύναμη με την οποία τεντώνουμε τη χορδή,  $\mu$  είναι η γραμμική πυκνότητα της χορδής, δηλαδή η μάζα της ανά μονάδα μήκους και  $L$  είναι το μήκος της χορδής. Το  $k$  φανερώνει την τάξη του παραγομένου από την χορδή αρμονικού.

### Νόμοι των χορδών

Σχολιάζοντας την παραπάνω σχέση, έχουμε να παρατηρήσουμε ότι η συχνότητα του θεμελίου ήχου, ο οποίος παράγεται από μια χορδή, είναι:

1. αντιστρόφως ανάλογη του μήκους της χορδής (γι' αυτό όσο πιο κοντή η χορδή, τόσο πιο οξύς είναι ο παραγόμενος ήχος).

ΑΥΤΟ ΤΟ ΕΓΝΩΡΙΖΑΝ ΟΙ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΙ

2. ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας της δύναμης με την οποία τεντώνουμε τη χορδή (γι' αυτό με τέντωμα το μουσικό ύψος του ήχου της χορδής ανεβαίνει).

ΑΥΤΟ ΔΕΝ ΤΟ ΕΓΝΩΡΙΖΑΝ ΑΚΡΙΒΩΣ ΕΤΣΙ ΟΙ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΙ.

ΘΕΩΡΟΥΣΑΝ ΤΗ ΣΧΕΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΟΣ-ΤΑΣΕΩΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗ

3. αντιστρόφως ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας της γραμμικής πυκνότητας της χορδής (γι' αυτό λεπτές χορδές παράγουν οξείς ήχους)

ΑΥΤΟ ΔΕΝ ΤΟ ΕΓΝΩΡΙΖΑΝ ΟΙ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΙ.

4. Θεωρούντες κυλινδρική τη χορδή με πυκνότητα του υλικού της  $\rho$  και ακτίνα της κυκλικής της εγκαρσίου διατομής  $r$ , τότε η σχέση που δίνει την παραγόμενη συχνότητα του ήχου από τη χορδή βάσει των γεωμετρικών και

$$\text{φυσικών της στοιχείων παίρνει τη μορφή } f = \frac{k}{2rL} \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}.$$

ΑΥΤΟ ΤΟ ΕΓΝΩΡΙΖΑΝ ΟΙ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΙ

ΕΓΝΩΡΙΖΑΝ ΟΤΙ ΧΟΡΔΕΣ ΜΕ ΜΕΓΑΛΗ ΑΚΤΙΝΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ  $r$  ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΗΧΟ ΜΙΚΡΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ.

### Περί του Πυθαγορείου πειράματος των χορδών με αφορμή τους χαλκουργούς.

Θα πρέπει να τονισθεί ότι ο Ιάμβλιχος στο έργο του *Πυθαγορικός βίος* αναφέρεται εις ένα πλήθος πειραμάτων Ακουστικής με χορδές, με ηχητικούς σωλήνες, με αυλούς, με σύριγγες και με καμπάνες που πραγματοποίησε, εάν τα πραγματοποίησε(, ο Πυθαγόρας.

Κρίνεται σκόπιμο στο σημείο αυτό να λεχθούν λίγα λόγια για το συγκεκριμένο έργο του Ιαμβλίου, που αποτελεί πολύτιμη πηγή για όλους τους μελετητές του φιλοσόφου Πυθαγόρα ή των Πυθαγορείων, μολοντί συνεγράφη 1000 έτη μετά τον Πυθαγόρα. Δεν υπάρχει σύγγραμμα, που να γράφηκε μετά τον Ιάμβλιο για το μεγάλο φιλόσοφο Πυθαγόρα, το οποίο να μην κάνει μνεία με πολλούς και διαφόρους τρόπους της πηγής αυτής.

Κάθε Ιστορία της Φιλοσοφίας ή Ιστορία της Λογοτεχνίας άντλησε από το έργο αυτό. Από άποψη ύφους εμφανίζει μεγάλη ποικιλία. Όχι σπάνια το ύφος του είναι πομπώδες και, καμιά φορά, σκοτεινό, για να μετατραπεί στη συνέχεια σε γλαφυρό και αφηγηματικό. Τα νοήματα επίσης είναι πολλές φορές ασαφή.

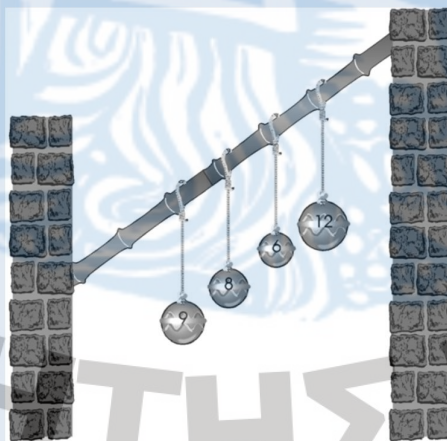
Ο αναγνώστης του έργου αυτού δεν πρέπει να αποκάνει από το σκοτεινό ύφος του, ούτε να στέκεται σκεπτικός μπροστά στα «θαύματα», στις μαγείες και στις θεουργίες. Ας έχει υπ' όψη του ότι την εποχή του Ιαμβλίου λατρευόταν η μαγεία.

Στη συνέχεια θα καταβληθεί προσπάθεια να ελεγχθούν, εάν από τη σκοπιά της Μουσικής Ακουστικής δικαιολογούνται όλα όσα αναφέρει ο Ιάμβλιος στο συγκεκριμένο Πυθαγόρειο πείραμα.

Ο Burkert (LS 375-7) αναφέρει ότι έχει καταδειχθεί από τον 17ο αιώνα ότι κανένα (!) σημείο αυτής της ιστορίας δεν συνάδει με τους νόμους της Φυσικής!

Πρέπει να κατανοήσετε όλοι σας ότι τον Πυθαγόρα τον εβάρυνε μια «κατηγορία», ότι δηλαδή η μουσική αναλογία 12, 9, 8, 6 δεν ήταν δική του ανακάλυψη, αλλά ήταν παρμένη από τους Βαβυλωνίους. Να μη λανθάνει της προσοχής μας ότι κάτι ανάλογο ελέγγο έκτοτε και εξακολουθεί να λέγεται και σήμερα για το Πυθαγόρειο θεώρημα της Γεωμετρίας, ότι δηλαδή είναι Αιγυπτιακής ή Βαβυλωνιακής προελεύσεως.

Ίσως ο Ιάμβλιος να κατέγραψε όλα όσα –σωστά ή λανθασμένα- άκουσε για το εν λόγω Πυθαγόρειο πείραμα των χορδών –όπως άλλωστε έκανε και για όλα τα άλλα που μας διέσωσε- ή ίσως, θέλοντας να απαλλάξει τον μεγάλο Πυθαγόρα απ' αυτήν την κατηγορία, να επενόησε το συγκεκριμένο πείραμα προκειμένου να μας τον παρουσιάσει ως ευρετή της μουσικής αναλογίας 12, 9, 8, 6.



Το πείραμα του Πυθαγόρα, που αναφέρει ο Ιάμβλιος.



Κι' έτσι να έχουν τα πράγματα, ένα είναι σίγουρο και δεν επιδέχεται αμισθητήσεως, ότι δηλαδή είχε προηγηθεί πειραματική μελέτη επί των χορδών από τους «ειδικούς» μέχρι εκείνη την εποχή και είχαν καταλήξει σε νόμους των χορδών, οι οποίοι αναδύονται από το περιγραφόμενο από τον Ιάμβλιχο πείραμα.

1. Ήξεραν δηλαδή ότι το μήκος της χορδής επηρεάζει το μουσικό ύψος (θα λέγαμε τη συχνότητα), γι' αυτό ο Πυθαγόρας πειραματίστηκε, εάν πειραματίστηκε, με μήκη χορδών ακριβώς ίσου μήκους για να μελετήσει την επίδραση της τάσεως της χορδής στο παραγόμενο μουσικό ύψος του ήχου, θεωρώντας, όμως, γραμμική τη σχέση και ΑΥΤΟ ΗΤΑΝ ΤΟ ΛΑΘΟΣ ΤΟΥ τον 6<sup>ο</sup> αι. π.Χ.

$$f = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F}{\mu}}, \quad k \in N$$

2. Ήξεραν ότι το πάχος της χορδής επηρεάζει το μουσικό ύψος του παραγόμενου ήχου, γι' αυτό πήρε ο Πυθαγόρας ίσου πάχους χορδές.

$$f = \frac{k}{2rL} \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}$$

3. Ήξεραν ότι το υλικό της χορδής επηρέαζε τον ήχο της χορδής, γι' αυτό πήρε χορδές από το ίδιο υλικό.

$$f = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad k \in N$$

4. Ήξεραν ακόμη για το πόσο η ελαστική συμπεριφορά του υλικού της χορδής, αυτό που εμείς σήμερα λέμε «ακαμψία» της χορδής, επηρέαζε την ποιότητα του ήχου της χορδής. Γι' αυτό πήρε χορδές «σοκάλους» και «σοστροφους». Όλα αυτά ισχύουν και σήμερα ακριβώς με τον ίδιο τρόπο.

5. Ήξεραν, βέβαια, ότι το μουσικό ύψος του ήχου της χορδής εξαρτάται από τη δύναμη, που τεντώνεται η χορδή και γι' αυτό τονίζεται στο πείραμα με έμφαση ότι όσο πιο μεγάλο το βάρος του κρεμασμένου από τη χορδή σώματος, τόσο πιο μεγάλο το μουσικό ύψος του παραγομένου ήχου απ' αυτήν.

Από τα ανωτέρω να κρατήσουμε στο μυαλό μας ότι τη σχέση μεταξύ της δυνάμεως τάσεως της χορδής και του μουσικού ύψους του παραγομένου από τη χορδή ήχου την θεωρούσαν γραμμική της μορφής  $f = a \cdot F$  από την οποία προκύπτει ότι διπλάσια δύναμη τάσεως στη χορδή παράγει ήχο με διπλάσιο μουσικό ύψος, ήτοι ήχο κατά μια διαπασών (=οκτάβα) οξύτερο.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι η συχνότητα του κάθε αρμονικού του ήχου της χορδής εξαρτάται από την τετραγωνική ρίζα της δύναμης τάσεως της χορδής  $f = a \cdot \sqrt{F}$ . Αυτή η διαφορά στη γνώση συσχετίσεως μεταξύ του μουσικού ύψους του ήχου της χορδής και της δυνάμεως τάσεως της χορδής δημιουργεί τις όποιες αμφιβολίες και τα ερωτηματικά για την αληθοφάνεια του πειράματος του Πυθαγόρα με τις χορδές, που περιγράφει ο Ιάμβλιχος.

Πράγματι, έστω ότι οι χορδές τείνονται με βάρη 12, 9, 8 και 6 μονάδων βάρους και παράγουν, αντίστοιχα, ήχους με θεμελιώδεις συχνότητες  $f_{12}$ ,  $f_9$ ,  $f_8$  και  $f_6$  Hz. Τα

δεδομένα αυτά αντικαθιστάμενα στη σχέση των χορδών  $f = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F}{\mu}}$   $k \in N$  δίνουν τα εξής αποτελέσματα:

$$f_{12} = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{12}{\mu}} \quad (1)$$

$$f_9 = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{9}{\mu}} \quad (2)$$

$$f_8 = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{8}{\mu}} \quad (3)$$

$$f_6 = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{6}{\mu}} \quad (4)$$

Από τις χορδές που τείνονται με βάρη 12 και 6 μονάδες βάρους, αντίστοιχα προκύπτει το μουσικό διάστημα  $\frac{f_{12}}{f_6}$ , το οποίον, κατά τον Ιάμβλιχο, είναι το διπλάσιον διάστημα ή διαπασών ( $\frac{12}{6} = \frac{2}{1}$ ). Διαιρώντας, όμως, τις σχέσεις (1) και (4) κατά μέλη προκύπτει:

$$\frac{f_{12}}{f_6} = \frac{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{12}{\mu}}}{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{6}{\mu}}} = \sqrt{\frac{12}{6}} = \sqrt{\frac{2}{1}},$$

που αυτή η αριθμητική σχέση –κατά τις πράξεις μεταξύ των Πυθαγορείων μουσικών διαστημάτων- δεν εκφράζει το διπλάσιο διάστημα, αλλά ακριβώς το μισό του.

Παρομοίως ενεργώντας, καταλήγουμε επίσης στα μη σωστά από άποψη αριθμητικών λόγων αποτελέσματα.

$$\frac{f_9}{f_6} = \frac{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{9}{\mu}}}{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{6}{\mu}}} = \sqrt{\frac{9}{6}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

που αυτή η αριθμητική σχέση –κατά τις πράξεις μεταξύ των Πυθαγορείων μουσικών διαστημάτων- δεν εκφράζει το ημιόλιον διάστημα, αλλά ακριβώς το μισό του.

$$\frac{f_8}{f_6} = \frac{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{8}{\mu}}}{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{6}{\mu}}} = \sqrt{\frac{8}{6}} = \sqrt{\frac{4}{3}}$$

που αυτή η αριθμητική σχέση –κατά τις πράξεις μεταξύ των Πυθαγορείων μουσικών διαστημάτων- δεν εκφράζει το επίτριτον διάστημα, αλλά ακριβώς το μισό του.



$$\frac{f_9}{f_8} = \frac{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{9}{\mu}}}{\frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{8}{\mu}}} = \sqrt{\frac{9}{8}}$$

που αυτή η αριθμητική σχέση –κατά τις πράξεις μεταξύ των Πυθαγορείων μουσικών διαστημάτων- δεν εκφράζει το διάστημα του επογδόου τόνου, αλλά ακριβώς το μισό του.

Κατόπιν αυτών των μη σωστών αποτελεσμάτων, αναδύεται εύλογο ερώτημα σχετικά με την ορθότητα του πειράματος, που περιέγραψε ο Ιάμβλιχος ότι τάχα πραγματοποίησε ο Πυθαγόρας.

Επίσης, η σχέση  $f = \frac{k}{2L} \cdot \sqrt{\frac{F}{\mu}}$   $k \in N$ , που χρησιμοποιήσαμε από τη θεωρία των

χορδών προϋποθέτει οπωσδήποτε τα δύο άκρα της χορδής να είναι εντελώς ακλόνητα, ώστε τα άκρα αυτά να αποτελούν δεσμούς των στασίμων κυμάτων, που δημιουργούνται επάνω στη χορδή.

Τί συμβαίνει στην περίπτωση που και τα δύο άκρα της χορδής δεν είναι ακλονήτως στερεωμένα (πακτωμένα), αλλά το ένα εξ αυτών έχει μια κάποια δυνατότητα μετατοπίσεως, όπως ακριβώς συμβαίνει στο πείραμα που αναφέρει ο Ιάμβλιχος ότι πραγματοποίησε ο Πυθαγόρας;

Στο πείραμα αυτό μια χορδή είναι από το ένα άκρο της ακλονήτως στερεωμένη σε μία δοκό και τείνεται υπό την επίδραση του βάρους ενός σώματος, το οποίο είναι εξαρτημένο από τη χορδή.

Το βάρος του εξαρτημένου από τη χορδή σώματος κρατάει τη χορδή τεντωμένη και η διεύθυνση της κατακόρυφου καθορίζει τη θέση ισορροπίας της. Κατά την ταλάντωση της χορδής, καθώς αυτή κινείται προς τα δεξιά ή προς τ' αριστερά, παρασύρει «σμικρόν και κατ' ολίγον» -λόγω αδρανείας- και το εξαρτημένο σώμα, αντιστοίχως, προς τα δεξιά ή προς τ' αριστερά.

Η κίνηση του εξαρτημένου σώματος υποκρίνεται την κίνηση, που θα εκτελούσε η χορδή ωσάν να είναι μακρύτερη ή κοντύτερη του αληθούς της μήκους κατά  $\Delta L$ , οπότε η παραγόμενη από τη χορδή συχνότητα είναι εναλλάξ χαμηλότερη ή υψηλότερη, αντιστοίχως, της πρέπουσας συχνότητας.



Ταλάντωση χορδής με ένα άκρο πακτωμένο και ένα άκρο ελεύθερο, απο το οποίο κρέμεται σώμα μάζης m.

Σημειωτέον ότι και σήμερα ακόμη η μελέτη των τρόπων δονήσεως των μεταλλικών κρουστών οργάνων αποτελεί δυσεπίλυτον μετ' ακριβείας πρόβλημα της επιστήμης της Φυσικής των μουσικών οργάνων, επειδή απαιτούνται δύσκολα μαθηματικά εργαλεία.

Πουθενά μέσα στους τύπους δεν εμφανίζεται η δύναμη με την οποία κρούμε το ηχογόνο μέταλλο, οπότε η παραγομένη συχνότητα δεν εξαρτάται από τη δύναμη με την οποία κρούμε το ηχογόνο μέταλλο. Όσο μεγαλύτερη η δύναμις με την οποία κρούμε το ηχογόνο μέταλλο, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η στάθμη έντασης του παραγομένου ήχου υπό του ηχογόνου μετάλλου και όχι η συχνότητα του εκπεμπομένου ήχου.

Δεν μπορεί, λοιπόν, ένα μέταλλο κρουόμενο –σφυρηλατούμενο- με μεγάλη δύναμη να παράγει οξύ ήχο και κρουόμενο με μικρή δύναμη να παράγει βαρύ ήχο. Το κρουόμενο σώμα με όποια δύναμη και εάν κρουσθεί θα παραγάγει τον ίδιο ήχο με περισσότερα ή ολιγότερα Decibel.

Συμπέρασμα: το Ιαμβλίγειο πείραμα κι εδώ χωλαίνει.

Άλλωστε, εν κατακλήδι, πώς είναι δυνατόν ένα πείραμα το οποίον επραγματοποιήθη με σφυριά των χαλκουργών επί τῆ βάσει της θεωρίας των κρουστών μουσικών οργάνων να επαναλαμβάνεται και να μελετάται με χορδές επί τῆ βάσει της θεωρίας των εγχόρδων μουσικών οργάνων, η οποία είναι εντελώς άσχετη με την πρώτη;

Κυρίες και κύριοι, μέχρι τώρα ξέραμε ότι έχουν συντεθεί υπέροχες μελωδίες επάνω σε υπέροχους δεδομένους στίχους και, αντιστρόφως, υπέροχοι στίχοι επάνω σε υπέροχες δεδομένες μελωδίες.

Για του λόγου το αληθές, μια και προέρχομαι από το Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αθηνών, θα σας αναφέρω «εν ολίγοις» μία ιστορία για μία μουσική μελωδία, που μ' αρέσει πολύ.



Το θέρος του έτους 1971 ο Αλέξης Δαμιανός γύριζε την «Ευδοκία» του και κάλεσε τον Μάνο Λοΐζο να γράψει τη μουσική για την ταινία. Πέραν των μουσικών μοτίβων του εξητήθη του Λοΐζου να συνθέσει ένα ζειμπέκικο για μια σκηνή, στην οποία ο «λοχίας» -ο βασικός ήρωας της ταινίας- θα το εχόρευε σε μια ταβέρνα...

Στο σπίτι του Μάνου Λοΐζου, παρουσία του Αλέξη Δαμιανού, συνεργάστησαν ο Μάνος Λοΐζος, ο παλιός ρεμπέτης Γιώργος Μουφλουζέλης και ο υιός Μουφλουζέλης και επί του θρυλικού τζουρά του Γιώργου Μουφλουζέλη συνετέθη η μελωδία του ζειμπέκικου, η οποία στην πολυτλήμονα ηχογράφησή της παίχθηκε από τον Θανάση Πολυκανδριώτη με τον «ετοιμόρροπο» τζουρά του Μουφλουζέλη...

Ο Λευτέρης Παπαδόπουλος εξωμολογήθη ότι κάποια στιγμή ο Λοΐζος του εξήτησε να γράψει στίχους επάνω στο «Ζειμπέκικο της Ευδοκίας», αλλά εκείνος, όταν το άκουσε, αρνήθηκε, λέγοντάς του χαρακτηριστικά ότι «αυτό το πράγμα δεν παίρνει λόγια»...



Ωστόσο, αργότερα κάθισε και έγραψε στίχους έχοντας στο νου του τη μελωδία του ζείμπέκιου, αλλά δεν τους έδωσε ποτέ στον συνθέτη, φοβούμενος ότι θα του άρεσαν, θα τους χρησιμοποιούσε και θα χαλούσε το ζείμπέκικο...

Κυρίες και κύριοι, ίσως να διερωτάσθε γιατί το είπα αυτό.

Όλα τα παραπάνω συνηγορούν στο ότι το περιγραφόμενο από τον Ιάμβλιχο και αποδιδόμενο στον Πυθαγόρα πείραμα με τις τέσσερις χορδές είναι μη σωστό από τη σκοπιά της Φυσικής και, κατά τη γνώμη μου, αποτελεί εφεύρημα του Ιαμβλίχου προκειμένου να απαλλάξει των κατηγοριών και των συκοφαντιών τον μεγάλο διδάσκαλο, τον Πυθαγόρα. Με άλλα λόγια σας λέω ότι πρόκειται «περί μιας παραγγελιάς», δηλαδή ότι πρόκειται για το στήσιμο ενός αληθοφανούς πειράματος επί δεδομένων αριθμητικών αποτελεσμάτων, το οποίο για μια χρονική περίοδο μεγαλύτερη των χιλίων ετών είχε γοητεύσει, είχε εντυπωσιάσει και είχε εξαπατήσει τους πάντες ακόμη και την επιστημονική κοινότητα.