

ΝΙΚ. ΠΙΖΑΝΙΑ.—*Ἐρευναι περὶ τῆς συμβολῆς τῆς σπογγαλιείας εἰς τὴν ἐθνικὴν οἰκονομίαν τῆς Ἑλλάδος.*

ΜΗΧΑΝΙΚΗ.—*Τὸ ἐντομόπτερον (θεωρία κατασκευῆς καὶ πειράματα), ὑπὸ Ἀλ. Ἰορδανόγλου. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Δημ. Λαμπαδαρίου.*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἐπροτιμήσαμεν τὴν λέξιν «ἐντομόπτερον» ἀντὶ τῆς ἤδη καθιερωμένης λέξεως «ὄρνιθόπτερον» διὰ τὸν τύπον τῶν πτητικῶν μηχανημάτων περὶ τῶν ὁποίων πραγματευόμεθα ἐνταῦθα, διότι ἡ πτήσις αὐτῶν ἐπιτυγχάνεται διὰ συνεχοῦς κινήσεως πτερώγων ὁμοίων πρὸς τὰς πτέρυγας τῶν ἐντόμων.

Ἡ κατασκευὴ ἐντομοπτέρων θεωρεῖται γενικῶς ὡς δύσκολον καὶ πολύπλοκον μηχανικὸν πρόβλημα, ἀπὸ πολλοὺς δὲ ἐπιστήμονας ὡς μὴ πραγματοποιήσιμος. Παρ' ὅλον τοῦτο δὲν ἔπαυσεν ἡ συστηματικὴ μελέτη τῆς πτήσεως τῶν πτηνῶν καὶ τῶν ἐντόμων, κυρίως ἀπὸ Γάλλους ἐπιστήμονας. Μάλιστα εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ ὀφείλομεν νὰ ὑπομνήσωμεν ὅτι ὑπάρχει καὶ ἔδρα εἰς τὸ Collège de France ἐν Παρισίοις τῆς «Ζωϊκῆς μηχανικῆς ἐφρημοσμένης ἐπὶ τῆς ἀεροπορίας» (Mécanique animal appliquée à l'aviation), τὴν ὁποίαν τελευταίως κατεῖχε μέχρι τοῦ θανάτου αὐτοῦ, ἐπισυμβάντος κατὰ τὸ 1938, ὁ καθηγητῆς A. Magnan.

Ἐκ τούτου ἐνθαρρυνόμενοι ἀπεφασίσαμεν νὰ δοκιμάσωμεν τὴν κατασκευὴν ἐνὸς ἐντομοπτέρου καὶ ἤρξισαμεν κατὰ τὸ 1930 τὰ πρῶτα πειράματά μας εἰς τὸ Washington, D. C. τῶν Ἡνωμ. Πολιτειῶν τῆς Ἀμερικῆς, ὅπου κατὰ τὸ 1931 ἐπετύχομεν καὶ σχετικὸν δίπλωμα εὑρεσιτεχνίας ἐπὶ τοῦ πρώτου ἡμῶν σχεδίου.

Παρ' ὅλας τὰς ἐπιτυχίας τοῦ ἀεροπλάνου καὶ ἐλικοπτέρου πιστεύομεν ὅτι τὸ ἐντομόπτερον δύναται νὰ συγκεντρώσῃ ἐν ἑαυτῷ πλεονεκτήματα πολὺ περισσότερα, διὰ τοῦτο καὶ ἐπιδιδόμεθα μὲ ἐνδιαφέρον εἰς τὴν κατασκευὴν αὐτοῦ.

Πρὶν προχωρήσωμεν θεωροῦμεν ἐπάναγκες, ὅπως διασαφηνίσωμεν μερικοὺς νέους ὅρους τοὺς ὁποίους χρῆσιμοποιοῦμεν κατωτέρω :

*Γωνία κτύπου τῆς πτέρυγος ἢ ἀπλῶς γωνία κτύπου*· εἶναι ἡ μεγαλυτέρα γωνία ἣν σχηματίζουν αἱ προβολαὶ τοῦ κινουμένου ἄξονος αὐτῆς ἐπὶ κατακορύφου ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ κέντρου κινήσεως αὐτῆς καὶ καθέτου ἐπὶ τοῦ κατὰ μῆκος ἄξονος τοῦ ἐντομοπτέρου·

*Γωνία σαρώματος τῆς πτέρυγος* εἶναι ἡ μεγαλυτέρα γωνία, ἣν σχηματίζουν αἱ προβολαὶ τοῦ κινουμένου ἄξονος αὐτῆς ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ κέντρου κινήσεως αὐτῆς.

*Πιῆσις ἐν σιάσει* (Vol au point Fixe). Διὰ τῶν λέξεων αὐτῶν ὑπονοοῦμεν τὴν

πτῆσιν καθ' ἣν τὸ σῶμα συγκρατεῖται ἀκίνητον ὡσάν νὰ ἦτο προσηλωμένον εἰς σημειῶν τι ἐντὸς τοῦ ἀέρος.

#### ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

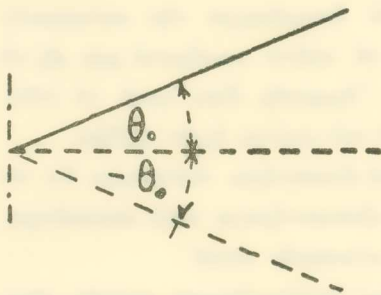
Διὰ νὰ δυνάμεθα νὰ κατασκευάζωμεν ἔντομόπτερα ἔχομεν ἀνάγκην :

1. Ἐνὸς γενικοῦ τύπου ὁ ὁποῖος νὰ μᾶς δίδῃ τὴν ἀνυψωτικὴν δυνάμιν αὐτοῦ συναρτήσῃ τοῦ ἀνὰ λ' ἀριθμοῦ κτύπων, τῆς γωνίας κτύπου τῆς πτέρυγος, τῶν διαστάσεων αὐτῆς, τῆς κλίσεως τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς ἐπὶ τῆς διαδρομῆς τῆς κλπ. Ἐν ὀλίγοις ἔχομεν ἀνάγκην ἐνὸς γενικοῦ τύπου ὡς εἶναι ὁ κλασικὸς τύπος ( $R = KSV^2$ ) τῆς ἀεροδυναμικῆς, διὰ τοῦ ὁποῖου ὑπολογίζομεν τὰ ἀεροπλάνα καὶ ἔνθα  $R =$  ἀνυψωτικὴ δυνάμιν τοῦ ἀεροπλάνου εἰς χγρ.,  $K =$  σταθερὸς συντελεστῆς καθοριζόμενος πειραματικῶς,  $S =$  ἐπιφάνεια τῶν πτερύγων εἰς τετραγ. μέτρα καὶ  $V =$  ταχύτης τοῦ ἀεροπλάνου εἰς μέτρα ἀνὰ λ'.

Ἐνα τοιοῦτον γενικὸν τύπον εὔρομεν διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς θεωρίας, τὴν ὁποίαν ἀναπτύσσει ὁ καθηγ. A. Magnan εἰς τὴν πραγματείαν αὐτοῦ «Le vol au point fixe». (Ἡ πτῆσις ἐν στάσει). Οὗτος δὲ εἶναι :

$$p = 0,03623rK_{\theta}a\eta^4L^5 \quad (1)$$

ἔνθα  $p =$  τὸ βᾶρος τοῦ ἔντομου εἰς χγρ.,  $r =$  συντελεστῆς ἀποτελεσματικότητος τῆς πτέρυγος,  $K_{\theta} =$  συντελεστῆς κτύπου, ὅστις ἰσοῦται πρὸς  $8\theta_0 - 6\theta_0\sin 2\theta_0 + 3\eta\mu 2\theta_0$  ( $\theta_0$  (ἀκτίνια) = ἡμισυ γωνίας κτύπου τῆς πτέρυγος, ὅταν αὕτη εἶναι συμμετρικὴ ὡς πρὸς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς κορυφῆς αὐτῆς·  $a =$  λόγος τοῦ μέσου πλάτους τῆς πτέρυγος πρὸς τὸ μῆκος αὐτῆς,  $\eta =$  ἀριθμὸς κτύπων ἀνὰ λ' καὶ  $L =$  μῆκος τῆς πτέρυγος εἰς μέτρα.



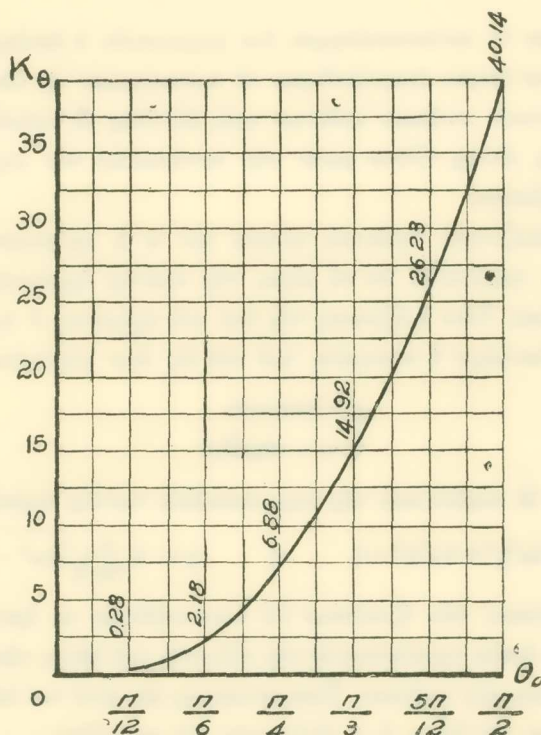
Σχ. 1.

2. Ἐνὸς γενικοῦ τύπου διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς πρὸς πτῆσιν ἀπαιτουμένης ἰσχύος. Καὶ ὁ τύπος οὗτος ἀπορρέει ἀπὸ τὴν θεωρίαν τοῦ A. Magnan. Εἶναι δὲ οὗτος :

$$P = 1,37 a\eta^3L^5\theta^3 \quad (2)$$

ἔνθα  $P =$  ἰσχύς τοῦ κινητήρος εἰς χγρ.-μ.-λ' (Kg:m:s).

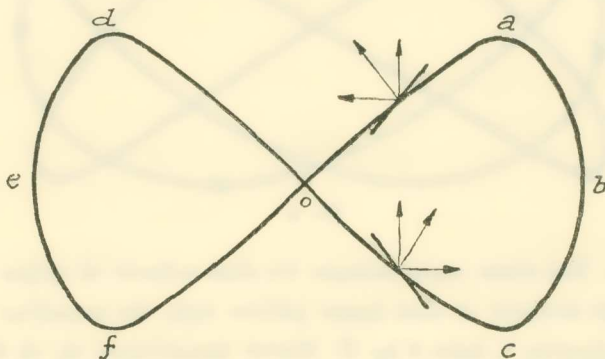
3. Ἐνὸς γενικοῦ τύπου διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν δυνάμεων ἀδρανείας τῶν κινουμένων πτερύγων τοῦ ἔντομοπτέρου. Τὸν τύπον τοῦτον εὔρομεν κατόπιν προσδιορισμοῦ τῆς ἐξίσωσης τῆς διαδρομῆς τῆς πτέρυγος κατὰ τὴν ἐν στάσει πτῆσιν, ὡς ἐκθέτομεν κατωτέρω.



Σχ. 2. Διάγραμμα δίδον τὰς τιμὰς τοῦ  $K\theta$  συναρτήσει τῆς γωνίας κτύπου  $\theta$ .

Ἐξίσωσις τῆς διαδρομῆς τῆς πτέρυγος τοῦ ἐντομοπτέρου.

Ὁ Δρ Etienne Marey, καθηγητῆς εἰς τὸ Collège de France καὶ μέλος τῆς Ἰατρικῆς Ἀκαδημίας τῶν Παρισίων, εὔρε διὰ πειραμάτων κατὰ τὸ 1870 ὅτι κατὰ τὴν ἐν στάσει πτήσιν τὸ ἄκρον τῆς πτέρυγος τῶν ἐντόμων περιγράφει ἕνα σχῆμα κλειστόν, ὅμοιον πρὸς τὸν ἀριθμὸν ὀκτῶ κεκλιμένον (σχ. 3.).



Σχ. 3.

Ἴνα δυνηθῶμεν νὰ κατασκευάσωμεν ἓνα μηχανισμόν, ὁ ὁποῖος νὰ δίδῃ εἰς τὴν πτέρυγα τὴν ὡς ἄνω κίνησιν ἠναγκάσθημεν νὰ προσφύγωμεν εἰς τὸν συνδυασμὸν δύο εὐθυγράμμων ἀρμονικῶν κινήσεων καθέτων πρὸς ἀλλήλας μὲ γωνιώδη ταχύτητα τῆς μιᾶς διπλασίαν τῆς ἄλλης. Οὕτω μετὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ μηχανισμοῦ εὗρομεν τὴν ζητουμένην ἐξίσωσιν.

Ἐστω  $\chi$  ἡ ὀριζόντιος ἀρμονικὴ κίνησις καὶ  $\psi$  ἡ κατακόρυφος τοιαύτη μὲ διπλασίαν γωνιώδη ταχύτητα,  $2a$  τὸ εὖρος τῆς πρώτης ἀρμονικῆς κινήσεως καὶ  $a$  τὸ εὖρος τῆς δευτέρας. Τότε ἡ ἐξίσωσις τῆς ὑπὸ τοῦ σχήματος 3 παρισταμένης καμπύλης τὴν ὁποίαν διατρέχει ἡ κινουμένη ὑπὸ τοῦ ὡς ἄνω μηχανισμοῦ πτέρυξ εἶναι :

$$\begin{aligned}\chi &= 2a \sin \omega t \\ \psi &= -a \mu 2 \omega t\end{aligned}\quad (3)$$

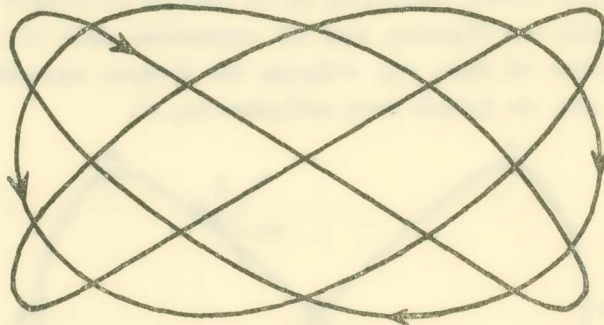
Ἡ ἀλγεβρική δὲ παράστασις τῆς λημισκοειδοῦς ταύτης καμπύλης εἶναι :

$$\chi^4 - 4a^2 \chi^2 + 4a^2 \psi^2 = 0 \quad \eta \quad \psi = \pm \frac{\chi}{2a} \sqrt{4a^2 - \chi^2}$$

Ἐκ τῆς ἐξετάσεως τῶν ἐξισώσεων (3) παρεκινήθημεν νὰ ἐρευνήσωμεν τὰ διάφορα σχήματα, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐκ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ λόγου τῶν γωνιωδῶν ταχυτήτων τῶν δύο ἀρμονικῶν κινήσεων. Τοιουτοτρόπως, ἐὰν ἀντὶ τοῦ λόγου 1:2 τῶν ἐξισώσεων (3) λάβωμεν τὸν λόγον 3:4 εὐρίσκομεν τὴν καμπύλην :

$$\begin{aligned}\chi &= 2a \sin 3\omega t \\ \psi &= -a \mu 4\omega t\end{aligned}\quad (4)$$

ἣτις παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 4 καὶ ἣτις εἶναι ἐπίσης κλειστὴ καμπύλη ὅπως ἡ



Σχ. 4.

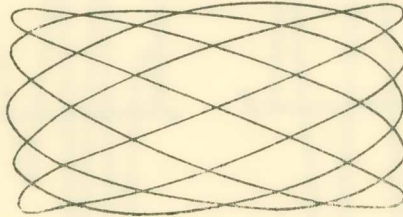
τοῦ σχήματος 3. Ἐπὶ πλέον συμπεραίνομεν ὅτι εἶναι πιθανὸν τὸ σχῆμα τῆς διαδρομῆς τῆς πτέρυγος τῶν ἐντόμων νὰ εἶναι ὅμοιον μᾶλλον πρὸς τὴν καμπύλην ταύτην παρὰ πρὸς τὴν τοῦ σχήματος 3, διότι ὁ Δρ Ε. Marey ἐπικολλήσας εἰς τὸ ἄκρον τῆς πτέρυγος σφηκὸς μικρὸν τεμάχιον χρυσοῦ φύλλου καὶ ρίψας ἐπ' αὐτοῦ μίαν ἀκτῖνα τοῦ

ήλίου καθ' ὃν χρόνον τὸ ἔντομον ἐξετέλει τὰς κινήσεις τῆς πτήσεως, ἐπέτυχε μίαν λαμπερὰν εἰκόνα τῆς διαδρομῆς, τὸ σχῆμα τῆς ὁποίας μετεβάλλετο ἀπὸ ἐπίμηκες 8 εἰς ἔλλειψιν περίπου. Εἶναι δὲ φυσικὸν νὰ ὑπάρξῃ ἡ ὀπτική αὐτῆ ἀπάτη, ὅταν ἡ πτέρυξ κινῆται ταχέως ἐπὶ διαδρομῆς ὁμοίας πρὸς τὴν τοῦ σχήματος 4.

Ἐὰν δὲ λάβωμεν τὸν λόγον 11:10, εὐρίσκομεν τὴν καμπύλην :

$$\begin{aligned} \chi &= 2a\sigma\eta 11\omega t \\ \psi &= -a\eta\mu 10\omega t \end{aligned} \tag{5}$$

ἡ ὁποία παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 5.



Σχ. 5.

Ταχύτης καὶ ἐπιτάχυνσις τῆς πτέρυγος τοῦ ἔντομοπέδρου.

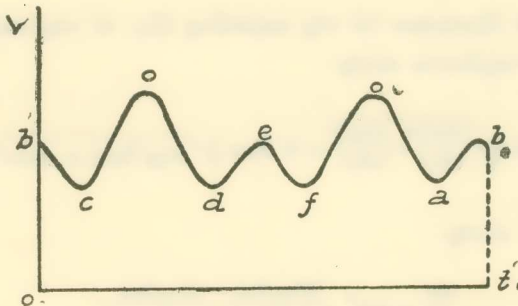
Ἐκ τῶν ἐξισώσεων (3) τῆς καμπύλης τῆς διαδρομῆς τῆς πτέρυγος εὐρίσκομεν διὰ τοῦ κατωτέρω τύπου (6) τὴν ταχύτητα αὐτῆς εἰς οἰονδήποτε σημεῖον τῆς διαδρομῆς τῆς.

$$v = \pm \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2} = \pm 2a\omega \sqrt{\eta\mu^2\omega t + \sigma\eta\nu^2\omega t} \tag{6}$$

Ὁ δὲ τύπος ὁ ὁποῖος δίδει τὴν ἐπιτάχυνσιν αὐτῆς εἶναι :

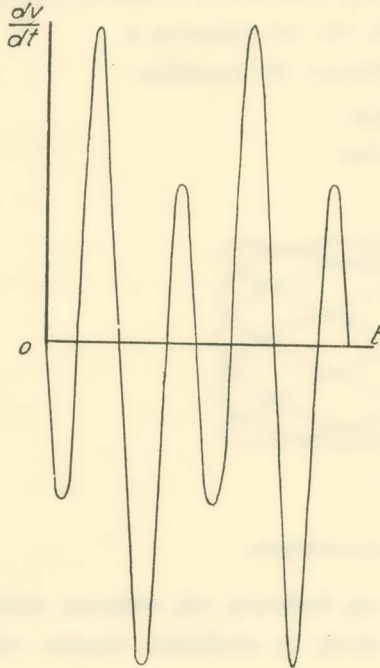
$$\frac{dv}{dt} = a\omega^2\eta\mu 2\omega t \frac{(1 - 4\sigma\eta\nu 2\omega t)}{\sqrt{\eta\mu^2\omega t + \sigma\eta\nu^2\omega t}} \tag{7}$$

Τὰ σχήματα (6) καὶ (7) δίδουν τὰ σχετικὰ διαγράμματα τῶν ταχυτήτων καὶ

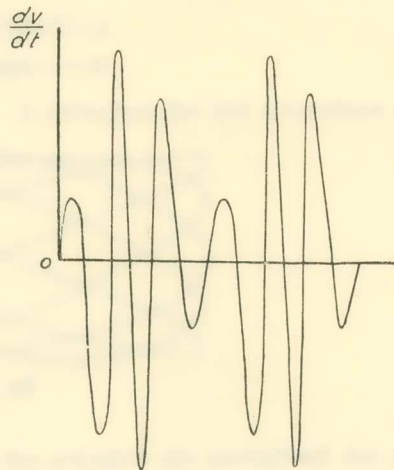


Σχ. 6.

ἐπιταχύνσεων τῆς πτέρυγος τοῦ ἔντομοπτέρου. Τὸ σχῆμα 6 δεικνύει ὅτι ἡ ταχύτης τῆς πτέρυγος εἰς οὐδὲν σημεῖον τῆς διαδρομῆς αὐτῆς μηδενίζεται, εἶναι δὲ μεγίστη



Σχ. 7.



Σχ. 9.

εἰς τὰ διπλοῦν σημεῖον  $O$  καὶ ἐλαχίστη εἰς τὰ σημεῖα  $a, c, d$  καὶ  $f$ , ἔνθα ἡ ἐφαπτομένη τῆς καμπύλης καθίσταται ὀριζόντιος.

Συνεπῶς ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις τῆς πτέρυγος εἰς οὐδὲν σημεῖον τῆς διαδρομῆς αὐτῆς μηδενίζεται, ἐφ' ὅσον ἡ γωνία προσβολῆς (*l'angle d'attaque*) αὐτῆς αὐτομάτως λαμβάνει τὴν κατάλληλον τιμὴν εἰς τρόπον ὥστε ἡ δύναμις αὕτη νὰ παραμένῃ σχεδὸν σταθερά.

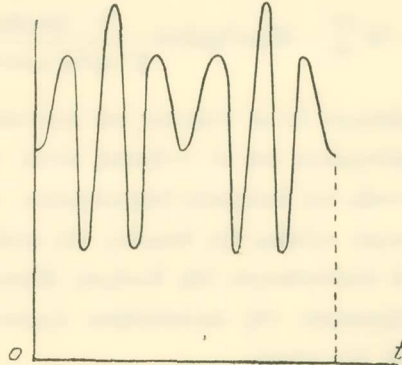
Ὅμοίως ἐκ τῶν ἐξισώσεων (4) τῆς καμπύλης (Σχ. 4) τῆς διαδρομῆς τῆς πτέρυγος εὐρίσκομεν τὴν ταχύτητα αὐτῆς :

$$v = \pm \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2} = \pm 2a\omega \sqrt{9\eta\mu^2 3\omega t + 4\sigma\upsilon\nu^2 4\omega t} \quad (8)$$

καὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν αὐτῆς :

$$\frac{dv}{dt} = a\omega^2 \frac{27\eta\mu 6\omega t - 16\eta\mu 8\omega t}{\sqrt{9\eta\mu^2 3\omega t + 4\sigma\upsilon\nu^2 4\omega t}} \quad (9)$$

Τὰ σχήματα 8 και 9 δίδουν τὴν μορφήν τῶν σχετικῶν διαγραμμάτων, ὅταν ἡ πτέρυξ βαίνει ἐπὶ τροχιάς ὁμοίας πρὸς τὴν καμπύλην τοῦ σχήματος 4.



Σχ. 8.

Ἴνα δυνήθωμεν νὰ εὔρωμεν τὸ σχῆμα τῆς ἀποτελεσματικωτέρας διαδρομῆς τῆς πτέρυγος δέον ὅπως ἐκτελέσωμεν ἐκτεταμέναις πειραματικὰς ἐρεῦνας. Δυστυχῶς λόγῳ τῆς ἐνάρξεως τοῦ πολέμου κατὰ τὸ 1940 ἠναγκάσθημεν νὰ διακόψωμεν τὰ πειράματα ἡμῶν περιορισθέντες εἰς τὰ ὀλίγα προκαταρκτικὰ τοιαῦτα, τὰ ὁποῖα ἐξετελέσαμεν μὲ διαδρομὴν τῆς πτέρυγος ὁμοίαν πρὸς τὸ σχῆμα 3, ἐνῶ εὐκόλως δι' ἀλλαγῆς 2 ὀδοντωτῶν τροχῶν καὶ ἐνὸς ἐκκέντρου θὰ ἠδυνάμεθα νὰ δοκιμάσωμεν καὶ τὰ ἀποτελέσματα τῆς πτέρυγος κινουμένης ἐπὶ διαδρομῆς ὁμοίας πρὸς τὸ σχῆμα 4.

Ἐδώσαμεν ἰδιαιτέραν προσοχὴν εἰς τὰ διαγράμματα τῶν μεταβολῶν τῆς ταχύτητος καὶ τῆς ἐπιταχύνσεως ἐξ ὧν ἐξαρτῶνται ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις καὶ αἱ δυνάμεις ἀδρανείας τῆς πτέρυγος. Καὶ ὅσον μὲν ἀφορᾷ εἰς τὰς τελευταίας ταύτας δυνάμεις, κατωρθώσαμεν νὰ ἐκμηδενίζωμεν τὰς βλαβεράς συνεπείας αὐτῶν ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν διὰ δυναμικῆς ἰσορροπήσεως τῆς πτέρυγος.

Μεγάλην ὅμως σπουδαιότητα δίδομεν εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς ταχύτητος, αἱ ὁποῖαι πιθανῶς αὐξάνουν τὴν ἀποδοτικότητα τῆς πτέρυγος δι' ἐγκαίρου καὶ καταλλήλου μεταβολῆς τῆς γωνίας προσπτώσεως αὐτῆς. Ἐν καιρῷ θὰ προσπαθῆσωμεν νὰ ἐξακριβώσωμεν πειραματικῶς τὸν βαθμὸν σπουδαιότητος τοῦ ζητήματος τούτου.

#### Δυνάμεις ἀδρανείας.

Διὰ τῶν ἀνωτέρω τύπων εὐρίσκοντες τὰς ἐπιταχύνσεις δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὰς δυνάμεις ἀδρανείας τῶν παλλουσῶν πτερύγων τοῦ ἐντομοπτέρου, ὡς καὶ τῶν παλινδρομούντων ἐξαρτημάτων τοῦ μηχανισμοῦ.

Καλοῦντες  $F$  τὴν δύναμιν ἀδρανείας τῆς παλλούσης πτέρυγος τοῦ ἐντομοπτέρου, ἥς ἡ διαδρομὴ ἔχει σχῆμα ὅμοιον πρὸς τὴν καμπύλην τοῦ σχήματος 3 καὶ  $M$

τὴν μᾶζαν τῆς πτέρυγος μετὰ τῶν ἐξαρτημάτων αὐτῆς, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ δύναμις αὕτη δύναται νὰ ὑπολογισθῇ διὰ τοῦ τύπου :

$$F = -M \frac{dv}{dt} = M\omega^2 \eta \mu 2\omega t \frac{1}{\sqrt{\eta \mu^2 \omega^2 t^2 + \sigma \nu \eta^2 2\omega t}} \quad (10)$$

Ὁφείλομεν νὰ σημειώσωμεν ὅτι αἱ πτέρυγες τοῦ προτύπου, ὅπερ δείκνυται εἰς τὸ σχῆμα 10, δὲν εἶναι ἰσορροπημένοι, ἐνῶ αἱ πτέρυγες αὐτοῦ τοῦ ὁποίου ἐτοιμάζομεν τὴν κατασκευὴν εἶναι στατικῶς καὶ δυναμικῶς ἰσορροπημένοι. Διὰ τοῦ προτύπου αὐτοῦ θὰ δυνηθῶμεν νὰ ἐρευνήσωμεν τελείως τὰς θεωρίας, τὰς ὁποίας ἐκθέτομεν ἀνωτέρω.

Ὅπως δυνηθῶμεν νὰ ὑπολογίσωμεν τὰς δυνάμεις ἀδρανείας τῶν παλινδρομούντων ἐξαρτημάτων τοῦ μηχανισμοῦ τῆς κατακορύφου ἀρμονικῆς κινήσεως παριστώμεν τὴν κίνησιν ταύτην διὰ τοῦ τύπου :

$$s = \rho - \psi = \rho - \rho \eta \mu 2\omega t$$

ὅπου  $s$  — ἡ διανοσμένη ἀπόστασις ὑπὸ τῆς προβολῆς τῆς κεφαλῆς τοῦ στροφάλου ἐπὶ κατακορύφου γραμμῆς κειμένης ἐν τῷ ἐπιπέδῳ περιστροφῆς αὐτοῦ.

$\rho$  = μῆκος τοῦ στροφάλου.

$\omega$  = γωνιώδης ταχύτης τῆς ὀριζοντίου ἀρμονικῆς κινήσεως. Ἐξ οὗ :

$$v = -2\omega \rho \sigma \nu \eta 2\omega t$$

$$\frac{dv}{dt} = 4\omega^2 \rho \eta \mu 2\omega t$$

Συνεπῶς αἱ ζητούμεναι δυνάμεις ἀδρανείας παριστώμεναι διὰ τοῦ  $F_1$  ἰσοῦνται :

$$F_1 = 4M_1 \omega^2 \rho \eta \mu 2\omega t$$

$M_1$  = μᾶζα τῶν παλινδρομούντων σχετικῶν ἐξαρτημάτων.

Καθ' ὅμοιον τρόπον εὐρίσκομεν τὰς δυνάμεις ἀδρανείας τῶν παλινδρομούντων ἐξαρτημάτων τοῦ μηχανισμοῦ τῆς ὀριζοντίου ἀρμονικῆς κινήσεως, ὡς παριστώμεν διὰ τοῦ  $F_2$  :

$$F_2 = 2M_2 \omega^2 \rho \sigma \nu \omega t$$

Δὲν πρέπει νὰ λησμονήσωμεν ὅτι ὅλα τὰ ἀνωτέρω ἀναφέρονται εἰς μίαν ἐν στάσει πτήσιν τοῦ ἐντομοπτέρου καὶ ὅτι κατὰ τὴν ἐν πτήσει κίνησιν οἱ ὑπολογισμοὶ θὰ γίνουσι περιπλοκώτεροι μὲ τὴν ἐμφάνισιν τῶν δυνάμεων τοῦ Κοριόλις καὶ πολλῶν ἄλλων προβλημάτων, τῶν ὁποίων ὅμως ὁ χειρισμὸς φαίνεται πολὺ εὐκολώτερος ἀπὸ τὸν χειρισμὸν ἀντιστοίχων προβλημάτων τοῦ ἐλικοπτέρου.

#### Παράδειγμα.

Διὰ τῶν ὡς ἄνω κατὰ προσέγγισιν τύπων οἱ ὁποῖοι ἀπορέουσι ἀπὸ τὴν θεωρίαν τοῦ καθηγητοῦ A. Magnan καὶ διὰ τῆς ὑφ' ἡμῶν ὑποδεικνυομένης ἐξισώσεως τῆς



καμπύλης ἣν περιγράφει περὶ τὸ σῶμα τοῦ ἔντομοπτέρου ἢ κινουμένη πτέρυξ, εἰσερχόμεθα ἐντὸς τῆς ὁδοῦ, ἣ ὁποία φέρει πρὸς πραγματοποίησιν τὴν ἐπιθυμίαν τῆς ἀνθρωπότητος, ὅπως ἴπταται μὲ τὴν χάριν, ἀσφάλειαν καὶ κυριαρχίαν ποῦ ἔχουν τὰ ἔντομα εἰς τὸν ἀέρα.

Ἐνα πρόχειρον παράδειγμα δύναται νὰ καταστήσῃ σαφέστερα τὰ ἀνωτέρω ἐκτιθέμενα. Οὕτως ἄς ζητήσωμεν νὰ εὕρωμεν τὸ μῆκος τῆς πτέρυγος καὶ τὴν ἰσχὺν τοῦ κινήτηρος ἐνὸς ἔντομοπτέρου προοριζομένου νὰ κρατήσῃ ἐν πτήσει συνολικὸν βάρος 300 χιλιογράμμων.

Παραδεχόμεθα:  $\alpha = 0,20$ ,  $\eta = 50$ ,  $\theta_0 = 15^\circ = \frac{\Pi}{12}$  καὶ  $r = 0,50$ .

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ ζητούμενον μῆκος τῆς πτέρυγος χρῆσιμοποιοῦμεν τὸν τύπον (1), ἐξ οὗ λαμβάνομεν:

$$L^5 = \frac{P}{0,03623r K_0 \alpha n^4} = \frac{300}{0,03623 \times 0,50 \times 0,28 \times 0,20 \times 50^4} = 0,047$$

καὶ συνεπῶς

$$L = 0,55 \mu.$$

Τὴν τιμὴν τοῦ συντελεστοῦ  $K_0$  λαμβάνομεν ἀπὸ τὸ διάγραμμα τοῦ σχήματος 2.

Εὐρίσκομεν δὲ τὴν ζητούμενην ἰσχὺν τοῦ κινήτηρος διὰ τοῦ τύπου (2):

$$P = 1,37 \alpha \eta^3 L^5 \theta^3 = 1,37 \times 0,20 \times 50^3 \times 0,55^5 \times \left(\frac{15\pi}{180}\right)^3 = 30,9 \text{ χλγ.} - \mu. \text{ ἔστω } \frac{1}{2} \text{ HP.}$$

Τοιοιουτρόπως δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν θεωρητικῶς τὸ μῆκος τῶν πτερύγων ἐνὸς ἔντομοπτέρου καὶ τὴν ἰσχὺν τοῦ κινήτηρος αὐτοῦ καὶ κατόπιν νὰ δοκιμάσωμεν τὴν ἀκρίβειαν τοῦ ὑπολογισμοῦ πειραματικῶς.

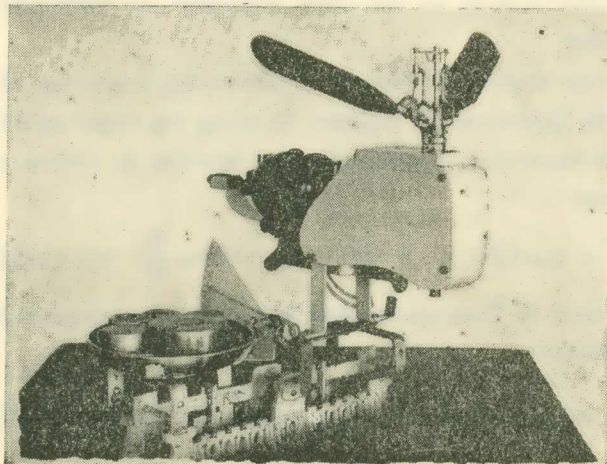
#### Π Ε Ι Ρ Α Μ Α Τ Α

##### Περιγραφή.

Τὰ ἀνωτέρω δὲν δύνανται, ὡς εἶπομεν ἤδη, νὰ ἔχουν ἀξίαν παρὰ μόνον κατόπιν πειραματικῆς ἐξακριβώσεως. Διὰ τοῦτο ἐχρησιμοποιήσαμεν τὸν ἐν τῇ φωτογραφίᾳ (σχ. 10) ἀπεικονιζόμενον μηχανισμόν τοῦ ἔντομοπτέρου, τοποθετημένον ἐπὶ κοινοῦ ζυγοῦ καὶ κινούμενον δι' ἡλεκτρικοῦ κινήτηρος ἰσχύος  $\frac{1}{6}$  HP, 220 βόλτ, 3000 στροφῶν ἀνὰ λεπτόν. Διὰ στροφόμετρον τοποθετημένον ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ ἡλεκτροκινήτηρος ἐμετρούσαμεν κατὰ τὰ πειράματα τὰς στροφὰς αὐτοῦ, ἄς ἐρρυθμίζομεν δι' ὑγρᾶς ἀντιστάσεως. Ἡδυνάμεθα δὲ νὰ μετρήσωμεν τὴν γωνίαν προσπτώσεως τῆς πτέρυγος εἰς οἰονδήποτε σημεῖον τῆς διαδρομῆς αὐτῆς διὰ βελόνης στερεωμένης ἐπὶ τοῦ ἄξονος αὐτῆς καὶ στρεφόμενης ἔμπροσθεν μοιρογνομανίου στερεωμένου ἐπὶ τοῦ ἐδράνου τοῦ ἐν λόγῳ ἄξονος, ὡς δύναται νὰ διακρίνη τις ἐπὶ τῆς ὡς ἄνω φωτογραφίας.

Πρὸ τῆς ἐνάρξεως ἐκάστου πειράματος ἐλάβομεν τὸ σχῆμα τῆς διαδρομῆς τῆς

πτέρυγος διὰ τοποθετήσεως μολυβδίδος εἰς τὴν θέσιν προσαρμογῆς αὐτῆς καὶ δι' ἐλαφρᾶς πιέσεως μιᾶς πινακίδος μετὰ χάρτου ἐπὶ τῆς μολυβδίδος κατὰ τὴν διὰ τῆς χει-



Σχ. 10.

ρὸς βραδεῖαν κίνησιν τοῦ κινητῆρος. Τὰ σχήματα ταῦτα τῶν διαδρομῶν τῶν πτερύγων κατὰ τὰ διάφορα πειράματα ἀναγράφομεν εἰς τὸν πίνακα IV. Διὰ τὰ πειράματα ἐχρησιμοποίησαμεν τρία ζεύγη πτερύγων διαφόρων διαστάσεων ἀναγραφομένων εἰς τοὺς σχετικούς πίνακας.

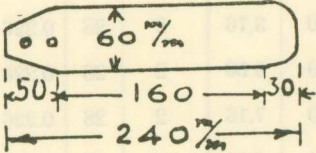
#### Ἀποτελέσματα.

Τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραμάτων τὰ ὅποια ἐξετελέσαμεν μετὰ τὰς ὑπ' ἀριθ. 1, 2 καὶ 3 πτέρυγας ἀναγράφομεν εἰς τοὺς πίνακας I, II καὶ III. Ὁ πίναξ IV περιέχει τὰ σχήματα τῶν καμπύλων τῶν διαδρομῶν τῶν πτερύγων κατὰ τὰ πειράματα. Ὁ αὐξων ἀριθμὸς τῶν σχημάτων τούτων ἀναγράφεται εἰς τὴν στήλην 3 τῶν πινάκων I, II καὶ III καὶ δεικνύει τὴν κατὰ τὸ σχετικὸν πείραμα καμπύλην τῆς διαδρομῆς τῆς πτέρυγος τοῦ ἔντομοπτέρου.

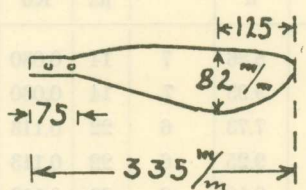
Διὰ νὰ δυνηθῶμεν νὰ παραβάλλωμεν συστηματικώτερον τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραμάτων, τὰ ὅποια ἐξετελέσαμεν μετὰ πτέρυγας διαφόρων διαστάσεων, μετὰ διαφόρους γωνίας κτύπου, κλπ., ἐθεωρήσαμεν ἀναγκαίαν τὴν λήψιν ἑνὸς μέτρου συγκρίσεως καὶ ὡς τοιοῦτον ἐπροτιμήσαμεν τὸ γινόμενον τῶν μεταβλητῶν μεγεθῶν τοῦ τύπου (1) ἧτοι  $K_{\theta} \sin L$  ( $L$  εἰς ἑκατοστόμετρα), ὅπερ ἔχει διαστάσεις ταχύτητος καὶ παριστῶμεν τοῦτο διὰ τοῦ  $As$ .

Οὕτω, βοηθεῖα τῶν πινάκων I, II καὶ III συνετάξαμεν τὸν πίνακα V, ὅστις

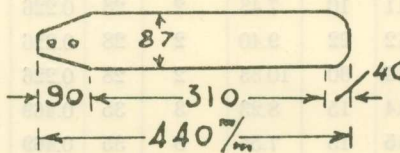
ΠΙΝΑΞ Ι.—'Αποτελέσματα πειραμάτων έκτελεσθέντων με τὰς ἐπ' ἀριθ. 1 πτέρυγας.

Αδϛ. Αριθμὸς	'Ανυψωτικὴ δύναμις εἰς γραμμάρια	Κτύποι ἀνά δευτερόλεπτον	'Αριθμοὶ στήμα-τος διαδρομῆς πτέρυγος ἀπὸ πίνακα IV	Γωνία κτύπου εἰς μοίρας	Συντελεστῆς γωνίας κτύπου	Συντελεστῆς ἀποτελεσματι-κότητος	Παρατηρήσεις
	p	n		μ <sup>ο</sup>	K <sub>θ</sub>	r	
1	10	8.86	7	14	0.030	5.65	<p>Διαστάσεις πτέρυγος</p> 
2	9	9.93	7	14	0.030	3.20	
3	15	7.73	6	22	0.113	3.80	
4	25	9.25	6	22	0.113	3.17	
5	19	9.10	6	22	0.113	2.57	
6	25	11.40	6	22	0.113	1.37	<p>Πτέρυξ ξυλίνη πάχους 1 χιλστ. καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν</p> <p>'Επιφανεῖας 132 cm<sup>2</sup></p> <p>Βάρους 14.50 gr.</p>
7	24	10.36	6	22	0.113	1.93	
8	30	11.66	6	22	0.113	1.50	$a = \frac{132}{27.5} = 0.174$
9	10	7.16	6	22	0.113	3.52	
10	12	8.16	1	23	0.128	2.21	
11	10	7.43	2	28	0.226	1.52	
12	22	9.40	2	28	0.226	1.29	
13	30	10.33	2	28	0.226	1.23	
14	15	8.23	3	35	0.469	0.73	
15	15	7.55	3	35	0.469	1.03	
16	15	7.28	3	35	0.469	1.19	
17	24	9.21	3	35	0.469	0.74	
18	25	9.48	11	40	0.665	0.61	
19	12	7.31	12	42	0.766	0.57	
20	30	9.91	12	42	0.766	0.42	
21	10	6.61	8	44	0.882	0.62	
22	20	8.21	8	44	0.882	0.52	
23	30	9.87	8	44	0.882	0.38	
24	15	7.45	10	45	0.934	0.55	
25	25	8.13	10	45	0.934	0.64	
26	40	9.47	10	45	0.934	0.55	

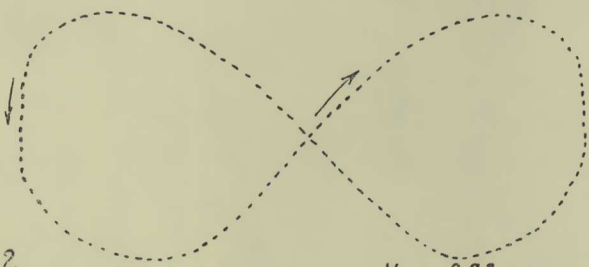
ΠΙΝΑΞ II.—<sup>3</sup>Αποτελέσματα πειραμάτων με τὰς ὑπ' ἀριθ. 2 πτέρυγας.

Αἰθ. ἀριθμὸς	Ἀγνοιωτὴ δύναμις εἰς γραμμάρια	Κέρτος ἀνά δευτερολέπτου	Ἀριθμοὶ σχήματος διαδοχικῶς πτέρυγος ἀπὸ πίνακα VI.	Πλάτος κτύπου εἰς μοίρας	Συντελεστὴς γωνίας κτύπου	Συντελεστὴς ἀποτελεσματικότητος	Παρατηρήσεις
ρ	π	μ <sub>ο</sub>	Κφ	τ			
1	15	5.66	1	23	0.128	3.50	 <p>Πτέρυξ ξυλίνη: Πάχους 1mm καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν. Ἐπιφανείας: 183 cm<sup>2</sup> Βάρους: 20 gr. <math>\alpha = \frac{183}{37} = 0,134</math></p>
2	27	7.43	1	23	0.128	2.13	
3	10	3.76	2	28	0.226	6.80	
4	20	6.50	2	28	0.226	1.53	
5	30	7.16	2	28	0.226	1.55	
6	24	6.58	2	28	0.226	1.74	
7	15	5.70	9	35	0.469	0.93	
8	15	4.48	10	45	0.934	1.19	

ΠΙΝΑΞ III.—<sup>3</sup>Αποτελέσματα πειραμάτων με τὰς ὑπ' ἀριθ. 3 πτέρυγας.

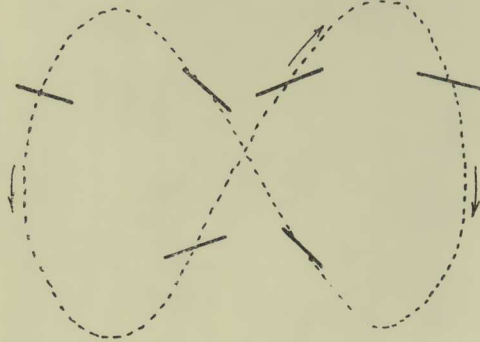
1	20	3.86	5	22	0.113	6.00	 <p>Πτέρυξ ξυλίνη: Πάχους 1mm καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν Ἐπιφανείας: 354 cm<sup>2</sup> Βάρους: 31 gr. <math>\alpha = \frac{354}{47,5} = 0,157</math></p>
2	10	3.01	1	23	0.128	7.20	
3	12	3.56	1	23	0.128	4.40	
4	15	3.23	1	23	0.128	8.10	
5	28	5.23	1	23	0.128	2.20	
6	18	3.60	2	28	0.226	3.57	
7	32	4.26	2	28	0.226	3.24	
8	18	3.60	2	28	0.226	3.57	
9	23	4.40	2	28	0.226	2.02	
10	15	3.65	4	34	0.413	1.54	
11	20	2.98	4	34	0.413	4.62	
12	24	3.38	4	34	0.413	3.35	
13	32	3.80	4	34	0.413	2.80	
14	20	3.26	3	35	0.469	2.85	
15	25	3.47	3	35	0.469	2.77	
16	30	3.95	3	35	0.469	1.98	
17	40	4.58	3	35	0.469	1.45	

2.



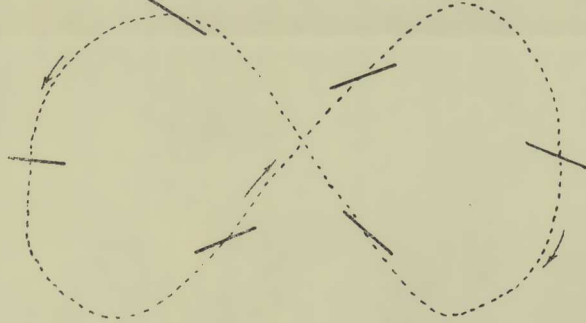
$$\mu_0 = 28^\circ$$

3.



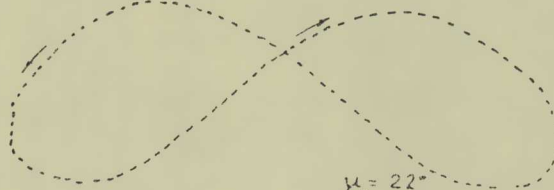
$$\mu_0 = 35^\circ$$

4.



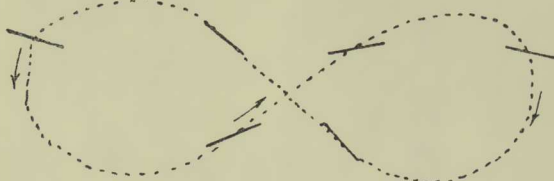
$$\mu_0 = 34^\circ$$

5.



$$\mu_0 = 22^\circ$$

6.



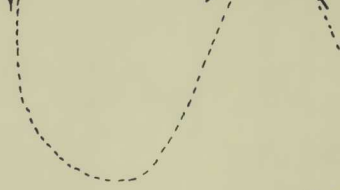
$$\mu_0 = 22^\circ$$

7.



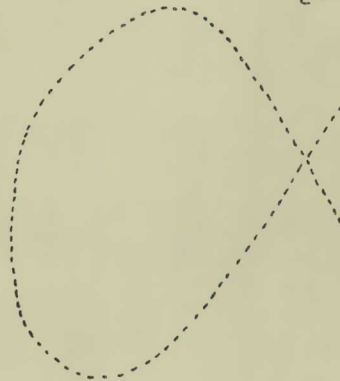
$$\mu_0 = 14^\circ$$

8.



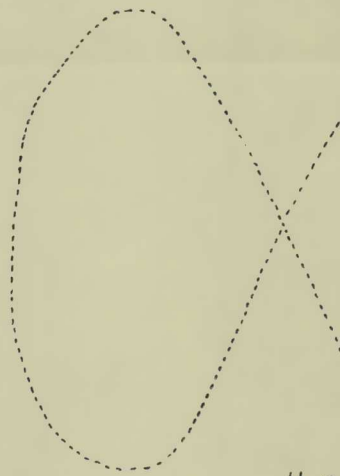
$$\mu_0 =$$

9.



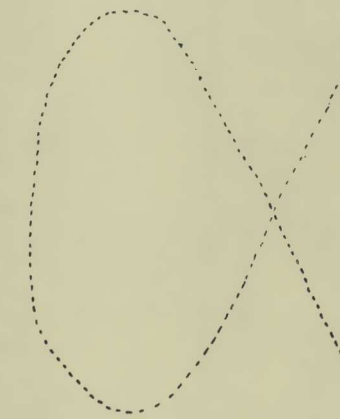
$$\mu_0 =$$

10.



$$\mu_0 =$$

11.



$$\mu_0 =$$



περιέχει τὰς τιμὰς τοῦ As κατ' αὐξουσάν σειρὰν καὶ τὰς ἀντιστοίχους αὐτῶ τιμὰς τοῦ συντελεστοῦ r.

ΠΙΝΑΞ V.—Τιμαὶ τοῦ συντελεστοῦ ἀποτελεσματικότητος r, συναρ-  
τήσει τῆς μεταβλητῆς As.

Αἰθ. ἀριθμὸς	Καθορισμὸς τῆς περιπτώσεως	As	r	Αἰθ. ἀριθμὸς	Καθορισμὸς τῆς περιπτώσεως	As	r
1	2	3	4	1	2	3	4
1	I - 1	1.26	5.65	24	I - 13	10.10	1.29
2	I - 2	1.42	3.20	25	III - 12	10.40	3.35
3	III - 2	2.87	7.20	26	I - 13	11.10	1.23
4	III - 1	3.26	6.00	27	III - 10	11.30	1.54
5	III - 3	3.40	4.40	28	III - 14	11.40	2.85
6	II - 1	3.55	3.50	29	III - 13	11.70	2.80
7	I - 9	3.85	3.52	30	III - 15	12.21	2.77
8	I - 3	4.20	3.90	31	II - 7	13.60	0.93
9	II - 2	4.70	2.13	32	III - 17	16.10	1.45
10	I - 5	4.90	2.57	33	I - 16	16.40	1.19
11	I - 4	5.00	3.17	34	I - 15	17.00	1.03
12	I - 10	5.00	2.26	35	I - 14	18.00	0.73
13	III - 5	5.00	2.20	36	I - 17	20.50	0.74
14	I - 7	5.60	1.93	37	II - 8	20.60	1.19
15	III - 6	6.12	3.57	38	I - 19	27.00	0.57
16	I - 8	6.40	1.50	39	I - 21	27.80	0.62
17	III - 9	7.21	2.02	40	I - 18	30.00	0.61
18	III - 7	7.25	3.24	41	I - 24	33.20	0.55
19	II - 4	7.30	1.53	42	I - 25	36.20	0.64
20	II - 6	7.35	1.74	43	I - 20	36.20	0.42
21	I - 11	8.03	1.52	44	I - 23	41.70	0.38
22	II - 5	8.03	1.55	45	I - 26	42.20	0.55
23	III - 11	9.26	4.62				

Εἰς τὴν στήλην 1 τοῦ πίνακος τούτου τὸ μὲν ρωμαϊκὸν ψηφίον δηλοῖ τὸν ἀριθμὸν τοῦ πίνακος, τὸ δὲ ἀραβικὸν τὸν ἐν τῷ πίνακι τούτῳ αὐξόντα ἀριθμὸν τῆς γραμμῆς.

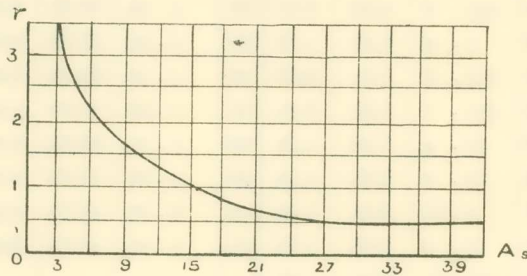
*Διερεύνησις τῶν ἀποτελεσμάτων.*

Κατὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν πινάκων παρατηροῦμεν ὅτι ὁ συντελεστὴς ἀποτελεσμα-

τικότητας τῆς πτέρυγος  $\Gamma$ , ὅστις, κατὰ κανόνα, ἔδει νὰ εἶναι μικρότερος τῆς μονάδος, εἰς πολλάς περιπτώσεις εὔρεθη πολὺ μεγαλύτερος αὐτῆς. Τοῦτο ἀποδοτέον κυρίως εἰς τὸ γεγονός ὅτι κατὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς πτέρυγος παρήγετο ἀνυψωτικὴ δύναμις ἐνῶ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ *A. Magnan* οὐδεμία τοιαύτη ἀνυψωτικὴ δύναμις ἔπρεπε νὰ ἐμφανισθῇ. Πιθανὸν ὅμως καὶ ὁ τύπος  $KSV^2$ , τὸν ὁποῖον ἐχρησιμοποίησαν ὁ *Magnan* διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἀντιδράσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς παλλούσης πτέρυγος, νὰ εἶναι ἐλαττωματικὸς ἐν προκειμένῳ καὶ ἐσφαλμένη ἢ τιμὴ τὴν ὁποῖαν ἔδωσεν εἰς τὸν συντελεστὴν  $K$ .

Ἐὰν κατὰ τὰ πειράματα ἐπραγματοποιῦντο πλήρως αἱ προϋποθέσεις ἐφ' ὧν ἐστηρίχθη ἡ θεωρία τοῦ *A. Magnan*, ἤτοι ἐὰν κατὰ τὴν ἀναβίβασιν τῆς πτέρυγος ἡ γωνία προσπτώσεως αὐτῆς, ἐλάμβανε τιμὴν δι' ἣν μηδενίζεται πλήρως ἡ ἀντίδρασις τοῦ ἀέρος, ἐὰν ὁ συντελεστὴς  $K$  παρέμενεν ἀμετάβλητος καὶ ἐὰν τὰ ἀποτελέσματα δὲν ἐπηρεάζοντο ἀπὸ τὰ συμπιεστὸν τοῦ ἀέρος ( $\frac{V}{a}$  = συντελεστὴς *Bairstow* καὶ *Booth*), τὸ ἰξῶδες τοῦ ἀέρος ( $\frac{VD}{\nu}$  = ἀριθμοὶ *Reynolds*) καὶ ἀπὸ τὰς ἰσχυρὰς παλμικὰς κινήσεις τὰς μεταδιδομένας εἰς τὸν ἀέρα ἀπὸ τὸν κτύπον τῆς πτέρυγος καὶ τὰς ἀποτόμους ἀλλαγὰς ταχύτητος, τότε θὰ ἔπρεπε αἱ δι' ὑπολογισμοῦ ἐκ τῶν δεδομένων τῶν διαφόρων πειραμάτων εὔρεθῆσαι τιμαὶ τοῦ συντελεστοῦ ἀποτελεσματικότητος  $\Gamma$  νὰ εἶναι σχεδὸν ἴσαι, τοῦθ' ὅπερ θὰ ἀπετέλει σπουδαίαν ἐξακρίβωσιν τῆς θεωρίας.

Εἰς τὸ κάτωθι διάγραμμα τοῦ σχήματος 11 δεικνύονται αἱ μεταβολαὶ τῆς



Σχ. 11.

τιμῆς τοῦ  $\Gamma$  συντελεστοῦ ἀποτελεσματικότητος  $\Gamma$  τῆς πτέρυγος τοῦ ἔντομοπτέρου συναρτῆσει τῶν τιμῶν τοῦ μέτρου συγκρίσεως  $As$ . Διὰ τὴν χάραξιν τοῦ διαγράμματος τούτου παρελείψαμεν τὰς τιμὰς τοῦ  $\Gamma$ , αἵτινες παρουσιάζουν μεγάλας διαφορὰς μὲ τὰς γειτνιαζούσας τιμὰς αὐτῶν. Εἰς τὸ διάγραμμα τοῦτο παρατηροῦμεν ὅτι αὐξανόμενης τῆς τιμῆς τοῦ  $As$  ἐλαττοῦται ἡ τιμὴ τοῦ  $\Gamma$ , ἥτις τείνει νὰ σταθεροποιηθῇ διὰ τὰς τιμὰς τοῦ  $As$  μεγαλυτέρας τοῦ 25.



*Σύγκρισις έντομοπτέρου και έντόμων.*

Τέλος διά να συγκρίνωμεν τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἡμετέρων πειραμάτων με τὰ ἀποτελέσματα τῶν δι' έντόμων πειραμάτων τοῦ καθηγητοῦ A. Magnan, προέβημεν εἰς τὴν κατάρτισιν τοῦ πίνακος VI τοῦ ὁποίου αἱ ὑπ' ἀριθ. 2, 3, 4, 5 και 6 στήλαι παρελήφθησαν ἀπὸ τοὺς πίνακας αὐτοῦ. Ἐλάβομεν πρὸς σύγκρισιν μόνον δίπτερα και ὑμενόπτερα. Τὰ τελευταῖα ἔχουν δύο ζεύγη πτερύγων, ἐπειδὴ ὁμως κατὰ τὴν πτῆσιν αἱ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος πτέρυγες τοῦ έντόμου συγκλοοῦνται και κινοῦνται ὡς να ἀπετέλουν μίαν μόνην πτέρυγα, διά τοῦτο δύνανται να συγκριθοῦν με τὸ έντομόπτερον ἡμῶν

Διά τὴν ζητουμένην σύγκρισιν παρατηροῦμεν ὅτι ὅλαι αἱ ἐν τῇ στήλῃ 13 τοῦ πίνακος τούτου εὔρεθεισαι τιμαὶ τοῦ μέτρου συγκρίσεως AS εἶναι πολὺ μεγαλύτεραι ἀπὸ τὰς τιμὰς τοῦ AS εἰς ἃς περιωρίσθησαν τὰ πειράματα ἡμῶν, ἐκτὸς τῆς τιμῆς αὐτοῦ τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν ὑπ' ἀριθμὸν 7 γραμμῆν, ἣτις ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀριθμὸν 39 και ἔχει ἀντίστοιχον τιμὴν τοῦ  $\Gamma$  ἐν τῷ πίνακι τούτῳ 1,10. Ἐκ τοῦ διαγράμματος δὲ τοῦ σχήματος 11 ἐξάγομεν ὅτι εἰς τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ AS ἀντίστοιχος τιμὴ τοῦ  $\Gamma$  εἶναι 0,50, τοῦθ' ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ ἀποτελεσματικότης τῶν πτερύγων τοῦ έντομοπτέρου εἶναι μικρότερα μόνον κατὰ 2,2 φοράς τῆς ἀποτελεσματικότητος τῶν πτερύγων τοῦ ὑμενοπτέρου *Vespa Crabo L*, ἣτις ἰσοῦται πρὸς 1,10, παρ' ὅλον ὅτι ὁ μηχανισμὸς τοῦ έντομοπτέρου και αἱ πτέρυγες αὐτοῦ ἦσαν προχειροῦ κατασκευῆς.

Προκαλεῖ κατάπληξιν ἡ ἐξαιρετικῶς μικρὰ τιμὴ τῶν συντελεστῶν ἀποτελεσματικότητος τῶν πτερύγων τῶν διαφόρων έντόμων εἰς τὸν πίνακα VI, τοῦθ' ὅπερ ὑποδεικνύει τὰς μεγάλας δυσκολίας, αἱ ὁποῖαι ἐμπεριέχονται εἰς τὴν δι' έντόμων ἐκτέλεσιν πειραμάτων. Δὲν δυνάμεθα να παραδεχθῶμεν ὡς ἀκριβεῖς τοὺς ἀριθμοὺς αὐτούς. Ἡ μόνη τιμὴ ἡ ὁποία φαίνεται να πλησιάζη πρὸς τὴν ἀλήθειαν εἶναι ἡ τοῦ έντόμου *Vespa Crabo*, τοῦ ὁποίου ἡ γωνία κτύπου εἶναι μόνον  $50^\circ$ , ἐκτελεῖ 50 κτύπους ἀνά  $\lambda''$  και ἔχει τὰς μεγαλύτερας πτέρυγας.

Καὶ ἡμεῖς εὔρομεν κατὰ τὰ πειράματα, ὡς δείκνυται εἰς τὸν πίνακα III, ὅτι τὴν μεγαλύτεραν ἀποτελεσματικότητα εἶχεν ἡ μεγαλύτερα πτέρυξ λειτουργοῦσα με τὴν μικρότεραν γωνίαν κτύπου και με τὸν μικρότερον ἀριθμὸν κτύπων.

Ἀπὸ τὰ ἀνωτέρω καταφαίνεται ἡ ἀνάγκη ἐνὸς τελειοτέρου τύπου ἀπὸ τὸν τύπον τοῦ καθηγ. A. Magnan διά τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἀνυψωτικῆς δυνάμεως τῶν έντομοπτέρων. Ἐνας τοιοῦτος τύπος πρέπει να περιλαμβάνη και τὴν γωνίαν σαρώματος ἢ μάλλον να βασίζεται ἐφ' ὅλοκληρου τοῦ μήκους τῆς διαδρομῆς τῆς πτέρυγος και ἐπὶ τοῦ σχήματος τῆς διαδρομῆς ταύτης. Ἐνα τοιοῦτον τύπον ἔχομεν ὑπ' ὄψιν ν' ἀναπτύξωμεν μετὰ τὴν συμπλήρωσιν τῶν πειραμάτων μας.

ΠΙΝΑΞ VI.— Διοικητούμενα πειραμάτων έκτελεσθέντων δι' εντόμων υπό τῆς καθήγητοῦ Α. ΜΑΓΝΑΝ.

Αριθμὸς ἀπο- σταλ.	Ὄνομα ἐντόμου	Μήκος τῆς πτερυγίας cm.	Ἐπιφάνεια τῆς πτερυγίας cm <sup>2</sup>	Βάρος τοῦ ἐντόμου gr.	Γωνία κτύπου Μοίραι	Ἀριθμὸς κτύ- πων ἀνα λ"	Κφ	$\alpha = \frac{S}{L^2}$	$\frac{P\sigma}{4n^2}$ gr.-cm.	KSV <sup>2</sup> gr.-cm.	r		As	r	Παρατηρήσεις
											ἡμῶν	κατὰ τοὺς ὁπολογισμοὺς			
	<b>ΔΙΠΤΕΡΑ :</b>														
1	<i>Volucella flumata</i> Meig.	1.30	0.46	0.124	85°	120	5.968	0.272	0.00210	0.07400	0.0283	0.0365	254	1.50	r = $\frac{P\sigma/4n^2}{KSV^2}$ r = λόγος τοῦ χρό- νου ἀντηρώσεως πρὸς τὸν χρόνον καταβίβασεως τῆς πτερυγίας
2	<i>Volucella pellucens</i> Meig.	1.20	0.39	0.0735	75°	93	3.780	0.272	0.00208	0.01880	0.1100	0.1930	115	1.25	
3	<i>Chrysotoxum bicinctum</i> L.	1.28	0.34	0.0755	100°	110	9.169	0.208	0.00151	0.06800	0.0221	0.0037	268	1.40	
4	<i>Dasyrhaphis atra</i> R.	1.57	0.75	0.233	85°	85	5.968	0.305	0.00790	0.10380	0.0760	0.1260	244	1.40	
	<b>ΥΜΕΝΟΠΤΕΡΑ :</b>														
5	<i>Bombus lapidarius</i> Fabr.	1.65	0.82	0.495	90°	90	6.880	0.300	0.01500	0.17600	0.0850	0.0926	308	1.10	r = $\frac{P\sigma/4n^2}{KSV^2}$ r = λόγος τοῦ χρό- νου ἀντηρώσεως πρὸς τὸν χρόνον καταβίβασεως τῆς πτερυγίας
6	<i>Vespa germanica</i> Fabr.	1.40	0.49	0.187	90°	96	6.880	0.250	0.00496	0.07300	0.0680	0.0820	231	1.30	
7	<i>Vespa crabo</i> L.	2.25	1.30	0.567	50°	53	1.280	0.256	0.04950	0.04500	1.1000	0.9150	39	1.80	
	<b>ΚΟΙΛΙΡΙΑ :</b>														
8	<i>Ephippusa eximia</i> Del.	3.80	3.90	3.250	120°	35	14.92	0.256	0.65000	3.18000	0.2040	0.1935	510	1.20	

*Σύγκρισις πτέρυγος και έλικος.*

Όπως δυνηθώμεν νά συγκρίνωμεν τήν αποτελεσματικότητα τών έλικων και τών κινουμένων πτερύγων ώς πρός τήν άνυψωτικήν ικανότητα αυτών, καταφεύγομεν εις τόν τύπον τόν όποϊον δίδει ό A. Toussaint εις τό τέλος του βιβλίου του «L'Aviation Actuelle». Ό τύπος ούτος δίδει τήν άνυψωτικήν δύναμιν τής έλικος F (χγρ) συναρτήσει τής ύπ' αυτής άπορροφουμένης ισχύος P<sub>m</sub> (Kg. m. s) και τής διαμέτρου αυτής D (m), έχει δε ούτω :

$$F = K_p \sqrt{P_m^2 D^2}$$

Η μεγίστη τιμή του συντελεστού K<sub>p</sub> είναι σταθερά και ίση προς 0,47.

Έκ του τύπου τούτου ώς και εκ του διαγράμματος τό όποϊον εύρίσκεται εν τῷ άνωτέρω βιβλίω του A. Toussaint και όπερ δίδει τās χαρακτηριστικās καμπύλας έλικος λειτουργούσης επί σταθερού σημείου, συνάγομεν ότι ίνα δυνηθῆ εν έλικόπτερον νά άνυψώσῃ βάρος 280 χγρ. χρειάζεται μία έλικα διαμέτρου 2,70 μ. πλάτους 0,25 μ., στρεφομένην με 1100 στροφάς ανά λεπτόν, και άπορροφώσαν ισχύν 70 ίππων, ενῶ ήμεϊς εύρομεν άνωτέρω ότι εν έντομόπτερον δύναται νά άνυψώσῃ βάρος 300 χγρ. δι' ένός ζεύγους πτερύγων μήκους 0,55 μ. έκτελουσών 50 κτύπους ανά λ' με γωνίαν κτύπου 30° μόνον και με κατανάλωσιν ισχύος 1/2 ίππου + άπόλεια.

Έκ τούτου καταφαίνεται ή μεγάλη ύπεροχή του έντομοπτέρου επί του έλικοπτέρου. Μολονότι δε ή μεγάλη αυτη ύπεροχή τής παλλούσης πτέρυγος επί τής έλικος άπαιτεϊ έκτενεστέραν πειραματικήν εξακρίβωσιν δια νά γίνη πλήρως δεκτή, εν τούτοις ή σύγκρισις αυτη καταδεικνύει τό μέγα ένδιαφέρον, όπερ ένέχει ή εξακολούθησις τοιούτων έρευνών.

Άλλ' έκτός τής διαφορās ταύτης τό έλικόπτερον παρουσιάζει δύσκολα προβλήματα δια τήν εύσταθῆ πτήσιν και προχώρησίν του. Ός εκ τούτου τὰ κατασκευασθέντα έλικόπτερα έχουν πολυπλόκους μηχανισμούς, μεγάλας έλικας, είναι βαρέα και παρουσιάζουν μεγάλην αντίστασιν εις τήν προχώρησιν.

Άντιθέτως, τό έντομόπτερον, επιτυγχάνον τήν άνύψωσιν και πρόωσίν του δι' ένός ζεύγους μικρών κινουμένων πτερύγων, παρουσιάζει μεγάλα πλεονεκτήματα όχι μόνον επί του έλικοπτέρου αλλά και επ' αυτου του άεροπλάνου. Τὰ πλεονεκτήματα δε ταυτα είναι: μικρόν βάρος, μικρά προς πρόωσιν αντίστασις, άνοδος και κάθοδος κατά τήν κατακόρυφον, πτήσις εν στάσει, μικρά δαπάνη καυσίμου, κλπ.

Παρά τό γεγονός ότι μέχρι σήμερα δέν εξετελέσαμεν πειράματα άφορώντα εις τήν εν πτήσει εύστάθειαν του έντομοπτέρου, εν τούτοις έχομεν πολυ ευνοϊκάς υποδείξεις περι τούτου από τήν ύπεροχήν με τήν όποιαν μυριάδες έντόμων ίπτανται έντός του άέρος.

Ἐλπίζομεν ὅτι δὲν θὰ ἀργήσουν νὰ φθάσουν εὐνοϊκὰ συνθήκαι, αἱ ὁποῖαι θὰ ἐπιτρέψουν τὴν κατασκευὴν τοῦ νέου ἡμῶν προτύπου, διὰ τοῦ ὁποίου θὰ δυναθῶμεν νὰ ἐκτελέσωμεν πειράματα καὶ ἐντὸς ἀεροδυναμικῆς σήραγγος, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἀποκαλύψωμεν τελείως ὅλα τὰ μέχρι σήμερον ἄγνωστα σημεῖα τῆς πτήσεως τῶν ἐντόμων καὶ τὰ ὁποῖα εἶναι ἀναγκαῖα διὰ τὴν κατασκευὴν ἐντομοπτέρων.

---

Ν. ΛΙΑΤΣΙΚΑ καὶ Γ. ΑΡΩΝΗ —<sup>3</sup> *Ανεύρεσις ἀπολιθωμένων ὀστέων θηλαστικῶν ἐντὸς τῶν στρωμάτων τῆς ἀνατολικῆς βαθμίδος τοῦ Ἀθηναϊκοῦ λεκανοπεδίου.*

---

Π. ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ. — *Ἡ συσκευὴ ΡΜΗ πρὸς αὐτόματον κατεύθυνσιν σωμάτων μέσῳ συμβολῆς ἠλεκτρομαγνητικῶν κυμάτων μετὰ πειραματικῆς ἐπιδείξεως.*