

ΜΗΧΑΝΙΚΗ : ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΣ.— Ἐλαστικογράφος σημαντικῆς ἀκριβείας ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ ἐλαστικογράφου τοῦ κ. Σπ. Δοντᾶ, ὑπὸ **Κ. Τζώνη** καὶ **Ν. Μαγκάνη**. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. **Σπ. Δοντᾶ**.

“Ο κ. Σπ. Δοντᾶς, ἀνακοινῶν τὴν κατωτέρῳ ἐργασίαν, λέγει τὰ ἔξῆς :

‘Η φυσιολογικὴ συσκευή, τὴν δόποιαν ἔχω τὴν τιμὴν νὰ παρουσιάσω εἰς τὴν Ἀκαδημίαν, εἶναι καθαρῶς ἐλληνικῆς ἐπινοήσεως, δι’ ἣν εἰργάσθησαν τρεῖς γενεαῖ ἐλλήνων ἐπιστημόνων ἐν διαστήματι 50 ἑτῶν.

Πρόκειται περὶ αὐτογραφικοῦ ὁργάνου, δι’ οὗ γράφεται μετὰ μεγάλης ἀκριβείας ἡ παραστατικὴ καμπύλη ἀμφοτέρων τῶν φάσεων τῆς ἐλαστικότητος τῶν σωμάτων. Σημειωτέον ὅτι ἡ ἐλαστικότης, ἡτις εἶναι φυσικὴ ἰδιότης τῶν σωμάτων, ἔχει πολὺ μεγάλην σημασίαν διὰ τὴν Φυσιολογίαν, συντελοῦσα εἰς τὴν κανονικὴν λειτουργίαν τῶν διαφόρων ὁργάνων τοῦ σώματος καὶ πρὸ πάντων τῶν ὁργάνων τῆς κυκλοφορίας καὶ τῶν μυῶν.

Τὰ κυριώτερα συμπτώματα τοῦ γήρατος καὶ ἵδιως αἱ φυτίδες καὶ πτυχώσεις τοῦ δέρματος ἀφ’ ἐνός, καὶ ἡ ἐπικίνδυνος σκλήρυνσις τῶν ἀρτηριῶν ἀφ’ ἐτέρου, ὀφείλονται πρωτίστως εἰς τὴν ἔξαφάνισιν τῆς ἐλαστικότητος.

“Οσον ὑποχωρεῖ ἡ ἐλαστικότης τῶν ἴστῶν, τόσον ταχύτερον προχωρεῖ τὸ γῆρας.

Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐλαστικότητος τῶν διαφόρων ἴστῶν καὶ ὁργάνων τῶν ζωϊκῶν ὁργανισμῶν καὶ ἵδιως τῶν μυῶν, ἐφ’ ὃν συνήθως παρίσταται ἀνάγκη τοιούτων μετρήσεων, καὶ παρὰ τὴν μεγάλην πρόοδον τῆς Πειραματικῆς Φυσιολογίας καὶ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν αὐτογραφικῶν μεθόδων κατὰ τὸν παρελθόντα αἰώνα, οὐδεμίᾳ ἄλλη μέθοδος ὑπῆρχε πλὴν τῆς ἀπλῆς φορτίσεως τοῦ ἔξεταζομένου ἐλαστικοῦ σώματος διὰ βαρῶν, κατὰ βούλησιν αὐξανομένων κατ’ ἀρχάς, διὰ τὴν διάτασιν, καὶ ἐλαττουμένων εἴτα διὰ τὴν ἐπαναφορὰν αὐτοῦ.

‘Η πρώτη αὐτογραφικὴ συσκευὴ πρὸς παράστασιν τῆς διατάσεως τῶν μυῶν ἐπενόηθη ὑπὸ τοῦ ἀειμνήστου διδασκάλου μου Ρήγα Νικολαΐδου, ὅστις πρὸ πεντήκοντα ἑτῶν κατεσκεύασεν εἰδικὸν ὁργανον δι’ οὗ κατέστη δυνατὸν νὰ διατείνεται ὁ μῆσις διὰ συνεχῶς αὐξανομένου βάρους καὶ νὰ γράφεται συγχρόνως ἡ καμπύλη τῆς διατάσεως. Διὰ τοῦ ὁργάνου τούτου ὁ Νικολαΐδης ἔξετέλεσε τὰ πρῶτα του πειράματα καὶ ἐδημοσίευσε τὰς παρατηρήσεις του κατὰ τὸ ἔτος 1896.

Κατόπιν ἥρχισα καὶ ἔγω ἐκτελῶν πειράματα διὰ τῆς συσκευῆς Νικολαΐδου ἐπὶ μυῶν τοῦ βατράχου, κατὰ δὲ τὸ ἔτος 1901 ἀνεκοινώσα τὰς πρώτας παρατηρήσεις μου εἰς τὸ Διεθνὲς Συνέδριον τῶν φυσιολόγων ἐν Τούρινῳ.

Κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν ὅμως τῶν πειραμάτων μου παρετήρησα βασικά τινα ἐλαττώματα τῆς μεθόδου, ἔξ ὧν αἱ λαμβανόμεναι καμπύλαι τῆς διατάσεως τῶν μυῶν δὲν ἤσαν πολὺ ἀκριβεῖς. Ὁφείλοντο δὲ τὰ σφάλματα εἰς ἀτελείας τινὰς καὶ δῆ, ἀφ’ ἐνός μὲν εἰς τὴν μεγάλην ἀδράνειαν τοῦ βαρέος μοχλοῦ, ἔξ ἣς ἥτο δύσκολος ἡ κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος φύμισις τῆς τάσεως τοῦ ἔξεταζομένου ἐλαστικοῦ σώματος, ἀφ’ ἐτέρου δὲ εἰς τὴν οὐχὶ ὀμαλὴν αὔξησιν τῆς φορτίσεως, διότι ἡ

διαφορὰ үψους μεταξὺ τῆς ἀκινήτου φιάλης τοῦ Mariotte καὶ τοῦ κινητοῦ δοχείου τοῦ μοχλοῦ αὐξάνεται σὺν τῇ καθόδῳ τούτου.

Πρὸς διόρθωσιν τῶν δύο τούτων παραγόντων προέβην εἰς τὴν τροποποίησιν τῆς συσκευῆς τοῦ Νικολαΐδου. Καὶ τὴν μὲν ἀδράνειαν τοῦ μοχλοῦ ἔξουδετέρωσα κατὰ πολὺ διὰ τῆς προσθήκης δευτέρου μοχλοῦ, πολὺ μικροῦ καὶ εὐκινήτου, μετὰ τοῦ δποίου συνδέομεν τὸ πρὸς ἔξετασιν ἐλαστικὸν σῶμα, ὥστε τοῦτο κατὰ τὴν ἔναρξιν τοῦ πειράματος φορτίζεται διὰ γνωστοῦ βάρους, μικροῦ καὶ σταθεροῦ. Ἡ δὲ αὔξησις τῆς φορτίσεως κατέστη δμαλὴ διὰ τῆς ἀντιστροφῆς τῶν βαρῶν ἐπὶ τῶν δύο μοχλοβραχιόνων καὶ τῆς ἀναρτήσεως μιᾶς φιάλης τοῦ Mariotte ἐπὶ τοῦ ἑτέρου, ὥστε ἡ ζοὴ τοῦ ὄρθρος τῆς φιάλης νὰ φέρῃ τὴν κανονικὴν αὔξησιν τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους τῶν δύο μοχλοβραχιόνων καὶ ἡ φόρτισις τοῦ ἐλαστικοῦ σώματος νὰ αὐξάνεται δμαλῶς.

Διὰ τοῦ οὕτω τροποποιηθέντος διατασεογράφου ἔξετέλεσα πολλὰς ἔρεύνας, τὰ πορίσματα τῶν δποίων ἀνεκοίνωσα κατὰ τὸ ἔτος 1903¹.

Ἐπειδὴ δμως καὶ διὰ τοῦ δργάνου τούτου ἡ μία μόνον φάσις τῆς ἐλαστικότητος, ἦτοι ἡ τῆς διατάσεως, ἦτοι δυνατὸν νὰ γράφεται, οὐχὶ δὲ καὶ ἡ μετὰ τὴν ἄρσιν τῆς δργάνης δυνάμεως ἐπαναφορὰ τοῦ ἐλαστικοῦ σώματος, ἔκαμα καὶ ἄλλην τροποποίησιν τῆς συσκευῆς, ἀντικαταστήσας τὸ ἀντίβαρον διὰ δευτέρας φιάλης Mariotte, οὗτως ὥστε κατέστη δυνατὸν νὰ γίνεται αὐτομάτως τόσον ἡ φόρτισις, δσον καὶ ἡ ἐκφόρτισις τοῦ ἐλαστικοῦ σώματος καὶ νὰ γράφεται πλήρης ἡ καμπύλη τῆς ἐλαστικότητος μετ' ἀμφοτέρων τῶν φάσεών της. Διὰ τοῦτο δὲ τὸ δργανὸν τοῦτο ἐκλήμη ἐλαστικογράφος, καὶ τοῦτο ἐπέδειξα κατὰ τὴν ἐν τῇ Ἀκαδημίᾳ ἀνακοίνωσίν μου, τὴν 25ην Φεβρουαρίου 1932².

Τὸ δργανὸν τοῦτο, θεωρητικῶς ἔξεταζόμενον, δὲν στερεῖται ἀτελειῶν τινων, ὡς ἀνεκοίνωσα καὶ ὁ ἔδιος, δφειλομένων εἰς τὴν κίνησιν τοῦ μοχλοῦ καὶ τὴν φόρτισιν. Αὕται δμως διὰ πολλῶν πειραμάτων ἀπεδείχθησαν τόσον μικραὶ καὶ ἀσήμαντοι, ὥστε τὰ δι' ἐλαστικοῦ κόμμεος ληφθέντα διαγράμματα, ὡς ἀπέδειξαν δημοσιευθεῖσαι εἰκόνες, εἶναι εὐθύγραμμα, ὡς πράγματι εἶναι τὰ τοῦ κόμμεος, συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ Hook περὶ τῆς ἐλαστικότητος.

Κατ' ἀκολουθίαν, ἡ εὐθύγραμμος παράστασις τῆς ἐλαστικότητος τοῦ κόμμεος δεικνύει ὅτι αἱ ἀτέλειαι τῆς μεθόδου εἶναι πρακτικῶς ἀσήμαντοι, μὴ ἀλλοιοῦσαι αἰσθητῶς τὰς λαμβανομένας καμπύλας τῆς ἐλαστικότητος.

Ἡδη δύο μαθηταὶ μου, δ καθηγητὴς K. Τζώνης καὶ δ ἵατρος N. Μαγκάκης, ἐπέφερον νέαν βελτίωσιν εἰς τὸν ἐλαστικογράφον μου, τροποποιήσαντες τοῦτον πρὸς ἔξουδετέρωσιν τῶν ἀτελειῶν. Χαίρω δὲ πολὺ, διότι ἐπετεύχθη ἡ κατασκευὴ ἀκριβεστέρου ἐλαστικογράφου, τὸν δποῖον παρουσιάζω σήμερον.

Τοῦτο ἐπέτυχον οἱ ἀνακοινοῦντες διὰ τῶν ἔξης τροποποιήσεων.

Ἄντι τοῦ μοχλοῦ, ὑπάρχει τροχαλία κατακόρυφος, φέρουσα 3 αἴλακας, εἰς ἃς περιελίσσονται κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις δύο νήματα, ἕξ ὃν ἔξαρτῶν-

1. Arch. für Physiologie 1903, σελ. 419.

2. Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθην. τ. 7, σ. 57.

ται δύο φιάλαι Mariotte καὶ ἄλλο νῆμα, ὅπερ συνδέεται πρὸς τὸ ἔλαστικὸν δοκίμιον, διατεινόμενον κατακορύφως.

Λίαν ἐπιτυχὲς εἶναι τὸ σύστημα τῆς ἐκροῆς ἐκ τοῦ στομίου ἑκάστης φιάλης εἰς ὃ ἐφαρμόζεται βαρομετρικὸς σωλήν, οὗ τὸ ἐλεύθερον ἄκρον καλύπτεται διὰ λεπτοῦ δίσκου ἐξ ἐβονίτου, συγκρατουμένου διὰ δύο νημάτων. Διὰ τῆς καύσεως τοῦ ἑνὸς νῆματος ὃ δίσκος ἀπομακρύνεται καὶ ἀρχίζει ἡ ἐκροὴ τοῦ ὕδατος.

“Οταν δὲ περατωθῇ ἡ διάτασις τοῦ δοκιμίου διὰ τῆς κενώσεως τῆς μιᾶς φιάλης, καίεται τὸ ἐν νῆμα τῆς δευτέρας φιάλης καὶ ἀρχίζει ἡ ἐκροὴ τοῦ ὕδατος αὐτῆς καὶ τότε γίνεται ἐκφόρτισις καὶ ἐπαναφορὰ τοῦ δοκιμίου.

Τὸ μόνον μειονέκτημα, ὅπερ ἔμφανίζει ὁ νέος οὖντος ἔλαστικογράφος, εἶναι ὅτι δὲν ὑπάρχει ἡ εὐχέρεια νὰ διακόπτεται κατὰ βούλησιν ἡ ἐκροὴ τοῦ ὕδατος, ἥτοι ἡ φόρτισις τοῦ δοκιμίου, δυναμένη νὰ ἐπαναληφθῇ κατόπιν, ὅπως τοῦτο γίνεται μὲ τὸν ἴδιον μου ἔλαστικογράφον.

‘Η μελέτη τῆς ἔλαστικότητος, ἥτοι τῆς γενικῆς ἴδιότητος τῶν σωμάτων καθ’ ἥν ταῦτα τείνουσι ν’ ἀναλάβωσι τὸ ἀρχικὸν σχῆμα αὐτῶν ἢ τὸν ἀρχικὸν ὅγκον αὐτῶν, μεταβληθέντα ὑπὸ τὴν δρᾶσιν ἐξωτερικῶν δυνάμεων, ἐνδιαφέρει τὰ μέγιστα τοὺς ἐφηρμοσμένους κλάδους τῆς μηχανικῆς καὶ ἀποτελεῖ σημαντικὸν κεφάλαιον τῆς ἀντοχῆς τῶν ὑλικῶν.

‘Η μελέτη τῆς ἔλαστικότητος παρουσιάζει μέγα ἐνδιαφέρον καὶ διὰ τὴν βιολογίαν. Τὰ ἔμβια ὄντα, ὡς ὑλικὰ σώματα, ὑπόκεινται διαρκῶς εἰς ἐπιδράσεις δυνάμεων, αἵτινες τείνουν νὰ μεταβάλουν τὸ σχῆμα ἢ τὸν ὅγκον αὐτῶν ἢ καὶ ἀμφότερα. Θὰ μετεβάλλοντο δὲ ταῦτα διαρκῶς, καθισταμένης ἀδυνάτου πάσης ζωῆς, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἐν αὐτοῖς ἡ ἀντίστοιχος ἀντίδρασις, ἡ ἔλαστικότης.

Καὶ ὡς πρὸς μὲν τοὺς κατωτέρους ὁργανισμοὺς πρόκειται μᾶλλον περὶ ἔλαστικῶν δυνάμεων ὅγκου, ὡς πρὸς δὲ τοὺς ἀνωτέρους φυτικοὺς ἢ ζωϊκοὺς ὁργανισμοὺς περὶ ἔλαστικῶν δυνάμεων σχῆματος.

‘Η μελέτη τῆς ἔλαστικότητος εἰς τοὺς τελευταίους τούτους συγκεντρώνει τὸ μεγαλύτερον ἐνδιαφέρον, τόσον ὑπὸ φυσιολογικὰς συνθήκας, ὅσον καὶ εἰς παθολογικὰς καταστάσεις.

Διὰ τὴν μελέτην τῆς ἔλαστικότητος τῶν ἴστων καὶ τῶν ὁργάνων τῶν ἀνωτέρων ζωϊκῶν καὶ φυτικῶν ὁργανισμῶν μέχρι πρὸ δὲ λίγων ἐτῶν δὲν ὑπῆρχον κατάλληλα ὁργανα. ‘Υπῆρχον μόνον διατασεογράφοι καὶ αὐτοὶ ἀνευ συνεχοῦς καὶ διμοιομόρφου φορτίσεως τῶν ἔξεταζομένων ἴστων. ‘Ο πρῶτος διατασεογράφος μετὰ συνεχοῦς καὶ διμοιομόρφου φορτίσεως ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Ρήγα Νικολαΐδου καὶ μόλις πρὸ ἐνδεκαετίας κατεσκευάσθη ὑπὸ τοῦ Σπ. Δοντᾶ τὸ πρῶτον αὐτογραφικὸν ὁργανον, δυνάμενον νὰ ἀποδώσῃ πλήρως τὴν παραστασιν τῆς ἔλαστικότητος τῶν ζωϊκῶν ἴστων, ἥτοι νὰ ἀναγράφῃ τὴν καμπύλην ἔλαστικότητος ὅχι μόνον κατὰ τὴν φόρτισιν ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν ἐκφόρτισιν.

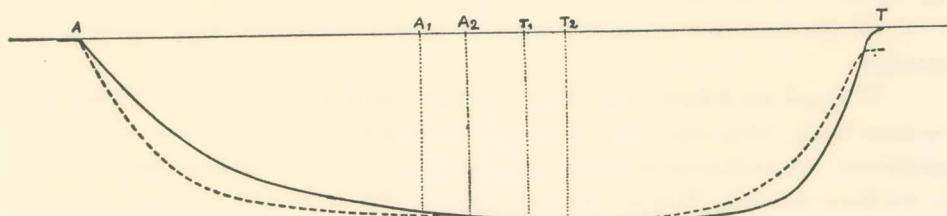
Τὸ ὁργανον τοῦτο ὠνόμασεν ὁ κατασκευάσας αὐτὸν ἔλαστικογράφον. ‘Ο ἔλαστικογράφος Δοντᾶ ἀποτελεῖται ἐκ ζυγοῦ, εἰς τὰ ἄκρα τοῦ ὅποιου ἔξαρτωνται δύο φιάλαι Mariotte, συνδεόμεναι δι’ ἔλαστικῶν σωλήνων μετὰ δύο κρουνῶν. Εἰς τὸν ἐναντίον τοῦ ζυγοῦ, μεταξὺ τοῦ ζυγοῦ καὶ τῆς

φιάλης Mariotte, προσδένεται τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ πρὸς ἔξετασιν δοκιμίου. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ αὐτοῦ μοχλοβραχίονος στερεοῦται ἡ γραφίς.

Παρὰ τὸ γεγονός ὅτι τὸ ὅργανον τοῦτο εἶναι τὸ πρῶτον ἐπινοηθὲν διὰ τοὺς ὡς ἀνω ἀναφεροῦντας σκοπούς, ἐν τούτοις δίδει ἀρίστην εἰκόνα τῆς μορφῆς τῆς καμπύλης ἐλαστικότητος ἐξ ἐφελκυσμοῦ.

Ἐπειδὴ συνήθως πολὺ περισσότερον ἐνδιαφέρει ἡ μορφὴ τῆς καμπύλης ἐλαστικότητος ἢ αἱ ἀκριβεῖς τιμαὶ τῆς ἐπιμηκύνσεως, ὁ ἐλαστικογράφος Δοντᾶ παραμένει πάντοτε ὅργανον πλέον ἢ ἐπαρκὲς πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον. Εἰς περίπτωσιν ἐν τούτοις καθ' ἥν δι' εἰδικοὺς λόγους ἥθελε προκύψει ἡ ἀνάγκη νὰ μετρηθῶν μετὰ μεγαλυτέρας ἀκριβείας αἱ τιμαὶ τῆς καμπύλης τῆς ἐλαστικότητος καὶ δὴ αἱ ἀλγεβρικαὶ τιμαὶ αὐτῆς, εἶναι σκόπιμον αἱ ἐκ τῆς καμπύλης ταύτης λαμβανόμεναι τιμαὶ νὰ ὑφίστανται ὠρισμένας ἀριθμητικὰς διορθώσεις, διότι τὸ ὅργανον εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην δίδει ὠρισμένας παραλλαγάς, διφειλομένας εἰς τὰ κατωτέρω ἀναφερόμενα αἴτια.

I. Ἡ διὰ τοῦ ἐλαστικογράφου λαμβανομένη καμπύλη εἶναι κατὰ μὲν τὸ πρῶτον αὐτῆς τιμῆμα, τὸ παριστάνον τὴν διάτασιν, μᾶλλον ἀνοικτὴ καὶ ἐπιμηκεστέρα τῆς πραγματικῆς, κατὰ δὲ τὸ τιμῆμα αὐτῆς, τὸ ἐκφράζον τὴν ἐκφόρτισιν, μᾶλλον ἀπότομος καὶ βραχυτέρα τῆς πραγματικῆς, ἐπὶ ἀρχικῆς ὀριζοντίας θέσεως τοῦ μοχλοῦ (εἰκ. 1).



Εἰκ. 1.

----- Καμπύλη ληφθεῖσα διὰ τοῦ νέου ἐλαστικογράφου. Α A₁ καμπύλη διατάσεως, T₁ T καμπύλη ἐπαναφορᾶς.

—— Καμπύλη ληφθεῖσα διὰ τοῦ ἐλαστικογράφου Σ. Δοντᾶ. Α A₂ καμπύλη διατάσεως, T₂ T καμπύλη ἐπαναφορᾶς.

Τοῦτο διφεύλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἡ γραφὶς τοῦ ἐλαστικογράφου κατὰ τὴν ἰδίαν κίνησιν τοῦ ὅργανου δὲν μετακινεῖται κατακορύφως, δηλαδὴ μόνον κατὰ τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων, ἀλλὰ διαγράφει τόξον κύκλου μὲ κέντρον τὸ σημεῖον περιστροφῆς τοῦ μοχλοῦ καὶ ἀκτῖνα τὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου μέχρι τοῦ ἄκρου τῆς γραφίδος. Μετακινεῖται ἀρα ἡ γραφὶς καὶ κατὰ τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων καὶ εἰς ἀπόστασιν ἑκάστοτε τόσην, ὅση ἡ διαφορὰ τοῦ μήκους τῆς προβολῆς τῆς ἀκτῖνος τοῦ διανυμένου τόξου ἀπὸ τοῦ μήκους αὐτῆς ταύτης τῆς ἀκτῖνος. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐνίοτε σημαντική.

Ἐνεκα τῆς μεταποίσεως ταύτης τῆς γραφίδος καὶ κατὰ τὸν ἄξονα τῶν τετμημένων, ἐπὶ τῆς λαμβανομένης καμπύλης ἐπὶ ἀρχικῆς ὀριζοντίας θέσεως τοῦ

μοχλοῦ αἱ τιμαὶ ἐπιμηκύνσεως δὲν ἀνταποκρίνονται ἀπολύτως εἰς τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ διατείνοντος βάρους ἀλλὰ μεταποίζονται, ἀπομακρυνόμεναι μὲν κατὰ τὴν διάτασιν τοῦ ἀξονος τῶν τεταγμένων, προσεγγίζουσαι δὲ πρὸς αὐτὸν κατὰ τὴν ἐπαναφοράν.

Πάντως, κατ’ οὐσίαν, εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην δὲν πρόκειται περὶ σφάλματος ἀλλὰ περὶ μικρᾶς παραμορφώσεως τῆς καμπύλης, καθ’ ὃσον εἶναι δυνατὸν διὰ τῶν τιμῶν ἐπιμηκύνσεως, τῶν λαμβανομένων ἐκ τῆς καμπύλης, ἐφ’ ὃσον ἔκαστοτε δίδεται καὶ ἡ γωνία ἀποκλίσεως τοῦ μοχλοῦ, νὰ ὑπολογίζωνται μετὰ σχετικῆς ἀκριβείας αἱ ἀντιστοιχοὶ τιμαὶ τοῦ διατείνοντος βάρους.

II. Ἀλλη αἰτίᾳ, ἔνεκα τῆς ὁποίας αἱ ἐκ τῆς καμπύλης λαμβανόμεναι τιμαὶ διατάσεως διαφέρουν κατά τι τῶν πραγματικῶν, εἶναι ἡ μεταβολὴ τῆς θέσεως τοῦ διατεινομένου δοκιμίου ἀπὸ κατακορύφου εἰς λοξὴν πρὸς τὴν κατακόρυφον κατὰ τὴν λειτουργίαν τοῦ ὁργάνου. Τούτου ἔνεκα ἡ γραφὶς σημειοῖ τιμὰς ἐπιμηκύνσεως μικροτέρας τῶν πραγματικῶν. Τὸ σφάλμα τοῦτο εἶναι λίαν μικρόν.

III. Τὸ ὁργανον ἐπὶ ἀρχικῆς δοιζοντίας θέσεως τοῦ μοχλοῦ, ἐὰν ἐκ κατασκευῆς εἶναι λίαν εὐπαθές, πρόπει ὡς σύστημα ζυγοῦ κατὰ τὸ τέλος τῆς μετρήσεως νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν αὐτοῦ θέσιν ἰσορροπίας καὶ συνεπῶς νὰ μὴ γράφῃ τὴν ὑστέρησιν. Δυνατὸν ὅμως ἔνεκα παραμικρῶν σφαλμάτων περὶ τὴν κατασκευήν, νὰ ἰσορροπήσῃ καὶ εἰς θέσεις καθ’ ἄς ἡ γραφὶς φιλάνει ὑψηλότερον τοῦ σημείου ἐκκινήσεως.

IV. Τὸ διατεῖνον βάρος δὲν χρησιμοποιεῖται δλόκληρον πρὸς διάτασιν τοῦ δοκιμίου.

Ἡ φορὰ τοῦ βάρους παραμένει πάντοτε κατακόρυφος. Ἡ διεύθυνσις τοῦ δοκιμίου ὅμως, λόγῳ τῆς μετὰ τοῦ μοχλοῦ συνδέσεως τοῦ κάτω ἄκρου αὐτοῦ, μεταβάλλεται, σχηματίζουσα μετὰ τῆς κατακορύφου γωνίαν μεταβαλλομένην διαρκῶς. Τὸ δοκίμιον συνεπῶς ἔλκεται ὑπὸ τοῦ μοχλοῦ ὑπὸ διάφορον γωνίαν ἢ ἡ γωνία ὑπὸ τὴν δοκιμίου τὸ βάρος ἐφαρμόζεται εἰς τὸν μοχλόν· ἔλκεται ὅθεν καὶ ἐπιμηκύνεται τὸ δοκίμιον δλυγάτερον ἐν σχέσει πρὸς τὸ διατεῖνον βάρος ἢ ὅσον, ἐὰν ἡ φορὰ τούτου καὶ τοῦ βάρους παρέμενον πάντοτε παράλληλοι.

V. Ἡ αὔξησις καὶ ἡ ἐλάττωσις τοῦ διατείνοντος βάρους δὲν εἶναι ἀπολύτως διμαλή. Τούτο προέρχεται, ὡς παρατηρεῖ ὁ ἐπινοήσας τὸ ὁργανον, ἐκ τοῦ ὅτι, μετακινούμενου τοῦ μοχλοῦ, μετακινοῦνται μετ’ αὐτοῦ καὶ αἱ φιάλαι Mariotte, πλησιάζουσαι ἢ ἀπομακρυνόμεναι τῶν στροφίγγων, τοῦτο ὅμως ἐπιφέρει ἐλάττωσιν ἢ αὔξησιν τῆς πιέσεως, μεθ’ ἣς τὸ ὕδωρ ἐκρέει καὶ ἐπομένως ἐλάττωσιν ἢ αὔξησιν τοῦ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ἐκρέοντος ὕδατος ἀπὸ τῶν φιαλῶν. Τὸ σφάλμα τοῦτο εἶναι ἀσήμαντον, ἐπειδὴ αἱ διαφοραὶ τοῦ ὕψους τῶν φιαλῶν εἶναι συνήθως μικραί.

VI. Ἀλλη τέλος αἰτίᾳ, ἔνεκα τῆς ὁποίας αἱ τιμαὶ ἐπιμηκύνσεως παραλλάσσουν κάτι τι τῶν πραγματικῶν, εἶναι καὶ οἱ ἐλαστικοὶ σωλῆνες, οἱ συνδέοντες τὰς φιάλας Mariotte πρὸς τὰς στροφίγγας. Οὗτοι, κατὰ τὴν μετακίνησιν τῶν φιαλῶν, καμπτόμενοι ἀνίσως καὶ ἀνομοίως τείνουν νὰ φέρουν τὸν μοχλὸν καὶ τὰς φιάλας εἰς θέσιν τινὰ ἰσορροπίας, ἐνδεχομένως καὶ διάφορον τῆς ἀρχικῆς, εἰς

ην αἱ ἐν αὐτοῖς ἀναπτυσσόμεναι ἵδιαι ἐλαστικαὶ δυνάμεις κατὰ τὸ δυνατὸν ἀμοιβαίως ἔξουδετεροῦνται.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ

Διὰ τοὺς ἀνωτέρῳ ἀναφερθέντας λόγους ἥχθημεν εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ νέου δογάνου (εἰκ. 2) ἐπὶ τῇ βάσει πάντοτε τοῦ πρώτου πραγματικοῦ ἐλαστικογράφου Δοντᾶ.

Τὸ δργανὸν τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τροχαλίας (εἰκ. 3) κατακορύφου μετὰ τριῶν αὐλάκων (α , β , γ). Ἡ τροχαλία αὗτη, διαμέτρου 20 περίπου ἑκατοστῶν, κατασκευάζεται ἐξ ἐλαφροῦ μετάλλου ἡ ἔνδον, δύναται δὲ διὰ μικρᾶς τροχοπέδης νὰ ἀκινητοποιῆται κατὰ βούλησιν.

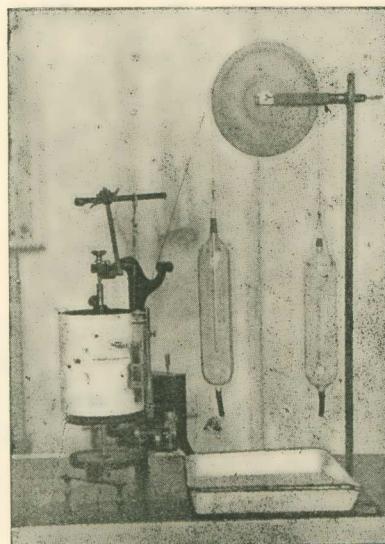
Εἰς τὰς δύο ἐκ τῶν αὐλάκων τῆς τροχαλίας (α , β) περιελίσσονται κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις δύο νήματα (ν_{α} καὶ ν_{β}), ἐκ τῶν δοποίων ἔξαρτῶνται αἱ φιάλαι Mariotte (A καὶ B). Εἰς τὴν τρίτην αὐλακά (γ) στερεοῦνται καὶ περιελίσσεται τὸ διατεῖνον τὸ δοκίμιον νῆμα (ν_1).

Διὰ πιέστρου (π_1) σταθεροῦ καὶ ρυθμιζομένου εἰς τὸ κατάλληλον ὑψος διὰ κοχλίου (κ) ἔξαρτάται κατακορύφως ὑπὲρ τὴν συσκευὴν γραφῆς τὸ πρὸς διάτασιν δοκίμιον διὰ τοῦ ἐνὸς ἄκρου αὐτοῦ. Εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ δοκιμίου ἐφαρμόζεται ἔτερον πίεστρον (π_2) ἐλεύθερον. Μετὰ τοῦ πιέστρου τούτου συνδέεται τὸ ἐκ τῆς τροχαλίας προερχόμενον νῆμα (ν_1), ἀφοῦ ἡ φορὰ αὐτοῦ δι' ἔτερας μικρᾶς τροχαλίας (τ) καταστῇ ἐπίσης κατακόρυφος· πρὸς τούτοις τὸ αὐτὸν πίεστρον συνδέεται δι' ἔτερον λεπτοῦ νήματος (ν_2) πρὸς τὴν γραφικὴν συσκευὴν.

Ἄντι πιέστρων δύνανται νὰ χρησιμεύσουν, ἀναλόγως τοῦ εἰδούς καὶ τῆς μορφῆς τοῦ δοκιμίου, ἄγκιστρα ἡ ἄλλα μέσα στερεᾶς συλλήψεως τῶν ἄκρων αὐτοῦ. Διὰ μετρήσεις δοκιμίων δέον τὰ πιέστρα καὶ δὴ τὸ κατώτερον νὰ παραμένουν πάντοτε τὰ αὐτά, ὅστε κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς μετρήσεως τὰ δοκίμια νὰ ενδισκωνται ὑπὸ τὰς αὐτὰς πάντοτε συνθήκας τάσεως, τὰ δὲ σφάλματα ἐκ διολισθήσεως νὰ εἶναι κατὰ τὸ δυνατὸν πάντοτε τὰ αὐτά.

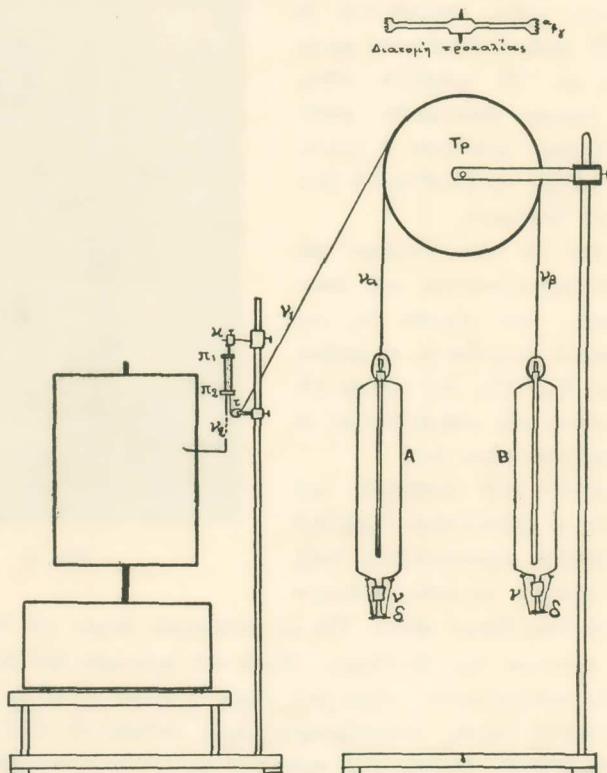
Ως συσκευὴ γραφῆς χρησιμοποιεῖται κατάλληλος συσκευή, μεταδίδουσα μετὰ τῆς μεγαλυτέρας δυνατῆς ἀκριβείας τὴν κίνησιν, καὶ τῆς δοποίας τὸ ἄκρον τῆς γραφίδος μετακινεῖται πάντοτε κατὰ γραμμὴν εὐθεῖαν καὶ κατακόρυφον.

Οποις ἐπιτύχωμεν τὴν ἄνευ κραδασμῶν ἔναρξιν τῆς ἐκροῆς τοῦ ὄδατος, ἀποφύγωμεν δὲ τὰ ἐκ τῶν ἐλαστικῶν σωλήνων σφάλματα, εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον τῶν φιαλῶν Mariotte προσαρμόζεται διὰ μικροῦ σωλῆνος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος



Εἰκ. 2.

βραχὺς ὑέλινος βαρομετρικὸς σωλῆν. Τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ βαρομετρικοῦ τούτου σωλῆνος εἶναι ἐσμυρισμένον, ἐφαρμόζει δὲ εἰς αὐτὸν λεπτὸς ἔξ ἐβονίτου δίσκος, ἐπίσης ἐσμυρισμένος. Ὁ δίσκος συγχρατεῖται πρὸ τοῦ στομίου τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος διὰ δύο νημάτων, στερεούμενων εἰς τὸ κατώτερον τμῆμα τῆς φιάλης Mariotte. Ἐὰν καύσωμεν τὸ ἔτερον τῶν νημάτων, διὰ δίσκος, πιεζόμενος ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ἀπομακρύνεται τοῦ στομίου ἀφίνων ἐλευθέραν τὴν ἐκροήν, παραμένει δῆμος κρεμάμενος ἀπὸ τοῦ ἔτερου νήματος, ἀποφευγομένης οὕτω τῆς ἀποτόμου



Εἰκ. 3.

ἀπωλείας βάρους. Χρησιμοποιοῦντες βαρομετρικοὺς σωλῆνας διαφόρου διαμέτρου δυνάμεθα κατὰ βούλησιν νὰ ἐπιταχύνωμεν ἢ νὰ ἐπιβραδύνωμεν τὴν φόρτισιν καὶ ἐκφόρτισιν.

Ἄλλος τρόπος διὰ τοῦ διποίου ἐπιτυγχάνεται τὸ αὐτὸν ἀποτέλεσμα εἶναι καὶ διά πάτωθι ἀναφερόμενος. Εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον τῶν φιάλων Mariotte προσαρμόζεται ἐλαστικὸς σωλὴν μήκους δέκα περίπου ἑκατοστῶν.

Τὸ κατώτερον τμῆμα τοῦ σωλῆνος ἀναδιπλοῦται καὶ συγχρατεῖται εἰς τὴν θέσιν ταύτην, περιβαλλόμενον διὰ δύο μικρῶν ἐλασμάτων, συνδεδεμένων πρὸς ἄλληλα διὰ τοῦ ἐνὸς μὲν ἄκρου αὐτῶν διὸ ἀρθρώσεως, διὰ δὲ τοῦ ἔτερου διὰ λεπτοῦ νήματος. Προσέτι τὰ ἐλάσματα συνδέονται διὰ τινος νήματος καὶ μετὰ τῆς φιά-

λης. Ἰνα ἀρχίσῃ ἡ ἐκροή τοῦ ὄντος, ἀρκεῖ νὰ καῇ τὸ συνδέον τὰ ἑλάσματα νῆμα. Ὁ ἔλαστικὸς σωλὴν εὐθυάζεται, ἀπωθεῖ τὰ ἑλάσματα, ἅτινα παραμένουν κρεμάμενα, καὶ τὸ ὄντος ἐκρέει ἐλευθέρως.

Κατ' ἀρχὰς λαμβάνεται φροντίς, ὅπως ἡ ἐπιφάνεια τῆς τροχαλίας, τὸ μεταδίδον τὴν τάσιν εἰς τὸ δοκίμιον νῆμα, τὸ δοκίμιον καὶ ὁ μοχλὸς τῆς γραφικῆς συσκευῆς εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου.

Ἡ ἰσορροπία τοῦ ὄντος κινητοῦ συστήματος κατὰ τὴν ἀρχὴν καὶ τὸ τέλος τῆς μετρήσεως εἶναι ἀδιάφορος. Δυνάμεθα συνεπῶς μετακινοῦντες τὰ βάρη νὰ τείνωμεν ἐλαφρῶς τὸ νῆμα, τὸ συνδέον τὴν τροχαλίαν πρὸς τὸ δοκίμιον καὶ δὴ τοσοῦτον, ὥστε τοῦτο οὕτε νὰ κρέμαται χαλαρὸν οὕτε νὰ διατείνῃ τὸ δοκίμιον. Ἡ ωθητικής αὕτη δύναται μέχρι σημείου τινὸς νὰ γίνῃ καὶ διὰ τοῦ κοχλίου, τοῦ ωθητικοῦ τὸ ὄψις τοῦ ἀνωτέρου πιέστρου.

Μετὰ ταῦτα καίομεν τὸ νῆμα, τὸ συνέχον τὸν δίσκον, τὸν ἀποφράσσοντα τὸ κατώτερον στόμιον τῆς πλησιεστέρας πρὸς τὸ δοκίμιον φιάλης Mariotte. Ἐκ τῆς φιάλης ταύτης ἀρχεται ἵσοταχὴς ἡ ἐκροή τοῦ ὄντος, τὸ δὲ βάρος τῆς φιάλης διμαλῶς ἐλαττοῦται. Ἐπειδὴ τὰ βάρη τῶν φιαλῶν καθίστανται ἀνισα, τὸ κέντρον τοῦ βάρους τείνει νὰ μετακινηθῇ, ἢ τροχαλία περιστρέφεται, περιελίσσουσα τὸ νῆμα, τὸ νῆμα τείνει τὸ δοκίμιον μετὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ βάρους τῶν δύο φιαλῶν, ἥτις βαίνει διμαλῶς αὐξανομένη ἐφ' ὅσον συνεχίζεται ἡ ἐκ τῆς φιάλης ἵσοταχὴς ἐκροή τοῦ ὄντος. Τὸ δοκίμιον ἐπιμηκύνεται, ἢ δὲ ἐπιμήκυνσις μεταδίδεται ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τοῦ κατωτέρου ἀκρον τοῦ δοκίμιου εἰς τὸ σύστημα γραφῆς καὶ σημειοῦται ἐπὶ τοῦ τυμπάνου τοῦ κυματογράφου.

Όταν κενωθῇ ὅλοκληρος ἡ φιάλη, τὸ δοκίμιον φροτίζεται διὰ τοῦ μεγίστου βάρους. Μετὰ ταῦτα ἀφίνομεν νὰ φεύσῃ καὶ τὸ ὄντος τῆς ἑτέρας φιάλης. Τὸ διατεῖνον βάρος διμαλῶς ἐλαττοῦται καὶ τὸ δοκίμιον βραχύνεται.

Όταν ὅλον τὸ ὄντος ἐκρεύσῃ καὶ ἐκ τῆς δευτέρας φιάλης, ἐπειδὴ τὰ βάρη τῶν φιαλῶν εἶναι ἴσα, ἡ ἰσορροπία καθίσταται καὶ πάλιν ἀδιάφορος, οὐδεμίᾳ δὲ τάσις μεταβιβάζεται διὰ τοῦ νήματος εἰς τὸ δοκίμιον. Τὸ νῆμα μάλιστα, ὡς ἐκ τῆς συνεχίζομένης ἐπὶ τινα χρόνον περιστροφῆς τῆς τροχαλίας ἔνεκα τῆς ἀδρανείας, κρέμαται χαλαρόν, τὸ δὲ δοκίμιον εὑρίσκεται καὶ πάλιν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας τάσεως ὃς καὶ ἐν ἀρχῇ τοῦ πειράματος.

Ἡ ἄμεσος σύνδεσις τῆς γραφικῆς συσκευῆς πρὸς τὸ κατώτερον ἀκρον τοῦ δοκίμιου ἐπιτρέπει νὰ σημειωθῇ ἀκριβῶς ἡ θέσις αὐτοῦ κατὰ τὸ τέλος τοῦ πειράματος καὶ ἐπομένως νὰ μετρηθῇ ἡ τυχὸν ὑπάρχουσα ὑστέρησις.

Ἄνασκοποῦντες τὰς προτεινομένας τροποποιήσεις εἰς τὸν ἔλαστικογράφον Δοντᾶ, παρατηροῦμεν τὰ ἀκόλουθα :

I. Ἡ ἐκροή τοῦ ὄντος ἐκ τῶν φιαλῶν εἶναι ἵσοταχὴς ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς ἐκροῆς μέχρι τῆς ἐκκενώσεως τῶν φιαλῶν, καθ' ὅτι ἡ διαφορὰ στάθμης παραμένει πάντοτε σταθερὰ ἔνεκα τῆς ἀντικαταστάσεως τῶν ἀκινήτων στροφίγγων διὰ στομίων ἐκροῆς προσηρμοσμένων ἐπ' αὐτῶν τῶν φιαλῶν καὶ ἐπομένως ἡ διαφορὰ τοῦ βάρους τῶν δύο φιαλῶν, ἡ διατείνουσα τὸ δοκίμιον, διμαλῶς αὐξάνει καὶ διμαλῶς ἐλαττοῦται.

II. Τὸ δοκίμιον ἔξαρταται κατακορύφως, ἡ διεύθυνσις ἐπίσης τοῦ νήματος, τοῦ διατείνοντος τὸ δοκίμιον διὰ τῆς μικρᾶς τροχαλίας καθίσταται διοίως κατακόρυφος, ἡ ἔλξις ἐπομένως γίνεται πάντοτε κατὰ τὴν φρογὰν τοῦ δοκιμίου καὶ εἶναι πάντοτε ἵση πρὸς τὸ διατεῖνον βάρος, διμαλῶς δὲ αὐξανομένου ἢ ἔλαττονενού τούτου, καὶ ἡ ἔλξις τοῦ δοκιμίου διοίως καὶ ἔξι ἵσου διμαλῶς αὐξάνει ἢ ἔλαττοῦται.

III. Μὴ χρησιμοποιουμένων τῶν ἐλαστικῶν σωλήνων, τῶν συνδεόντων τὰς στρόφιγγας πρὸς τὰς φριάλας, ἀποφεύγονται τὰ εἰς αὐτὸὺς ὀφειλόμενα σφάλματα.

IV. Ἐπειδὴ τὸ δοκίμιον ἔξαρταται κατακορύφως ὑπὲρ τὴν γραφικὴν συσκευὴν, συνδέεται δὲ ἀμέσως πρὸς αὐτὴν διὰ λεπτοῦ νήματος, ἐπειταὶ δτὶ ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ δοκιμίου γράφεται ἀνευ ἑτέρου τινὸς σφάλματος πλὴν τῶν σφαλμάτων, τῶν ὀφειλομένων εἰς τὴν γραφικὴν συσκευὴν· ταῦτα διμοις καθίστανται λίαν μικρὰ διὰ τῆς ἐκλογῆς καταλλήλου γραφικοῦ συστήματος.

V. Ομοίως, ἐπειδὴ ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ δοκιμίου ἀναγράφεται πιστῶς ὑπὸ γραφικῆς συσκευῆς ἀνεξαρτήτου πρὸς τὸν ἐλαστικογράφον αὐτὸν καθ' ἕαυτόν, κατὰ δὲ τὸ τέλος τῆς μετρήσεως οὐδεμίᾳ ἔξασκεῖται τάσις εἰς τὸ δοκίμιον ἐκ τοῦ ἐλαστικογράφου, ἐπειταὶ δτὶ ἡ τυχὸν ὑπάρχουσα ὑστέρησις σημειοῦται.

VI. Ἐν σχέσει πρὸς τὸν ἐλαστικογράφον Δοντᾶ μειονεκτεῖ ἡ προτεινομένη συσκευὴ κατὰ τὸ δτὶ, ἀχρηστευομένων τῶν κρουνῶν κατ' αὐτήν, δὲν ὑπάρχει ἡ εὐχέρεια νὰ διακόπτεται κατὰ βούλησιν τὸ πείραμα, διακοπομένης τῆς ἐκροῆς τοῦ ὄδατος, καὶ πάλιν μετά τινα χρόνον νὰ συνεχίζεται ἡ φόρτισις ἢ ἡ ἐκφόρτισις. Εἶναι μόνον δυνατόν, ἐὰν παρίσταται ἀνάγκη, νὰ διακοπῇ ἐπὶ τινα χρόνον τὸ πείραμα, νὰ ἀναρτῶνται, ἀντὶ μιᾶς, δύο ἢ περισσότεραι φιάλαι Mariotte συνολικῶς ἵσου βάρους καὶ νὰ λειτουργοῦν αἵτινα διαδοχικῶς κατὰ βούλησιν.

Τὸ νέον ὅργανον ἐκ κατασκευῆς δύναται νὰ σημειοῖ μετὰ σημαντικῆς ἀκριβείας τὰς τιμὰς τῆς ἐπιμηκύνσεως, δύναται δὲ ἐπίσης διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως καταλλήλου μεγέθους φριαλῶν νὰ χρησιμεύῃ διὰ μετρήσεις δοκιμίων, ἀπαιτούντων σχετικῶς μεγάλας ἢ μικρὰς δυνάμεις πρὸς διάτασιν.

Διὰ τοῦ ἐλαστικογράφου τούτου, πλὴν τῶν καμπύλων ἐλαστικότητος διαφόρων ζωϊκῶν καὶ φυτικῶν ἰστῶν καὶ δργάνων, δύνανται ἐνδεχομένως νὰ γίνωνται μετρήσεις καὶ διὰ βιομηχανικούς ἢ ἄλλους σκοπούς ἐπὶ ὑφαντουργικῶν νημάτων, ταινιῶν ἐλαστικοῦ κόμμεος ἢ ἄλλων δργανικῶν σωμάτων.

(Ἐκ τοῦ Ἐργαστηρίου Βιολογικῶν Ἐρευνῶν τοῦ Ἑλληνικοῦ Ἀντικαρκινικοῦ Ἰνστιτούτου).

RESUMÉ

Malgré l'importance que peuvent avoir pour les sciences biologiques les phénomènes d'élasticité, nous ne trouvons pas dans les ouvrages et publications étrangères que des appareils rudimentaires de mesure grossière mais aucun spécial pour les enregistrer.

Le premier appareil d'enregistrement automatique pour la courbe de l'élasticité de traction a été conçu, il y a une dizaine d'années par Monsieur Sp. Dondas et nommé par lui même *elasticograph*. Cet appareil est un instrument qui donne des résultats satisfaisants, pourtant la courbe d' élasticité que l'on obtient est quelque peu défigurée.

Pour cette raison nous avons construit un appareil nouveau basé sur celui de Monsieur Dondas, mais qui est susceptible de noter avec une remarquable précision les valeurs d'allongement et hystéresis élastique de l'échantillon en cause.

Cet appareil se compose d'une poulie verticale de 20 cm. de diamètre; sur son pourtour sont creusées 3 gouttières.

Autour des 2 premières sont fixés et enroulés à direction inverse 2 fils au bout desquels sont suspendues 2 bouteilles de Mariotte. Celles-ci ont un orifice d'écoulement au niveau duquel s'adapte un tube barométrique court qui à son tour porte à son extrémité un disque d'ébonite léger poli à l'émeri servant comme soupape et fixé sur place par de fils menus.

Pour que les bouteilles fonctionnent il suffit de brûler l'un des deux fils par lesquels le disque d'ébonite est fixé.

Le disque s'écarte et donne issue à l'eau qui s'écoule librement.

Sur la troisième gouttière de la poulie est fixé et enroulé le fil qui sert à l'extension de l'échantillon.

On transforme en verticale la direction de ce fil au moyen d'une seconde petite poulie avant de le rattacher à l'extrémité inférieure de l'échantillon que l'on veut mesurer.

L'extremité supérieure de l'échantillon se fixe verticalement au dessus d'un appareil spécial d'enregistrement avec lequel il entre en rapport par son bout inférieur par un fil menu.

Les bouteilles de Mariotte fonctionnent alternativement chargeant et déchargeant l'échantillon. Le chargement et le déchargement se fait toujours régulièrement sur un rythme de charge toujours égal à lui-même. L'échantillon subit ces transformations s'allongeant pendant la charge et tendant reprendre ses dimensions pendant la seconde période.

Ces variations de la longueur de l'échantillon sont scrupuleusement marquées par l'appareil d'enregistrement.