

Σομφιλίμα

Ακουσική



ΙΣΤ  
ΦΥΣ  
1935



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΣΑΜΙΩΤΑΚΗ  
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

H M.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ  
ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ  
ΚΑΙ ΤΗΝ  
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΝ ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΛΟΙΠΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ  
ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ

ΕΚΔΟΣΙΣ ΤΕΤΑΡΤΗ

Τιμάται μετὰ τοῦ βιβλιοσήμου, καὶ φόρου δραχ. 84,20

Βιβλίοσημον καὶ Φόρος Ἀναγκαστ. Δανείου. δρ. 28,80

Ἀριθμὸς ἐγκριτικῆς ἀποφάσεως  $\frac{41.794}{38/33}$

Ἀριθ. ἀδείας κυκλοφορίας  $\frac{42013}{26.6.35}$



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΣΑΜΙΩΤΑΚΗ  
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ  
ΦΥΣΙΚΗΣ

ΔΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ  
ΚΑΙ ΤΗΝ  
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΝ ΤΑΞΙΝ ΤΩΝ ΛΟΙΠΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ  
ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ

ΕΚΔΟΣΙΣ ΤΕΤΑΡΤΗ

Ἀντίτυπα 1000

Ἀριθμὸς ἐγκριτικῆς ἀποφάσεως

$\frac{41794}{3/8/33}$



ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΑ ΔΙΑ ΤΩΝ  
ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑ

19042

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ  
ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΤΗΣ "ΕΣΤΙΑΣ,,  
ΙΩΑΝΝΟΥ Δ. ΚΟΛΛΑΡΟΥ & ΣΙΑΣ Α. Ε.

46α—Ὁδὸς Σταδίου—46α

1935

ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τὰ γνήσια αντίτυπα φέρουσι τὴν ὑπογραφήν τοῦ συγγραφέως καὶ τὴν σφραγίδα τοῦ Βιβλιοπωλείου τῆς «Ἑστίας».

Κολλάρου



ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑ ΛΕΩΝΗ

# ΦΥΣΙΚΗ

## ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

### ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α.

##### ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

1. **Όρισμοί.** Τὰ φαινόμενα τὰ προκαλοῦντα εἰς ἡμᾶς τὸ αἰσθημα, τὸ ὁποῖον αἰσθανόμεθα διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς καλοῦνται *ἀκουστικὰ φαινόμενα*. Ἡ δὲ αἰτία, ἡ προκαλοῦσα ταῦτα καλεῖται *ἤχος*, καὶ τὸ μέρος τῆς φυσικῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ ἤχου καλεῖται *ἀκουστικὴ*.

2. **Παραγωγή τοῦ ἤχου.**— Α') *Παλμικὴ κίνησις*. Λαμβάνομεν χαλύβδινον ἔλασμα, τὸ ἥποῖον στερεώνομεν ἀκλονήτως κατὰ τὸ ἐν ἄκρον του (σχ. 1). Ὅταν τοῦτο εὐρίσκηται ἐν ἰσορροπία, τὸ ἐλεύθερον ἄκρον του εἶναι ἐν τῇ θέσει  $O$ . Ἐὰν σύρωμεν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον μέχρι τῆς θέσεως  $A$  καὶ ἔπειτα ἀφήσωμεν τὸ ἔλασμα ἐλεύθερον, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τοῦτο ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος του ἐπανέρχεται ταχέως εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν  $O$ , ὑπερβαίνει ταύτην ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καὶ ἔρχεται εἰς τὴν θέσιν  $A'$ , σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς  $A$  ὡς πρὸς τὴν ἀρχικὴν θέσιν, δηλαδή τὸ τόξον  $AO$  εἶναι ἴσον πρὸς τὸ τόξον  $A'O$ . Μετὰ ταῦτα τὸ ἔλασμα ἐπανέρχεται εἰς τὰς θέσεις  $O$  καὶ  $A$ , διὰ τοὺς αὐτοὺς ὡς ἄνω λόγους, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, δηλαδή τὸ ἔλασμα ἐκτελεῖ σειρὰν ταλαντεύσεων



Σχ. 1. Παλμικὴ κίνησις ἐλάσματος.

ἐκατέρωθεν τῆς θέσεως Ο καὶ τελευταῖον ἠρεμεῖ. Ἐὰν τὸ ἔλασμα εἶναι μακρόν, αἱ ταλαντεύσεις εἶναι βραδεῖαι, ὁ δὲ ὀφθαλμὸς δύναται νὰ τὰς παρακολουθήσῃ. Ὅμοιαν κίνησιν παρατηροῦμεν εἰς τὸ ἐκκρεμὲς καὶ εἰς τὸ νῆμα τῆς στάθμης, ὅταν ἐκτοπίσωμεν ταῦτα ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας καὶ ἀφήσωμεν ἐλεύθερα.

Ἡ τοιαύτη κίνησις τοῦ ἐλάσματος καλεῖται παλμική.

**Ὁρισμός.** Καλεῖται *παλμική κίνησις* ἡ κίνησις ἐκεῖνη, καθ' ἣν τὸ σῶμα κινεῖται ἐκατέρωθεν τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας του.

Ἡ μετάβασις τοῦ ἐλάσματος ἐκ τῆς θέσεως Α εἰς τὴν θέσιν Α', ἢ καὶ ἀντιστρόφως, καλεῖται *ἀπλή αἰώρησις*, ἡ δὲ μετάβασις ἐκ τῆς θέσεως Α εἰς τὴν θέσιν Α' καὶ ἡ ἐπάνοδος πάλιν εἰς τὴν Α καλεῖται *πλήρης αἰώρησις* ἢ *παλμός*. Ἡ γωνία, ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν ἄκρων θέσεων τοῦ ἐλάσματος καλεῖται *πλάτος* τοῦ παλμοῦ. Τὸ πλάτος τῶν παλμῶν ἐλαττοῦται λίαν ταχέως καὶ τέλος γίνεται μηδέν.

Β') **Καταγραφή παλμικῆς κινήσεως. Διαπασῶν.** Τὸ διαπασῶν (τονοδότης) εἶναι μικρὸν ὄργανον χρησιμεῦον πρὸς ἀρμοσίαν (συντονισμόν) τῶν μουσικῶν ὀργάνων. Ἀποτελεῖται ἐξ ἐλάσματος χαλυβδίνου, κεκαμμένου κατὰ τὸ σχῆμα τοῦ γράμματος υ, μὲ μακρὰ σκέλη καὶ φέροντος εἰς τὸ κεκαμπυλωμένον μέρος στέλεχος ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ὅπερ χρησιμεῖει ὡς ὑποστήριγμα (σχ. 2). Τὸ διαπασῶν τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν εἴτε ἐὰν κρούσωμεν τὸ ἐν τῶν σκελῶν του ἐπὶ τροπέζης, εἴτε ἐὰν προστρίψωμεν αὐτὸ διὰ δοξαρίου, εἴτε τέλος ἐὰν εἰσαγάγωμεν μεταξὺ τῶν σκελῶν του μετάλλινον στέλεχος καὶ τὸ σύρωμεν κατόπιν βιαίως διὰ τοῦ ἀνοίγματος τῶν σκελῶν αὐτοῦ.

Τὴν παλμικὴν κίνησιν τῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ ἐξετάσωμεν διὰ τῆς λεγομένης *γραφικῆς μεθόδου*, ὡς ἐξῆς. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐνὸς σκέλους τοῦ διαπασῶν στερεώνομεν λεπτὸν μετάλλινον ἔλασμα ἀπολήγον εἰς μικρὰν ἀκίδα Α (σχ. 3). Ἡ ἀκίς ἐφάπτεται ὑαλίνης πλακός, ἣτις ἔχει καλυφθῆ διὰ λεπτοῦ στρώματος αἰθάλης (¹). Ἐὰν τὸ διαπασῶν τεθῆ εἰς παλμικὴν κίνησιν

---

(¹) Τοῦτο ἐπιτυγχάνομεν φέροντες τὴν πλάκα ὑπεράνω φλογὸς κηρίου ἢ πετρελαίου.

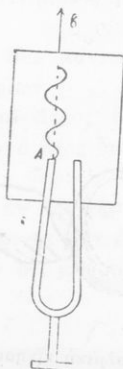


και η πλάξ μετατίθεται κατά την διεύθυνσιν του βέλους β, η άκίς θα αφαιρέση την αϊθάλην από τα σημεία, τα όποια συναντιζ̄ και θα καταγράψη ἐπὶ τῆς πλακὸς **κυματοειδῆ γραμμὴν**. Ἡ γραμμὴ αὕτη εἶναι ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἐλάσματος, ἐπομένως καὶ τοῦ διαπασῶν.

Γ') **Παλμικὴ κίνησις ἠχογόνων σωμάτων.** 1ον) Ἐὰν χορδὴν τεταμένην ἐκτοπίσωμεν ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας καὶ



Σχ. 2. Διαπασῶν.



Σχ. 3. Καταγραφὴ παλμικῆς κινήσεως διαπασῶν.

ἔπειτα τὴν ἀφήσωμεν ἐλευθέραν, ἀκούομεν ἦχον καὶ συγχρόνως παρατηροῦμεν, ὅτι λαμβάνει σχῆμα ἀτρακτοειδῆς (σχ. 4) διότι πάλλεται.

2ον) Ἐὰν ἐγγίσωμεν διὰ τῶν δακτύλων μας τὰ σκέλη ἠχοῦντος διαπασῶν, αἰσθανόμεθα εὐκρινῶς τρομώδη κίνησιν, διότι τὸ διαπασῶν πάλλεται. Ἐὰν δὲ ἐγγίσωμεν μὲ τὸ ἐν σκέλος αὐτοῦ τὴν ἐπιφάνειαν ὕδατος, βλέπομεν, ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται διὰ τὸν αὐτὸν λόγον.



Σχ. 4. Παλμικὴ κίνησις χορδῆς.

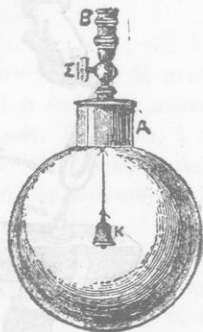
3ον) Ἐὰν κώδωνα μεταλλινόν ἢ ὑάλινον κρατήσωμεν ὀριζον-  
τίως καὶ ρίψωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ὀλίγην ἄμμον λεπτήν καὶ ξηράν,  
ἢ ἄλλα μικρὰ τεμάχια σώματός τινος, καὶ κατόπιν κρούσωμεν  
αὐτόν, παρατηροῦμεν, ὅτι ταῦτα ἀναπηδῶσι, διότι δέχονται τὴν  
παλμικὴν κίνησιν τῶν τοιχωμάτων τοῦ ἠχοῦντος κώδωνος (σχ. 5).

**Συμπέρασμα.** Ὁ ἦχος εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ταχυτάτης παλ-  
μικῆς κινήσεως τῶν ἠχογόνων σωμάτων.

**3. Διάδοσις τοῦ ἠχοῦ ἐν τῷ κενῷ.**—**Πείραμα** Λαμβά-  
νομεν σφαιρὰν ὑαλίνην κοίλην, ἐντὸς τῆς ὁποίας κρέματα κω-



Σχ. 5. Παλμικὴ κίνησις κώδωνος.



Σχ. 6. Ὁ ἦχος δὲν διαδίδεται ἐν τῷ κενῷ.

δώνιον K (σχ. 6). Ἐὰν κινήσωμεν τὴν σφαιρὰν, ἀκούομεν εὐ-  
κρινῶς τὸν ἦχον τοῦ κωδωνίου. Ἐὰν ὅμως ἀφαιρέσωμεν διὰ  
τῆς ἀεραντλίας τὸν ἀέρα, ἀκούομεν ἀσθενέστατα τὸν ἦχον, χωρὶς  
ὅμως καὶ νὰ ἀποσβεσθῇ οὗτος τελείως, διότι δὲν, *δυναμέθα νὰ ἀφαιρέσωμεν τελείως τὸν ἀέρα τῆς σφαιρας. ὁ ἀέρας δὲν εἶναι ἀπείρητος. ὁ ἀέρας δὲν εἶναι ἀπείρητος. ὁ ἀέρας δὲν εἶναι ἀπείρητος.*

**Συμπέρασμα.** Ὁ ἦχος δὲν διαδίδεται ἐν τῷ κενῷ.

**4. Διάδοσις τοῦ ἠχοῦ διὰ τῶν ἐλαστικῶν σωμάτων.**—

1ον) Ἐὰν εἰς τὴν ὑαλίνην σφαιρὰν τοῦ ἀνωτέρου πειράματος  
ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ ἀντὶ ἀέρος οἰονδήποτε ἀέριον, ἀκούομεν  
καὶ πάλιν τὸν ἦχον τοῦ κωδωνίου, ὅταν κινῶμεν τὴν σφαιρὰν.

2ον) Οἱ δῦται ἀκούουσιν εὐκρινῶς ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοὺς ἦχους  
τοὺς παραγομένους ἐπὶ τῶν ἀκτῶν. Οἱ δὲ ἀλιεύοντες δι' ἀγκί-  
στρον, γνωρίζουσιν ὅτι ἀσθενῆς κρότος δύναται νὰ τρέψῃ εἰς  
φυγὴν τοὺς ἰχθῦς.

3ον) Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν τὸ οὖς ἡμῶν εἰς τὸ ἄκρον ἐπιμήκους δοκοῦ ξυλίνης ἢ μεταλλίνης, ἀκούομεν εὐκρινέστατα καὶ τὸν ἀσθενέστατον ἦχον, ὅστις παράγεται εἰς τὸ ἔτερον ἄκρον, ὅπως εἶναι ὁ ἦχος ὁ παραγόμενος διὰ τῆς προστριβῆς τοῦ ξύλου διὰ πτεροῦ ἢ διὰ τοῦ ὄνυχος.

4ον) Ἐὰν ἐν καιρῷ νυκτὸς ἐφαρμόσωμεν τὸ οὖς ἡμῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἀκούομεν εὐκρινῶς ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως τὴν κίνησιν ἀμάξης, ἢ τραίνου, ἢ ἱππικοῦ, ἢ καὶ τὴν ἐκπυρσοκρότησιν τηλεβόλου ἐξ ἀποστάσεως πολλῶν χιλιομέτρων.

5ον) Καὶ λεπτὰ νήματα, ὅταν εἶναι τεταμένα, διαδίδουσι τὸν ἦχον, ὅπως μᾶς ἀποδεικνύει τὸ διὰ τοῦ νήματος τηλεφῶνον τῶν παιδῶν.

**Συμπέρασμα.** Ὁ ἦχος διαδίδεται διὰ πάντων τῶν ἐλαστικῶν σωμάτων, στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων.

Ὁ ἦχος διαδίδεται συνήθως διὰ τοῦ ἀέρος· διὰ τῶν ὑγρῶν ὅμως καὶ πρὸ πάντων διὰ τῶν στερεῶν ὁ ἦχος διαδίδεται καλύτερον.

**5. Τρόπος διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.**—*Α')* Σχηματισμὸς κυμάτων ἐπὶ ἡρεμούσης λίμνης. Ἐὰν ἐπὶ ἡρεμούσης λίμνης ῥίψωμεν λίθον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπὸ τὸ σημεῖον τῆς



Σχ. 7. Σχηματισμὸς ὑδατηροῦ κύματος.

πτώσεως τοῦ λίθου ἐξορμῶσι μικρὰ κύματα κυκλικὰ, ἐναλλάξ κυρτὰ καὶ κοίλα (σχ. 7), ἅτινα διαδίδονται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς λίμνης καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

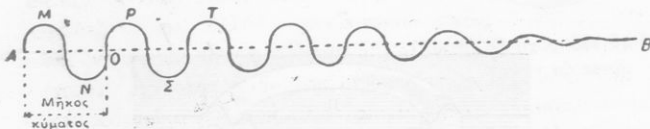
Ἐὰν δὲ εἷς τι σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς λίμνης θέσωμεν τεμάχιον φελλοῦ, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι κατὰ τὴν δίοδον τῶν κυμάτων ὁ φελλὸς ἀπλῶς ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται διαδοχικῶς, χωρὶς ὅμως καὶ νὰ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τὸ κέντρον τῶν κυμάτων.

Τοῦτο δεικνύει ὅτι δὲν μετατοπίζονται <sup>ἐπιφανείας</sup> τὰ μόρια τοῦ ὕδατος, ὅπως θὰ ἐνόμιζέ τις, ἀλλ' ὅτι διαδίδεται μόνον ἡ κίνησις, τὴν ὁποίαν ἐδέχθησαν τὰ μόρια ἐπὶ τῶν ὁποίων ἔπεσεν ὁ λίθος. Τοιούτῳ τρόπῳ πολλαὶ κινήσεις πρὸς τὰ ἄνω καὶ πρὸς τὰ κάτω μᾶς παρέχουν τὴν ἐντύπωσιν ὀριζοντίας μετατοπίσεως τοῦ ὕδατος.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς. Τὸ ὕδωρ, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἔπεσεν ὁ λίθος, κατέρχεται κατ' ἀρχάς, ἀλλὰ κατόπιν, ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος ἀνέρχεται, ἔπειτα πάλιν κατέρχεται ἕνεκα τῆς ἐνεργείας τῆς βαρύτητος καὶ οὕτω καθεξῆς.

Το μέρος τοῦτο τοῦ ὕδατος τίθεται λοιπὸν εἰς παλμικὴν κίνησιν. Ἡ κίνησις αὕτη μεταδίδεται καὶ εἰς τὰ παρακείμενα μόρια τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ἅτινα ἀνέρχονται καὶ κατέρχονται κινούμενα κατὰ διευθύνσιν ἀντίθετον τῆς τῶν προηγουμένων μορίων. Οὕτω λοιπὸν τὰ μόρια τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος πάλονται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω χωρὶς ὅμως καὶ νὰ εὐρίσκονται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν.

**Γραφικὴ παράστασις τῶν ὑδατηρῶν κυμάτων.** Ὑποθέσωμεν ὅτι κόπτομεν τὴν ἐπιφάνειαν τῆς λίμνης διὰ κατακορύφου



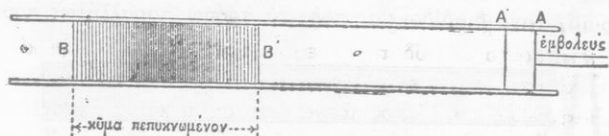
Σχ. 8. Γραφικὴ παράστασις ὑδατηρῶν κυμάτων.

ἐπιπέδου, διερχομένου διὰ τοῦ κοινῆς κέντρου τῶν κυμάτων. Θέλει προκύψει κυματοειδῆς καμπύλη AMNPST (σχ. 8), ἣτις παριστᾷ τὴν κατάστασιν τῆς ἐπιφανείας τῆς λίμνης κατὰ τινὰ στιγμὴν. Ἡ εὐθεῖα AB παριστᾷ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἡρεμούσης λίμνης. Τῆς καμπύλης τὰ ἐξογκώματα καὶ τὰ κοιλάσματα παριστᾶσι τὰ κυρτὰ καὶ τὰ κοῖλα κύματα, ἅτινα, καθὼς δεικνύει ἡ καμπύλη, βαίνουνσιν ἐλαττούμενα καὶ ἐπὶ τέλους ἔξαφανίζονται.

**Μήκος τοῦ κύματος.** Τῆς κυματοειδοῦς καμπύλης τὸ τμήμα AMNO (σχ. 8), ὅπερ περιλαμβάνει ἓν ἐξόγκωμα καὶ ἓν κοίλασμα, ἀποτελεῖ ἓν πλήρες κύμα, τὸ δὲ μήκος AO τοῦ τμήματος τούτου παριστᾷ τὸ μήκος τοῦ κύματος.

**Ὅρισμοί.** Καλεῖται *πλήρες κύμα* τὸ σύνολον δύο κυμάτων ἀντιθέτων (κυρτὸν καὶ κοῖλον) καὶ *μῆκος τοῦ κύματος*, ἡ ἀπόστασις μεταξύ δύο διαδοχικῶν σημείων, αἵτινα κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἔχουσι τὴν αὐτὴν φάσιν κινήσεως.

Β') **Σχηματισμὸς πυκνωμάτων καὶ ἀραιωμάτων ἐντὸς κυλινδρικοῦ σωλήνος.** Θεωρήσωμεν κυλινδρικὸν σωλήνα ΑΒ (σχ. 9) μακρὸν καὶ πλήρη ἀέρος, οὗτινος τὸ ἓν ἄκρον κλείομεν



Σχ. 9. Σχηματισμὸς πυκνωμάτων καὶ ἀραιωμάτων ἐντὸς σωλήνος δι' ἐμβολέως.

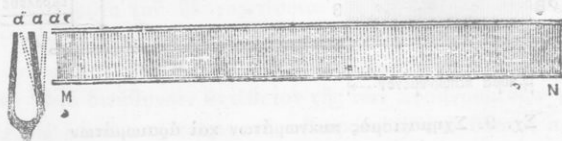
δι' ἐμβολέως κινητοῦ. Ἄς ὠθήσωμεν κατ' ἀρχᾶς τὸν ἐμβολέα ἀποτόμως πρὸς τὰ ἐμπρός, ἵνα μεταβῇ ἐκ τῆς θέσεως Α εἰς τὴν Α'. Τὸ πρῶτον στρώμα τοῦ ἀέρος συμπιέζεται ἀμέσως, ἀλλὰ ταχέως ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν του ὄγκον, ὁπότε ὠθεῖ τὸ ἀμέσως ἐπόμενον στρώμα, ὅπερ συμπιέζεται. Ἀλλὰ καὶ τὸ δεύτερον τοῦτο στρώμα ταχέως ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν του ὄγκον, ὁπότε ὠθεῖ τὸ ἀμέσως ἐπόμενον στρώμα καὶ οὕτω καθεξῆς. Τοιοῦτοτρόπως ἡ παραχθεῖσα συμπίεσις τοῦ πρώτου στρώματος διαδίδεται ἐν τῷ ἀέρι τοῦ σωλήνος πρὸς τὰ πρόσω ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα μέχρι τοῦ ἐτέρου ἄκρου αὐτοῦ.

Ἐὰν ἤδη σύρωμεν τὸν ἐμβολέα ἀποτόμως πρὸς τὰ ὀπίσω, τὸ πρῶτον στρώμα τοῦ ἀέρος ἀραιούται ἀμέσως, διότι ἔρχεται πρὸς τὰ ὀπίσω, ἵνα καταλάβῃ τὸ σχηματισθὲν κενόν. Ἀλλὰ τὸ στρώμα τοῦτο ταχέως συμπιέζεται ὑπὸ τοῦ δευτέρου καὶ οὕτω τὸ μὲν πρῶτον συμπιέζομενον καταλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν του ὄγκον, τὸ δὲ δεύτερον ἀραιούται ἀμέσως. Ἀλλὰ καὶ τὸ δεύτερον στρώμα ταχέως συμπιέζεται ὑπὸ τοῦ τρίτου, ὅπερ οὕτως ἀραιούται καὶ οὕτω καθεξῆς. Τοιοῦτοτρόπως ἡ παραχθεῖσα ἀραίωσις τοῦ πρώτου στρώματος διαδίδεται ἐν τῷ ἀέρι τοῦ σωλήνος πρὸς τὰ πρόσω ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα μέχρι τοῦ ἐτέρου ἄκρου αὐτοῦ. Ἐὰν καὶ πάλιν ὠθήσωμεν τὸν ἐμβολέα ἀποτόμως πρὸς τὰ ἐμπρός καὶ

ἔπειτα τὸν σύρουμεν πρὸς τὰ ὀπίσω, ἢ ἀραιώσεις παρακολουθεῖται ὑπὸ συμπίεσεως καὶ αὕτη ὑπὸ ἀραιώσεως καὶ οὕτω καθεξῆς.

Τὸν ἐμβολέα δυνάμεθα νὰ ἀντικαταστήσωμεν διὰ παλλομένου ἐλάσματος ἢ διαπασῶν, ἅτινα τοποθετοῦμεν ἔμπροσθεν τοῦ ἄκρου τοῦ σωλήνος (σχ. 10).

**Συμπέρασμα.** Κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ ἐμβολέως ἢ τοῦ ἐλάσματος, ἢ τοῦ διαπασῶν παράγονται ἐν τῷ ἀέρι τοῦ σωλήνος πυκνώματα καὶ ἀραιώματα, ἥτοι στρώματα ἀέρος ἐναλλὰξ πυκνά καὶ ἀραιά, ἅτινα διαδίδονται πρὸς τὰ πρόσω παραλλήλως πρὸς



Σχ. 10. Σχηματισμός πυκνωμάτων καὶ ἀραιωμάτων ἐντὸς σωλήνος διὰ διαπασῶν.

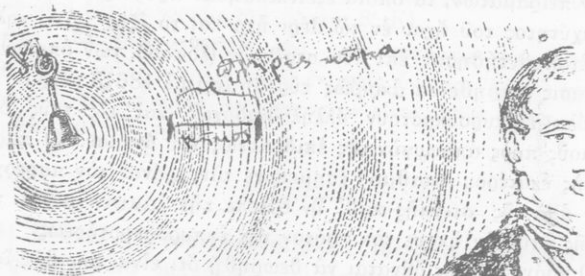
τὸν ἄξονα τοῦ σωλήνος καὶ ἀκολουθοῦσιν ἀλλήλα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

Τὰ ἐναλλὰξ πυκνά καὶ ἀραιά στρώματα τοῦ ἀέρος καλοῦνται κύματα. Εἰς τὰ κύματα ταῦτα δὲν μετατοπίζεται ὁ αἶθρ, ἀλλ' ἀπλῶς διαδίδεται δι' αὐτῶν ἢ διὰ τοῦ ἐμβολέως προκαλουμένη συμπίεσις καὶ ἀραιώσεις. Τὰ κύματα ταῦτα εἶναι ἐπίπεδα καὶ παράλληλα πρὸς ἀλλήλα.

**Γραφικὴ παράστασις τῶν πυκνωμάτων καὶ ἀραιωμάτων.** Ἡ κατάστασις τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρος κατὰ τινα χρονικὴν στιγμὴν δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ τῆς καμπύλης τοῦ σχήματος δ, ἔνθα AB παριστᾷ τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου, τὰ δὲ ἔξογκώματα καὶ κοιλάσματα τῆς καμπύλης παριστῶσι τὰ πυκνώματα καὶ τὰ ἀραιώματα. Τὸ σύνολον δύο κυμάτων ἀντιθέτων (πυκνὸν καὶ ἀραιὸν) καλεῖται πλήρες κῆμα καὶ μῆκος τοῦ κύματος καλεῖται τὸ ἄθροισμα τῶν μηκῶν τοῦ πυκνοῦ καὶ τοῦ ἀραιοῦ κύματος.

Γ') **Σχηματισμός κυμάτων ἐν τῷ ἀέρι.** Φαντασθῶμεν τώρα κώδωνα, κρούμενον ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι καὶ παράγοντα ἤχον. Οὗτος, καθὼς εἶδομεν, πάλλεται. Οἱ παλμοὶ τούτου μεταδίδονται καὶ εἰς τὸν περίξ ἀέρα, ἐν τῷ ὁποίῳ παράγονται κύματα ἐναλλὰξ πυκνά καὶ ἀραιά (σχ. 11). Τὰ κύματα ταῦτα εἶναι σφαιρικά καὶ

ὁμόκεντρα καὶ καλοῦνται *ἠχητικὰ κύματα*, διαδίδονται δὲ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις (σχ. 11). Αἱ δὲ διευθύνσεις καθ' ἃς μεταδίδονται τὰ ἠχητικὰ κύματα καλοῦνται *ἠχητικαὶ ἀκτίνες*. Ἡχητικὰ κύματα δὲν παράγονται ἐν τῷ κενῷ, ἀλλὰ μόνον ἐν τοῖς ἔλαστικοῖς σώμασι, στερεοῖς, ὑγροῖς καὶ ἀερίοις.



Σχ. 11. Ἡχητικὰ κύματα.

Διὰ τῶν ἠχητικῶν κυμάτων ἐν τῷ ἀέρι δὲν μετατοπίζεται ὁ αἶθρ, ἀλλ' ἀπλῶς διαδίδεται δι' αὐτῶν ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἠχογόνου σώματος.

**Γραφικὴ παράστασις τῶν ἠχητικῶν κυμάτων.** Ἡ κατάστασις τοῦ ἀέρος περὶ τὸ ἠχογόνον σῶμα κατὰ τινα χρονικὴν στιγμὴν δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ τῆς καμπύλης τοῦ σχήματος 8, ἐνθα AB δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς μία τῶν ἀκτίνων τῶν σφαιρικῶν κυμάτων τοῦ ἀέρος. Τὰ ἐξογκώματα καὶ τὰ κοιλάσματα τῆς καμπύλης παριστῶσι τὰ πυκνὰ καὶ τὰ ἀραιὰ κύματα. Τὸ σύνολον ἐνὸς πυκνοῦ καὶ ἐνὸς ἀραιοῦ κύματος ἀποτελεῖ ἓν πλήρες κῆμα. Τὸ μῆκος τοῦ κύματος ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν μηκῶν τοῦ πυκνοῦ καὶ τοῦ ἀραιοῦ κύματος.

**6. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.**—Α') **Πειράματα.** 1ον) Ὅταν παρατηρῶμεν μακρόθεν κυνηγὸν νὰ πυροβολῇ, βλέπομεν τὸν καπνὸν προτοῦ ἀκούσωμεν τὸν κρότον τοῦ πυροβολισμοῦ.

2ον) Ὅταν παρατηρῶμεν μακρόθεν ὑλοτόμον νὰ κτυπᾷ διὰ τοῦ πελέκεως τὸν κορμὸν δένδρου, βλέπομεν τὸν πέλεκυν νὰ κτυπᾷ τὸν κορμὸν, προτοῦ ἀκούσωμεν τὸν κρότον.

3ον) Κατὰ τὸν χειμῶνα, ἐν καιρῷ θυέλλης (ἀστραπὴ-βροντή),

κατὰ πρῶτον βλέπομεν τὴν ἀστραπὴν καὶ μετὰ τινὰς στιγμὰς ἀκούομεν τὴν βροντὴν.

**Συμπέρασμα.** Ὁ ἦχος διαδίδεται βραδύτερον τοῦ φωτός.

Καλεῖται **ταχύτης** τοῦ ἤχου τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον ὑπ' αὐτοῦ ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου.

Β') **Μέτρησις τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.** Ἐν ἓκ τῶν πειραμάτων, τὰ ὁποῖα ἐξετελέσθησαν πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι ἦτο καὶ τὸ ἑξῆς: Δύο τηλεβόλα ἐτοποθετήθησαν ἐπὶ δύο σταθμῶν (λόφων), τῶν ὁποίων ἡ ἀπόστασις μετρηθεῖσα ἀκριβῶς εὑρέθη ἴση μὲ 18613 μέτρα. Τὰ τηλεβόλα ἐξεπυρσοκρότου ἀλληλοδιαδόχως καὶ εἰς τοὺς δύο σταθμοὺς πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἀνέμου. Ὁ παρατηρητὴς ἐκατέρου σταθμοῦ ἔσημείωνε τὸν χρόνον τὸν παρερχόμενον ἀπὸ τῆς στιγμῆς καθ' ἣν ἔβλεπε τὴν λάμπιν μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν ἤκουε τὸν κρότον τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως.

Ὁ χρόνος οὗτος δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι εἶναι ἀκριβῶς ἴσος πρὸς τὸν χρόνον, τὸν ὁποῖον ἐχρειάζετο ὁ ἦχος διὰ νὰ διανύσῃ τὴν ἀπόστασιν ἣτις ἐχώριζε τοὺς δύο σταθμοὺς. Ὁ χρόνος οὗτος εὑρέθη κατὰ μέσον ὄρον ἴσος μὲ 54,6 δευτερόλεπτα. Ὡστε ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου ὁ ἦχος διήνυσε  $\frac{18613}{54,6} = 340,9$  μέτρα. (Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἦτο περίπου 16° Κελσίου).

Ἄλλα πειράματα γινόμενα ὑπὸ διαφόρους περιστάσεις ἔδωσαν τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα.

1ον) Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

2ον) Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας κατὰ 0,62 μέτρα δι' 1°. Εἰς θερμοκρασίαν 0° Κ εἶναι ἴση πρὸς 332 περίπου μέτρα, εἰς 10° Κ ἴση πρὸς 337 μέτρα, καὶ εἰς 16° Κ ἴση πρὸς 340 περίπου μέτρα.

**7. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ἄλλοις σώμασι.** 1ον) Ἐν τοῖς ἀερίοις. Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς διαφόροις ἀερίοις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς πυκνότητος τοῦ ἀερίου.

Ἡ ταχύτης  $T$  τοῦ ἤχου ἐν ἀερίῳ θερμοκρασίας  $\theta^\circ$  καὶ πυκνότητος  $\pi$  παρέχεται ὑπὸ τοῦ ἐπομένου τύπου

$$T = T^{\circ} \sqrt{\frac{1 + \alpha\theta}{\pi}}$$



ἐνθα  $T^\circ$  εἶναι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^\circ K$ , καὶ  $\kappa$  ὁ συντελεστὴς διαστολῆς τοῦ αἰερίου, δηλ  $\kappa = \frac{1}{273}$ .

2ον) Ἐν τοῖς ὑγροῖς. Ἐν τῷ ὕδατι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου προσδιορίσθη διὰ μεθόδου ἀναλόγου πρὸς τὴν ἐν τῷ ἀέρι καὶ εὑρέθη ἴση πρὸς 1435 μέτρα, δηλ. 4,5 φορὰς μεγαλυτέρα τῆς ἐν τῷ ἀέρι (θερμοκρασία τοῦ ὕδατος  $8^\circ K$ ).

3ον) Ἐν τοῖς στερεοῖς. Ἐν τοῖς στερεοῖς ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα ἢ ἐν τοῖς ὑγροῖς. Ἐν τῷ χυτοσιδήρῳ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν εἶναι 3280 μέτρα, ἐν τῷ ἀργύλλῳ 5100 μέτρα.

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) Ὁ ἤχος τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως τηλεβόλου ἐχρηιάσθη 15 δευτερόλεπτα, ἵνα μεταδοθῆ ἀπὸ τινος τόπου εἰς ἕτερον. Νὰ εὑρεθῆ ἡ ἀπόστασις τῶν δύο τόπων. Ταχύτης τοῦ ἤχου 340 μέτρα. (Ἀπόκρ. 5100 μέτρ.).

2) Βλήμα ρίπτεται ὀριζοντίως μετὰ ταχύτητος 200 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον. Μετὰ παρέλευσιν 5 δευτερολέπτων ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως ἀκούομεν τὸν κρότον τὸν παραχθέντα ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ βλήματος ἐπὶ τοῦ κωλύματος. Νὰ εὑρεθῆ ἡ ἀπόστασις τοῦ παρατηρητοῦ ἀπὸ τοῦ κωλύματος. Ταχύτης τοῦ ἤχου 332 μέτρα. (Ἀπόκρ. 624 περίπου μέτρα).

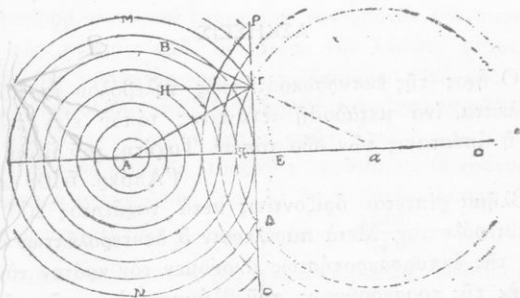
3) Ἐκ τοῦ στομίου φρεάτος ἀφίνομεν νὰ πέσῃ λίθος. Μετὰ παρέλευσιν 3 δευτερολέπτων ἀπὸ τῆς πτώσεως τοῦ λίθου ἀκούομεν τὸν ἤχον τὸν παραχθέντα ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ λίθου ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Νὰ εὑρεθῆ τὸ βάθος τοῦ φρεάτος. Ταχύτης τοῦ ἤχου 337 μέτρα. (Ἀπόκρ. 40.50 μέτρα).

4) Ὑδραγωγὸς σωλὴν ἐκ χυτοσιδήρου ἔχει μῆκος 951.25 μέτρα. Εἰς τὸ ἓν ἄκρον αὐτοῦ εὐρίσκεται κώδων ὅστις κρούεται. Ἐκ τοῦ ἄλλου ἀκούονται δύο διαδοχικοὶ ἤχοι, ὁ μὲν διὰ μέσου τοῦ μετάλλου, ὁ δὲ διὰ μέσου τοῦ αἰέρος τοῦ σωλῆνος. Μεταξὺ τῶν δύο τούτων ἤχων παρέρχονται 2,5 δευτερόλεπτα. Πόση εἶναι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ χυτοσιδήρῳ ; Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι 340 μέτρα. (Ἀπόκρ. 3280 μέτρα).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

8. **Ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.**—**Πείραμα.** Ἐπὶ ἡρεμούσης ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος δεξαμενῆς ῥίπτομεν λίθον, ὁπότε, ὡς εἴπομεν, σχηματίζονται ἐπ' αὐτῆς κύματα, ἐναλλάξ κυρτὰ καὶ κοίλα. Ταῦτα διαδίδονται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐφ' ὅσον δὲν ἐμποδίζονται. Ἐὰν ὅμως κατὰ τὴν πορείαν των συναντήσωσι κώλυμά τι, λ.χ. τοῖχον  $PP'$  (σχ. 12), βλέπομεν ὅτι τὰ κύματα ἐπι-



Σχ. 12. Ἀνάκλασις ὑδατηρῶν κυμάτων.

στρέφουν πρὸς τὰ ὀπίσω, καὶ σχηματίζουν νέα ὁμόκεντρα κύματα, τὰ ὁποῖα φαίνονται ἐκπορευόμενα ἐκ σημείου, κειμένου ὀπισθεν τοῦ κωλύματος. Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ λέγομεν, ὅτι τὰ ὑδατηρὰ κύματα **ἀνακλῶνται**.

Καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ τὰ ἠχητικὰ κύματα τὰ παραγόμενα εἰς τὸ Α, ἐὰν συναντήσουν κατὰ τὴν πορείαν των κώλυμά τι, λ.χ. τοῖχον, ἐπιστρέφουν πρὸς τὰ ὀπίσω, ὡς ἐὰν προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου α συμμετρικοῦ τοῦ Α ὡς πρὸς τὸ κώλυμα. Λέγομεν τότε ὅτι τὰ ἠχητικὰ κύματα ἀνακλῶνται, τὸ δὲ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.

**Ὁρισμός.** Καλεῖται ἀνάκλασις τοῦ ἤχου τὸ φαινόμενον καθ' ὃ ὁ ἤχος ἀλλάσσει διευθύνσιν ὅταν συναντήσῃ κώλυμά τι.

Ἡ εὐθεῖα ΑΓ, κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ἤχος διαδίδεται ἐκ τοῦ Α εἰς τὸ Γ, καλεῖται **ἠχητικὴ ἀκτίς**. Ὑπάρχουσι πλεῖστα ἠχητικαὶ

ἄκτινες ἀναχωροῦσαι ἐκ τοῦ Α. Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον προσπτώσεως Γ φέρωμεν τὴν κάθετον ΗΓ, αὕτη μετὰ τῆς προσπιπτούσης ἠχητικῆς ἀκτίνος σχηματίζει τὴν γωνίαν ΑΓΗ, ἣτις καλεῖται **γωνία προσπτώσεως**, μετὰ δὲ τῆς ἀνακλωμένης ἠχητικῆς ἀκτίνος σχηματίζει τὴν γωνίαν ΒΓΗ, ἣτις καλεῖται **γωνία ἀνακλάσεως**. Αἱ δύο αὗται γωνίαι εἶναι ἴσαι.

Ὁ ἦχος ἀνακλᾶται προσπίπτων ἐπὶ διαφόρων κωλυμάτων, λ.χ. ἐπὶ τοίχων, ἐπὶ κρημνῶν ἀποτόμων, ἐπὶ νεφῶν (ἀνάκλασις τῆς βροντῆς), ἐπὶ δένδρων καὶ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους.

**9. Ἥχώ.**— Συμβαίνει πολλάκις, ὅταν ἰστάμεθα ἐνώπιον κωλύματος λ. χ. τοίχου, καὶ φωνῶμεν μεγαλοφώνως, νὰ ἀκούωμεν μετὰ τινα χρόνον ἐπαναλαμβανόμενον τὸν αὐτὸν ἦχον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἦχώ (κ. ἀντίλαλος).

**Ὅρισμός.** Καλεῖται ἦχώ τὸ φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον ἦχός τις ἐπαναλαμβάνεται ἔνεκα τῆς ἀνακλάσεως αὐτοῦ ἐπὶ τινος κωλύματος.

Πόση πρέπει νὰ εἶναι ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τοῦ κωλύματος ἵνα παραχθῇ ἦχώ; Ἐπειδὴ τὸ αἶσθημα, τὸ ὁποῖον παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀκουστικοῦ ἡμῶν ὄργάνου διαρκεῖ τοῦλάχιστον  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου, διὰ νὰ ἀκούσωμεν εὐκρινῶς δύο διαδοχικοὺς ἦχους **βραχεῖς**, πρέπει νὰ μεσολαβῆσῃ μετὰξὺ αὐτῶν χρονικὸν διάστημα μεγαλύτερον τοῦ  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου. Ἐπομένως ὁ ἀνακλώμενος ἦχος πρέπει νὰ φθάσῃ εἰς τὰ ὦτά μας τοῦλάχιστον  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου βραδύτερον ἀπὸ τὸν ἀπ' εὐθείας ἦχον, δηλ. νὰ διανύσῃ  $\frac{340}{10} = 34$  μέτρα. Ὁ παρατηρητῆς λοιπὸν πρέπει νὰ εὐρίσκειται εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ κώλυμα τοῦλάχιστον 17 μέτρων, ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι οὗτος παράγει τὸν ἦχον.

Διὰ τοὺς **ἐνάρθρους** ἦχους ἵνα ἀκουσθῇ εὐκρινῶς ἦχώ, ἀπαιτεῖται ἀπόστασις τοῦλάχιστον διπλασία, δηλ. 34 μέτρων. Τοῦτο δὲ διότι διὰ νὰ ἀκούσωμεν εὐκρινῶς δύο διαδοχικοὺς ἦχους ἐνάρθρους, πρέπει νὰ μεσολαβῆσῃ μετὰξὺ αὐτῶν χρονικὸν διάστημα μεγαλύτερον τοῦ  $\frac{1}{5}$  τοῦ δευτερολέπτου. Ἐπομένως ὁ ἀνακλώμενος ἦχος πρέπει νὰ φθάσῃ εἰς τὰ ὦτα μας  $\frac{1}{5}$  τοῦ δευτερολέπτου βραδύτερον

ἀπὸ τὸν ἀπ' εὐθείας ἤχον, δηλ. νὰ διανύσῃ  $\frac{340}{5} = 68$  μέτρα. Ὁ παρατηρητὴς λοιπὸν πρέπει νὰ εὐρίσκεται εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ κώλυμα τοῦλάχιστον 34 μέτρων.

Ἡ ἤχώ, ὅταν ἐπαναλαμβάνῃ ἀπαξ μόνον ἤχόν τινα λέγεται *ἀπλή*, ὅταν δὲ ἐπαναλαμβάνῃ αὐτὸν πολλάκις λέγεται *πολλαπλή*. Πολλαπλῆ ἤχώ ἀκούεται ὅταν ἐνώπιον ἡμῶν ὑπάρχωσι πολλὰ κωλύματα, εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κείμενα, ἢ ὅταν ἐκαστέρωθεν ἡμῶν ὑπάρχωσι δύο κωλύματα κείμενα ἀπέναντι ἀλλήλων, λ. χ. δύο τοῖχοι παράλληλοι, ὁπότε ἕκαστον κώλυμα θὰ ἀνακλᾷ τὸν παραγόμενον ἤχον καὶ ὁ παρατηρητὴς θὰ ἀκούῃ αὐτὸν πολλάκις.

**10. Ἀντήχησης.** Συμβαίνει πολλάκις, ὅταν ἰστάμεθα ἐνώπιον κωλύματος καὶ φωνῶμεν, νὰ ἀκούσωμεν τὸν ἤχον ἰσχυρότερον καὶ διαρκέστερον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀντήχησης.

**Ὁρισμός.** Καλεῖται *ἀντήχησης* τὸ φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον ἤχός τις γίνεται ἰσχυρότερος καὶ διαρκέστερος.

Ἴνα παραχθῇ ἀντήχησης, πρέπει ἡ ἀπόστασις τοῦ ὁμιλοῦντος ἀπὸ τοῦ κωλύματος νὰ εἶναι μικροτέρα τῶν 17 μέτρων διὰ τοὺς βραχεῖς ἤχους. Διότι τότε ὁ ἀνακλώμενος ἤχος ἐπιστρέφει εἰς τὰ ὄτια ἡμῶν τόσον ταχέως, ὥστε συμπίπτει σχεδὸν μὲ τὸν ἀπ' εὐθείας ἤχον καὶ τὸν καθιστᾷ ἰσχυρότερον καὶ διαρκέστερον.

Ἀντήχησης παράγεται ὅταν φωνῶμεν ὑπὸ τοὺς θόλους τῶν γεφυρῶν, ἐντὸς σπηλαίων, θεάτρων, ἐκκλησιῶν, δεξαμενῶν, αἰθουσῶν κλπ. Ἴνα αἰθουσά τις, π. χ. ἐκκλησία, εἶναι καλὴ ἀπὸ ἀπόψεως ἀκουστικῆς, πρέπει νὰ παράγεται ἐν αὐτῇ μόνον ἀντήχησης, αὕτη δὲ νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατόν μικρᾶς διαρκείας. Αἱ αἰθουσαι εἶναι συνήθως ἀντηχητικαὶ ὅταν εἶναι γυμναί, ὅταν ὅμως αὐταὶ περιέχωσι διάφορα ἀντικείμενα, λ. χ. τάπητας, ὑφάσματα, ἔπιπλα κλπ., ἡ ἀντήχησης ἐμποδίζεται, διότι ὁ ἤχος κατὰ τὸ πλεῖστον ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῶν ἀντικειμένων, κατ' ἐλάχιστον δὲ ἢ καὶ οὐδὲν ἀνακλᾶται.

**Συμπέρασμα.** Ἡ ἤχώ καὶ ἡ ἀντήχησης ἐξηγοῦνται διὰ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ ἤχου.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) Δύο τοῖχοι Α εἶναι Β εἶναι παράλληλοι καὶ ἀπέχουσιν ἀπ' ἀλλήλων 127.50 μέτρα. Μεταξὺ αὐτῶν τοποθετεῖται παρατηρη-

της εἰς ἀπόστασιν 85 μέτρων ἀπὸ τοῦ Α καὶ 42.50 μέτρων ἀπὸ τοῦ Β, ὅστις κατὰ τινὰ στιγμὴν ρίπτει πυροβολισμόν. Μετὰ πόσον χρόνον θὰ ἀκούσῃ διαδοχικῶς τὴν ἡχὴ τῆς ἐκπυροσοκροτήσεως; Ταχύτης τοῦ ἡχου 340 μέτρα. (\*Απόκρ. Τὴν πρώτην ἡχὴ μετὰ  $\frac{1}{4}$  τοῦ δευτερολέπτου καὶ τὰς ἄλλας μετ' ἕκαστον  $\frac{1}{4}$  τοῦ δευτερολέπτου).

2) Εἷς τι πείραμα πρὸς βυθομέτρῃσιν τῆς θαλάσσης διὰ τῆς ἠχητικῆς μεθόδου εὐρέθη ὅτι παρήλθον 3,246 δευτερολέπτα ἀπὸ τῆς στιγμῆς καθ' ἣν παρήχθη ὁ ἡχος μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν τὰ ὄργανα ἐσημείωσαν τὴν ἐπάνοδον αὐτοῦ. Νὰ εὐρεθῇ τὸ βάθος τῆς θαλάσσης εἰς τὸν τόπον τοῦ πειράματος. Ταχύτης τοῦ ἡχου ἐν τῷ ὕδατι 1435 μέτρα. (\*Απόκρ. 2329).

3) Δύο παρατηρηταὶ Α καὶ Β, ἀπέχοντες ἀλλήλων 90 μέτρα εὐρίσκονται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπὸ τινος κώλυματος τὸ ὁποῖον παράγει ἡχὸν. Ἐκ τούτων ὁ Α πυροβολεῖ, ὁ δὲ Β ἀκούει πρῶτον τὸν ἀπ' εὐθείας ἡχον καὶ μετὰ παρέλευσιν  $\frac{3}{17}$  δευτερολέπτων τὸν ἀνακλώμενον. Εἰς πόσῃ ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ κώλυμα εὐρίσκονται οἱ παρατηρηταὶ; Ταχύτης τοῦ ἡχου 340 μέτρα. (\*Απόκρ. 60 μέτρα).

4) Δύο τοῖχοι Α καὶ Β εἶναι παράλληλοι. Μεταξὺ αὐτῶν τοποθετεῖται παρατηρητῆς ἀπέχων 120 μέτρα ἀπὸ τὸν Α τοῖχον καὶ 390 μέτρα ἀπὸ τὸν Β. Ἐὰν οὗτος φωνήσῃ ἔστραμμένος πρὸς τὸν τοῖχον Α, μετὰ πόσα δευτερολέπτα θὰ ἀκούσῃ τὴν ἡχὴ α) ἐκ τοῦ τοίχου Α καὶ β) ἐκ τοῦ τοίχου Β; Ταχύτης τοῦ ἡχου 340 μέτρα. (\*Απόκρ. α)  $\frac{12}{17}$  δευτερ. καὶ β) 3 δευτερ.).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

**11. Χαρακτῆρες τοῦ ἡχου.** Οἱ ἡχοὶ τοὺς ὁποίους παράγουν τὰ διάφορα ὄργανα δὲν ὁμοιάζουν μεταξὺ των. Ἐπίσης οἱ ἡχοὶ ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ὄργάνου δὲν παράγουν ὅλοι εἰς τὰ ὦτα ἡμῶν τὴν αὐτὴν ἐντύπωσιν, καθ' ὅσον ἄλλοι εἶναι ὑψηλοί, ἄλλοι χαμηλοί, ἄλλοι ἐντατικοὶ καὶ ἄλλοι ἀσθενεῖς. Διὰ τὰ διακρίνωμεν

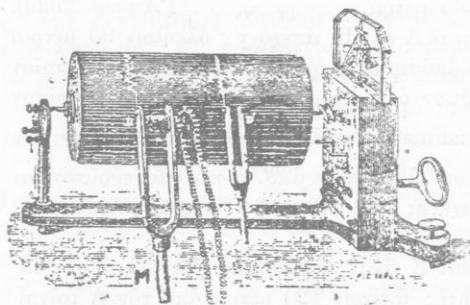
Κ. ΣΑΜΙΩΤΑΚΗ Στοιχεῖα Φυσικῆς Γ' Γυμν. \*Εκδ. 4η 2

ἀπ' ἀλλήλων τοὺς ἤχους ἔχομεν τρεῖς χαρακτῆρας, τὸ ὕψος, τὴν ἔντασιν καὶ τὴν χροιάν.

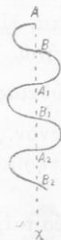
**12. Ὑψος τοῦ ἤχου.** Ἐὰν κτυπήσωμεν διαδοχικῶς ὄλα τὰ πληκτρα ἐνὸς πιάνου ἐκ τῶν ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, θὰ παραχθῶσιν ἤχοι ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑψηλότεροι· λέγομεν τότε ὅτι οἱ ἤχοι οὗτοι δὲν ἔχουσι τὸ αὐτὸ ὕψος ἢ τὴν αὐτὴν ὀξύτητα.

**Ὅρισμός.** Καλεῖται ὕψος ἢ ὀξύτης τοῦ ἤχου τὸ γνῶρισμα διὰ τοῦ ὁποίου διακρίνεται ὁ χαμηλὸς ἤχος ἀπὸ τὸν ὑψηλόν. Ὁ χαμηλὸς ἤχος λέγεται καὶ βαρῦς, ὁ δὲ ὑψηλὸς ὀξύς.

**Προσδιορισμὸς τοῦ ὕψους.** Ἴνα προσδιορίσωμεν τὸ ὕψος ἤχου τινός, μεταχειρίζομεθα τὴν *γραφικὴν μέθοδον*. Αὕτη πα-



Σχ. 13. Προσδιορισμὸς τοῦ ὕψους διὰ γραφικῆς μεθόδου.



Σχ. 14. Καταγραφὴ κυματοειδοῦς γραμμῆς.

ρουσιάζει τὸ πλεονέκτημα ὅτι αὐτὸ τοῦτο τὸ ἠχογόνον σῶμα καταγράφει τοὺς παλμούς του. Πρὸς ἐφαρμογὴν τῆς μεθόδου ταύτης λαμβάνομεν μεταλλινὸν κύλινδρον ὀριζόντιον (σχ. 13), ὅστις δύναται νὰ περιστραφῇ ἰσοταχῶς περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Τοῦτον καλύπτομεν διὰ φύλλου χάρτου λείου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐναποθέτομεν τὸ παλλόμενον σῶμα Μ (διαπασῶν λ. χ.), οὕτως ὥστε τοῦτο νὰ πάλληται παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου. Ἐπὶ τοῦ ἐνὸς δὲ σκέλους τοῦ διαπασῶν προσαρμόζομεν μικρὰν ἀκίδα D, ἣτις νὰ ἐφάπτηται ἐλαφρῶς τοῦ στρώματος τῆς αἰθάλης.

Ὅταν τὸ παλλόμενον σῶμα ἠρεμῇ, ὁ δὲ κύλινδρος περιστρέφεται, ἡ ἀκίς καταγράφει ἐπὶ τοῦ ἠθθαλωμένου χάρτου *εὐθείαν*

γραμμὴν AX (σχ. 14). Ὄταν ὁμοίως τὸ σῶμα πάλληται, ὁπότε παράγει ἤχον, ἡ ἀκίς συμπάλλεται μετ' αὐτοῦ καὶ καταγράφει ἐπὶ τοῦ χάρτου *κυματοειδῆ* γραμμὴν, τῆς ὁποίας ἕκαστος κυματισμὸς ἀντιστοιχεῖ καὶ εἰς ἓνα παλμὸν. Ἐὰν δὲ διὰ τινος χρονομέτρου προσδιορίσωμεν τὸν χρόνον εἰς δευτερόλεπτα καθ' ὃν καταγράφεται ἡ κυματοειδὴς γραμμὴ καὶ μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν κυματισμῶν ταύτης, θὰ ἔχωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τοὺς ὁποίους ἐξετέλεσε τὸ ἠχογόνον σῶμα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Καὶ ἐὰν διαιρέσωμεν τὸν ἀριθμὸν τοῦτον διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δευτερολέπτων, θὰ ἔχωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἐπαναλαμβάνοντες τὸ αὐτὸ πείραμα καὶ δι' ἄλλον διαπασῶν παράγοντος ὀξύτερον ἤχον, θὰ λάβωμεν ἄλλην κυματοειδῆ γραμμὴν, ἣτις θὰ περιλαμβάνη περισσοτέρους κυματισμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον, ἐπομένως θὰ δεικνύη καὶ περισσοτέρους παλμοὺς τοῦ ἠχοῦντος σώματος κατὰ δευτερόλεπτον. Ἐπομένως εἰς τὸν ὀξύτερον ἤχον ἀντιστοιχεῖ μεγαλύτερος ἀριθμὸς παλμῶν. Τὸ σχῆμα 15 παριστᾷ δύο κυματοειδεῖς γραμμάς, καταγραφείσας ὑπὸ δύο διαφόρων διαπασῶν.



Σχ. 15. Εἰς τὸν ὀξύτερον ἤχον ἀντιστοιχεῖ μεγαλύτερος ἀριθμὸς παλμῶν.

**Συμπέρασμα.** Τὸ ὕψος ἢ ἡ ὀξύτης τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ τὸν ἠχογόνον σῶμα κατὰ δευτερόλεπτον.

**13. Ὅρια τῶν ἀντιληπτῶν ἤχων.**—Αὐξανομένου βαθμηδὸν ἡ ἐλαττουμένου τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον, παράγονται ἐπὶ τέλους ἤχοι ὀξύτατοι ἢ βαρύτατοι, τοὺς ὁποίους τὰ ὦτα ἡμῶν δὲν δύνανται νὰ ἀντιληφθῶσι καὶ ἐπομένως δὲν εἶναι πλέον ἀκουστοί. Καὶ ὁ μὲν βαρύτατος ἀκουστός ἤχος ἀντιστοιχεῖ εἰς ὕψος 16 παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον, ὁ δὲ ὀξύτατος ἀκουστός ἤχος εἰς ὕψος 38000 παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον. Ἐν τῇ μουσικῇ ὁμοίως χρησιμοποιοῦνται ἤχοι ἀντιστοιχοῦντες εἰς ὕψη περιλαμβανόμενα μεταξὺ 40 καὶ 4000 παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ τοῦτο διότι οἱ ὑπεράγαν ὀξεῖς ἤχοι προξενοῦσιν εἰς τὸ οὖς ἡμῶν δυσάρεστον αἴσθημα.

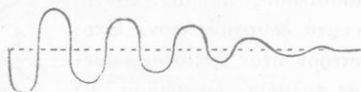
**14. Ἔντασις τοῦ ἤχου.**—Καλεῖται *έντασις* τοῦ ἤχου τὸ

γνώρισμα διὰ τοῦ ὁποίου διακρίνομεν τὸν ἰσχυρὸν ἤχον ἀπὸ τὸν ἀσθενῆ.

Ἐπὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου ἐπιδρωσι διάφορα αἷτια, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ σπουδαιότερα εἶναι τὰ ἑξῆς :

1) *Τὸ πλάτος τῶν παλμῶν.* 1ον) Ἐλασμα χαλύβδινον ἐστερωμένον κατὰ τὸ ἐν ἄκρον ἐπὶ τραπέζης (σχ. 1) ἀπομακρύνομεν ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας του. Ὁ ἤχος κατ' ἀρχὰς εἶναι ἰσχυρὸς, σὺν τῷ χρόνῳ ὅμως ἕξασθενεῖ ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τέλος δὲν ἀκούεται πλέον. Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ εἰς τὴν παλλομένην χορδὴν.

2ον) Ἐὰν τὸ ἐν σκέλος διαπασῶν κρούσωμεν ἑλαφρῶς ἐπὶ τῆς τραπέζης, παράγει ἤχον ἀσθενῆ, ἐὰν ὅμως τὸ κρούσωμεν ἰσχυρῶς, τότε παράγει ἤχον ἰσχυρὸν, ὅστις ἕξασθενεῖ σὺν τῷ χρόνῳ καὶ τέλος δὲν ἀκούεται πλέον. Ἐὰν δὲ τὸ διαπασῶν καταγράφῃ ἐπὶ ἠθαλωμένης ὑαλίνης πλακῶς τοὺς παλμούς του (σχ. 16), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ πλάτος τῶν παλμῶν κατ'



Σχ. 16. Ἐλάττωσις τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν.

ἀρχὰς εἶναι μέγα, κατόπιν ὅμως βαίνει ἑλαττούμενον καὶ τέλος μηδενίζεται.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ ἐνταση τοῦ ἤχου εἶναι τοσοῦτω μεγαλυτέρα, ὅσῳ τὸ πλάτος τῶν παλμῶν εἶναι μεγαλύτερον, διότι τότε ὁ ἀήρ, ἐπομένως καὶ τὸ ἀκουστικὸν τύμπανον, πάλλονται ἰσχυρότερον.

2) *Ἡ γειννίασις ἄλλων σωμάτων καταλλήλων.* Διαπασῶν κρατούμενον ἐκ τοῦ ποδός του καὶ κρούομενον παράγει ἤχον ἀσθενῆ. Ἐὰν ὅμως στηριχθῆ ὀρθιον διὰ τοῦ ποδός του ἐπὶ τραπέζης, ὁ ἤχος του ἐνισχύεται, διότι ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ διαπασῶν μεταδίδεται καὶ εἰς τὴν τραπέζαν. Ὁ ἀήρ λοιπὸν πλήττεται διὰ μεγαλυτέρας ἐπιφανείας καὶ ἀκούομεν ἤχον ἐντατικώτερον. Οὗτος δὲ εἶναι καὶ ὁ λόγος, διὰ τὸν ὁποῖον εἰς πάντα τὰ ἔγχορδα ὄργανα αἱ χορδαὶ τείνονται ἐπὶ ξυλίνου σκάφους μετὰ λεπτῶν τοιχωμάτων καλουμένου *ἀντηχείου*. Καὶ ἐνισχύεται μὲν τοιοῦτοτρόπως ὁ ἤχος, διαρκεῖ ὅμως ὀλιγώτερον χρόνον.



3) **Ἡ πυκνότης τοῦ αερίου ἐν τῷ ὁποίῳ ὁ ἦχος παράγεται.** 1ον) Εἶδομεν, ὅτι καθ' ὅσον ἀραιώνομεν τὸν ἐν τῇ σφαιρᾷ ἀέρα (§ 3), ὁ ἦχος τοῦ κωδωνίου ἀκούεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀσθενέστερον. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον, ἦχος παραγόμενος εἰς τὰς πλευρὰς ὄρους ὅπου ὁ ἀῆρ εἶναι ἀραιότερος, δὲν γίνεται πολὺ ἀκουστός εἰς τὴν πεδιάδα, ἐνῶ, τοῦναντίον, ὁ αὐτὸς ἦχος παραγόμενος εἰς τὴν πεδιάδα γίνεται ἀκουστότερος εἰς τὰς πλευρὰς τοῦ ὄρους.

2ον) Ἐὰν εἰς τὴν ὑαλίνην σφαιρᾷν εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς ὑδρογόνον καὶ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ὁ ἐν τῷ ὑδρογόνῳ παραγόμενος ἦχος εἶναι ἀσθενέστερος τοῦ ἐν τῷ διοξειδίῳ τοῦ ἀνθρακος παραγομένου, διότι τὸ ὑδρογόνον εἶναι ἀραιότερον τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου εἶναι μεγαλύτερα εἰς τὰ πυκνότερα ἀέρια.

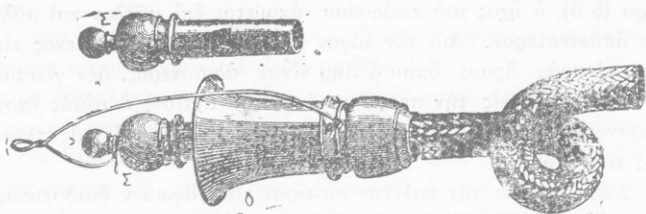
4) **Ἡ ἀπόστασις τοῦ ἠχογόνου σώματος.** Ἐκ πείρας γνωρίζομεν, ὅτι ὅσῳ ἀπομακρυνώμεθα ἀπὸ τοῦ ἠχογόνου σώματος, λ.χ. τὸν κώδωνα ἐκκλησίας, τόσῳ ἀσθενέστερος ἀκούεται ὁ ἦχος καὶ ὅτι ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως ὁ ἦχος δὲν ἀκούεται πλέον. Ἡ ἔντασις λοιπὸν τοῦ ἤχου ἐλαττοῦται μετὰ τῆς ἀποστάσεως. Ἀποδεικνύεται δὲ πειραματικῶς, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου μεταβάλλεται ἀντιστρόφως ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ἡμῶν ἀπὸ τοῦ ἠχογόνου σώματος. Ἄλλ' ὁ νόμος οὗτος ἰσχύει μόνον, ὅταν ὁ ἦχος διαδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις πέριξ τοῦ ἠχογόνου σώματος.

**15. Ἐνίσχυσις τοῦ ἤχου διὰ τῶν σωλήνων.**—Ὅταν ὁ ἦχος διαδίδεται κατὰ μίαν μόνον διεύθυνσιν π. χ. ἐντὸς σωλήνος καὶ μάλιστα εὐθέως καὶ κυλινδρικοῦ, τότε δύναται νὰ μεταδοθῆ εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ἄνευ αἰσθητῆς ἐλαττώσεως τῆς ἐντάσεώς του, διότι τότε τὸ πλάτος τῶν παλμῶν καὶ ἐπομένως ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου διατηρεῖται σχεδὸν σταθερόν, ὅσονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ μῆκος τοῦ σωλήνος. Οἱ σωλήνες λοιπὸν ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ ἐνισχύωσι τὸν δι' αὐτῶν διαδιδόμενον ἦχον.

**16. Ἐφαρμογαί.**—Τῆς ιδιότητος ταύτης τῶν σωλήνων ἐγένοντο πολλαὶ πρακτικαὶ ἐφαρμογαί.

1ον) **Ἀκουστικοὶ σωλήνες.** Οὔτοι εἶναι πραγματικὰ ἀκου-

στικά τηλέφωνα και χρησιμεύουσιν ἵνα συνδιαλεγώμεθα ἕτε

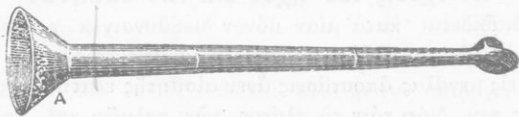


Σχ. 17. Ἀκουστικὸς σωλήν.

ἀποστάσεως οὐχὶ ὅμως καὶ τόσον μεγάλης. Ἀποτελοῦνται συνήθως ἐκ καουτσούκ, καὶ ἀπολήγουσιν εἰς ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα των εἰς ὄλμους Ο (σχ. 17), εἰς τοὺς ὁποίους ἐφαρμόζεται σύριγγς Σ.

Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὴν σύριγγα ἐκ τοῦ ὄλμου καὶ φουσήσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ, παράγεται συριγμὸς εἰς τὸν ἕτερον ὄλμον διὰ τοῦ ὁποίου εἰδοποιεῖται τὸ πρόσωπον μεθ' οὗ θέλομεν νὰ συνδιαλεχθῶμεν, ἀμέσως δὲ ἐφαρμόζομεν πάλιν τὴν σύριγγα εἰς τὸν ὄλμον αὐτῆς. Καθ' ὅμοιον τρόπον συρίζει καὶ ἐκεῖνο, καὶ ἀμέσως ἐφαρμόζει τὸν ὄλμον εἰς τὸ οὗς αὐτοῦ καὶ ἀκούει εὐκρινῶς τὴν ὁμιλίαν τοῦ καλοῦντος.

2ον) **Τηλεβόας.** Οὗτος χρησιμεύει ἵνα μεταβιβάσωμεν τὴν φωνὴν εἰς μεγάλην ἀπόστασιν. Κατασκευάζεται ἐκ μεταλλίνου σωλήνος σχήματος κωνικοῦ ἐπιμήκους (σχ. 18) καὶ τὸ μὲν ἐν



Σχ. 18. Τηλεβόας.

ἄκρον αὐτοῦ εἶναι πολὺ εὐρύτερον καὶ καλεῖται *κώδων*, τὸ δὲ ἕτερον εἶναι στενότερον, ἀπολήγον εἰς ὄλμον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου φωνεῖ τις, στρέφων τὸν κώδωνα πρὸς τὸ μέρος πρὸς τὸ ὁποῖον θέλει νὰ γίνῃ ἀκουστός. Ἡ ιδιότης αὕτη τοῦ τηλεβόα ὀφείλεται

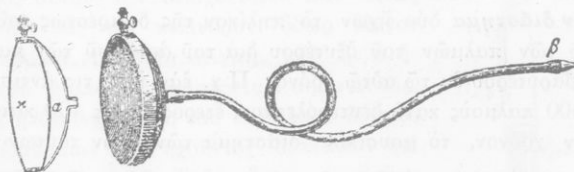
εἰς τὰς διαδοχικὰς ἀνακλάσεις τῶν ἠχητικῶν ἀκτίνων ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ὄργάνου, ἕνεκα τῶν ὁποίων αἱ ἠχητικαὶ ἀκτίνες ἐξέρχονται ἐκ τοῦ κώδωνος συγκεντρωμέναι κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον τῷ ἄξονι τοῦ ὄργάνου. Ἡ ἀπόστασις εἰς ἣν μεταδίδεται ἡ φωνὴ ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν διαστάσεων τοῦ ὄργάνου. Καλὸς τηλεβόας δύναται νὰ μεταφέρῃ τὴν φωνὴν εἰς ἀπόστασιν 5—6 χιλιομέτρων.

3ον) **Ἀκουστικὸν κέρας.** Τοῦτο χρησιμεύει εἰς τοὺς βαρυηκούς. Ὁ ἀπλούστερος τύπος τούτου εἶναι μετάλλινος σωλὴν κωνικὸς (σχ. 19), οὗτινος τὸ μὲν ἓν ἄκρον ἀπολήγει εἰς εὐρὴν ὄλμον, ὅστις στρέφεται πρὸς τὸν ὀμιλοῦντα καὶ χρησιμεύει ὅπως δέχεται τὰ ἠχητικὰ κύματα, τὸ δὲ ἕτερον ἄκρον φέρει στενὸν στόμιον, ὅπερ εἰσάγεται εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον τοῦ βαρυηκούου.



Σχ. 19. Ἀκουστικὸν κέρας

4ον) **Στηθοσκοπίον.** Τοῦτο χρησιμεύει εἰς τοὺς ἰατροὺς διὰ τὴν ἀκρόασιν τῶν ἀσθενῶν. Ὑπάρχουσι δὲ διάφοροι τύποι στηθοσκοπίου, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ τοῦ Koenig (σχ. 20), ἀποτελεῖται ἐκ χαλκίνης κάψης, ἐκ τοῦ κέντρου τῆς ὁποίας ἄρχεται σωλὴν ἐκ καουτσούκ ἀπολήγων εἰς κεράτινον ἢ ὀστέϊνον ἄκρον. Τὸ ἄνοιγμα τῆς κάψης κλείεται διὰ μεμβράνης ἐκ καουτσούκ κ, τὸ δὲ ἐσωτερικὸν αὐτῆς διαιρεῖται διὰ δευτέρας μεμβράνης α εἰς δύο διαμερίσματα. Εἰς τὸ ἓν διαμέρισμα τὸ σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν δύο μεμβρανῶν ἀντιστοιχεῖ στρόφιγγε εὐρισκομένη ἔξωθεν ἐπὶ τῆς πλευρᾶς τῆς κάψης. Ἐὰν ἐκ τῆς στρόφιγγος ἐμφυσήσωμεν



Σχ. 20. Στηθοσκόπιον τοῦ Koenig.

ἄερα εἰς τὸ διαμέρισμα τοῦτο, αἱ μεμβράναι λαμβάνουσι τὸ σχῆμα ἀμφικύρτου φακοῦ.

Κατὰ τὴν χρῆσιν τοῦ ὄργάνου ἡ μὲν ἐξωτερικὴ μεμβράνη τῆς

κάψης ἐφαρμόζεται ἐπὶ τοῦ στήθους τοῦ ἀσθενοῦς. τὸ δὲ ἄκρον τοῦ σωλήνος εἰσάγεται εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον τοῦ ἱατροῦ. Διὰ τοῦ ὄργάνου τούτου οἱ παλμοὶ τῆς καρδίας καὶ ὁ ψίθυρος τῆς ἀναπνοῆς μεταδίδονται πιστῶς μέχρι τοῦ ὠτός τοῦ ἱατροῦ, ἀφ' ἑνὸς μὲν διὰ τοῦ ἐν τῇ κάψῃ ἀέρος, καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ τοῦ ἐλαστικοῦ σωλήνος.

**17. Χροιά τοῦ ἤχου.**—Δύο μουσικὰ ὄργανα διάφορα, π.χ. βιολίον καὶ μανδολίνον δυνατὸν νὰ παράγωσιν ἤχους τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως, ἐν τούτοις οἱ δύο οὔτοι ἤχοι διαφέρουσι μεταξύ των. Λέγομεν λοιπὸν ὅτι οἱ ἤχοι οὔτοι δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν χροιάν.

**Ὅρισμός.** Καλεῖται *χροιά* τοῦ ἤχου τὸ γνῶρισμα, διὰ τοῦ ὁποίου διακρίνομεν ἀπ' ἀλλήλων ἤχους τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως προερχομένους ἐκ διαφόρων ὄργάνων.

Ποία νὰ εἶναι ἡ αἰτία τῆς χροιάς τῶν ἤχων τούτων, ἀφοῦ οὔτοι ἔχουσι τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν καὶ τὸ αὐτὸ πλάτος παλμῶν ;

Ὁ Helmholtz διὰ πειραμάτων ἀπέδειξεν ὅτι ἕκαστος ἤχος σπανίως εἶναι ἀπλοῦς, συνήθως εἶναι σύνθετος, ἀποτελούμενος ἐξ ἑνὸς κυρίου ἢ θεμελιώδους ἤχου, ὅστις συνοδεύεται ὑπὸ τινων δευτερευόντων. Οὔτοι εἶναι πολὺ ἀσθενέστεροι τοῦ θεμελιώδους εἶναι ὅμως ὀξύτεροι αὐτοῦ καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν των εἶναι 2,3,4,5... κλπ. φορὰς μεγαλύτερος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ θεμελιώδους. Οἱ δευτερεύοντες οὔτοι ἤχοι καλοῦνται *ἀρμονικοὶ* τοῦ θεμελιώδους. Ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τῆς ἐντάσεως τῶν ἀρμονικῶν ἤχων προέρχεται κατὰ τὸν Helmholtz ἡ χροιά τῶν διαφόρων ἤχων.

**18. Μουσική.** Α') *Μουσικὸν διάστημα.*—Καλεῖται *μουσικὸν διάστημα* δύο ἤχων τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ὀξυτέρου διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ βαρυτέρου ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Π.χ. ἐὰν ἡχὸς τις ἀντιστοιχῇ εἰς 500 παλμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον, ἕτερος δὲ εἰς 400 κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον, τὸ μουσικὸν διάστημα τῶν ἤχων τούτων εἶναι  $\frac{500}{400} = \frac{5}{4}$ . Δύο δὲ ἤχοι ἀκουόμενοι συγχρόνως ἢ διαδοχικῶς παράγουσιν εἰς τὸ οὖς ἡμῶν αἴσθημα ἐπὶ τοσοῦτον εὐάρεστον ὅσον ἀπλούστερος εἶναι ὁ ἀριθμητικὸς λόγος, διὰ τοῦ ὁποίου παρίσταται τὸ διάστημα αὐτῶν.

Ἐκ τῶν διαστημάτων, τῶν χρησιμοποιουμένων εἰς τὴν μου-

σικήν, ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον εὐκόλως ἀναγνωρίζομεν εἶναι τὸ καλούμενον *ὀγδόη*, δηλ. διάστημα δύο ἤχων, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ ὀξύτερος ἐκτελεῖ διπλασίους παλμοὺς τοῦ βαρυτέρου ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

Β') *Μουσικὴ κλίμαξ*. Καλεῖται *μουσικὴ κλίμαξ* σειρά ἤχων ἢ φθόγγων χρησιμοποιουμένων ἐν τῇ μουσικῇ. Οἱ ἤχοι ἢ φθόγγοι τῆς μουσικῆς ἐπαναλαμβάνονται περιοδικῶς οἱ αὐτοὶ κατὰ ὀκτάδα. Ἐκάστη ὀκτὰς καλεῖται *μουσικὸν διάγραμμα* καὶ οἱ ὀκτὼ ἤχοι ἢ φθόγγοι ἐκάστου διαγράμματος παρίστανται διὰ τῶν συμβόλων

do re mi fa sol la si do

τὰ ὁποῖα ἐνίοτε φέρουσι καὶ δείκτας, π.χ. do<sub>1</sub> mi<sub>2</sub> κ.λ.π. πρὸς διατάξεις τῶν φθόγγων τῶν διαδοχικῶν κλιμάκων.

Εἰς ἕκαστον τῶν ὀκτὼ φθόγγων ἀντιστοιχοῦσι τὰ διαστήματα

$$1 \quad \frac{9}{8} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{15}{8} \quad 2$$

ἅτινα εἶναι οἱ λόγοι τῶν ὑψῶν τῶν φθόγγων τούτων ὡς πρὸς τὸ ὑψος τοῦ πρώτου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

### ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΥΝΗΧΗΣΕΩΣ. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΗΧΟΥ

**19. Συνήχησις. Πειράματα.**—1ον) Διαπασῶν παλλόμενον φέρομεν πλησίον τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου κυλίνδρου κενοῦ (σχ. 21). Παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ἤχος αὐτοῦ δὲν ἐνισχύεται. Ἐὰν ὅμως χύνωμεν εἰς τὸν κύλινδρον ὕδωρ ὀλίγον κατ' ὀλίγον, θὰ ἔλθῃ στιγμή, καθ' ἣν ὁ ἤχος τοῦ διαπασῶν ἐνισχύεται σημαντικῶς, διότι ἡ ἀερίνη στήλη τοῦ κυλίνδρου δέχεται τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἠχοῦντος διαπασῶν καὶ συνηχεῖ μετ' αὐτοῦ. Τοῦτο ὅμως συμβαίνει τότε μόνον, ὅταν ἡ ἀερίνη στήλη εἶναι τοιαύτη, ὥστε νὰ ἀποδίδῃ ἤχον ἰσοῦσῃ μὲ τὸν τοῦ διαπασῶν.

2ον) Δύο διαπασῶν ἐντελῶς ὅμοια, καὶ



Σχ. 21. Τρόπος ἐνισχύσεως τοῦ ἤχου διαπασῶν.

επομένως δυνάμενα νὰ παραγάγωσιν ἤχους ἰσοῦψεῖς, τοποθετοῦμεν πλησίον ἀλλήλων. Ἐὰν τὸ ἐν τεθῆ εἰς παλμικὴν κίνησιν, καὶ τὸ ἄλλο πάλλεται, διότι δέχεται τὴν ἐπίδρασιν τοῦ πρώτου καὶ συνηγεῖ μετ' αὐτοῦ. Ἀκούομεν δὲ τὸν παραγόμενον ἦχον καὶ μετὰ τὴν ἡρεμίαν τοῦ πρώτου διαπασῶν.

**Συμπέρασμα.** Σῶμά τι τίθεται εἰς παλμικὴν κίνησιν, ὅταν πλησίον αὐτοῦ παραχθῆ ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον τοῦτο εἶναι ἱκανὸν νὰ παραγάγῃ.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *συνήχησις*. Ἐπομένως σῶμά τι ἐνισχύει ἐκείνους μόνον τοὺς ἤχους, τοὺς ὁποίους παράγει τοῦτο ὅταν συνηχῆ.

**20. Ἄντηχεῖα.** Καλεῖται *ἀντηχεῖον* τὸ σῶμα τὸ τιθέμενον εἰς παλμικὴν κίνησιν (ἄηρ τοῦ κυλίνδρου) καὶ *διεγέρτης* τὸ σῶμα τὸ προκαλοῦν τὴν παλμικὴν κίνησιν τοῦ ἀντηχεῖου (διαπασῶν). Ὁ Helmholtz στηριζόμενος ἐπὶ τοῦ φαινομένου τῆς συνηχίσεως, κατεσκεύασεν ἀντηχεῖα ἱκανὰ νὰ ἐνισχύουν ἓνα καὶ μόνον ἦχον. Ταῦτα ἦσαν ὀρειχάλκιναι σφαιραὶ κοῖλαι, διαφόρου διαμέτρου, αἵτινες ἔφερον κατὰ τὰ ἄκρα μιᾶς διαμέτρου δύο ὀπές. Εἰς τὴν μίαν ἐκ τούτων προσήρμοξε σωλῆνα κυλινδρικόν, εἰς δὲ τὴν ἄλλην σωλῆνα κωνικόν, τοῦ ὁποῖου τὸ ἄκρον ἐτίθετο εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον.

**21. Ἀνάλυσις τοῦ ἤχου.** Ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον ἐν σφαιρικὸν ἀντηχεῖον δύναται νὰ ἐνισχύσῃ, ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν διαστάσεων τοῦ ἀντηχεῖου. Ἐπομένως ἕκαστον ἀντηχεῖον ἐνισχύει ἓνα καὶ μόνον ἦχον. Τοιοῦτοτρόπως ὁ Helmholtz εἶχε μέθοδον λίαν ἀκριβῆ, διὰ τῆς ὁποίας ἠδύνατο νὰ ἀποχωρίζῃ ἀπὸ πολλοὺς ἤχους ἓνα καὶ μόνον ἦχον καὶ νὰ ἀκούῃ αὐτὸν μεμονωμένον.

Διὰ τῶν πειραμάτων αὐτοῦ ὁ Helmholtz κατέληξεν εἰς τὰ ἑξῆς συμπεράσματα.

1ον) Ὅτι ὑπάρχουσιν ἦχοι ἀπλοῖ καὶ ἦχοι σύνθετοι. Καὶ ἀπλοῦς μὲν ἐκάλεσεν ἐκείνους τοὺς ἤχους, οἵτινες εἶναι ἱκανοὶ νὰ κάμωσι νὰ ἠχήσῃ ἐν μόνον ἀντηχεῖον, συνθέτους δὲ ἐκείνους, οἵτινες εἶναι ἱκανοὶ νὰ κάμωσι νὰ ἠχήσωσι πολλὰ ἀντηχεῖα. Ἦχον ἀπλοῦν παράγει τὸ διαπασῶν, δι' ὃ καὶ τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν μουσικὴν πρὸς ἁρμοσίαν (συντονισμόν) τῶν ὀργάνων. Φυσικὸν γνῶρισμα τῶν ἀπλῶν ἤχων εἶναι ὅτι οὗτοι δὲν διαφέρουσιν αἰσθητῶς κατὰ τὴν χροιάν, τοῦναντίον οἱ σύνθετοι ἦχοι παρουσιάζουσι χροιάν λίαν εὐδιάκριτον.

2ον) Ὅτι οἱ σύνθετοι ἤχοι δύνανται νὰ διαιρεθῶσιν εἰς δύο κατηγορίας. Ἡ μία κατηγορία περιλαμβάνει ἐκείνους οἵτινες ἀποτελοῦνται ἐκ τοῦ θεμελιώδους ἤχου, τὸν ὅποιον συνοδεύουσι καὶ οἱ κυρίως ἁρμονικοὶ αὐτοῦ. Τοὺς τοιοῦτους ἤχους ἐκάλεσε *κυρίως μουσικούς*, καὶ τοιοῦτοι εἶναι οἱ ἤχοι οἱ παραγόμενοι ὑπὸ τῶν διαφόρων ὄργάνων, οἵτινες παρουσιάζουσι χροιὰν εὐδιάκριτον. Ἡ ἑτέρα κατηγορία περιλαμβάνει ἐκείνους, οἵτινες ἀποτελοῦνται ἐκ τοῦ θεμελιώδους ἤχου, τὸν ὅποιον συνοδεύουσι καὶ τινες ἄλλοι ἤχοι, οἵτινες δὲν εἶναι οἱ κυρίως ἁρμονικοί. Τοὺς τοιοῦτους ἤχους ἐκάλεσε *μὴ μουσικούς* καὶ τοιοῦτοι εἶναι οἱ ἤχοι οἱ παραγόμενοι ὑπὸ τῶν μεταλλίνων πλακῶν καὶ τῶν ὑαλίνων ἢ μεταλλίνων κωδῶνων.

3ον) Ὅτι ἡ χροιά ὀφείλεται, ὅπως ἀνωτέρω εἶπομεν, εἰς τοὺς ἁρμονικοὺς ἤχους τοὺς συνοδεύοντας τὸν θεμελιώδη.

Τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἀναλύσεως τῶν ἤχων ἐπεβεβαίωσεν ὁ Helmholtz καὶ διὰ τῆς ἀντιστρόφου μεθόδου, ἤτοι διὰ τῆς συνθέσεως τῶν ἤχων. Τοῦτέστι κατώρθωσε νὰ παραγάγῃ ὠρισμένον ἤχον διὰ τῆς ἐπιπροσθέσεως ἤχων ἀπλῶν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

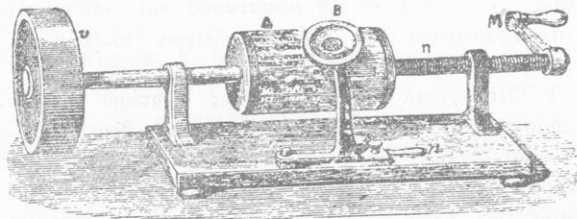
### ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΗΧΩΝ — ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΙ

**22. Ὅρισμός.**—Καλεῖται *φωνογράφος* συσκευὴ διὰ τῆς ὁποίας χαράσσομεν ἐπὶ καταλλήλου ἐπιφανείας οἰανδήποτε ὀμίλιαν ἢ ἤχον καὶ κατόπιν ἀναπαράγομεν αὐτὸν κατὰ βούλησιν.

Ἡ βᾶσις ἐπὶ τῆς ὁποίας στηρίζεται ὁ φωνογράφος εἶναι ἡ ἐξῆς. Ἐὰν φωνήσωμεν ἐνώπιον τεταμένης μεμβράνης ἢ λεπτοῦ μεταλλικοῦ ἐλάσματος, ταῦτα θὰ τεθῶσιν εἰς παλμικὴν κίνησιν, ἣτις θὰ εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ ὕψος, καὶ πρὸς τὴν ἔντασιν τῆς φωνῆς, θὰ διαρκέσῃ δὲ ἐφ' ὅσον διαρκεῖ καὶ ὁ παραγόμενος ἤχος. Ἄρα τὰ ἠχητικὰ κύματα ἀναγκάζουσι τὴν μεμβράνην ἢ τὸ ἔλασμα νὰ τεθῶσιν εἰς παλμικὴν κίνησιν. Ἐὰν δὲ ταῦτα φέρωσιν ἀκίδα τινά, καὶ αὕτη θὰ τεθῆ εἰς ὁμοίαν παλμικὴν κίνησιν. Ἐὰν τώρα διὰ μηχανικοῦ μέσου κατωρθώσωμεν ὥστε ἡ μεμβράνη ἢ τὸ ἔλασμα νὰ ἐκτελέσῃ τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, ὁ ἀῆρ θὰ πᾶλλεται ὅπως καὶ πρότερον καὶ ἐπομένως θὰ ἀκούσωμεν ἤχους.

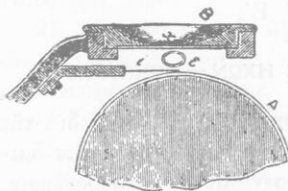
ὁμοίους. Ἐπὶ τῆς ιδιότητος ταύτης στηρίζεται ἡ κατασκευὴ καὶ ἡ λειτουργία τῶν φωνογράφων. Πάντες οἱ φωνογράφοι εἶναι τελειοποιήσεις τοῦ ἀρχικοῦ φωνογράφου, τὸν ὁποῖον ἐφεύρεν ὁ Edison κατὰ τὸ 1877.

**23. Φωνογράφος Edison (¹).—Α')** Περιγραφή. Ἀποτελεῖται ἐκ τῶν ἐξῆς μερῶν. 1) Ἐξ ἑνὸς κυλίνδρου μεταλλίνου Δ (σχ. 22), ὅστις περιστρέφεται τῇ βοηθείᾳ στροφάλου Μ, περὶ ὀριζόντιον ἄξονα, ἐνῶ συγχρόνως μετακινεῖται κανονικῶς καὶ



Σχ. 22. Φωνογράφος Edison.

ὀριζοντίως. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του εἶναι κεραραγμένη ἐνσκαφή



Σχ. 23. Διάγραμμα τοῦ φωνογράφου.

ἑλικοειδῆς. 2) Ἐξ ἑνὸς λεπτοῦ φύλλου κασσιτέρου Α (σχ. 23) περιβάλλοντος τὸν κύλινδρον καὶ 3) ἐξ ἑνὸς ὑποστηρίγματος κωνικοῦ Β, ὅπερ χρησιμεύει ὅπως συλλέγη καὶ συγκεντρώνη τὰ ἡχητικὰ κύματα. Εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ προσαρμόζεται διὰ τῶν περάτων του λεπτὸν ἔλασμα χαλύβδινον Χ, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου

στηρίζεται χαλυβδίνη ἀκίς δξυτάτη καὶ οὕτω πως, ὥστε αὕτη μόλις νὰ ἐγγίξη τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου. Ἡ ἀκίς αὕτη κατὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ κυλίνδρου μετατίθεται παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα αὐτοῦ καὶ μένει διαρκῶς ἐντὸς τῆς ἑλικοειδοῦς

(¹) Thomas Edison (1847—1931). Ἀμερικανὸς ἐπινοήσας ἡ τελειοποιήσας μέγαν ἀριθμὸν συσκευῶν. Εἰς αὐτὸν ἀποδίδεται ἡ ἀνακάλυψις τοῦ φωνογράφου καὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ λύχνου διὰ τῆς πυρακτώσεως.



ένσκαφῆς. Τὸ ἔλασμα μετὰ τῆς ἀκίδος ἀποτελεῖ τὸ καλούμενον διάφραγμα ἢ τύμπανον.

Β') **Χάραξις τῆς φωνῆς.** Ὁμιλοῦμεν μεγαλοφώνως ἐνώπιον τοῦ κωνικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ πολὺ πλησίον αὐτοῦ καὶ συγχρόνως στρέφομεν τὸν κύλινδρον. Τὸ ἔλασμα τοῦ ὑποστηρίγματος τίθεται ὑπὸ τῆς φωνῆς μας εἰς παλμικὴν κίνησιν, ἣτις μεταδίδεται καὶ εἰς τὴν ἀκίδα. Αὕτη παλλομένη χαράσσει ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου ἑλικοειδῆ σειρὰν κοιλοτήτων, τῶν ὁποίων τὸ μὲν βάθος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου, ἡ δὲ ἀπόστασις μεταξὺ των ἐκ τοῦ ὕψους αὐτοῦ. Αἱ κοιλοότητες αὗται εἶναι ἢ χαραχθεῖσα φωνή, ἣτις δύναται νὰ ἀναπαραχθῆ.

Γ') **Ἀναπαραγωγή τῆς φωνῆς.** Ἐπαναφέρομεν τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἑλικοειδοῦς σειρᾶς τῶν κοιλοτήτων, καὶ περιστρέφομεν τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα. Ἡ ἀκίς θὰ συναντᾷ τὰς κοιλοτήτας, τὰς ὁποίας προηγουμένως εἶχε χαράξει, καὶ θὰ ἀναγκάζεται νὰ ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται συμπαρασύρουσα καὶ τὸ ἔλασμα. Τοιοῦτοτρόπως τὸ ἔλασμα ἐκτελεῖ τὰς ἰδίας παλμικὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας προηγουμένως ἐδέχθη, καὶ τὰς ἀποδίδει εἰς τὸν ἀέρα καὶ ὡς ἐκ τούτου θὰ ἀναπαραχθῶσιν οἱ αὐτοὶ ἀκριβῶς ἤχοι.

**Συμπέρασμα.** Διὰ τῶν φωνογράφων ἀποδεικνύεται ὅτι οἱ ἤχοι ὀφείλονται εἰς τὴν παλμικὴν κίνησιν τῶν ἠχογόνων σωμάτων.

**24. Τελειοποιήσις τοῦ φωνογράφου τοῦ Edison.** Ἡ θαναμασία αὕτη συσκευὴ ὑπέστη σὺν τῷ χρόνῳ πολλὰς τελειοποιήσεις, διὰ τῶν ὁποίων ἀφ' ἐνὸς ἐξησφαλίσθη ἡ ἀκρίβεια καὶ ἡ εὐκρίνεια τῶν ἤχων καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐξηλείφθη τὸ ὑπόρρινον αὐτῶν. Ἡ ἐνίσχυσις τῶν ἤχων γίνεται δι' εὐρέος μεταλλίνου κώνου ἐφαρμοζομένου ἐπὶ τοῦ διαφράγματος, ἡ δὲ περιστροφή τοῦ κυλίνδρου ἐπιτυγχάνεται οὐχὶ διὰ στροφάλου, ἀλλὰ διὰ μηχανισμοῦ ὥρολογιακοῦ. Ἀντὶ δὲ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου χρησιμοποιεῖται κύλινδρος ἐκ μείγματος κηροῦ καὶ ρητίνης.

Ἡ σπουδαιότερα τροποποιήσις ἐγένετο εἰς τὸ διάφραγμα. Τοῦτο εἶναι διπλοῦν, καὶ τὸ μὲν ἐν χρησιμοποιεῖται κατὰ τὴν χάραξιν τῆς φωνῆς καὶ κατασκευάζεται ἀπὸ χαλύβδινον ἔλασμα μετ' ἀκίδος, τὸ δὲ ἕτερον χρησιμοποιεῖται κατὰ τὴν ἀναπαραγωγὴν τῆς φωνῆς καὶ κατασκευάζεται ἀπὸ λεπτοτάτην ὑαλίνην πλάκα, ἢ λεπτότατον πέταλον μαρμαρυγίου.

**25. Φωνογράφοι μὲ δίσκους** (γραμμόφωνα). Κατὰ τὰ

τελευταία ἔτη οἱ φωνογράφοι μὲ κυλίνδρους ἀντικατεστάθησαν διὰ φωνογράφων μὲ δίσκους, εἰς τοὺς ὁποίους οἱ κατασκευασταὶ ἔδωκαν τὸ ὄνομα **γραμμόφωνα** (σχ. 24). Εἰς ταῦτα ἡ φωνὴ χαράσσεται ἐπὶ δίσκου κατεσκευασμένου ἐκ πλαστικῆς οὐσίας (μείγμα κηροῦ καὶ ρητίνης) ὑπὸ μορφὴν οὐχὶ πλέον ἑλικοειδῆ, ἀλλὰ σπειροειδῆ. Τοιοῦτοτρόπως καὶ ἡ σπείρα παρουσιάζει πολὺ



Σχ. 24. Γραμμόφωνον.

μεγαλύτερον μῆκος καὶ ἡ τοποθέτησις τοῦ διαφράγματος γίνεται ἀκριβεστέρα καὶ κατὰ τὴν χάραξιν τῆς φωνῆς καὶ κατὰ τὴν ἀναπαραγωγὴν αὐτῆς, ἐπὶ πλέον δὲ χρησιμοποιοῦνται καὶ αἱ δύο ὄψεις τοῦ δίσκου. Τὸ δὲ κιβώτιον τοῦ γραμμοφώνου ἐκτὸς τοῦ ὅτι περιέχει τὸν μηχανισμόν διὰ τὴν στροφὴν τοῦ δίσκου, χρησιμεύει καὶ διὰ τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου (ὡς ἀντηχείον).

**26. Κατασκευὴ τῶν δίσκων τοῦ φωνογράφου.**—Ὅταν ἡ φωνὴ χαραχθῆ ἅπαξ ἐπὶ ἑνὸς δίσκου, δυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν δι' αὐτοῦ ὅσαδῆποτε ἀντίτυπα θέλομεν. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ κατασκευάσωμεν διὰ τῆς γαλβανοπλαστικῆς τὸν τύπον, ἢ τὴν μήτραν τοῦ δίσκου τούτου. Τὸν τύπον πληροῦμεν κατόπιν δι'

οὐσίας ἧτις ἐν θερμῷ εἶναι μαλακὴ καὶ πλαστικὴ καὶ τὴν συμπίεζομεν καλῶς ἐντὸς αὐτοῦ διὰ τὰ ἀποτυπωθῶσιν ἐπ' αὐτῆς ὅλαι αἱ λεπτομέρειαι τοῦ τύπου. Ἡ οὐσία κατόπιν ψυχομένη σκληρύνεται καὶ οὕτω σχηματίζεται δίσκος ἀναπαριστῶν τὸν ἀρχικόν.

### 27. Ἐφαρμογαὶ τοῦ φωνογράφου εἰς τὴν διδασκαλίαν.

—Ὁ φωνογράφος ἐφηρμόσθη διὰ τὴν διδασκαλίαν τῶν ξένων γλωσσῶν. Ἡ χάραξις τῶν λέξεων γίνεται ὑπὸ καταλλήλου προσώπου διὰ τὰ ἀναπαράγεται ἡ ὀρθὴ προφορὰ τῶν λέξεων. Ἡ τοιαύτη μέθοδος ἐτελειοποιήθη βραδύτερον σημαντικῶς διὰ τῆς χρήσεως τοῦ Pathegraphe. Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης, καθ' ὃν χρόνον ἀναπαράγονται αἱ λέξεις, μία χαρτίνη ταινία, ἐφ' ἧς εἶναι τυπωμέναι αἱ ἀκουόμεναι λέξεις, ἐκτυλίσσεται πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν τοῦ ἀκροατοῦ ἐν τελείῳ συγχρονισμῷ μετὰ τοῦ φωνογράφου. Οὕτως ὁ ἀκροατὴς βλέπει τὴν λέξιν γεγραμμένην, καθ' ἣν στιγμὴν ἀκριβῶς ἀκούει τὴν προφορὰν αὐτῆς. Ἀμφότερα λοιπὸν τὰ αἰσθητήρια ὄργανα τῆς ὁράσεως καὶ τῆς ἀκοῆς, ὑφίστανται ἐντυπώσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

### ΠΑΛΛΟΜΕΝΑΙ ΧΟΡΔΑΙ ΚΑΙ ΗΧΗΤΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

28. Ὅρισμοί.—Καλοῦνται *χορδαὶ* ἐν τῇ ἀκουστικῇ, νήματα ἐκ μετάλλου ἢ ἕξ ἐντέρου, λίαν τεταμένα διὰ τὰ εἶναι ἐλαστικά, καὶ *ἔγχορδα ὄργανα* τὰ μουσικὰ ὄργανα εἰς τὰ ὁποῖα οἱ ἦχοι παράγονται διὰ χορδῶν. Εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα αἱ χορδαὶ τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν διὰ διαφόρων μέσων, εἴτε διὰ δοξαρίου (βιολίου, λύρα), εἴτε διὰ πέννας (μανδολίνου), εἴτε διὰ τοῦ δακτύλου (κιθάρα, ἄρπα), εἴτε διὰ πλήκτρον (κλειδοκύμβαλον).

29. Νόμοι τῶν παλμῶν τῶν χορδῶν.—*Πειράματα*. 1ον) Πλήττομεν διὰ τοῦ δοξαρίου μίαν χορδὴν τοῦ βιολίου ὥστε νὰ πάλλεται αὐτὴ κατ' ἀρχὰς ὀλόκληρος, ἔπειτα μόνον τὸ ἥμισυ αὐτῆς (πρὸς τοῦτο πρὶν τὴν πλήξωμεν τὴν πιέζομεν διὰ τοῦ δακτύλου μας ἀκριβῶς εἰς τὸ μέσον). Ὁ ἦχος ἐν τῇ δευτέρᾳ περιπτώσει μᾶς φαίνεται ὀξύτερος τοῦ πρώτου. Ὅσῳ λοιπὸν βραχυτέρα εἶναι ἡ χορδὴ, τόσῳ ὀξύτερος εἶναι ὁ ἦχος.

2ον) Πλήττομεν μίαν χορδὴν λεπτοτέραν ἀλλὰ τεταμένην ἔξ ἴσου. Ὁ ἦχος μᾶς φαίνεται ὀξύτερος. Ὅσῳ λοιπὸν λεπτοτέρα εἶναι ἡ χορδή, τόσῳ ὀξύτερος εἶναι ὁ ἦχος.

3ον) Τεντώνομεν περισσότερον τὴν προηγουμένην χορδὴν καὶ κατόπιν τὴν πλήττομεν. Ὁ ἦχος μᾶς φαίνεται ὀξύτερος. Ὅσῳ λοιπὸν περισσότερον τεταμένη εἶναι ἡ χορδή, τόσῳ ὀξύτερος εἶναι ὁ ἦχος.

4ον) Πλήττομεν μίαν χορδὴν μεταλλίνην καὶ μίαν ἔξ ἐντέρου, αἷτινες νὰ ἔχωσι τὸ αὐτὸ μήκος, τὸ αὐτὸ πάχος καὶ νὰ τείνωνται ἔξ ἴσου. Οἱ ἦχοι μᾶς φαίνονται διάφοροι. Ὁ ἦχος λοιπὸν μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τῆς χορδῆς.

**Νόμοι.** Διὰ πειραμάτων εὐρέθη ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν, τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον μία χορδή, ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς νόμους :

**Πρῶτος νόμος.** *Εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ μήκους τῆς χορδῆς* (νόμος τῶν μηκῶν). Παράδειγμα : Ἐὰν λάβωμεν τρεῖς χορδὰς, τῶν ὁποίων τὰ μήκη (παλλόμενον μέρος) νὰ εἶναι ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,2,3, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν αὐτῶν κατὰ δευτερόλεπτον θὰ βαίνωσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 3,2,1. Δηλ. ἡ μὲν πρώτη ἐκτελεῖ τριπλασίους παλμούς, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους ἐκείνων, τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ ἡ τρίτη ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Ἡ πρώτη λοιπὸν θ' ἀποδώσῃ ὀξύτερον ἦχον, ἡ δὲ τρίτη βαρύτερον τῆς δευτέρας.

**Δεύτερος νόμος.** *Εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς διαμέτρου τῆς χορδῆς* (νόμος τῶν διαμέτρων). Παράδειγμα : Ἐὰν λάβωμεν τρεῖς χορδὰς, τῶν ὁποίων αἱ διαμέτροι νὰ εἶναι ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,2,3, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν αὐτῶν κατὰ δευτερόλεπτον θὰ βαίνωσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 3,2,1. Δηλ. ἡ μὲν πρώτη ἐκτελεῖ τριπλασίους παλμούς, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους ἐκείνων τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ ἡ τρίτη ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Ἡ πρώτη λοιπὸν θὰ ἀποδώσῃ ὀξύτερον ἦχον, ἡ δὲ τρίτη βαρύτερον τῆς δευτέρας.

**Τρίτος νόμος.** *Εἶναι ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τοῦ τείνοντος τὴν χορδὴν βάρους* (νόμος τῶν βαρῶν). Παράδειγμα : Ἐὰν λάβωμεν τρεῖς χορδὰς καὶ τείνομεν αὐτὰς διὰ βαρῶν, ἅτινα νὰ εἶναι ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,4,9, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν αὐτῶν κατὰ δευτερόλεπτον θὰ βαίνωσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,2,3, οἵτινες εἶναι αἱ τετραγωνικαὶ ρίζαι τῶν 1,4,9. Δηλ. ἡ μὲν τρίτη ἐκτελεῖ τριπλασίους παλμούς, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους ἐκείνων

τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ ἡ πρώτη ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Ἡ τρίτη λοιπὸν θὰ ἀποδώσῃ δεύτερον, ἢ δὲ πρώτη βαρύτερον τῆς δευτέρας.

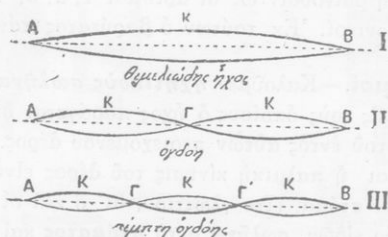
**Τέταρτος νόμος. Εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς πυκνότητος τῆς χορδῆς** (νόμος τῶν πυκνοτήτων). Παράδειγμα: Ἐὰν λάβωμεν δύο σύρματα ἰσοπαχῆ, ἰσομήκη καὶ ἐξ ἴσου τεταμένα, κατεσκευασμένα ἐκ δύο μετάλλων, τῶν ὁποίων αἱ πυκνότητες νὰ εἶναι ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,4, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν αὐτῶν κατὰ δευτερόλεπτον θὰ βαίνωσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 2,1, οἷτινες εἶναι αἱ τετραγωνικαὶ ρίζαι τῶν 4,1. Δηλ. Τὸ πρῶτον σύρμα (τὸ ἀραιότερον) ἐκτελεῖ διπλασίους παλμοὺς ἐκείνων, τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖ τὸ δεύτερον (τὸ πυκνότερον) ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Τὸ πρῶτον λοιπὸν θὰ ἀποδώσῃ δεύτερον ἤχον, τὸ δὲ δεύτερον βαρύτερον.

Οἱ νόμοι οὗτοι περιλαμβάνονται ἐν τῷ τύπῳ (τύπος τοῦ Taylor).

$$\Pi = \frac{1}{\delta \cdot \mu} \sqrt{\frac{B}{\pi \cdot \varepsilon}}$$

Ἐνθα  $\Pi$  παριστᾷ τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον,  $\delta$  τὴν διάμετρον τῆς ἐγκαρσίας τομῆς τῆς χορδῆς,  $\mu$  τὸ μῆκος τοῦ παλλομένου μέρους τῆς χορδῆς,  $B$  τὸ βάρος τὸ τεῖνον τὴν χορδὴν,  $\varepsilon$  τὴν πυκνότητα τῆς χορδῆς καὶ  $\pi$  τὸν λόγον τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον.

**30. Ἀρμονικοὶ ἤχοι τῶν χορδῶν. Πειράματα.**— 1ον) Χορδὴν τεταμένην θέτομεν εἰς παλμικὴν κίνησιν. Παρατηροῦμεν



Σχ. 25. Τρόπος παραγωγῆς ἀρμονικῶν ἤχων ὑπὸ χορδῶν.

ὅτι πάντα τὰ σημεῖα τῆς πάλλονται ἐκατέρωθεν τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας των, καὶ ἡ χορδὴ παρουσιάζεται ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ σχήματος 25, I, ἥτοι ὡς μία δέσμη ἀτρακτοειδῆς,

Κ. ΣΑΜΙΩΤΑΚΗ Στοιχεῖα Φυσικῆς, 5' Γυμν. ἐκδ. Δ'

Ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον παράγει ἡ χορδή, ὅταν πάλλεται ὑπὸ μορφὴν μιᾶς ἀτρακτοειδοῦς δέσμης, λέγεται **θεμελιώδης ἦχος** αὐτῆς, ἢ **πρῶτος ἀρμονικός**.

2ον) Τοποθετοῦμεν εἰς τὸ μέσον ἀκριβῶς Γ (σχ. 25, II) τεταμένης χορδῆς ξύλινον ὑποστήριγμα, καὶ θέτομεν εἰς παλμικὴν κίνησιν μόνον τὸ ἐν τμήμα αὐτῆς λ. χ. τὸ ΑΓ. Παρατηροῦμεν ὅτι καὶ τὸ ἕτερον τμήμα τῆς χορδῆς πάλλεται αὐτομάτως καὶ ἐκτελεῖ κινήσεις, αἵτινες καθ' ἐκάστην στιγμὴν εἶναι ἀντίθετοι πρὸς τὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας ἐκτελεῖ τὸ πρῶτον τμήμα. Ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον παράγει ἡ χορδή, ὅταν πάλλεται ὑπὸ μορφὴν δύο δεσμῶν ἀτρακτοειδῶν, εἶναι ὀξύτερος, ἀντιστοιχῶν εἰς ἀριθμὸν παλμῶν διπλάσιον (1ος νόμος), καλεῖται δὲ **δεύτερος ἀρμονικός**.

3ον) Τοποθετοῦμεν εἰς τὸ τρίτον ἀκριβῶς Γ ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου Α τῆς χορδῆς ξύλινον ὑποστήριγμα καὶ θέτομεν εἰς παλμικὴν κίνησιν τὸ τμήμα ΑΓ (σχ. 25, III). Παρατηροῦμεν, ὅτι καὶ τὸ λοιπὸν τμήμα ΓΒ πάλλεται ὑποδιαιρούμενον **αὐτομάτως** εἰς δύο τμήματα ἴσα Γ Γ' καὶ Γ' Β, ἅτινα πάλλονται κεχωρισμένως καὶ ἀντιθέτως πρὸς ἄλληλα. Ὁ ἦχος, τὸν ὁποῖον παράγει ἡ χορδή, ὅταν πάλλεται, ὑπὸ μορφὴν τριῶν δεσμῶν ἀτρακτοειδῶν, εἶναι ἀκόμη ὀξύτερος, ἀντιστοιχῶν εἰς ἀριθμὸν παλμῶν τριπλάσιον (1ος νόμος), καλεῖται δὲ **δεύτερος ἀρμονικός**.

Ὅμοιως δυνάμεθα νὰ κάμωμεν τὴν χορδὴν νὰ παραγάγῃ καὶ τοὺς ἄλλους ἀρμονικούς, τέταρτον, πέμπτον κλπ.

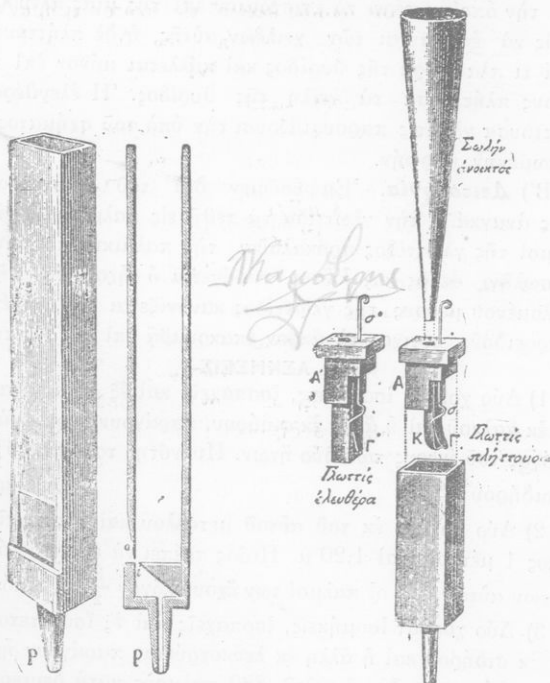
**Συμπέρασμα.** Μιὰ χορδὴ δύναται νὰ παραγάγῃ ἦχους, τῶν ὁποίων τὰ ὕψη βαίνουνσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, 4 κλπ., ἐπομένως εἶναι ἀρμονικοί. Ἐκ τούτων ὁ βαρύτερος πάντων καλεῖται θεμελιώδης.

31. Ὅρισμοί. — Καλοῦμεν **ἠχητικούς σωλῆνας**, τοὺς σωλῆνας ἐκεῖνους, εἰς τοὺς ὁποίους ὁ ἦχος παράγεται διὰ τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιεχομένου ἀέρος. Τὸ μέσον δι' οὗ κατορθοῦται ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος εἶναι ἐπιστόμιον, ὅπερ φέρει εἴτε στόμα, εἴτε γλωττίδα, δι' ὃ καὶ οἱ ἠχητικοὶ σωλῆνες εἶναι δύο εἰδῶν, σωλῆνες μετὰ **στόματος** καὶ σωλῆνες μετὰ **γλωττίδος**. Τὸ ἐπιστόμιον τοῦτο χρησιμεύει ὡς ἠχητικῆ ἑστία καὶ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σωλῆνος, ἐνῶ ὁ σωλῆν χρησιμεύει ὡς ἀντηχησιον. Ἡ οὐσία ἐξ ἧς εἶναι κατασκευασμένοι οἱ ἠχητικοὶ σωλῆνες δὲν ἐπιδραῖ ἐπὶ τοῦ ὕψους τοῦ ἤχου.

32. Ἠχητικοὶ σωλῆνες μετὰ στόματος. — Α') Περι-

**γραφή.** Εἰς τούτους τὸ ἐπιστόμιον παρουσιάζει τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος 26 παριστωμένην μορφήν, ἣτοι φέρει ἐγκάρσιον ἄνοιγμα, ὅπερ καλεῖται **στόμα**. Κάτωθεν τοῦ στόματος ὑπάρχει ὄχετός, καταλήγων εἰς στενωτάτην σχισμὴν **ι**, ἣτις καλεῖται **διαύγιον** καὶ ἐνώπιον ταύτης ἀκριβῶς ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ τοιχώματος τοῦ σωλῆνος ἀκμὴ **α** λεπτοτάτη, ἣτις καλεῖται **ἀνώτερον χεῖλος**.

**Β') Δειτουργία.**—Ἐμφυσῶμεν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, διὰ τοῦ



Σχ. 26. Ἡχητικὸς σωλήν μετὰ στόματος.

Σχ. 27. Ἡχητικὸς σωλήν μετὰ γλωττίδος.

ἐπιστομίου, ἀέρα, εἴτε διὰ φουσητηρίου, εἴτε καὶ διὰ τοῦ στόματός μας. Ὁ ἐμφυσώμενος ἀήρ ἐξέρχεται ἀπὸ τῆς στενῆς σχισμῆς καὶ προσκρούων ἐπὶ τῆς λεπτοτάτης ἀκμῆς προκαλεῖ τὴν παλμικὴν κίνησιν αὐτῆς. Ἡ παλμικὴ δὲ κίνησις τῆς ἀκμῆς προκαλεῖ

τὴν παλμικὴν κίνησιν τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος καὶ οὕτω παράγεται ὁ ἦχος.

**33. Ἠχητικοὶ σωλῆνες μετὰ γλωττίδος.**— Α') *Περιγραφή.* Εἰς τούτους τὸ ἐπιστόμιον φέρει μικρὰν γλωττίδα ἐλαστικὴν, μεταλλίνην ἢ ξυλίνην, ἣ ὁποία παλλομένη ἀνοίγει καὶ κλείει διαδοχικῶς τὴν θυρίδα, διὰ τῆς ὁποίας εἰσορμᾷ ὁ ἀήρ. Διακρίνομεν δὲ τὴν *ἐλευθέραν* γλωττίδα καὶ τὴν *πλήττουσαν*. Καὶ ἡ μὲν ἐλευθέρα γλωττίς πάλλεται ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς θυρίδος, τὴν ὁποίαν φέρει τὸ ἐπιστόμιον ἐπὶ τῆς μιᾶς πλευρᾶς αὐτοῦ χωρὶς νὰ ἐφάπτεται τῶν χειλέων αὐτῆς, ἡ δὲ πλήττουσα εἶναι κατὰ τι πλατυτέρα τῆς θυρίδος καὶ πάλλεται μόνον ἐπὶ τοῦ ἐνὸς μέρους πλήττουσα τὰ χεῖλη τῆς θυρίδος. Ἡ ἐλευθέρα καὶ ἡ πλήττουσα γλωττίς παρουσιάζουσι τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος 27 παριστωμένην μορφήν.

Β') *Δειτουργία.* Ἐμφυσῶμεν διὰ τοῦ ἐπιστομίου ἀέρα, ὅστις ἀναγκάζει τὴν γλωττίδα νὰ τεθῆ εἰς παλμικὴν κίνησιν. Οἱ παλμοὶ τῆς γλωττίδος προκαλοῦσι τὴν παλμικὴν κίνησιν τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος καὶ οὕτω παράγεται ὁ ἦχος. Τὸ μήκος τοῦ παλλομένου μέρους τῆς γλωττίδος κανονίζεται ὑπὸ στελέχους ἀγμιστροειδοῦς, οὗτινος τὸ ἄκρον ἐπακουμβᾷ ἐπὶ τῆς γλωττίδος.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1) Δύο χορδαὶ ἰσομήκεις, ἰσοπαχεῖς καὶ ἕξ ἴσου τεταμέναι, ἡ μία ἐκ χαλκοῦ καὶ ἡ ἄλλη ἐκ σιδήρου, παράγουν ἦχον. Νὰ εὑρεθῆ ὁ λόγος τοῦ ὕψους τῶν δύο ἦχων. Πυκνότης τοῦ χαλκοῦ 8,5, τοῦ δὲ σιδήρου 7,8. (Ἀπόκρ.  $\frac{28}{29}$ ).

2) Δύο χορδαὶ ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου καὶ ἰσοπαχεῖς ἔχουσι μῆκος 1 μέτρον καὶ 1,20 μ. Ποῖος πρέπει νὰ εἶναι ὁ λόγος τῶν τάσεων αὐτῶν, ἵνα οἱ παλμοὶ τῶν ἔχουν λόγον  $\frac{3}{2}$ ; (Ἀπόκρ.  $\frac{25}{16}$ ).

3) Δύο χορδαὶ ἰσομήκεις, ἰσοπαχεῖς καὶ ἕξ ἴσου τεταμέναι, ἡ μία ἐκ σιδήρου καὶ ἡ ἄλλη ἐκ λευκοχρύσου, παράγουν ἦχον. Ἐὰν ἡ ἐκ σιδήρου χορδὴ ἐκτελεῖ 880 παλμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον, πόσους παλμοὺς θὰ ἐκτελεσῇ ἡ ἐκ λευκοχρύσου; Πυκνότης, τοῦ μὲν σιδήρου 7,7 τοῦ δὲ λευκοχρύσου 21,2. (Ἀπόκρ. 530 περίπου).

4) Δύο χορδαί, ἡ μία ἐκ σιδήρου καὶ ἡ ἄλλη ἐκ χαλκοῦ, εἶναι ἕξ ἴσου τεταμέναι καὶ ἰσομήκεις. Ποῖος πρέπει νὰ εἶναι ὁ λόγος τῶν διαμέτρων αὐτῶν, ἵνα παράγῳσιν ἦχον τοῦ αὐτοῦ ὕψους; Πυκνότης τοῦ μὲν σιδήρου 7,8 τοῦ δὲ χαλκοῦ 8,9. (Ἀπόκρ. 1,06).





024000028499

