

## Μέθοδος προσδιορισμοῦ τοῦ συντελεστοῦ μαράνσεως ἐν τῷ ἐδάφει \*

ὑπὸ ΧΡ. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΟΥ

Ἐργητοῦ Γεωργικῆς Χημείας - Ἐδαφολογίας Ε.Μ.Π.

(Ἐκ τοῦ Κεντρ. Ἐδαφ. Ἐργαστηρίου Ὑπ. Γ.)

Συντελεστὴν ἢ ὑγρασίαν ἢ σημεῖον μαράνσεως (wilting point, permanent wilting percentage, wilting coefficient) ὀνομάζομεν τὸ ὕδωρ τὸ ὅποιον περιέχει ἐν ἔδαφος ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν (ξηροῦ ἐδάφους) καθ' ἣν στιγμὴν τὸ φυτὸν ἀρχίζει νὰ μαραίνηται μονίμως, δηλαδὴ διατηρεῖ τὴν μάρανσιν αὐτοῦ καὶ τὴν ἐπομένην πρωΐαν. Τὸ ὕδωρ αὐτὸ συγκρατεῖται ἰσχυρῶς, κυρίως ὑπὸ τῶν ἐδαφικῶν κοκκίων (κολλοειδῶν) καὶ τῶν προσροφημένων ἐναλλακτικῶν κατιόντων, μὴ ἀποδιδόμενον εἰς τὸ φυτόν.

Περαιτέρω ἰσοδύναμον ὕδωρ (1) (moisture equivalent) ὀνομάζομεν τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος τὸ ὅποιον συγκρατεῖται ὑπὸ τοῦ ἐδάφους μετὰ φυγοκέντησιν εἰς συσκευὴν φυγοκέντρήσεως ὀρισμένων στροφῶν ποσοῦ τινὸς ἐδάφους κεκορεσμένου δι' ὕδατος. Κατ' ἄλλους δέ, τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος τὸ ὅποιον συγκρατεῖται ὑπὸ τοῦ ἐδάφους μετὰ ἀπορρόφησιν δι' ὑποπιέσεως τοῦ ὕδατος τῶν μεγάλων πόρων καὶ τριχοειδῶν, ὀνομάζομεν ἐλαχίστην ὕδατοχωρητικότητα (Vageler).

Ὀῦκοθεν ἐννοεῖται ἡ σημασία τῆς γνώσεως τῆς ὑγρασίας μαράνσεως δι' ἀρδευτικούς σκοπούς· διότι ἀφαιροῦντες τὴν ὑγρασίαν μαράνσεως ἐκ τοῦ ἰσοδυναμοῦ ὕδατος ἢ τῆς ἐλαχίστης ὕδατοχωρητικότητος τοῦ ἐδάφους εὐρίσκομεν τὸ διαθέσιμον ὕδωρ διὰ τὸ φυτόν.

Τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος τὸ ὅποιον συγκρατεῖται ἰσχυρῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐδαφικῶν κόκκων (τεμαχιδίων) καὶ δὲν ἀποδίδεται εἰς τὸ φυτόν, ἐξαρτᾶται κυρίως ἐκ τῆς μηχανικῆς καὶ χημικῆς συστάσεως τοῦ ἐδάφους. Γενικῶς ἡ ὑγρασία μαράνσεως αὐξάνεται ἐκ τῶν ἀμμοδῶν πρὸς τὰ ἀργιλλώδη ἐδάφη. Ἐπίσης τὸ εἶδος τῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν κολλοειδῶν τοῦ ἐδάφους προσροφημένων κατιόντων παίζει σπουδαῖον ρόλον ἐπὶ τῆς ὑγρασίας μαράνσεως· καὶ δὴ ἐδάφη τῶν ὀπίων τὰ κολλοειδῆ εἶναι κεκορεσμένα διὰ μονοδυνάμων κατιόντων (κυρίως νατρίου) συγκρατοῦν μεγάλα ποσὰ ὕδατος μὴ ἀποδιδόμενα εἰς τὸ φυτόν, ἥτοι ἔχου-μεν αὐξήσιν τῆς ὑγρασίας μαράνσεως. Ἐνῶ ἀντιθέτως, ἐπὶ ἐδαφῶν τῶν ὀπίων τὰ κολλοειδῆ εἶναι κεκορεσμένα διὰ διδυνάμων κατιόν-

των (κυρίως ἀσβεστίου) παρατηροῦμεν ἐλάττωσιν τῆς ὑγρασίας μαράνσεως.

Κατὰ Vageler τὸ μὴ ἀποδιδόμενον εἰς τὸ φυτόν ὕδωρ (νεκρὸν ὕδωρ κατ' αὐτὸν ὀνομαζόμενον, totes Bodenwasser) εἶναι πολλαπλάσιον τοῦ ὑδροσκοπικοῦ τοιοῦτου καὶ δὴ  $1\frac{1}{2}$ —4 φορές, μεγαλύτερον ἐξαρτωμένου τοῦ συντελεστοῦ τούτου ἐκ τῆς ἀναρροφητικῆς δυνάμεως (Saugkraft) τῶν ριζῶν ἐκάστου φυτοῦ. Αὐξανομένης τῆς ἀναρροφητικῆς δυνάμεως τοῦ φυτοῦ ἐλαττοῦται τὸ νεκρὸν ὕδωρ, ἐνῶ ἀντιστρόφως ἐλαττουμένης αὐξάνεται τοῦτο (2).

Πολλοὶ ὅμως ἐρευνῆται ὑποστηρίζουν, ὅτι ἡ ἀναρροφητικὴ δυνάμις τῶν ριζῶν τῶν συνήθων φυτῶν παίζει δευτερεύοντα ρόλον ἐπὶ τῆς ὑγρασίας μαράνσεως· τὸν κύριον ρόλον παίζει τὸ εἶδος τοῦ ἐδάφους ἐκ τῆς μηχανικῆς καὶ χημικῆς συστάσεως τοῦ ὀπίου ἐξαρτᾶται ἡ ταχύτης κινήσεως τοῦ ὕδατος, ὡς καὶ τὸ ποσὸν τοῦ μὴ ἀποδιδόμενου εἰς τὸ φυτόν τοιοῦτου.

Πρῶτοι οἱ ὀπίοι ἐργάσθησαν διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς ὑγρασίας μαράνσεως ἐν τῷ ἐδάφει εἶναι οἱ Briggs καὶ Shantz (3), ἔχοντες ὡς προϋπόθεσιν ὅτι αὕτη ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ ἐδάφους καὶ οὐχὶ ἐκ τοῦ καλλιεργουμένου φυτοῦ. Κατόπιν πολλῶν πειραμάτων ἐπὶ φυτῶν διεπιστώθη ὅτι πολλαπλασιάζοντες τὴν ὑδροσκοπικότητα τοῦ ἐδάφους ἐπὶ τὸν συντελεστὴν 1,5 εὐρίσκομεν περίπου τὴν ὑγρασίαν μαράνσεως εἰς τὸ ἐξεταζόμενον ἔδαφος. Ὁ συντελεστὴς αὐτός, ὡς ἐκ πολλῶν ἐργασιῶν διεπιστώθη, δὲν εἶναι σταθερός, ἀλλὰ κυμαίνεται ἀπὸ 1,2—1,7. Ὁ Demolon ἀναφέρει (4) ὅτι δι' ἀμμόδη ἐδάφη ὁ συντελεστὴς εἶναι κατὰ μέσον ὄρον 1,6, διὰ πηλώδη 1,4, διὰ χουμώδη, ἀργιλλώδη 1,2—1,3. Ἐκ τῶν διαφόρων προταθέντων μεθόδων φαίνεται ὅτι αὕτη πλησιάζει περισσότερο πρὸς τὴν πραγματικότητα. Τὸ δύσκολον ὅμως τῆς μεθόδου ἔγκειται εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς ὑδροσκοπικότητος τοῦ ἐδάφους καθότι ἀπαιτεῖται μέγαν κενὸν (10—30 m.m. στήλης ὕδραργύρου), ὡς ἐπίσης καὶ διάστημα περίπου πέντε ἡμερῶν.

Ἐπίσης ἡ ὑγρασία μαράνσεως εἶναι δυνατόν νὰ εὐρεθῇ κατὰ προσέγγισιν διαιροῦντες τὸ ἰσοδύναμον ὕδωρ τοῦ ἐδάφους (moisture equivalent) διὰ τοῦ συντελεστοῦ 1,84. Ἐκ τῶν ἐργασιῶν ὅμως τῶν Vaihmeier καὶ Hendrickson (5) προκύπτει, ὅτι ὁ ἀνωτέρω συντελεστὴς κυ-

\* Περίληψις τῆς ἐργασίας ταύτης ἀνεκοινώθη εἰς τὴν Ἀκαδημίαν Ἀθηνῶν ὑπὸ τοῦ Προσέδρου μέλους κ. Β. Κριμπὰ κατὰ τὴν Συνεδρίαν τῆς 11ης Μαρτίου 1948.

μαίνεται από 1,4—4 και επομένως ο αριθμός 1,84 ισχύει διά πολύ όλιγα έδάφη.

Διά τον έλεγχο των αποτελεσμάτων της ύφ' ήμων κατωτέρω προτεινομένης μεθόδου έλάβομεν ως βάσιν την μέθοδο των Briggs και Shantz ήτοι την ύγρασίαν μαράνσεως την όποιαν εύρισκομεν πολλαπλασιάζοντες την ύγροσκοπικότητα του έδάφους επί τον άναλογον συντελεστήν έξαρτωμένου εκ του είδους του έδάφους (βλ. άνωτέρω), ως επίσης και τά αποτελέσματα του προσδιορισμού της ύγρασίας μαράνσεως μερικών έδαφών επί των όποιων είχαν καλλιεργηθή διάφορα φυτά: ώρισμένα τεμάχια των άγρων αύτων δέν έποτίζοντο μέχρις έμφανίσεως μονίμου μαράνσεως των φυτών. Την στιγμήν αύτην έλαμβάνοντο δείγματα έδάφους εκ βάθους, τό όποιον άντεπροσώπευε τό μεγαλύτερον μέρος του ριζικού συστήματος του φυτού και προσδιορίζετο ή ύγρασία διά ξηράνσεως εις 105°.

Η ύφ' ήμων προτεινομένη μέθοδος συνίσταται εις την διήθησιν σακχαρούχου διαλύσεως ώρισμένης πυκνότητος, άντιστοιχούσης έπομένως εις ώρισμένην όσμωτικήν πίεσιν, διά στρώματος ύγρου έδάφους (σχεδόν κεκορεσμένου δι' ύδατος). Τό διηθούμενον σακχαρούχον διάλυμα άφαιρεί εκ του ύγρου έδάφους τό άνω της ύγρασίας μαράνσεως ύδωρ, δηλαδή τό διαθέσιμον εις τό φυτόν. Τό ύδωρ έπομένως, τό όποιον συγκρατεί ήδη τό έδαφος μετά την κατεργασίαν ταύτην, άντιστοιχεί εις την ύγρασίαν μαράνσεως. Προσδιορίζοντες λοιπόν τό ύδωρ τό υπό του σακχαρούχου διαλύματος προσληφθέν και άφαιρούντες τοϋτο εκ του ύδατος, τό όποιον περιέχει τό χρησιμοποιηθέν ύγρον έδαφος, εύρίσκομεν την ύγρασίαν μαράνσεως.

Εις την κατεργασίαν του έδάφους διά σακχαρούχου διαλύματος ήχθημεν εκ των κάτωθι σκέψεων.

Είναι γνωστόν, ότι τό φυτόν τη βοηθεία του ριζικού συστήματος τείνει να άφαιρέση ύδωρ εκ του έδάφους. Η μεγίστη δύναμις την όποιαν αναπτύσσει τό ριζικόν σύστημα του φυτού διά να άφαιρέση τό ύδωρ εκ του έδάφους όνομάζεται άναρροφητική δύναμις ή πίεσις ή όσμωτική πίεσις των ριζών. (Wurzelsaugkraft, Wurzeldruck, Osmotischer Wurzeldruck). Αφ' έτέρου όμως και τό έδαφος αναπτύσσει όσμωτικήν πίεσιν ή όποία τείνει να συγκρατήση τό ύδωρ έντός αύτου. Εφ' όσον ή όσμωτική πίεσις των ριζών είναι μεγαλύτερα της του έδάφους τό φυτόν είναι ικανόν να προσλαμβάνη ύδωρ έξ αύτου. Τό φυτόν παύει να άφαιρή ύδωρ εκ του έδάφους, όταν αί δύο όσμωτικάί πίεσεις έξισωθούν. Από της στιγμής αύτης τό φυτόν αρχίζει να μαραίνεται, τό δέ ποσόν του ύδατος τό όποιον ήδη περιέχει τό έδαφος άνταποκρίνεται σχεδόν εις την ύγρασίαν μαράνσεως.

Εξελέξαμεν δέ τό σακχαρούχον διάλυμα, διότι αφ' ένός μόν γίνεται χρήσις αύτου διά τον προσδιορισμόν της όσμωτικής πίεσεως των φυτών, αφ' έτέρου δέ διότι δύναται να προσδιορισθή ακριβώς ή όσμωτική πίεσις διαφόρου πυ-

κνότητος σακχαρούχων διαλυμάτων τη βοηθεία του τύπου του Ostwald ή να ληφθή αύτη εκ πινάκων (πίναξ I).

### ΠΙΝΑΞ I

#### Όσμωτική πίεσις διαλυμάτων καλαμοσακχάρου

Γραμμομόριον καλαμοσακχάρου εις έν λίτρον διαλύματος	Όσμωτική πίεσις εις άτμοσφ. εις 20°
0,100	2,648
0,130	3,432
0,150	3,959
0,200	5,290
0,369	10,137
0,520	14,964
0,670	20,350

Εάν ήδη άφίσωμεν να διέλθη, δι' ώρισμένου προσοϋ ύγρου έδάφους (περιέχοντος ύδωρ τό όποιον άντιστοιχεί περίπου εις την έλαχίστην ύδατοχωρητικότητα) σακχαρούχον διάλυμα όσμωτικής πίεσεως ίσης προς την υπό ώρισμένου φυτού αναπτυσσομένην τοιαύτην θα πρέπει συμφώνως προς τά άνωτέρω λεχθέντα να άφαιρηθή τόσον ύδωρ, όσον θα άφαιρητο υπό των ριζών του φυτού της ίδιας όσμωτικής πίεσεως. Τό πείραμα όμως δεικνύει ως κατωτέρω θα ίδωμεν, ότι τό ποσόν του άφαιρουμένου ύδατος εκ του έδάφους υπό του σακχαρούχου διαλύματος είναι μεγαλύτερον του υπό των ριζών του φυτού της αύτης όσμωτικής πίεσεως άφαιρουμένου τοιούτου. Επομένως εις την πρώτην περίπτωση (του σακχ. διαλύματος) ή ύγρασία μαράνσεως έν τω έδαφει είναι μικρότερα της εις την δευτέραν περίπτωση, (των ριζών) εύρισκομένης τοιαύτης.

Η άσυμφωνία αύτη όφείλεται πιθανώς εις φαινόμενα διαχύσεως, όποτε τό σακχαρούχον διάλυμα προσλαμβάνει μεγαλύτερα ποσά ύδατος.

Κατόπιν πολλών πειραμάτων διεπιστώσαμεν ότι διά να έχωμεν σύμπτωσιν αποτελεσμάτων όσον άφορα την ύγρασίαν μαράνσεως δέον ή όσμωτική πίεσις του επιδρώντος σακχαρούχου διαλύματος να είναι πολύ μικρότερα της των ριζών του φυτού και δη τό σακχαρούχον διάλυμα να περιέχη 0,150 του γραμμομορίου (Mol) καλαμοσακχάρου εις τό λίτρον ήτοι 51,31 γραμ. καλαμοσακχάρου εις τό λίτρον. Τοϋ διαλύματος τούτου ή όσμωτική πίεσις εις 20° είναι περίπου 4 άτμοσφαιρών (ακριβώς 3,959 άτμ.). Οϋτω ή όσμωτική πίεσις των ριζών του φυτού δέν λαμβάνεται υπ' όψιν.

Εκ του πειραματισμού διεπιστώσαμεν περαιτέρω, ότι εις την περίπτωση της χρησιμοποίησης του σακχαρούχου διαλύματος, τό ποσόν του άφαιρουμένου ύδατος εκ του έδάφους, έπομένως και ή ύγρασία μαράνσεως, είναι συνάρτησις της όσμωτικής πίεσεως του επιδρώντος σακχαρούχου διαλύματος, της ταχύτητος μεθ' ής τοϋτο διέρχεται (διηθείται) διά του ύγρου στρώματος του έδάφους (δηλ. του χρόνου

ἐπαφῆς τοῦ σακχαρ. διαλύματος μετὰ τοῦ ἐδά-  
φους) καὶ τῆς μηχανικῆς καὶ χημικῆς συστά-  
σεως αὐτοῦ. Διατηρουμένης σταθερᾶς τῆς ὀ-  
σμωτικῆς πίεσεως τοῦ σακχαροῦχου διαλύμα-  
τος, ὡς καὶ τῆς ταχύτητος μεθ' ἧς τοῦτο διέρ-  
χεται διὰ τοῦ ἐδάφους ἢ ὑγρασία μαράνσεως  
ἐξαρτᾶται πλέον ἐκ τῆς μηχανικῆς καὶ χημικῆς  
συνθέσεως τοῦ ἐδάφους.

#### Διεξαγωγή τοῦ πειραματισμοῦ.

Ὡς ἀνωτέρω ἀνεφέραμεν ὡς βάσιν διὰ τὴν  
σύγκρισιν τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ὑγρασίας  
μαράνσεως τῶν διὰ τοῦ σακχαροῦχου διαλύ-  
ματος προσδιορισθέντων, ἐλάβομεν τὴν ὑγρα-  
σίαν μαράνσεως τὴν ὁποίαν εὐρίσκομεν πολ-  
λαπλασιάζοντες τὴν ὑγροσκοπικότητα τοῦ ἐδά-  
φους ἐπὶ ὠρισμένον συντελεστήν ἀναλόγως  
τοῦ εἴδους τοῦ ἐδάφους. Ἐπὶ μερικῶν δὲ ἐδα-  
φῶν ἢ ὑγρασία μαράνσεως προσδιορίσθη ἐπ'  
αὐτοῦ τούτου τοῦ ἀγροῦ.

**Προσδιορισμὸς τῆς ὑγροσκοπικότητος τοῦ ἐδά-  
φους.**—Ὁ προσδιορισμὸς τῆς ὑγροσκοπικότη-  
τος ἐγένετο τὴν χειμερινὴν μὲν περίοδον κατὰ  
τὴν μέθοδον Mitscherlich (λόγῳ τοῦ ὅτι ἀπαι-  
τεῖται θερμοκρασία περιβάλλοντος περίπου  
16,6° Κελσ.) (6) τὴν θερινὴν δὲ κατὰ τὴν ἐν τῷ  
βιβλίῳ τοῦ Demolon ἀναφερομένην τοιαύτην  
καθότι ἀπαιτεῖται θερμοκρασία περιβάλλοντος  
25° (7). Κατὰ τὴν τελευταίαν αὐτὴν μέθοδον 5  
γραμ. ἀεροξηρανθέντος χύματος (κάτω τῶν 2  
m.m.) ζυγισθέντα εἰς φιαλίδιον ζυγίσεως  
τίθεται εἰς ξηραντήρα μετὰ στρόφιγγος, ἄνω-  
θεν διαλύματος θειϊκοῦ ὀξέος (2% κατ' ὄγκον).  
Εἶτα τῇ βοηθείᾳ ἀντλίας κάμνομεν κενὸν ἐν-  
τὸς τοῦ ξηραντήρου τὸ ὁποῖον δέον νὰ φθάσῃ  
τὰ 30 m.m. στήλης ὑδραργύρου. Μετὰ 5 ἡμέ-  
ρας (θερμ. περιβάλλοντος περίπου 25°) ἐξάγε-  
ται τὸ φιαλίδιον, πωματίζεται ἀμέσως καὶ ζυ-  
γίζεται.

**Σακχαροῦχον διάλυμα καὶ προσδιορισμὸς τοῦ  
εἰδικοῦ βάρους αὐτοῦ.**—Τὸ σακχαροῦχον διά-  
λυμα, ὡς ἀνωτέρω ἀναφέρωμεν, περιέχει 0,150  
τοῦ γραμμομορίου καλαμοσακχάρου εἰς τὸ λί-  
τρον. Τοῦτο παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως,  
51,31 γραμμαρίων καλαμοσακχάρου τοῦ ἐμπο-  
ρίου (ἢ κοινῆ σάκχαρις ὑπὸ μορφήν λεπτοκρυ-  
σταλλικῆς κόνεως) εἰς ὀλίγον ἀπεσταγμένον  
ὑδρὸν ἐντὸς ὀγκομετρικῆς φιάλης λίτρου, συμ-  
πληρώσεως μέχρι τῆς γραμμῆς δι' ἀπεσταγμέ-  
νου ὕδατος καὶ ἔπειτα καλῆς ἀναμίξεως. (Διά-  
λυμα Α). Ἡ ὀσμωτικὴ πίεσις τοῦ διαλύματος  
τούτου εἶναι περίπου 4 ἀτμοσφαιρῶν. Δι' ἕκα-  
στον δείγμα χύματος ἔχομεν ἀνάγκην 200 κ.  
ἐκ. τοῦ ἀνωτέρω σακχαροῦχου διαλύματος.  
Ἐπειδὴ ὁμοίως ἔχομεν ἐκπλύσεις τοῦ ὀγκομετρι-  
κοῦ κυλίνδρου, φιάλης κ. ἄ. δέον νὰ ὑπολογί-  
ζωμεν δι' ἕκαστον δείγμα χύματος 250 κ. ἐκ.  
Τὸ σακχαροῦχον διάλυμα δέον νὰ εἶναι πρόσ-  
φατον, διότι εἶναι δυνατόν νὰ ὑποστῇ ζύμωσιν  
παραμένον ἐπὶ μακρὸν χρόνον. Δυσκολίαν εὐ-  
ρομεν κατ' ἀρχὰς εἰς τὸν διὰ ταχείας μεθόδου  
προσδιορισμὸν τοῦ ὕδατος τὸ ὁποῖον παραλαμ-  
βάνει τὸ σακχαροῦχον διάλυμα κατὰ τὴν διή-  
θησιν διὰ τοῦ ὑγροῦ ἐδάφους· τὸ κώλυμα ὁμοίως

αὐτὸ ἦρθη διὰ προσδιορισμοῦ τοῦ εἰδικοῦ βάρους  
τοῦ διαλύματος. Τοῦ διαλύματος λοιπὸν  
τούτου (Διάλυμα Α), ὡς καὶ τοῦ μετὰ τὴν διή-  
θησιν διὰ τοῦ ὑγροῦ χύματος λαμβανομένου  
τοιούτου, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν ἀκριβῶς τὰ  
εἰδικὰ βάρη. Διότι ἐκ τῶν δύο εἰδικῶν βαρῶν  
θὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ὕδωρ τὸ ὁποῖον παρέλα-  
βεν ἢ σακχαροῦχος διάλυσις κατὰ τὴν διήθησιν  
διὰ τοῦ ὑγροῦ ἐδάφους. Ἐπειδὴ ὁμοίως ὁ προσ-  
διορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους εἶναι πολὺ δύ-  
σκολος, λόγῳ τοῦ ὅτι ἔχομεν ἀνάγκην ἐξαψη-  
φίου ἀριθμοῦ, διὰ τοῦτο προσδιορίζομεν τὸν  
βαθμὸν Baumé τῶν σακχαροῦχων διαλυμάτων  
καὶ ἐξ αὐτοῦ τῇ βοηθείᾳ τοῦ πίνακος 2 εὐρί-  
σκομεν εὐκόλως τὰ εἰδικὰ βάρη. Τὸ εἰδικὸν  
βάρος δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν καὶ ἐκ τοῦ  
τύπου :

$$\text{Εἰδ. βάρος} = \frac{144,32}{144,32 - V}$$

V = ὁ εὐρεθεὶς καὶ εἰς 15° ἀναχθεὶς βαθμὸς  
Baumé.

Ὡς γνωστὸν ὁ εὐρεθεὶς βαθμὸς Baumé πρέ-  
πει νὰ ἀνάγεται εἰς θερμ. 15°. Διὰ τοῦτο, δι' ἕ-  
καστον βαθμὸν θερμοκρασίας ἄνω τοῦ 15°  
προσθέτομεν 0,05 τοῦ βαθμοῦ εἰς τὸν ἀναγνω-  
σθέντα ἐπὶ τοῦ ὄργανου βαθμὸν π. χ. ἔστω ἡ  
ἐνδειξις τοῦ ὄργανου εἰς 21° Κελσ. 3 Baumé  
ἐπομένως εἰς 15° εἶναι 3 3 Baumé. Ἀντιστρό-  
φως, ἀφαιροῦμεν τὸ αὐτὸ ποσὸν δι' ἕκαστον  
βαθμὸν θερμοκρασίας κάτω τοῦ 15°.

Τὸ Baumé τοῦ διαλύματος Α προσδιορίζεται  
ὀλίγον πρὸ τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς ὑγρασίας  
μαράνσεως τοῦ ἐδάφους.

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ Baumé τῶν σακ-  
χαροῦχων διαλυμάτων πρέπει νὰ δίδεται *ιδιαι-  
τέρα προσοχὴ* διότι εἰς τὰ συνήθη ὄργανα ἐκά-  
στη διαίρεσις ἀντιστοιχεῖ εἰς 0,1 τοῦ βαθμοῦ  
Baumé, ἐνῶ θὰ πρέπει νὰ προσδιορίσωμεν καὶ  
τὸ 0,05 τοῦ βαθμοῦ, τὸ ὁποῖον ἐπὶ τοῦ ὄργα-  
νου ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἡμισυ τῆς μεταξὺ δύο  
διαίρέσεων ἀποστάσεως. Διότι ἐν λάθος κατὰ  
τὴν ἀνάγνωσιν ἀντιστοιχοῦν εἰς 0,05 τοῦ βαθ-  
μοῦ αὐξάνει ἢ ἐλαττώνει ἀντιστοίχως τὴν ὑ-  
γρασίαν μαράνσεως κατὰ 2—3%.

Εἰς τὰ πειράματα ἡμῶν ἐχρησιμοποίησαμεν  
ἀραιόμετρον Baumé (Dujardin Salleron) σειρᾶς  
ἀπὸ 0—10 βαθμοὺς Baumé καὶ μετὰ διαίρεσις  
δεκάτου τοῦ βαθμοῦ. Σκόπιμον εἶναι διὰ μεγα-  
λυτέραν ἀκρίβειαν νὰ χρησιμοποιῶμεν ἀραιό-  
μετρα Baumé σειρᾶς ἀπὸ 0—5 βαθμοὺς καὶ  
διηρημένον εἰς 0,05 τοῦ βαθμοῦ.

Ἐπίσης τὸ ὄργανον πρέπει νὰ εἶναι πολὺ  
καθαρὸν κατὰ τὰς μετρήσεις. Διὰ τοῦτο πρὸ  
τῆς χρήσεως καθαρίζομεν αὐτὸ διὰ σταγόνων  
ἀραιοῦ NaOH, ἔπειτα ἐκπλύνομεν δι' ὕδατος  
καὶ τέλος σκουπίζομεν διὰ καθαροῦ ὑφάσματος.

Ἡ μέτρησις γίνεται ὡς ἑξῆς. Τὸ σακχαροῦ-  
χον διάλυμα τίθεται εἰς ξηρὸν ὑάλινον κύλιν-  
δρον τῶν 200 κ.ἐκ. Ἐπειτα βυθίζομεν βραδέως  
τὸ ἀραιόμετρον μέχρις ὅτου ἰσορροπίσῃ, ὅπότε  
κατ' ἐλαφρᾶς πίεσεως βυθίζομεν ἀκόμη αὐτὸ  
διὰ ἕνα βαθμὸν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ εἶτα ἀ-  
φιεμέν ἑλεύθερον· μετὰ τελείαν ἰσορροπίσιν  
προβαίνομεν εἰς τὴν ἀνάγνωσιν· κατὰ τὴν ἀνά-

γνωσιν θά λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὸ κάτω μέρος τοῦ μηνίσκου τὸ ὁποῖον εἶναι σχεδὸν ὀριζόντιον. Ἐπειδὴ δὲ τὸ διάλυμα εἶναι διαυγές ἢ ἀνάγνωσις δύναται νὰ γίνῃ μὲ μεγάλην ἀκρίβειαν. Μετὰ τὴν ἀνάγνωσιν ἐξάγομεν τὸ ἀραιόμετρον καὶ λαμβάνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὑγροῦ.

Ἐκ τοῦ βαθμοῦ Baumé (ἀναχθέντος εἰς 15°) εὐρίσκομεν τῆ βοήθειᾳ τοῦ πίνακος 2 τὸ ἀντίστοιχον εἰδικὸν βάρος π.χ. ὁ εὐρεθεὶς εἰς θερμ. 15° βαθμὸς Baumé ἔστω 3,15. Τὸ ἀντίστοιχον εἰδικὸν βάρος εἶναι : 1022,29

## ΠΙΝΑΞ ΙΙ

Εὐρεσις τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ σακχ. διαλύματος ἐκ τοῦ βαθμοῦ Baumé

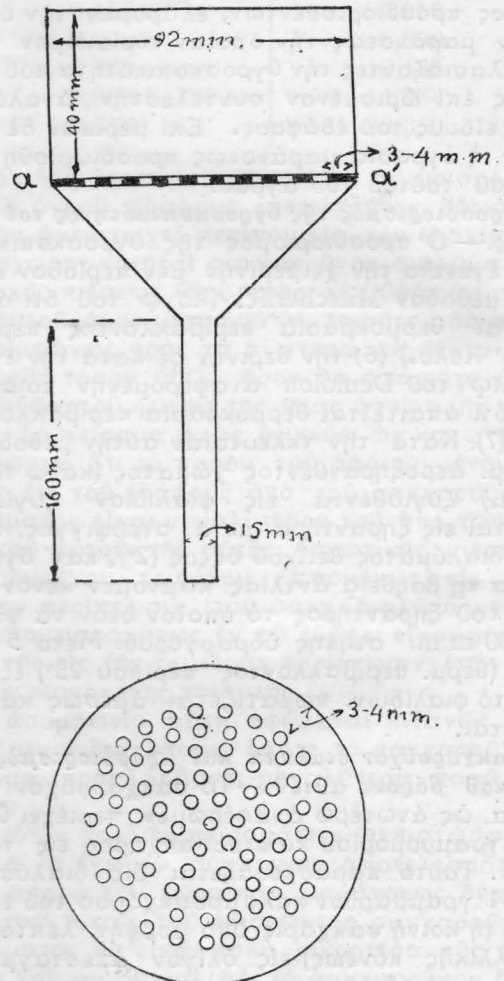
Βέ	Εἰδικὸν βάρος	Βέ	Εἰδικὸν βάρος	Βέ	Εἰδικὸν βάρος
0	...1000.00	1.40	...1009.80	2.75	...1019.42
0.10	...1000.70	1.45	...1010.15	2.80	...1019.78
0.15	...1001.05	1.50	...1010.50	2.85	...1020.13
0.20	...1001.40	1.55	...1010.85	2.90	...1020.49
0.25	...1001.75	1.60	...1011.20	2.95	...1020.84
0.30	...1002.10	1.65	...1011.55	3.00	...1021.20
0.35	...1002.45	1.70	...1011.90	3.05	...1021.56
0.40	...1002.80	1.75	...1012.25	3.10	...1021.93
0.45	...1003.15	1.80	...1012.60	3.15	...1022.29
0.50	...1003.50	1.85	...1012.95	3.20	...1022.66
0.55	...1003.85	1.90	...1013.30	3.25	...1023.02
0.60	...1004.20	1.95	...1013.70	3.30	...1023.39
0.65	...1004.55	2.00	...1014.10	3.35	...1023.75
0.70	...1004.90	2.05	...1014.45	3.40	...1024.12
0.75	...1005.25	2.10	...1014.81	3.45	...1024.48
0.80	...1005.60	2.15	...1015.16	3.50	...1024.85
0.85	...1005.95	2.20	...1015.52	3.55	...1025.21
0.90	...1006.30	2.25	...1015.87	3.60	...1025.58
0.95	...1006.65	2.30	...1016.23	3.65	...1025.94
1.00	...1007.00	2.35	...1016.58	3.70	...1026.31
1.05	...1007.35	2.40	...1016.94	3.75	...1026.67
1.10	...1007.70	2.45	...1017.29	3.80	...1027.04
1.15	...1008.05	2.50	...1017.65	3.85	...1027.40
1.20	...1008.40	2.55	...1018.00	3.90	...1027.77
1.25	...1008.75	2.60	...1018.36	3.95	...1028.13
1.30	...1009.10	2.65	...1018.71	4.00	...1028.50
1.35	...1009.45	2.70	...1019.07		

## Χωνίον διηθήσεως καὶ διαστάσεις αὐτοῦ.—

Τὸ χωνίον διηθήσεως κατασκευάζεται ἐκ λευκοσιδήρου ἢ χαλκοῦ. Αἱ διαστάσεις αὐτοῦ ἀναγράφονται ἐπὶ τοῦ σχήματος Ι. Εἰς τὸ σημεῖον α' φέρει διάτρητον πυθμῆνα (διάμετρος ὀπῶν 2 m. m. περίπου). Αἱ ὀπαὶ ὅμως δὲν ἐκτείνονται τελείως μέχρι τῆς περιφερείας. Ἡ διάτρησις τοῦ πυθμῆνος ἄρχεται 3—4 χιλιοστὰ περίπου ἀπὸ τὰ τοιχώματα τοῦ χωνίου, σχηματιζομένου οὕτω πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ πυθμῆνος ἐνὸς πλήρους περιθωρίου (πλάτους 3—4 χιλιοστῶν) ἀνευ ὀπῶν. Ἐπὶ τοῦ περιθωρίου αὐτοῦ ἐφαρμόζει καλῶς ὁ διὰ τὴν διήθησιν χρησιμοποιούμενος ἤθμος καὶ οὕτω τὸ σακχαροῦχον διάλυμα διέρχεται διαυγές, ἐνῶ, ὡς παρετήρησαμεν τὸ διάλυμα διέρχεται θολὸν ἐὰν ἡ διάτρησις τοῦ πυθμῆνος ἐκτείνεται μέχρι τῆς περιφερείας, καθότι τότε διὰ τῶν πρὸς τὴν πε-

ριφέρειαν τοῦ πυθμῆνος εὐρισκομένων ὀπῶν διέρχονται μικρὰ ποσὰ χύματος, λόγῳ μὴ καλῆς ἐφαρμογῆς τοῦ ἤθμου.

**Προσδιορισμὸς τῆς ὑγρασίας μαράνσεως ἐν τῷ ἐδάφει.**— Ἐπὶ τοῦ πυθμῆνος τοῦ χωνίου τοποθετοῦμεν ἤθμον διαμέτρου ἴσης πρὸς τὴν τοῦ χωνίου καὶ προσθέτομεν ὀλίγας σταγόνας ὕδατος μέχρι τελείας διυγράνσεως τούτου (10 σταγόνες περίπου εἶναι ἀρκεταί). Πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ πυθμῆνος πιέζομεν ἐλαφρῶς τὸν ἤθμον διὰ τοῦ δακτύλου, ἵνα ἐφαρμόσῃ καλῶς ἐπὶ τοῦ περιθωρίου. Εἶτα ζυγίζεται τὸ χωνίον



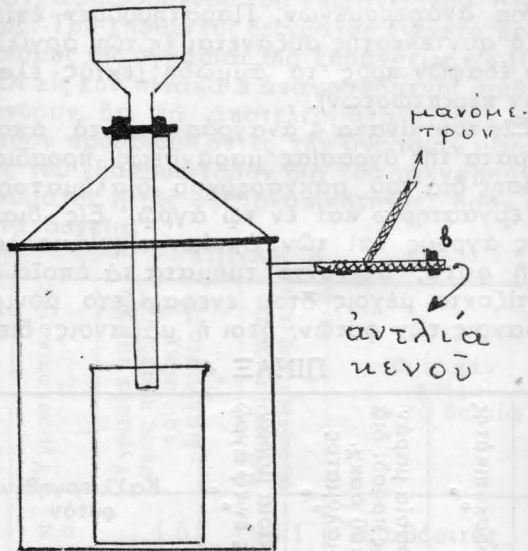
Σχ. 1.

μὲ ἀκρίβειαν 0,05 γραμ., ὁπότε ἔχομεν τὸ βάρος τοῦ χωνίου σὺν τῷ ὑγρῷ ἤθμῳ. Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς ὑγρασίας μαράνσεως χρησιμοποιούμεν ἔδαφος κάτω τῶν 2 m. m. ἀεροξηρανθὲν καὶ τοῦ ὁποῦ γινώριζομεν τὴν ὑγρασίαν, ἣτις ἔχει ἀναχθῆ ἐπὶ 100 γρ. ξηροῦ χύματος. Ἐπὶ φύλλου χάρτου ζυγίζομεν 100 σὺν τῇ ὑγρασίᾳ, γραμμάρια ἀεροξηρανθέντος χύματος μὲ ἀκρίβειαν 0,05 γραμ. Δηλαδή ἐὰν ἡ ὑγρασία τοῦ ἀεροξηρανθέντος χύματος εἶναι 4% (ἐπὶ ξηροῦ χύματος), ζυγίζομεν 104 γραμ. Τὸ ζυγισθὲν χῶμα ρίπτομεν ἐντὸς τοῦ χωνίου. Ἰσοπεδοῦμεν διὰ τοῦ δακτύλου ἢ τεμαχίου χάρτου καὶ κτυπῶμεν 5 φορές τὴν οὐρὰν τοῦ χω-

νίου επί αντικειμένου τινός έξ ύψους 1 έκατοστού περίπου.

Έπειτα θέτομεν τό χωνίον έντός ποτηρίου και προσθέτομεν ύδωρ (εις τό ποτήριον) μέχρις ότου ή έπιφάνεια αύτου ύπερβή κατά 2—3 χιλιοστά τόν πυθμένα του χωνίου. Τό ύδωρ διέρχόμενον διά του διατρήτου πυθμένος διυγραινει τό χώμα. Προσθέτοντες ύδωρ εις τό ποτήριον διατηρούμεν την ίδιαν στάθμην (2—3 χιλιοστά άνω του πυθμένος) μέχρι διυγράνσεως της έπιφανείας του χώματος. Προς τελειαν δέ διύγρανσιν του χώματος άφίνομεν άκόμη επί 1/2 ώραν τό χωνίον έντός του ύδατος.

Είτα θέτομεν τό χωνίον επί φιάλης κενού (Σχ. 2) και τη βοηθειά άντλίας κενού άπορρο-



Σχ. 2

φώμεν τό ύδωρ του χώματος τό συγκρατούμενον εις τους μεγάλους πόρους και τριχοειδή. Τό διηθούμενον ύδωρ άποχύνομεν. Δέον νά άποφεύγεται ή χρησιμοποίησις μεγάλου κενού διότι τότε τό χώμα συμπιέζεται πολύ, όποτε κατά την διήθησιν του σακχαρούχου διαλύματος, ώς παρατηρήσαμεν, περιλαμβάνονται μεγαλύτερα ποσά ύδατος και έπομένως ή ύγρασία μαράνσεως εύρίσκεται μικροτέρα. Τό κενόν τό όποιον πρέπει νά χρησιμοποιώμεν είναι 620—650 m. m. στήλης ύδραργύρου.

Έπί άλατούχων έδαφών, προς άπομάκρυνσιν των άλάτων, μετά την άπορρόφησιν της περισεείας του ύδατος άφίνομεν νά διηθηθούν περίπου 100 κ. έκ. άπεσταγμένου ύδατος.

Η άπορρόφησις διαρκεί περίπου 15 λεπτά της ώρας· κατόπιν ζυγίζομεν τό χωνίον, άφού προηγουμένως άπομακρύνομεν τη βοηθειά τεμαχίου διηθητικού χάρτου σταγόνας ύδατος τυχόν εύρισκομένας εις τό έσωτερικόν και κάτω μέρος της ούρας του χωνίου. Έκ του εύρεθέντος βάρους άφαιρούντες τό βάρος του χωνίου + ύγρου ήθμοϋ + 100 γρ. ξηρού χώματος, εύρίσκομεν τό ποσόν του ύδατος τό όποιον συνεκράτησαν τά 100 γραμ. ξηρού χώματος (έστω 33,9%). Είτα θέτομεν πάλιν τό χωνίον επί της φιάλης κενού και προσθέτομεν διά κυλίνδρου

επί του ύγρου χώματος 100 κ.έκ. του σακχαρούχου διαλύματος· άφίνομεν ούτω επί 5 λεπτά και έπειτα προβαίνομεν εις την διήθησιν τη βοηθειά της ίδιας άντλίας κενού την όποιαν έχρησιμοποιήσαμεν διά την άπομάκρυνσιν του ύδατος των μεγάλων πόρων, εφαρμόζοντες περίπου τό ίδιο κενόν. Τό διηθούμενον σακχαρούχον διάλυμα ύποδεχόμεθα έντός ξηρού ποτηρίου, τοποθετημένου έντός της φιάλης κενού. Η διήθησις δέον νά έχη τελειώση έντός 3-5 λεπτών της ώρας (βλ. Έπίδρασις του χρόνου διηθήσεως). Τοϋτο κανονίζεται τη βοηθειά του σφικτήρος β (Σχ. 2). Ητοι πριν τεθ ή εις λειτουργίαν ή άντλία κενού πιέζομεν καλώς τόν έλαστικόν σωλήνα τη βοηθειά του σφικτήρος β, έπειτα δέ άφού τεθ εις κίνησιν ή άντλία χαλαρούμεν τόν σφικτήρα· ή διήθησις πρέπει νά είναι ταχεία· σχεδόν συνεχής ροή του διέρχόμενου ύγρου. Η διήθησις θεωρείται περατωθεισα όταν παύση σχεδόν νά στάζει τό χωνίον, δηλαδή όταν διέρχονται 12-15 σταγόνες εις τό λεπτόν διακόπτομεν την διήθησιν. Μετά την διήθησιν μεταφέρομεν τό περιεχόμενον του ποτηρίου εις ξηράν ή διά του άρχικού σακχαρούχου ύγρου (διάλυμα Α) έκπλυθεισαν όγκομετρικήν φιάλην των 200 κ.έκ., έκπλύνομεν δύο φορές τό ποτήριον δι' όλίγων κ. έκ., του άρχικού σακχαρούχου διαλύματος, συμπληρούμεν μέχρι της γραμμής διά του ίδιου σακχαρούχου διαλύματος και όνακινούμεν καλώς. Είτα ρίπτομεν τό ύγρόν εις ξηρόν όγκομετρικόν κύλινδρον των 200 κ. έκ. και προσδιορίζομεν τόν βαθμόν Baumé και έπειτα τό ειδικόν βάρος, όπως ακριβώς ήργάσθημεν διά τόν προσδιορισμόν του βαθμού Baumé του άρχικού σακχαρούχου διαλύματος, δηλαδή του διαλύματος Α.

Ένίοτε τό διήθημα είναι κεχρωσμένον ή έλαφρώς θολόν· τοϋτο όμως δέν έχει επίδρασιν επί της μετρήσεως. Έάν τυχόν είναι πολύ θολόν, τότε μετά την συμπλήρωσιν εις τά 200 κ. έκ. και ανάμειξιν, διηθούμεν διά ξηρού ήθμοϋ εις τόν κυλίνδρον των 200 κ. έκ. όπου θα γίνη είτα ό προσδιορισμός του Baumé.

Τό χωνίον μετά έκπλυσιν δι' ύδατος τίθεται εις πυριατήριον προς ξήρανσιν, ίνα είναι έτοιμον διά περαιτέρω χρήσιν.

Υπολογισμός διά την εύρεσιν της ύγρασίας μαράνσεως.— Έκ του προσδιορισμού του Baumé και είτα των ειδικών βαρών των δύο σακχαρούχων διαλυμάτων ύπολογίζομεν ως έξης τό ύδωρ τό ύπό του σακχαρούχου διαλύματος παραληφθέν κατά την διήθησιν :

Έστω τό ειδ. βάρος του άρχικού σακχαρούχου διαλύματος : 1022.29

Έστω τό ειδ. βάρος του μετά την διήθησιν σακχαρούχου διαλύματος : 1019.78

Έχομεν  $1022.29 - 1019.78 = 2.51$

$1019.78 - 1000.00 = 19.78$

$\frac{2.51}{19.78}$

$1000.00 = \text{ειδ. βάρος ύδατος.}$

Όθεν τά 22.29 κ. έκ. σακχαρούχου διαλύματος ειδ. βάρος 1019.78 περιέχουν 2.51 κ. έκ. ύδατος, έπομένως τά 200 κ. έκ. εις τά όποια συνεπληρώθη τό διηθέν σακχαρούχον

βά-  
των  
χρη-  
τερο-  
γρα-  
χώ-  
σύν  
χώ-  
άν ή  
είναι  
γραμ-  
νίου.  
χάρ-  
ύ χω-

διάλυμα περιέχουν 22.5 κ. έκ. ύδατος, ήτοι :

$$22.29:2.51 = 200 : x \Rightarrow x = \frac{2.51 \times 200}{22.29} = 22.5 \%$$

Τὰ 22.5 κ. έκ. ύδατος αντιστοιχοῦν εἰς 100 γραμ. ξηροῦ χώματος. Γνωρίζοντες ἤδη τὸ ποσοῦν τοῦ ύδατος τὸ ὁποῖον εἶχον συγκρατήσῃ τὰ 100 γρ. ξηροῦ χώματος (ἔστω 33,9 %) καὶ ἀφαιροῦντες ἐξ αὐτοῦ τὰ 22,5 % εὐρίσκομεν τὸ ὕδωρ τὸ ὁποῖον δὲν παρέλαβεν κατὰ τὴν διήθησιν τὸ σακχαροῦχον διάλυμα καὶ τὸ ὁποῖον

ΠΙΝΑΞ 3

α/α	Εἶδος ἐδάφους	Υγρασκοπικότης % (Y)	Υγρασία μαράνσεως προσδ. διὰ τοῦ σακχ. διαλύματος % (M)	Σχέσις $\frac{M}{Y}$
1	ἀμμώδες	0.9	1.5	1.7
2	»	0.7	1.3	1.7
3	»	0.5	0.9	1.9
4	ἀμμοκονιορτώδες	3.9	5.9	1.5
5	ἀμμοπηλώδες	2.6	4.5	1.7
6	ἀμμοπηλώδες (ἀλατοῦχον)	12.6	19.6	1.5
7	πηλοκονιορτώδες	8.1	10.5	1.3
8	»	6.0	8.5	1.3
9	»	5.6	7.6	1.4
10	»	3.8	6.0	1.5
11	»	4.8	8.2	1.7
12	»	3.7	5.5	1.4
13	»	4.7	7.5	1.5
14	»	5.2	8.1	1.5
15	»	12.1	16.9	1.4
16	»	4.9	7.8	1.6
17	»	5.6	7.9	1.4
18	»	7.9	10.2	1.3
19	»	9.2	11.9	1.3
20	κονιορτοπηλώδες	10.4	15.6	1.5
21	»	11.2	14.2	1.3
22	»	8.9	12.4	1.4
23	»	7.3	10.9	1.5
24	ἀργιλλοκονιορτώδες	9.8	13.7	1.4
25	»	11.1	14.4	1.3
26	ἀργιλλοκονιορτώδες πρὸς ἀργιλλώδες	19.2	23.2	1.2
27	»	19.1	24.8	1.3
28	ἀργιλλοκονιορτώδες	8.1	12.1	1.5
29	»	9.3	11.1	1.2
30	»	11.7	15.7	1.3
31	»	8.0	11.7	1.4
32	ἀργιλλοκονιορτώδες πρὸς ἀργιλλώδες	16.0	20.0	1.2

ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ὑγρασίαν μαράνσεως τοῦ ἐξεταζομένου ἐδάφους ἤτοι :

$$33,9 - 22,5 = 11,4 \%$$

ἐπομένως ἡ ὑγρασία μαράνσεως εἶναι 11,4 %

**Αποτελέσματα τῶν πειραμάτων.**— Κατωτέρω (Πίναξ 3) παραθέτομεν τὰ ἀποτελέσματα τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς ὑγρασίας μαράνσεως 32 ἐδαφῶν διὰ τῆς μεθόδου τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος εἰς τὸν πίνακα ἀναγράφονται ἐπίσης ἡ ὑγρασκοπικότης, ἡ σχέσις τῆς διὰ τοῦ σακ-

χαροῦχου διαλύματος εὐρεθείσης ὑγρασίας μαράνσεως πρὸς τὴν ὑγρασκοπικότητα καὶ τὸ εἶδος τοῦ ἐδάφους. Τὰ ἀποτελέσματα ἐκφράζονται ἐπὶ τοῖς % ξηροῦ ἐδάφους.

Ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ πίνακος 3, ἐξάγεται ὅτι ἡ σχέσις τῆς ὑγρασίας μαράνσεως, προσδιορισθείσης διὰ τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος πρὸς τὴν ὑγρασκοπικότητα  $\left(\frac{M}{Y}\right)$ , ἤτοι

ὁ συντελεστὴς ἐπὶ τὸν ὁποῖον πρέπει νὰ πολλαπλασιασθῇ ἡ ὑγρασκοπικότης ἵνα ὑπολογίσωμεν τὴν ὑγρασίαν μαράνσεως κυμαίνεται κατὰ μέσον ὄρον ἀπὸ 1,2-1,7. Παρατηροῦμεν λοιπὸν, ὅτι ὁ συντελεστὴς εὐρίσκεται ἐντὸς τῶν ὁρίων τῶν ὑπὸ τῶν Briggs-Shantz καὶ Demolon ἀναφερομένων. Παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι ὁ συντελεστὴς αὐξάνεται ἐκ τῶν ἀργιλλωδῶν ἐδαφῶν πρὸς τὰ ἀμμώδη (ἐκτὸς ἐλαχίστων περιπτώσεων).

Εἰς τὸν πίνακα 4 ἀναγράφονται τὰ ἀποτελέσματα τῆς ὑγρασίας μαράνσεως προσδιορισθείσης διὰ τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος ἐν τῷ ἐργαστηρίῳ καὶ ἐν τῷ ἀγρῷ. Εἰς διαφόρους ἀγρούς ἐπὶ τῶν ὁποίων εἶχον καλλιεργηθῆ φυτὰ, ἀφίνοντο τμήματα τὰ ὁποῖα δὲν ἐποτίζοντο μέχρις ὅτου ἐνεφανίζετο μόνιμος μάρανσις τῶν φυτῶν, ἤτοι ἡ μάρανσις διητη-

ΠΙΝΑΞ 4

α/α	Υγρασκοπικότης %	Υγρασία μαράνσεως προσδ. διὰ τοῦ σακχ. διαλύματος %	Υγρασία μαράνσεως ἐν τῷ ἀγρῷ %	Καλλιεργηθέν φυτὸν
13	4.7	7.5	7.1	μελιντζάνες
14	5.2	8.1	7.5	»
28	8.1	12.1	12.5	ἀραβόσιτος
30	11.7	15.7	15.9	ἐσπεριδοειδῆ

ρεῖτο καὶ τὴν ἐπομένην πρωΐαν. Τότε ἐλαμβάνοντο δείγματα ἐδάφους ἐκ βάθους τὸ ὁποῖον ἀντεπροσώπευε τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ ριζικοῦ συστήματος καὶ προσδιορίζετο τὸ ὕδωρ διὰ ξηράνσεως εἰς 105°.

Ἐκ τοῦ αὐξοντος ἀριθμοῦ (α|α) ἐμφαίνεται, ὅτι τὰ ἐδάφη ταῦτα (ὡς καὶ τοῦ πίνακος 5) ἀναγράφονται καὶ εἰς τὸν πίνακα 3.

Ἐκ τῶν ἀριθμῶν τοῦ πίνακος 4 ἐμφαίνεται ὅτι ἔχομεν σχεδὸν σύμπτωσιν ἀποτελεσμάτων τῆς ὑγρασίας μαράνσεως προσδιορισθείσης διὰ τῆς μεθόδου τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος καὶ ἐν τῷ ἀγρῷ.

Τέλος εἰς τὸν πίνακα 5 παραθέτομεν τὰ ἀποτελέσματα τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς ὑγρασίας μαράνσεως διὰ τῆς μεθόδου τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος ὡς καὶ τῆς εὐρεθείσης διὰ φυτεύσεως φυτῶν εἰς πηλίνα δοχεῖα (γλάστρες). Δοχεῖα χωρητικότητος 500-600 γραμ. ἐπληροῦντο σχεδὸν διὰ τοῦ πρὸς ἐξέτασιν χώματος προσετιθέτο εἶτα τόσο ὕδωρ, ὅσον ἀντιστοιχοῦσε εἰς τὰ 70-80% τῆς μεγίστης ὕδατοχωρητικό-

τητος και αφινετο 2 περίπου ημέρας. Κατόπιν έξήγετο τὸ χῶμα, έθρυμματίζετο προσεκτικῶς διὰ τῶν δακτύλων και προσετίθετο πάλιν εἰς τὸ δοχεῖον. Μετὰ ταῦτα ἠκολούθει ἡ φύτευσις τῶν σπόρων, έκαλύπτετο τὸ δοχεῖον διὰ τεμαχίων ὕδατος και αφιετο πρὸς ανάπτυξιν τῶν φυτῶν. Μετὰ τὸ φύτρωμα τῶν φυτῶν ἀπεμακρύνετο τὸ κάλυμμα και έξυγίζετο τὸ δοχεῖον. Ἡδη αφιετο τὸ δοχεῖον πρὸς ανάπτυξιν τῶν φυτῶν (προστιθεμένου τοῦ έξατμιζομένου ὕδατος) μέχρι σχηματισμοῦ 3-4 φύλλων, ὁπότε διεκόπτετο τὸ πότισμα καθ' ἦν στιγμὴν παρατηρεῖτο μόνιμος μάρανσις τῶν μικρῶν φυτῶν έλαμβάνετο ἓνα μέσον δείγμα έδάφους εκ βάθους ὅπου ἦσαν τὰ περισσότερα ριζίδια τῶν φυτῶν, αφαιρουμένου τοῦ επιφανειακοῦ στρώματος. Τοῦ ληφθέντος δείγματος έγένητο προσδιορισμός τῆς ὕγρασιος διὰ ξηράνσεως εἰς 105°.

Οἱ εἰς τὸν πίνακα 5 ἀναγραφόμενοι ἀριθμοὶ δεικνύουν, ὅτι τὰ ἀποτελέσματα σχεδὸν συμπίπτουν προσδιορίζοντες τὴν ὕγρασιαν μάρανσεως τοῦ έδάφους τόσοσν διὰ τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος ἢ τῆς ὕγροσκοπικότητος, ὅσον και εἰς τὰ δοχεῖα.

ΠΙΝΑΞ 5

α α	Ὑγροσκοπικότης %	Ὑγρασία μάρανσεως προσδ. διὰ τοῦ σακχ. διαλύματος %	Ὑγρασία μάρανσεως εἰς τὰ δοχεῖα %	Φυτευθὲν φυτὸν ἐν τῷ δοχεῖῳ
5	2.6	4.5	4.1	ἀραβόσιτος
12	3.7	5.5	4.9	»
30	11.7	15.7	15.8	ἡλίανθος
28	8.1	12.1	11.8	»

**Παράγοντες οἱ ὅποιοι ἐπιδρῶν ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς μεθόδου**

Ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς μεθόδου ἐπιδρῶν κυρίως ἡ πυκνότης τοῦ σακχαροῦχου δια-

λύματος, τὰ ἄλατα τοῦ έδάφους και ὁ χρόνος έπαφῆς τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος μετὰ τοῦ έδάφους.

1) **Ἐπίδρασις τῆς πυκνότητος τοῦ σακχ. διαλύματος.** — Ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων προκύπτει, ὅτι αὐξανομένης τῆς ὁσμωτικῆς πιέσεως (πυκνότητος) τοῦ ἐπιδρῶντος ἐπὶ τοῦ έδάφους σακχαροῦχου διαλύματος, αὐξάνεται και τὸ ποσὸν τοῦ προσλαμβανομένου ὕδατος, έπομένως έλαττοῦται ἡ ὕγρασις μάρανσεως.

Ἐκ τῶν ἀριθμῶν τοῦ πίνακος 6 καταφαίνεται ὅτι αὐξανομένης τῆς ὁσμωτικῆς πιέσεως έλαττοῦται και ἡ ὕγρασις μάρανσεως, ἀλλ' οὐχὶ ἀναλόγως.

2) **Ἐπίδρασις τῶν ἀλάτων τοῦ έδάφους.** — Ὡς εἶναι φυσικόν, τὰ ἄλατα τοῦ έδάφους διαλυόμενα εἰς τὸ ὕδωρ και προσλαμβανόμενα ὑπὸ τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ βαθμοῦ Baumé ἦτοι αὐξάνουν τοῦτον και κατὰ συνέπειαν εὐρίσκομεν μεγαλύτεραν ὕγρασιαν μάρανσεως (πίναξ 7). Διὰ τοῦτο εἰς περίπτωσιν ἀλατούχων έδαφῶν ὡς ἀνωτέρω ἀνεφέραμεν ἀπομακρύνομεν τὰ ἄλατα εκπλύνοντες τὸ έδαφος δι' 100 εκ. ἀπεσταγμένου ὕδατος.

3) **Ἐπίδρασις τοῦ χρόνου διηθήσεως.** — Ὁ χρόνος έπαφῆς τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος μετὰ τοῦ ὕγρου έδάφους ἔχει μεγάλην ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων. Αὐξανομένου τοῦ χρόνου έπαφῆς αὐξάνεται και τὸ ποσὸν τοῦ αφαιρουμένου ὕδατος, έπομένως έλαττοῦνται ἡ ὕγρασις μάρανσεως.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς αὐξήσεως τοῦ χρόνου έπαφῆς τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος μετὰ τοῦ έδάφους φαίνεται, ὅτι ἔχομεν διάχυσιν τοῦ ἐπιδρῶντος σακχαροῦχου διαλύματος και ἀνάμιξιν μεθ' ὕδατος συγκρατουμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν κολλοειδῶν και μὴ ἀποδιδομένου εἰς τὸ φυτόν. Τοῦτο καταφαίνεται εκ τῶν κάτωθι ἀποτελεσμάτων (πίναξ 8).

Ἐκ πολλῶν πειραμάτων διεπιστώθη, ὅτι έπαφή τοῦ σακχαροῦχου διαλύματος μετὰ τοῦ

ΠΙΝΑΞ 6

α α	Ὑγρασία μάρανσεως προσδ. διὰ σακχαρ. διαλυμάτων ὁσμωτικῆς πιέσεως				Ὑγροσκοπικότης %	Ὑγρασία μάρανσεως ὑπολογισθεῖσα εκ τῆς ὕγροσκοπικότητος %
	4 ἀτμοσφ.	5 ἀτμοσφ.	10 ἀτμοσφ.	15 ἀτμοσφ.		
1	6.2	5.9	3.55	3.1	3.8	5.7
2	22.0	18.1	13.4	13.1	19.1	22.9
3	12.1	9.5	5.9	5.0	8.1	11.3

ΠΙΝΑΞ 7

α α	Ὑγροσκοπικότης % (Y)	NaCl %	Ὑγρασία μάρανσεως ἄνευ εκπλύνσεως τοῦ NaCl (M <sub>1</sub> )	$\frac{M_1}{Y}$	Ὑγρασία μάρανσεως μετὰ εκπλύνσιν τοῦ NaCl (M)	$\frac{M}{Y}$
1	12.6	0.195	33.1	2.6	19.6	1.5
2	25.5	0.495	45.7	1.7	32.5	1.2

ΠΙΝΑΞ 8

α α	Υγρασία μαράνσεως επί τοις % προσδιορισθείσα διά σακχ. διαλύματος			Υγροσκοπικότης %	Υγρασία μαράνσεως υπολογισθείσα εκ τής υγροσκοπικότητος %
	5 λεπτά παραμονή του σακχ. διαλύματος επί του χωνίου και 5 λεπτά διάρκεια διηθήσεως	15 λεπτά παραμονή του σακχ. διαλύματος επί του χωνίου και 5 λεπτά διάρκεια διηθήσεως	1 ώρα παραμονή του σακχ. διαλύματος επί του χωνίου και 5 λεπτά διάρκεια διηθήσεως		
1	6.5	6.3	4.2	4.7	7.0
2	8.2	8.0	5.7	5.6	7.8
3	15.7	15.4	12.4	11.7	15.2

ύγρου έδάφους επί 10 λεπτά μās διδει τὰ καλύτερα αποτελέσματα. Διά τοῦτο, ὡς ἀνωτέρω ἀνεφέραμεν συνιστώμεν παραμονήν τοῦ σακχαρούχου διαλύματος μετὰ τοῦ έδάφους (εἰς τὸ χωνίον) 5 λεπτά καὶ διάρκειαν διηθήσεως 3—5 λεπτά.

## SUMMARY

A new method is proposed for the determination of the permanent wilting percentage (wilting coefficient) of the soil. The method in outline is as follows: 100 ml. of sugar solution (51.31 gr. sugar 1 L. water) (solution A) of known specific gravity and therefore osmotic pressure (approx. 4 atm) is filtered through a layer of moist soil (in minimum water holding capacity). The sugar solution is allowed to stand in contact with the moist soil on the filter for 5 minutes. It is then filtered with the aid of filter pump. The filtration must be completed within 3 to 5 min.

The filtered sugar solution extracts from the moist soil the water above the wilting coefficient.

By determination of the degree Baumé (and then the Sp. Gr. by aid of table) of the sugar solution before and after the filtration we can estimate

the amount of water taken up by the filtered sugar solution.

The wilting coefficient of the soil is found by subtracting this amount of water from the minimum water holding capacity of the soil.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) *F. J. Viehmeyer and A. H. Hendrickson*: Essential of irrigation and cultivation of orchards California Agr. extension circular 50, 1930.
- 2) *Vegeler u. Alten*: Zeits Pflanzenernährung u. D. Bodenkunde A. 22, 207 (1931).
- 3) *L. J. Briggs u. H.L. Shantz*: Bot. Gaz. 51, 210, 1911.
- 3) *F. Scheffer*: Teil b. Pflanzenernährung 29, 1938.
- 4) *A. Demolon*: La dynamique du sol 1932.
- 5) *H. J. Veihmeyer and A. H. Hendrickson*: Water-Holding Capacity of soils and its effecton irrigation Practices, Agricultural Engineering vol. 19 (11), Novembre 1938.
- 6) *R. Herrmann*: Untersuchung von Boden 1941.
- 7) *A. Demolon*: Guide pour l'étude expérimentale du sol 1933.

## Ἡ προέλευσις τῶν στοιχείων\*

ὑπό Σ. Ν. ΣΒΟΛΟΠΟΥΛΟΥ

Φυσικοῦ, τοῦ Ἐθνικοῦ Ἀστεροσκοπεῖου Ἀθηνῶν

Τὸ κύριον πόρισμα τῆς μελέτης τῶν ἀτομικῶν πυρήνων εἶναι, ὡς γνωστόν, ὅτι οἱ διάφοροι πυρήνες εἶναι συμπλέγματα τῶν αὐτῶν βασικῶν σωματιδίων. Ἡ χαρακτηριστικὴ αὐτῆς σύστασις τῶν πυρήνων μās ὠθεῖ εἰς τὴν σκέψιν, ὅτι τὰ ποικίλλα στοιχεῖα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος ἔχουν μίαν καὶ τὴν αὐτὴν καταγωγὴν, δηλαδὴ ὅτι προήλθον ἐκ τῆς ἐξελίξεως τῆς αὐτῆς ἀρχικῆς ὕλης. Ἡ μελέτη τῆς πιθανῆς προελεύσεως τῶν στοιχείων καὶ τῶν συνηκῶν τῆς ἐξελίξεως τῶν θά μās ἀπασχολήσῃ κατὰ τὴν παροῦσαν ὁμιλίαν.

Προφανῶς, ἡ πρώτη ὕλη, «τὸ ἀρχέγονον νέφος», ἐκ τῆς ὁποίας ἐγεννήθη ὁ σημερινὸς Κόσμος διαφεύγει τὸν ἐπιστημονικὸν ἔλεγχον. Ὅθεν, τὸ τιθέμενον ἐρώτημα εἶναι. 1) ἐὰν τὰ βαρέα στοιχεῖα προήλθον ἐκ τῶν ἐλαφρῶν

\* Διάλεξις γενομένη ἐν τῷ Χημείῳ τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν τὴν 31-3-1948.

στοιχείων τοῦ περιοδικοῦ συστήματος συνθετικῶς, ἢ συνέβη τὸ ἀνίστροφον, ἤτοι διάσπασις βαρέων στοιχείων εἰς ἐλαφρά, καὶ 2) πῶς ἐπήλθεν ἡ ἐξέλιξις αὐτῆ. Ἡ ἀπάντησις πρέπει νὰ ἐξηγήῃ διάφορα συμπεράσματα τῆς παρατηρήσεως, ὡς τὴν σχετικὴν ἀφθονίαν τῶν στοιχείων εἰς τὸ Σύμπαν. Ἐπίσης ἡ ἀπάντησις, δίδουσα τὴν θέσιν καὶ τὸν χρόνον, ὅπου ἔλαβε χώραν ἡ ἐξέλιξις αὐτῆ, πρέπει νὰ εὐρίσκηται ἐν συμφωνίᾳ πρὸς τὰς ἀπαιτήσεις τῆς ἐξελίξεως τῶν μεγάλων συγκροτημάτων μάζης, ἤτοι τῶν ἀστέρων καὶ τῶν νεφελωμάτων ἢ καὶ τῆς τοιαύτης τοῦ χώρου τοῦ Σύμπαντος. Καὶ ταῦτα, διότι ὁ μὲν χώρος, κατὰ τὸ γνωστὸν πόρισμα τῆς θεωρίας τῆς Σχετικότητος, διαστέλλεται, οἱ δὲ ἀστέρες ὁμοίως δεικνύουν μίαν ἐξέλιξιν.

Ἡ ἐξέλιξις τῶν ἀστέρων καὶ ἡ ἐσωτερικὴ σύστασις αὐτῶν θά μās ἀπασχολήσῃ πρὶν εἰσέλθωμεν εἰς τὸ κύριον θέμα.



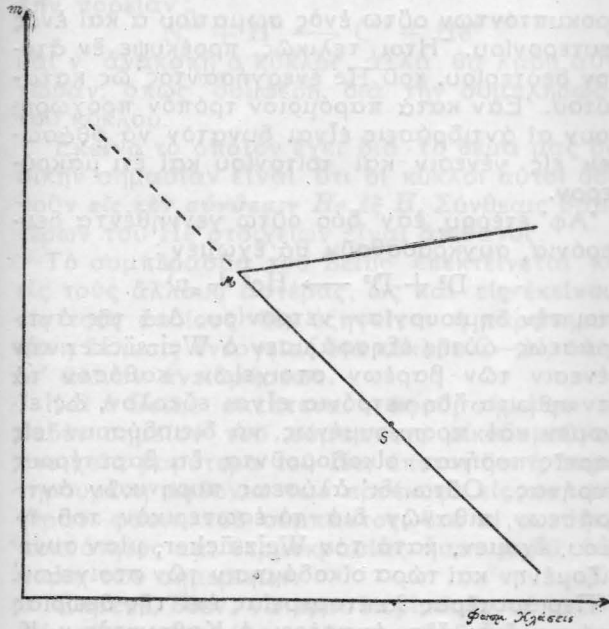
### Εισαγωγή,

Πράγματι όλοι οι άστéρες δέν έχουν τó αυτό φάσμα. Τó φάσμα ποικίλλει από άστéα εις άστéρα. Είναι όμως δυνατόν νά κατατάξωμεν τά άστρικά φάσματα εις κλάσεις, από τά πτωχότερα εις γραμμάς φάσματα μέχρι τών πλουσιών εις τοιαύτας. Αυτή δέ αυτή ή ύπαρξις μιáς ποικιλίας φασμάτων από, τρόπον τινά, άτελή φάσματα εις πλούσια εις γραμμάς φάσματα δημιουργεί τήν έντύπωσιν μιáς εξέλιξεως από άτελή μορφήν εις τελειότεραν.

Η πλησιεστέρα μελέτη τών άστéρων ένισχύει τήν άποψιν ταύτην.

Εάν τοποθετήσωμεν όλους τούς γνωστούς άστéρας εις διάγραμμα μέ τεταγμένην τήν άπόλυτον λαμπρότητα και τετμημένην τás φασματικές κλάσεις από τήν πλέον πτωχήν εις γραμμάς μέχρι τήν πλουσιωτέραν, τήν αντίστοιχούσαν επίσης εις τήν μικροτέραν θερμοκρασίαν, θά λάβωμεν μιαν ιδιάζουσαν κατανομήν.

Οι άστéρες δέν θά κατανέμονται τυχαίως εις τó διάγραμμα αυτό, άλλ' αντίθέτως θά καταλάβουν ώρισμένας περιοχάς. Αι περιοχάι αύται δεικνύουν μάλιστα μιαν τοιαύτην πρòς άλλήλας θέσιν, ώστε έν τῷ συνόλῳ νά άποτελοῦν εύθείας γραμμάς κατά τó σχήμα 1 :



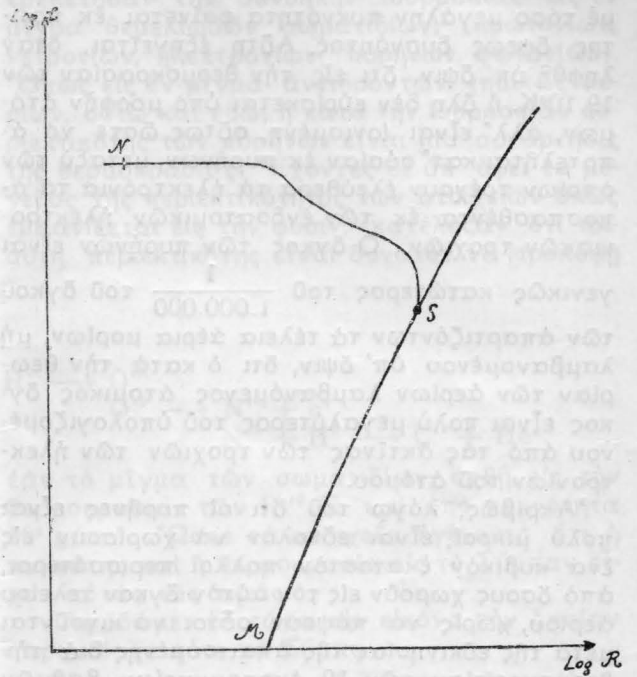
Σχ. 1

Επί παραδειγματι ό 'Ηλιος εύρίσκεται παρά τήν θέσιν S τής εύθείας MS, επί τής όποίας κείνται οι άστéρες, οι έχοντες κατανομήν τής έσωτερικής ύλης μέ τήν του 'Ηλίου.

Προφανώς, λοιπόν, υπάρχουν κοιλάδες ενεργείας, πρòς τás όποίας ρέπουν οι άστéρες και μέσα, από τás όποίας, ίσως νά εξέλιξωνται.

Τήν εξέλιξιν ένòς άστéρος μάς τήν δεικνύει παραστατικώτατα ό Gamow (1) εις διάγραμμα ανάλογον πρòς τó προηγούμενον μέ τεταγμένην τόν λογάριθμον τής άστρικής λαμπρότητος

και τετμημένην τόν λογάριθμον τής άστρικής άκτίνοσ. (Σχ. 2)



Σχ. 2

Εις αυτό, εις άστήρ παρόμοιος του 'Ηλίου, αλλά πολύ μεγαλυτέρας μάζης, άκολουθεί, κανονικώς εξέλιξόμενος, καμπύλην τής μορφής SN, έλαττούμενος εις όγκον, ένῶ ή θερμοκρασία του και ή λαμπρότης του αυξάνουν.

Η πορεία αυτή έχει σημαντικόν ένδιαφέρον, ως θά ίδωμεν, διά τó πρόβλημά μας, και ιδιαιτέρως ή θέσις αυτής N.

Εις τήν θέσιν αυτήν ή θερμοκρασία του κέντρου του άστéρος υπερβαίνει τούς 10<sup>9</sup> K και ή πίεσις έλαττούται πάρα πολύ, ώστε νά μη ειναί άρκετή νά υποβαστάσῃ τά έξωτερικά στρώματα του άστéρος, άτινα καταρρέουν πρòς τó κέντρον. Αυτή ή άπότομος πτώσις τών έξωτερικών στρωμάτων του άστéρος πρòς τó κέντρον έχει ως άποτέλεσμα τήν έκκλισην τεραστίας ποσότητος ενεργείας, γενομένης άντιληπτής έκ τής αναλάμψεως του άστéρος. Τó φαινόμενον τοῦτο είναι γνωστόν ως εμφάνισις novae (δηλ. νέου άστéρος), ή όταν λαμβάνει χώραν υπό μεγαλυτέραν έντασιν, ως εμφάνισις supernovae. Επί τών φαινομένων αυτών θά επανέλθωμεν άργότερον.

Τώρα σημασίαν έχει ή θέσις S του διαγράμματός μας.

Εις αυτήν έχομεν, όπως, είπομεν, άστéρα μέ έσωτερικήν δομήν ανάλογον πρòς τήν του 'Ηλίου.

Τό ένδιαφέρον χαρακτηριστικόν' εις τήν προκειμένην περίπτωσηιν, του έσωτερικού του 'Ηλίου είναι, ότι εκεί ή ύλη εύρίσκεται κατά τούς ύπολογισμούς του Eddington, υπό πυκνότητα 77 g/cm<sup>3</sup>, υπό θερμοκρασίαν 19.10<sup>9</sup> K. και συμπεριφέρεται ως τέλειον άέριον. Δηλαδή ή ύλη του κέντρου του 'Ηλίου είναι έν τέλειον άέριον

πυκνότητας δεκαπλασίας περίπου της πυκνότητας του χάλυβος!

Ἡ διαπίστωση αὕτη τῆς ὑπάρξεως ἀερίου μὲ τόσο μεγάλην πυκνότητα φαίνεται ἐκ πρώτης ὄψεως δυσνόητος. Αὕτη ἐξηγείται, ὅταν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν, ὅτι εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 19.10°K. ἡ ὕλη δὲν εὐρίσκεται ὑπὸ μορφῆν ἀτόμων, ἀλλ' εἶναι ἰονισμένη, οὕτως ὥστε νὰ ἀποτελεῖται κατ' οὐσίαν ἐκ πυρήνων, μεταξὺ τῶν ὁποίων τρέχουν ἐλεύθερα τὰ ἠλεκτρόνια τὰ ἀποσπασθέντα ἐκ τῶν ἐνδοατομικῶν ἠλεκτρονιακῶν τροχιῶν. Ὁ ὄγκος τῶν πυρήνων εἶναι γενικῶς κατώτερος τοῦ  $\frac{1}{1.000.000}$  τοῦ ὄγκου

τῶν ἀπαρτιζόντων τὰ τέλεια ἀέρια μορίων, μὴ λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν, ὅτι ὁ κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν ἀερίων λαμβανόμενος ἀτομικὸς ὄγκος εἶναι πολὺ μεγαλύτερος τοῦ ὑπολογιζομένου ἀπὸ τὰς ἀκτίνας τῶν τροχιῶν τῶν ἠλεκτρονίων τοῦ ατόμου.

Ἀκριβῶς, λόγῳ τοῦ ὅτι οἱ πυρήνες εἶναι πολὺ μικροί, εἶναι εὐκόλον νὰ χωρίσουν εἰς ἓνα κυβικὸν ἑκατοστὸν πολλοὶ περισσότεροι, ἀπὸ ὅσους χωροῦν εἰς τὸν αὐτὸν ὄγκον τελείου ἀερίου, χωρὶς νὰ πάψουν οὗτοι νὰ κινοῦνται μετὰ τῆς εὐκινήσεως τῆς ἀπαιτουμένης διὰ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 19 ἑκατομμυρίων βαθμῶν δι' ἓν τέλειον ἀέριον.

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω πρέπει νὰ ἐξετάσωμεν τί εἶναι δυνατόν νὰ συμβαίη εἰς τοιαύτην ὕλην, μὲ τόσην πληθώραν πυρήνων ἐχόντων κινήτικὴν ἐνέργειαν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν προλεχθεῖσαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν. Εἶναι ἐπόμενον, ὅτι ὑπὸ τιαύτας συνθήκας εἶναι δυνατόν νὰ συμβαίνουν πολλαὶ θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις. Τὰ ἀφθονα πρωτόνια κατορθώνουν νὰ ὑπερνικήσουν τὰς ἀπώσεις τῶν ἀφθόνων γύρω τῶν διαφόρων πυρήνων, καὶ νὰ εἰσέλθουν εἰς αὐτούς. Ἐνῶ τὰ νετρόνια συναντοῦν εἰς τὸ πρῶτον τῶν βῆμα πυρήνας καὶ εἰσέρχονται εἰς αὐτούς, ἄνευ οὐδεμιᾶς ἀπώσεως, λόγῳ τοῦ ἀφορτίστου αὐτῶν. Ἐχομεν ἐκεῖ, ἐν ἄλλαις λόγοις, *ιδεώδεις συνθήκας διὰ τὴν ὑπαρξίν καὶ τὴν διατήρησιν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων.*

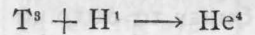
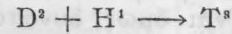
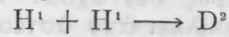
Ἡ ἔρευνα δὲ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, αἱ ὁποῖαι εἶναι πιθαναί, καὶ τῶν συνθηκῶν, ὑπὸ τὰς ὁποίας αὗται διατηροῦνται μᾶς ἔδωκε τὴν ἀρχὴν τῆς μελέτης τοῦ τρόπου καθ' ὃν οἰκοδομοῦνται τὰ στοιχεῖα.

#### Θεωρία τοῦ Weizsäcker.

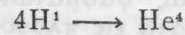
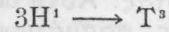
Ἄς ἴδωμεν τώρα πῶς ἀντιμετωπίσθη τὸ ζήτημα τοῦτο ὑπὸ τῶν διαφόρων θεωριῶν, ἀρχίζοντες ἀπὸ μίαν θεωρίαν, μὲ ἀξιώσεις, διατυπωθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Weizsäcker.

Βάσις τῆς θεωρίας ταύτης εἶναι ἡ «προσαύξεις» τῶν πυρήνων, δηλαδὴ ἡ διαδοχικὴ οἰκοδόμησις ὄλων τῶν στοιχείων, ἐκ τοῦ ἀπλουστέρου τῶν, τοῦ ὕδρογόνου. Τὸ ἀντίθετον ἢ προέλευσις τῶν ἐλαφρῶν στοιχείων ἐκ τῆς διασπάσεως τῶν βαρύτερων, θεωρεῖται ἀπίθανον. Προφανῶς, μόνον εἰς ἐλάχιστα στοιχεῖα, εἰς τὰ ἀκτινεργά, εἶναι δυνατόν νὰ ἔχωμεν τοιαύτας διασπάσεις.

Θὰ πρέπει, λοιπόν, νὰ περιμένωμεν σειρὰν ἀντιδράσεων, ὅπως αἱ:



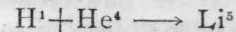
ἢ ὅπως αἱ ἀκόλουθοι:



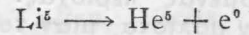
Ἄλλ' ἡ «προσαύξεις» κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον δὲν εἶναι πιθανή. Π. χ. δὲν εἶναι δυνατόν νὰ συγκρουσθοῦν ταύτοχρόνως τέσσαρα πρωτόνια καὶ νὰ προέλθῃ ἐκ τῆς συγκρούσεως ἓν He.

Ἐν παράδειγμα τῆς γραμμῆς τὴν ὁποίαν ἠκολούθησεν ὁ Weizsäcker μᾶς δίδουν αἱ πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις αἱ ὀδηγοῦσαι εἰς τὴν δημιουργίαν τοῦ ἀμέσως μετὰ τὸ ὕδρογόνον βαρύτερου πυρήνος τοῦ D.

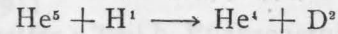
Οὕτω, ἐὰν ἓν πρωτόνιον συγκρουσθῇ μὲ ἓν σωματίον α θὰ ἔχωμεν τὴν ἀντίδρασιν:



ἐκ τῆς ὁποίας τὸ προκύπτον Λίθιον, ὡς ἀσταθές, διασπᾶται κατὰ τὴν:



ὅτε τὸ προκύπτον ἰσότοπον τοῦ He συγκρουόμενον μὲ ἓν ἄλλο πρωτόνιον ἀκολουθεῖ τὴν:



προκυπτόντων οὕτω ἐνὸς σωματίου α καὶ ἐνὸς δευτερονίου. Ἦτοι τελικῶς προέκυψε ἓν ἄτομον δευτερίου, τοῦ He ἐνεργήσαντος ὡς καταλύτου. Ἐὰν κατὰ παρόμοιον τρόπον προχωρήσουν αἱ ἀντιδράσεις εἶναι δυνατόν νὰ φθάσωμεν εἰς γένεσιν καὶ τριτονίου καὶ ἔτι μακρύτερον.

Ἀφ' ἐτέρου, ἐὰν δύο οὕτω γεννηθέντα δευτερόνια, συγκρουσθοῦν θὰ ἔχωμεν:



ἢτοι τὴν δημιουργίαν νετρονίου. Διὰ τῆς ἀντιδράσεως αὐτῆς ἐξησφάλισεν ὁ Weizsäcker τὴν γένεσιν τῶν βαρέων στοιχείων, καθόσον τὰ γεννηθέντα ἤδη νετρόνια εἶναι εὐκόλον, ὡς εἴπωμεν καὶ προηγουμένως, νὰ διεισδύσουν εἰς βαρεῖς πυρήνας οἰκοδομοῦντα ἔτι βαρύτερους πυρήνας. Οὕτω, δι' ἀλύσεως πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, πιθανῶν διὰ τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἡλίου, ἔχομεν, κατὰ τὸν Weizsäcker, μίαν συνεχιζομένην καὶ τώρα οἰκοδόμησιν τῶν στοιχείων.

Περισσότερας λεπτομερείας ἐπὶ τῆς θεωρίας ταύτης ἔχει ἤδη ἀναφέρει ὁ Καθηγητὴς κ. Κ. Ἀλεξόπουλος, εἰς ὀμιλίαν τοῦ δημοσιευθεῖσαν εἰς τὸ δελτίον τῆς Ἐνώσεως Φυσικῶν τῷ 1938, ὅτε ἡ θεωρία αὕτη ἐνομιζέτο ὡς λίαν πιθανή.

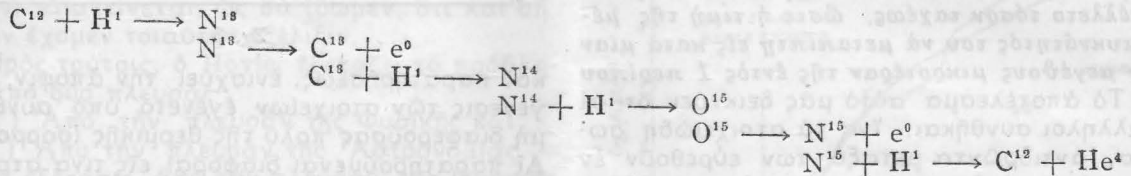
Σήμερον δὲν πιστεύεται ὅτι εἶναι πιθανὸν νὰ οἰκοδομοῦνται βαρέα στοιχεῖα εἰς τὸν ἥλιον ἢ εἰς ἄλλον τινὰ παρόμοιον ἀστέρα.

#### Θεωρία Bethe.

Τὸ ἀδύνατον τῆς κατασκευῆς εἰς μεγάλας ποσότητας βαρύτερων τοῦ He στοιχείων, εἰς τοὺς συνήθεις ἀστέρας, ἀπέδειξε ὁ Bethe (²) τῷ 1939. Οὗτος θέτει ὡς βᾶσιν τῆς ἐρεύνης του τὴν ἀναζήτησιν τῶν ἀντιδράσεων ἐκείνων, αἱ ὁ-

ποῖαι συμβαίνουσαι εἰς τὸν ἥλιον, ἐκλύουσι τόσον ποσὸν ἐνεργείας, ὅσον παρατηρεῖται ὅτι ἐκπέμπει ὁ ἥλιος. Ὁ Bethe ἐμελέτησεν δηλαδὴ ὅλας τὰς πιθανὰς εἰς τὸν ἥλιον ἀντιδράσεις καὶ κατέληξεν ὅτι μόνον δύο κύκλοι ἀλυσσῶν ἀντιδράσεων εἶναι δυνατὸν νὰ δικαιολογήσουσι τὴν ὑπὸ τοῦ ἥλιου ἐκπεμπομένην ποσότητα ἐνεργείας,

Ἐκ τῶν δύο κύκλων μεγαλειότεραν σπουδαιότητα ἔχει ὁ κύκλος C—N, εἰς τὸν ὁποῖον παρεμβαίνει ὡς καταλύτης ὁ C, καὶ εἶναι ὁ ἀκόλουθος:



Ὁ οὕτω τελικῶς ἀναγεννώμενος C συγκρούεται πάλιν μὲν ἔν πρῶτονιον καὶ ὁ κύκλος ξαναρχίζει.

Ἡ ἄλυσις τῶν ἀντιδράσεων, καθὼς ἀκριβῶς δεικνύεται εἰς τὸν κύκλον, δὲν ἀλλάσσει, διότι δὲν ὑπάρχουν, διὰ τὰς συνθήκας τοῦ ἥλιου, ἄλλαι ἀντιδράσεις πιθανώτεραι αὐτῶν. Ἀπαγορεύεται ἐνεργειακῶς π. χ. ἡ τετάρτη κατὰ σειράν ἀντίδρασις τοῦ κύκλου C—N νὰ λάβῃ τὴν πορείαν:



καὶ ν' ἀνακοπῇ ὁ κύκλος, ἀλλὰ θὰ λάβῃ αὕτη χώραν, ὅπως συμφέρη διὰ τὴν συμπλήρωσιν τοῦ κύκλου.

Ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον ἔχει διὰ τὸ θέμα μας βασικὴν σημασίαν εἶναι ὅτι οἱ κύκλοι αὗτοι ὀδηγοῦν εἰς τὴν σύνθεσιν He ἐξ H. Σύνθεσις βαρυτέρων τοῦ He στοιχείων εἶναι ἀπίθανος.

Τὸ συμπέρασμα τοῦ Bethe ἐπεκτείνεται καὶ εἰς τοὺς ἄλλους ἀστέρας, ὡς καὶ εἰς ἐκείνους εἰς τοὺς ὁποίους δὲν ἐξηγεῖται ἡ παρατηρούμενη ἔκλυσις ἐνεργείας διὰ κύκλου C—N, ἀλλὰ δι' ἄλλων ἀντιδράσεων.

Καὶ ὁ Bethe σκέπτεται: ἀφοῦ σήμερον εἰς οὐδὲν σημεῖον τοῦ σύμπαντος οἰκοδομοῦνται στοιχεῖα βαρύτερα τοῦ He, ἔπειτα ὅτι ἡ παρατηρούμενη ἀφθονία τῶν προέκυψε εἰς παλαιότεραν φάσιν τοῦ σύμπαντος, ὅτε αἱ συνθήκαι πυκνότητος καὶ θερμοκρασίας ἦσαν πολὺ διάφοροι τῶν σημερινῶν.

Ἐπρεπε, ὅθεν, νὰ προσδιορισθοῦν αἱ συνθήκαι τῆς πρωτογόνου φάσεως τοῦ Σύμπαντος, κατὰ τὴν ὁποῖαν ἔγιναν τὰ στοιχεῖα. Καὶ τώρα ἄς εἰσέλθωμεν εἰς τὰς βάσεις τῶν πρὸς τὴν κατεύθυνσιν ταύτην ἐρευνῶν.

#### Ἡ γένεσις τῶν στοιχείων εἰς πρωτογόνους καταστάσεις τοῦ Σύμπαντος.

Ἡ ὁμοιομορφία τῆς κατανομῆς τῶν στοιχείων εἰς τὸ Σύμπαν συνηγορεῖ ὑπὲρ τῆς γνώμης, ὅτι οἱ πυρῆνες ἐσχηματίσθησαν εἰς ὅλον τὸ Σύμπαν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας. Μία ταύτη ὁμοιομορφία δὲν ἦτο ἄλλως δυνατὸν νὰ ἐπιτευχθῇ παρὰ μόνον ὑπὸ συνθήκας προσεγγιζούσας μίαν στατιστικὴν ἰσορροπίαν.

Διὰ νὰ εὑρουσι, λοιπόν, τὰς συνθήκας ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐγένετο ἡ σύνθεσις τῶν στοιχείων ἐμελέτησαν τὴν συνθήκην ἰσορροπίας εἰς ἓν μίγμα θεμελιωδῶν σωματιδίων, (πρωτονίων, νετρονίων, ἠλεκτρονίων, πυρηνίων, φωτονίων). Ὅπως εἰς ἓν μίγμα ἀντιδρόντων χημικῶς ἀερῶν, οὕτω καὶ ἐδῶ, ἡ κατὰ τὴν ἰσορροπίαν περιεκτικότης τῶν πυρηνίων εἶναι μία συνάρτησις τῆς θερμοκρασίας. Ἐχοντες δὲ ὑπ' ὄψει τὸ μέγεθος τῆς περιεκτικότητος τῶν στοιχείων ὅπως ἐμφανίζεται εἰς τὴν φύσιν, κατέληξεν ὅτι ταύτη περιεκτικότης εἶναι δυνατὸν νὰ προκύψῃ

ἐάν τὸ μίγμα τῶν σωματιδίων ἀχθῇ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $10^{10}$  K καὶ ὑπὸ πυκνότητα  $10^6$  g/cm<sup>3</sup>. Ὡστε τὰ στοιχεῖα ἐγένοντο ὅτε ἡ πυκνότης καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸ Σύμπαν εἶχον αὐτὰς τὰς τιμὰς.

Ἄς ἴδωμεν δὲ τώρα τὴν εἰκόνα τὴν ὁποῖαν παρουσιαζε τότε τὸ Σύμπαν.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι τὸ Σύμπαν διαστελλεται. Τοῦτο εἶναι ἓν συμπέρασμα τῆς θεωρίας τῆς σχετικότητος. Ἐπίσης παρατηρήσεις ἐνισχύουν τὴν ὑπόθεσιν ταύτην. Αἱ παρατηρήσεις αὗται εἶναι αἱ διαπιστώσεις ἀποτελέσματος Doppler εἰς τὸ φάσμα τῶν σπειροειδῶν νεφελωειδῶν, οἵτινες ἀποτελοῦνται ἀπὸ πλήθη ἀστέρων, ὅπως ὁ ἡμέτερος Γαλαξίας. Ὅλοι αὗτοι οἱ νεφελωειδεῖς, ὅπως ἀκριβῶς καὶ ὁ ἡμέτερος Γαλαξίας, μέρος τοῦ ὁποίου εἶναι καὶ τὸ ἡλιακὸν σύστημα, ἀπομακρύνονται ἐνὸς κεντρικοῦ σημείου. Εἶναι κάτι παρόμοιον μὲ ὅτι συμβαίνει μὲ ἓνα σωρὸν μάζης ἐκκραγέντα, ὅτε τὰ τεμάχια τοῦ διασκορπίζονται εἰς τὸν γύρω χώρον. Παρατηροῦμεν σήμερον τὴν διαστολὴν ταύτην ὡς ἓν φαινόμενον συμβαῖνον ἀφ' ἑαυτοῦ, χωρὶς νὰ γνωρίζωμεν πότε ἄρχισε καὶ διατῆ.

Τὸ Σύμπαν, λοιπόν, ἄλλοτε ἦτο μικρότερον καὶ συνεπῶς ἡ αὐτὴ ποσότης ὕλης εὕρισκετο εἰς χώρον μικρότερον, ὑπὸ μεγαλειότεραν πυκνότητα. Ἐπομένως ὅτι ἀνεφέρθη προηγουμένως σχετικῶς μὲ τὴν οἰκοδόμησιν στοιχείων εἰς παλαιότεραν φάσιν τοῦ Σύμπαντος, πρέπει νὰ συζητηθῇ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς θεωρίας τῆς διαστολῆς. Πρέπει νὰ ὀλοκληρώσωμεν τὴν εἰκόνα τοῦ Σύμπαντος διὰ τὴν φάσιν ἐκείνην, κατὰ τὴν ὁποῖαν ἡ πυκνότης ἦτο τῆς τάξεως τῶν  $10^6$  g/cm<sup>3</sup>, ὅρου ἀπαιτουμένου, ὡς εἴπομεν προηγουμένως, διὰ τὴν γένεσιν τῶν στοιχείων. Πρέπει νὰ ἴδωμεν τελικῶς πόσον χρόνον τὸ Σύμπαν διετέλεσε ὑπὸ τὴν φάσιν ἐκείνην.

Διὰ νὰ ἀντιληφθῶμεν τὴν εἰκόνα τῆς ἐποχῆς ἐκείνης ἐν σχέσει πρὸς τὴν σημερινὴν εἰκόνα τοῦ Σύμπαντος θὰ χρησιμοποιήσωμεν μερικοὺς ἀριθμοὺς,

Σήμερον, ἐάν φαντασθῶμεν ὅτι ἡ ὕλη εἶναι

δμοιομόρφως κατανεμημένη εις τὸ Σύμπαν, ἡ πυκνότης τῆς θὰ εἶναι  $\rho_{\pi} \sim 10^{-30}$  g/cm<sup>3</sup>. Ὡστε εἰς κύβος μεριέχων 1 g ὕλης θὰ ἔχη ἀκμὴν μήκους  $l \sim 10^{10}$  cm, δηλαδή 100 χιλιάδες χιλιόμετρα.

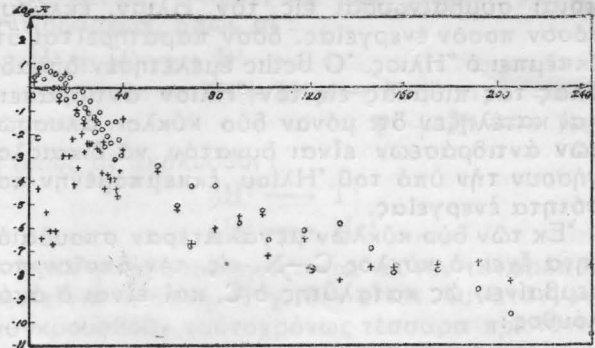
Τὴν ἐποχὴν ὅμως κατὰ τὴν ὁποῖαν ἡ πυκνότης ἦτο  $10^6$  ὁ κύβος αὐτὸς εἶχε ἀκμὴν:  $l \sim 10^{-3}$  cm. Ἡ ταχύτης διαστολῆς ὑπολογίζεται ὑπὸ τοῦ Gamow (3) ὅτι θὰ εἶχε τὴν τιμὴν  $\sim 0,01 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ . Τοῦτο ὅμως σημαίνει, ὅτι τὴν ἐπο-

χὴν ἐκείνην, κατὰ τὴν ὁποῖαν ἡ μέση πυκνότης ἦτο τῆς τάξεως τῶν  $10^6$  g/cm<sup>3</sup> τὸ Σύμπαν διεστέλλετο τόσο ταχέως, ὥστε ἡ τιμὴ τῆς μέσης πυκνότητός του νὰ μεταπίπτη εἰς κατὰ μίαν τάξιν μεγέθους μικροτέραν τῆς ἐντὸς 1 περίπου sec. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ μᾶς δεικνύει ὅτι αἱ κατάλληλοι συνθήκαι, ἵνα τὰ στοιχειώδη σωματίδια, ἀντιδρῶντα μεταξύ των εὔρεθοῦν ἐν ἰσορροπία καὶ δημιουργήσουν τὴν ποικιλίαν τῶν στοιχείων, ὑπῆρξαν μόνον κατὰ τὴν διάρκειαν 1 sec. Ἐντὸς αὐτοῦ τοῦ δευτερολέπτου, ἐνῶ ἡ ὕλη διεστέλλετο, ἐπετεύχθη, ὁ ἀπαραίτητος παράγων, δηλαδή ἡ θερμικὴ ἰσορροπία, ἄμεσον ἀποτέλεσμα τῆς ὁποίας ἦτο, πρὶν παρέλθῃ τὸ δευτερόλεπτον νὰ οἰκοδομηθοῦν τὰ στοιχεῖα καὶ μὲ σχετικὴν περιεκτικότητα, γενικῶς ὁμιλοῦντες, τὴν αὐτὴν ὡς σήμερον.

Τὸ νὰ παραδεχθῶμεν ὅμως, ὅτι ἐπετεύχθη ἰσορροπία ἐντὸς 1 sec μεταξύ τῶν ἀντιδρώντων σωματίων καθ' ὅλον τὸ Σύμπαν, ἐνῶ συγχρόνως τείνοντα ταῦτα νὰ καταλάβουν μεγαλύτερον χῶρον, θεωρεῖται ὑπὸ τοῦ Gamow ὡς λίαν παρακεκινδυνευμένον. Εἶναι δὲ ἐνδιαφέρουσα ἡ παρατήρησις ὅτι ἡ ὑπολογιζομένη περίοδος χρόνου κατὰ τὴν ὁποῖαν ἦτο δυνατόν νὰ ἔλαβε χῶρον ἢ ἀνοικοδόμησις τῶν στοιχείων εἶναι πολὺ βραχυτέρα τῆς διάρκειας ἐπιζήσεως ἐνὸς νετρονίου. Πράγματι ἐν νετρόνιον ἔχει χρόνον ζωῆς 1 ὥρας, ἀκολούθως μεταπίπτον δι' ἐκπομπῆς ἠλεκτρονίου εἰς πρωτόνιον. Ὅθεν ἐάν κατὰ τὴν ἑναρξιν τῆς διαστολῆς ἦσαν παροῦσαι μεγάλα ποσότητες νετρονίων, μέχρις ὅτου μετατραποῦν αὐταί εἰς πρωτόνια, ἡ τιμὴ τῆς πυκνότητος τῆς ὕλης, ὡς καὶ τῆς θερμοκρασίας, θὰ ἐπρόλαβαν νὰ πέσουν εἰς χαμηλὰς τιμὰς.

Ἐξ ὧλων αὐτῶν φαίνεται ὅτι θὰ ἦτο τολμηρὸν νὰ περιμένωμεν τὴν ὑπαρξιν θερμικῆς ἰσορροπίας κατὰ τὴν πρωτόγονον ἐκείνην ἐποχὴν, καθ' ἣν ἡ μέση πυκνότης τοῦ Σύμπαντος ἦτο ἡ ἀπαιτουμένη διὰ τὴν γένεσιν τῶν στοιχείων. Μ' ὄλα ταῦτα ὑπάρχουν ἐργασίαι ὑποστηρίζουσαι, ὅτι αἱ ταχύτητες τῶν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων ἦσαν τόσοσὺν μεγάλα, ὥστε νὰ ἐπέλθῃ ἰσορροπία ἔστω καὶ ἐάν ἡ φάσις διήρκεσε ἐπὶ ὀλίγα δευτερόλεπτα. Σημασίαν δὲ ἔχει, ὅτι κατορθώθη, βάσει τῆς ἀρχῆς τῆς ἰσορροπίας, νὰ ὑπολογισθῇ ἀντιστρόφως ἡ σχετικὴ περιεκτικότης τῶν στοιχείων μὲ καταπληκτικὴν συμφωνίαν μὲ τὰς παρατηρήσεις. Τὴν ἐπιτυχίαν ταύτην βλέπομεν εἰς τὸ ἀκόλουθον διάγραμμα, (4) (Σχ. 3) ἐνθα οἱ σταυροὶ ἀποδίδουν τὰς πειραματικὰς τιμὰς.

Ἡ ἱκανοποιητικὴ αὕτη συμφωνία, θεωρίας



Σχ. 3

καὶ παρατηρήσεως, ἐνισχύει τὴν ἄποψιν, ὅτι ἡ γένεσις τῶν στοιχείων ἐγένετο ὑπὸ συνθήκας μὴ διαφερούσας πολὺ τῆς θερμικῆς ἰσορροπίας. Αἱ παρατηρούμεναι διαφοραὶ εἰς τινὰ στοιχεῖα ἐξηγοῦνται ἐκ τῆς μεταγενεστέρως ἱστορίας αὐτῶν. Οὕτω ἡ περιεκτικότης τῶν ἀκτινεργῶν μετεβλήθη λόγω τῆς, μετὰ τὴν γένεσιν των, ἀκτινεργείας. Ἐπίσης ἡ ἀφθονία τῶν ἐλαφρῶν στοιχείων, ὡς τῶν H, Li, Be, B μετεβλήθη εἰς μεταγενεστέρως ἐποχάς, διὰ τῶν λαβόντων χῶρον θερμοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων.

Αὐταί εἶναι αἱ ἐπιτυχίαι τῆς θεωρίας τῆς γένεσεως τῶν στοιχείων εἰς πρωτόγονον φάσιν τοῦ Σύμπαντος. Ἐφάνη τοιοῦτοτρόπως ἡ σημασία τῆς ἐφαρμογῆς τῆς στατιστικῆς μηχανικῆς, ἀλλ' ἡ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τοποθέτησις τῶν συμπερασμάτων τῆς εἰς τὸν χῶρον τοῦ Σύμπαντος εἶναι προφανῶς πολὺ ἀμφίβολος. Ἐλάχιστοι εἶναι αἱ γνώσεις μᾶς ἐπὶ τῶν παλαιῶν φάσεων τοῦ Σύμπαντος. Εἶναι ζήτημα ἐάν εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας τῶν ἐποχῶν ἐκείνων εἶναι δυνατόν νὰ θεωρήσωμεν τὴν ὕλην ὡς κλειστὸν σύστημα, εἰς τὸ ὁποῖον ἴσχυε ἡ ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας (4). Διότι πράγματι ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας ἐκείνας ἐλάμβανον χῶρον θερμοπυρηνικαὶ ἀντιδράσεις ἀποτέλεσμα τῶν ὁποίων ἦτο ἡ γένεσις πλήθους neutrino. Τὰ neutrino ταῦτα, λόγω τῆς μηδαμινῆς τῶν μάζης, ἦτο δυνατόν νὰ ἐξέλθουν ἐκ τοῦ χῶρου τῆς ἀντιδράσεως συναγωνιζόμενα οὕτω εἰς τὴν φυγὴν τὴν διαστελλομένην ὕλην. Ἀποχώρησις ὅμως τῶν neutrino σημαίνει ἀποχώρησιν μεγάλου ποσοῦ ἐνεργείας, καὶ οὕτω ὁ χῶρος τῶν ἀντιδράσεων δὲν εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ὡς κλειστὸν ἐνεργειακῶς σύστημα.

Ὅλα αὐτὰ μᾶς δεικνύουν πόσον εἶναι δύσκολον νὰ συζητήσωμεν ἐπὶ ἀντιδράσεων, αἰτινες ἐσουνέβησαν εἰς τόσοσὺν παλαιὰς ἐποχάς.

#### Θεωρία τοῦ Hoyle.

Ὡστε αἱ διατυπωθεῖσαι θεωρίαι, βάσει τῆς ἀπόψεως ὅτι τὰ στοιχεῖα οἰκοδομήθησαν εἰς παλαιὰν φάσιν τοῦ Σύμπαντος, δὲν κατάρθωσαν ἀκόμη νὰ μᾶς δώσουν μίαν τελειῶς ἐκφραστικὴν εἰκόνα τῆς ἐπιτευχθείσης ἐξελίξεως.

Τούναντίον μία διάφορος θεωρία διατυπώθησα τῷ 1946 ἀπὸ τὸν Ἄγγλον ἀστροφυσικὸν Hoyle(5), κατ' ὁμοίωσιν νὰ δώσῃ μίαν ὀλοκληρωμένην εἰκόνα.

Ἡ θεωρία τοῦ Hoyle ἐκκινεῖ ἐπίσης ἀπὸ

1945

την πεποίθησιν ότι τὸ πρῶτον στοιχείον ἦτο τὸ Η.

Χρησιμοποιεῖ τὴν στατιστικὴν μηχανικὴν, καὶ παραδέχεται, ὅτι εἰς πυκνότητα  $10^7 \text{ g/cm}^3$  καὶ θερμοκρασίαν  $4 \cdot 10^9 \text{ K}$  ἡ στατιστικὴ ἰσορροπία ἐπιτυγχάνεται ἐντὸς 100 δευτερολέπτων.

Λαμβάνει ὑπ' ὄψιν ὅτι εἰς μεγάλας πυκνότητας τὰ ἠλεκτρόνια εἶναι «ἐκφυλισμένα», δηλαδή, δὲν ἔχουν κατανομὴν κατὰ Maxwell ἀλλὰ κατὰ Fermi.

Τέλος προσδιορίζει καὶ τὸν χρόνον καὶ τὸν τόπον, ἔνθα ἐγένινεν ἡ ἐξέλιξις τῶν στοιχείων. Διατείνεται, ὡς θὰ ἴδωμεν, ὅτι καὶ σήμερον ἔχομεν τοιαύτην ἐξέλιξιν.

Πρὸς τούτους, ὁ Hoyle, ἐξετάζει τὸ πρόβλημα ἀπὸ δύο πλευρὰς :

- α') Ἀπὸ τὴν πλευρὰν τῆς Φυσικῆς καὶ
- β') Ἀπὸ τὴν πλευρὰν τῆς Ἀστρονομίας.

Ἡ ἐξέτασις ἀπὸ τὴν πλευρὰν τῆς Φυσικῆς θὰ μᾶς δώσῃ τὰς καταλλήλους συνθήκας διὰ τὴν γένεσιν τῶν στοιχείων, ἐνῶ ἀπὸ τὴν Ἀστρονομικὴν πλευρὰν θὰ ἀναζητήσωμεν νὰ εὕρωμεν εἰς ποῖα μέρη τοῦ Σύμπαντος ὑπάρχουν τοιαῦται κατάλληλοι συνθήκαι.

Ὁ Hoyle διὰ τὴν ἀπάντησιν εἰς τὸ πρῶτον ἐρώτημα, ἦτοι αἱ κατάλληλοι συνθήκαι διὰ τὴν γένεσιν τῶν στοιχείων, ἠκολούθησεν, ὡς εἴπομεν καὶ προηγουμένως, μεθόδους τῆς στατιστικῆς μηχανικῆς. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὑπερπηδᾷ τὰς δυσκολίας, αἱ ὁποῖαι εἰσάγονται εἰς μεθόδους ἀναλόγους πρὸς τὴν τοῦ Weigsäcker, ὅπου παρακολουθεῖται ἡ ἐξέλιξις βήμα πρὸς βήμα διὰ τῶν διαφόρων ἀντιδράσεων. Ἐδῶ ἀκολουθεῖται εἰς γενικώτερος, ἀλλὰ καὶ ἀσφαλέστερος τρόπος ἐρεύνης.

Ἐπαναλαμβάνομεν ὅτι συμφώνως πρὸς τὴν στατιστικὴν, ἐὰν εἰς μίγμα  $n$  ἀερίων  $A_1, A_2, \dots, A_r, \dots, A_s, \dots, A_n$  εἶναι δυνατόν νὰ εὕρωμεν μίαν ἄλυσιν ἀντιδράσεων συνδέουσαν ἀνά δύο τὰ  $A_s, A_r$  (δι' ὅλας τὰς τιμὰς τῶν  $r$  καὶ  $s$ ), τότε εἶναι δυνατόν νὰ προσδιορισθῇ ἡ σχετικὴ περιεκτικότης τοῦ ἐν ἰσορροπία μίγματος.

Ὁ χρόνος διὰ νὰ φθάσωμεν εἰς τὴν ἰσορροπίαν πρέπει νὰ εἶναι, ἐπαναλαμβάνωμεν, ἀρκετός.

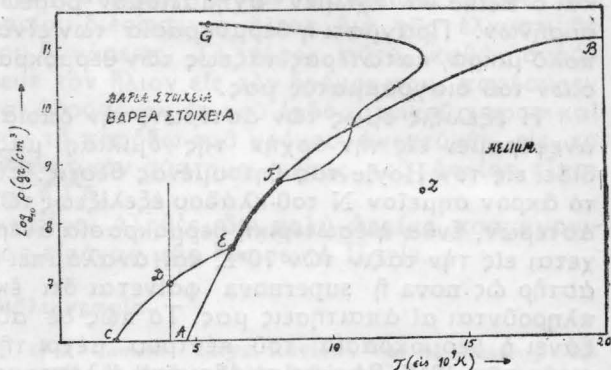
Ὁ ὅρος ὅμως οὗτος τοῦ χρόνου ἔχει ἐξαιρετικὴν σημασίαν. Ἡ ἐπιτεύξις αὐτοῦ ἐξεταζομένη βάσει τῶν ὑπολογισμῶν ταχυτήτων πυρηνικῶν ἀντιδράσεων καὶ τῶν ἀστρονομικῶν προϋποθέσεων, περιορίζει τὰς θέσεις ὅπου προλαμβάνει νὰ ἐπιτευχθῇ ἰσορροπία εἰς χώρους θερμοκρασίας ἄνω τῶν  $4 \cdot 10^9 \text{ K}$ .

Υφισταμένης ἰσορροπίας εἶναι πλέον δυνατός ὁ προσδιορισμὸς τῆς περιεκτικότητος τῶν στοιχείων.

Ἡ περιεκτικότης αὕτη ἐξαρτᾶται τότε ἀπὸ τὰς τιμὰς τῆς πυκνότητος καὶ τῆς θερμοκρασίας. Δι' ἕκαστον ζεύγος τιμῶν τῶν  $\rho, T$  ὑπάρχει, ὑπὸ στατιστικὴν ἰσορροπίαν, μία μοναδικὴ σύνθεσις τῆς ὕλης, ὥστε κάθε σημεῖον διαγράμματος με συντεταγμένας, τὰ  $\rho$  καὶ  $T$  νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς ὀρισμένην περιεκτικότητα τῶν στοιχείων.

Τὸ πρῶτον συμπέρασμα τῆς διερευνήσεως

τοῦ Hoyle εἶναι ὅτι τὸ ἐπίπεδον ἑνὸς τοιούτου διαγράμματος, διαιρεῖται εἰς δύο ὑπὸ μιᾶς καμπύλης, ἀριστερὰ τῆς ὁποίας ἡ ὕλη συνίσταται ἰδίως ἀπὸ στοιχεῖα με ἀτομικὰ βάρη ἄνω τοῦ 50, ἐνῶ πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπικρατεῖ σχεδὸν τελείως τὸ He. Εἰς διάγραμμα με τεταγμένην τὸν  $\log \rho$  καὶ τετμημένην τὴν  $T$  εἰς μονάδας  $10^9 \text{ K}$  ἡ ὀριακὴ καμπύλη εἶναι ἡ ΑΕΒΦ. (Σχ. 4).



Σχ. 4

Οὕτω εἰς τὸ σημεῖον Z, τὸ ὁποῖον ὀρίζεται ἀπὸ ὀρισμένας τιμὰς τοῦ  $\rho$  καὶ  $T$ , ἡ ὕλη ἀποτελεῖται σχεδὸν μόνον ἀπὸ He. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι ἐὰν μία μάζα ὑφίσταται ἐν ἰσορροπία καὶ ἡ πυκνότης τῆς καὶ ἡ θερμοκρασία τῆς εἶναι αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τὸ σημεῖον Z, τότε ἡ μάζα αὕτη ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ πυρήνας He. Ἐνῶ ἐν σημεῖον ἀριστερὰ τῆς καμπύλης, ἔστω τὸ D, χαρακτηρίζει μίαν κατάστασιν ἰσορροπίας ἀπὸ τὰ ἀντίστοιχα  $\rho$  καὶ  $T$ , εἰς μίαν ὕλην, ὅπου ὑπερτεροῦν τὰ βαρέα στοιχεία.

Ἐχομεν ἐπίσης νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι εἰς τὴν περιοχὴν τῶν βαρέων στοιχείων ἡ περιεκτικότης διαφέρει σημαντικῶς ἀπὸ σημείου εἰς σημεῖον τοῦ ἐπιπέδου. Εἰς τὸ σημεῖον D λ.χ., δὲν ὑπάρχει ἐλπίς ἐπιτεύξεως βαρυτάτων στοιχείων, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ σημεῖον G, ἔνθα ἡ ὑψηλὴ πυκνότης εἶναι εἰς εὐνοϊκὸς ὅρος.

Ἡ ἐπίδρασις αὕτη τῆς πυκνότητος ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι με αὐξησιν πυκνότητος ἔχομεν ἀφ' ἑνὸς αὐξησιν τῆς πυκνότητος τῶν ἐλευθέρων νετρονίων, καὶ ἀφ' ἑτέρου αὐξησιν τοῦ λόγου  $\frac{P_n}{P_p}$  τῆς πυκνότητος τῶν ἐλευθέρων νετρονίων πρὸς τὴν πυκνότητα τῶν ἐλευθέρων πρωτονίων.

Ἡ αὐξησις ὅμως τοῦ  $\frac{P_n}{P_p}$  διευκολύνει τὴν γένεσιν πυρήνων περιεχόντων περισσότερα νετρόνια ἀπὸ πρωτόνια. Καὶ οὕτω τελικῶς εἰς τὸ σημεῖον G ἡ σύνθεσις τῆς ὕλης περιορίζεται εἰς τὰ βαρέα στοιχεῖα ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ D, ἔνθα ἔχομεν μόνον ἐλαφρὰ, σχετικῶς, στοιχεῖα.

Ἐξ ὧν τῶν ἀνωτέρω, ἔπεται ὅτι τὸ διάγραμμα μᾶς περικλείει τὰς φυσικὰς συνθήκας διὰ τὴν οἰκοδόμησιν ὧν τῶν στοιχείων εἰς τὸ Σύμπαν καὶ πᾶσα ἐξέλιξις θὰ περιορίζεται ἐντὸς αὐτοῦ.

Πρέπει ν' απαντήσωμεν όμως, λέγει ο Hoyle, και εις τὸ δεύτερον ἐρώτημα, προσπαθοῦντες νὰ εὐρωμεν τὸ μέρος ἐνθα ἐπικρατοῦν αἱ συνθηκαὶ αὗται.

Εἰς τοὺς συνήθεις ἀστέρας, ὅπως ὁ ἥλιος (ἐντὸς τῶν ὁποίων ἢ γίνεται «καυσις» τοῦ H εἰς He διὰ τῶν κύκλων τοῦ Bethe, ἢ γίνονται ἄλλαι μεταξὺ τῶν ἐλαφρῶν στοιχείων ἀντιδράσεις), δὲν εἶναι δυνατὸν, ὅπως ἀκριβῶς εἶπε καὶ ὁ Bethe νὰ ἔχωμεν σχηματισμὸν βαρέων πυρήνων. Πράγματι ἡ θερμοκρασία των εἶναι πολὺ μικρά, κατωτέρας τάξεως τῶν θερμοκρασιῶν τοῦ διαγράμματός μας.

Ἡ ἐξέλιξις ὅμως τῶν ἀστέρων, τὴν ὁποίαν ἀνεφέραμεν εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ὁμιλίας μας, δίδει εἰς τὸν Hoyle τὰς ζητούμενας θέσεις. Εἰς τὸ ἄκρον σημεῖον N τοῦ κλάδου ἐξελιξέως τῶν ἀστέρων, ἐνθα ἡ ἐσωτερικὴ θερμοκρασία ἀνέρχεται εἰς τὴν τάξιν τῶν  $10^8 \text{K}$  καὶ ἀναλαμβάνει ὁ ἀστὴρ ὡς πονα ἢ supernova φαίνεται ὅτι ἐκπληροῦνται αἱ ἀπαιτήσεις μας. Τὸ πῶς δὲ αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τοῦ κέντρου μέχρι τῆς τιμῆς τῶν  $10^8 \text{K}$  θὰ μᾶς τὸ ἐξηγήσῃ ἡ λεπτομερεστέρη παρακολούθησις τῆς πορείας.

Ἔστω εἰς ἀστὴρ κανονικὸς, ἀντισταθμίζων τὴν ἀπώλειαν ἐνεργείας του διὰ τῆς μετατροπῆς H εἰς He. Ὄταν μετὰ μακρὰν ζωὴν ὁ ἀστὴρ ἐξοδεύσει ὅλον τὸ H, ἡ παραγωγὴ ἐνεργείας διὰ θερμοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων μὲ πρωτόνια παύει, ἐνῶ προφανῶς, ἡ ἀπώλεια δι' ἀκτινοβολίας ἐκ τῆς ἐπιφανείας του συνεχίζεται. Συνεχιζομένης ὅμως τῆς ἀπώλειας ταύτης ὁ ἀστὴρ ἀρχίζει νὰ συστέλλεται καὶ ἐνῶ συστέλλεται ἡ κεντρικὴ του θερμοκρασία αὐξάνει. Τέλος ἐπέρχεται μίαν ἀπότομον συστολή, λόγῳ πτώσεως, ὅπως εἶπομεν καὶ εἰς τὴν εἰσαγωγὴν, τῶν ἐξωτερικῶν στρωμάτων πρὸς τὸ κέντρον καὶ ἡ θερμοκρασία ὑπερβαίνει τὰς  $5 \cdot 10^8 \text{K}$ . Ἐνῶ ἀργότερον ἀρχίζει νὰ ἐλαττωταί.

Τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν ἐξέλιξιν ταύτην, ἐν συνδυασμῷ μὲ τὴν μεταβολὴν τῆς πυκνότητος, δυνάμεθα νὰ τὴν παραστήσωμεν ἐπὶ τοῦ τελευταίου διαγράμματός μας. Αὐτὸ ὅμως σημαίνει ὅτι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ἐνὸς οὕτω ἐξελισσομένου ἀστέρος ὑφίστανται αἱ ἀπαιτούμεναι συνθηκαὶ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν στοιχείων.

Ὅστε ἀπαντήσαμεν καὶ εἰς τὸ δεύτερον τεθὲν ἐρώτημα.

Ἐν παράδειγμα ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω εἶναι ἡ παρακολούθησις τῆς ἐξελιξέως τῆς ὕλης ἐντὸς ἐνὸς ἀστέρος μάζης πενταπλασίας τῆς μάζης τοῦ ἰδικοῦ μας ἡλίου. Ἡ κατὰ τὴν τελευταίαν ἐξέλιξιν μεταβολὴ τῆς πυκνότητος καὶ τῆς θερμοκρασίας παρίσταται ὑπὸ τῆς καμπύλης CD EFG. Ἄλλ' ἡ καμπύλη αὕτη, ὅταν ὑπάρχει καὶ στατιστικὴ ἰσορροπία, δεικνύει τὴν ἐξέλιξιν τῆς ὕλης, ὥστε νὰ εἶναι ἐνδιαφέρουσα ἡ λεπτομερεστέρη ἐξέτασις τῆς.

Οὕτω ἔχομεν νὰ παρατηρήσωμεν τὰ ἐξῆς:

Εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς καμπύλης πρὸ τοῦ D δὲν ἔχει ἐπιτευχθῆ ἰσορροπία καὶ ἡ ὕλη συνίσταται κυρίως ἐξ He.

Εἰς τὸ D αἱ πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις ἐπιτυχάνουν στατιστικὴν ἰσορροπία.

Μεταξὺ D καὶ E, He μεταβάλλεται εἰς βαρύτερα στοιχεῖα.

Πέραν τοῦ σημείου E ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις δὲν εἶναι ἱκανὴ νὰ ὑποβαστάζῃ τὸ βάρος τῶν ἐξωτερικῶν στρωμάτων καὶ ἔχομεν τὴν πτώσιν αὐτῶν πρὸς τὸ κέντρον. Ἡ κατάρρευσις ὅμως αὕτη φέρει τὴν ὕλην ἀπὸ τὴν κατάστασιν E εἰς τὴν θέσιν G, ἐντὸς 100 sec.

Ἡ μορφή τῆς καμπύλης ἀπὸ E εἰς G δεικνύει ὅτι ἡ ἐκ τῆς πτώσεως τῶν ἐξωτερικῶν μαζῶν ἐκλυομένη ἐνέργεια ἀπορροφᾶται ἀπὸ τοὺς βαρεῖς πυρήνας καὶ προκαλεῖ τὴν διάσπασιν αὐτῶν εἰς He δηλ. εἰς τὸ τμήμα αὐτὸ ἔχομεν τὸ ἀντίστροφον: Μετατροπὴν βαρέων στοιχείων εἰς He. Ἀκολουθῶς ἡ αὔξουσα παραγωγὴ ἐλευθέρων νετρονίων ὀδηγεῖ πάλιν εἰς ὀλοκόδησιν βαρέων στοιχείων.

Ὁλοκληροῦντες, δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ καμπύλη CDEFG δεικνύει μίαν ἀσυνέχειαν εἰς τὴν ἐξέλιξιν τῆς ὕλης ἐντὸς τοῦ κέντρου τοῦ ἀστέρος, ὀφειλομένην εἰς τὰς ἐκ τῆς κατάρρευσεως τοῦ ἀστέρος ἀποτόμους ἀλλαγὰς τῶν συνθηκῶν.

Μέχρι τοῦδε ἐξετάζοντες τὴν καμπύλην CDEFG ὑποθέτομεν σιωπηλῶς, ὅτι οὐδεὶς ξένος παράγων θὰ παρενέβαινε ἵνα μᾶς ἀνακόψῃ εἰς τὴν πορείαν μας. Εἰς τὴν πραγματικότητα ὅμως ὑπάρχει εἰς παράγων, ὁ ὁποῖος ρυθμίζει τὴν τύχην τῆς διαδρομῆς δι' ὅλης τῆς καμπύλης ἀπὸ C πρὸς G. Καὶ ὁ παράγων οὗτος, τὸν ὁποῖον προσφέρει, ἡ ὑπὸ ἀστυνομικῆς πλευρᾶς μελέτη τοῦ ζητήματός μας, εἶναι ἡ στροφικὴ ὄρμη τοῦ ἀστέρος.

Πράγματι, ἐὰν ὁ ἀστὴρ περιστρέφεται, αἱ ἀναπτυσσόμεναι φυγοκεντρικαὶ δυνάμεις αὐξάνουν σὺν τῇ παρόδῳ τοῦ χρόνου καὶ ἐὰν μάλιστα ὁ ἀστὴρ εἶναι μεγάλης μάζης ἐπέρχεται ἀστάθεια καὶ κατὰ συνέπειαν ἐν μέγα ποσὸν μάζης ἐκτινάσσεται εἰς τὸν γύρω χώρον.

Ὁ βαθμὸς τῆς τοιαύτης ἀσταθείας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν στροφικὴν ὄρμην. Ἐὰν αὕτη εἶναι μικρά, μικρὸν θὰ εἶναι καὶ τὸ ποσὸν τῆς ἐκτινασσομένης ὕλης. Ἀνάλογον τούτου φαινόμενον παρατηρεῖται εἰς τινὰς ἀστέρας καλουμένους Wolf Rayet.

Ἐὰν ἡ στροφικὴ ὄρμη εἶναι μεγαλειτέρα, τότε θὰ ἔχωμεν ἐκτίναξιν ἀρκετῆς ποσότητος ὕλης ὥστε τὸ φαινόμενον νὰ παρουσιάζῃ ἀναλογίαν μὲ τὰς ἀναλάμψεις τῶν πονα.

Τέλος εἰς τὴν περίπτωσιν πολὺ μεγάλης τιμῆς τῆς στροφικῆς ὄρμης τὸ φαινόμενον ἐμφανίζεται μὲ σφοδρότητα, ἐκτινασσομένου μεγάλου ποσοῦ μάζης. Ἡ τελευταία περίπτωση θεωρεῖται ὡς ἐξηγοῦσα τὴν ἀνάλαμψιν τῶν supernova, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐκτινασσομένη ὕλη σχηματίζει ὀλόκληρον δακτυλιοειδὲς νεφέλωμα περίξ τοῦ ἀστέρος.

Βλέπομεν ἐκ τῶν ἀνωτέρω ὅτι κάπου θὰ μᾶς ἀνακόψῃ ἡ ἐπερχομένη, λόγῳ τῆς στροφικῆς ὄρμης ἀστάθεια, καὶ ἴσως ἡ ὕλη νὰ μὴ προλάβῃ νὰ ἐξελιχθῇ κατὰ τὴν CDEFG.

Καὶ ἐὰν ἡ ἀστάθεια ἐπέλθῃ πρὶν ἢ ὕλη τοῦ

κέντρου φθάση τὸ σημεῖον Ε, θὰ ἔχωμεν σύνθεσιν τῶν στοιχείων τοῦ πρώτου ἡμίσεως τοῦ περιοδικοῦ συστήματος,

Τούναντιον, ἔαν ἡ ἀστάθεια ἀργίση νὰ ἐπέλθῃ, ἡ ὕλη δύναται νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς καταστάσεως G, ἔνθα ὑφίστανται κυρίως τὰ βαρύτερα στοιχεία.

Οὕτω ὁ Hoyle ἀφοῦ προσδιώρισε τὰς συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὁποίας οἰκοδομοῦνται τὰ στοιχεία, κατώρθωσε νὰ μᾶς δώσῃ μίαν πλήρη εἰκόνα τῆς ἐξελίξεως τῶν ἐν συνδυασμῷ μετὰ τὴν ἐξέλιξιν τῶν ἀστέρων.

Τρία παραδείγματα θὰ μᾶς συμπληρώσουν τὸ ὄραλον σύνολον τῆς θεωρίας τοῦ Hoyle.

Κατὰ πρῶτον ἔχομεν τὴν εἰκόνα ἐνὸς νονα. Ὁ ἀστήρ οὗτος, γίνεται ἀσταθῆς πρὶν φθάσῃ εἰς τὸ Ε καὶ συνεπῶς ἀποφεύγει τὴν ἀπὸ Ε πρὸς G, καταστροφικὴν ἐξέλιξιν, ἀπομένων τελικῶς μετὰ τὰ στοιχεία τὰ πρὸ τοῦ Ε οἰκοδομούμενα.

Ἐκ δευτέρου ἔχομεν τὴν εἰκόνα ἐνὸς Supernova. Ἡ κεντρικὴ τοῦ ὕλη κατωρθώνει νὰ προσπεράσῃ τὸ Ε καὶ ὀλόκληρος ὁ ἀστήρ ὑφίσταται τὴν τρομεράν, ἐντὸς 100 sec, κατάρρευσιν, μετὰ τὴν ὁποίαν ἀναμένεται καὶ ἐμφάνισις μεγάλων ποσοτήτων ἄκρως βαρέων στοιχείων.

Καὶ τέλος ἔχομεν ὡς τρίτον παράδειγμα τὸ

ἡμέτερον ἡλιακὸν σύστημα. Ἡ ὕλη τῶν πλανητῶν εἶναι ἀδύνατον νὰ ἀπετέλει ποτὲ τμήμα τοῦ ἡλίου. Ὁ ἥλιος εἶναι εἰς ἀστήρ ὁ ὁποῖος εὐρίσκειται εἰς πρωτόγονον κατάστασιν ἐξελίξεως, καθόσον ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἀρχέγονον ὕλην, ἀπὸ Η. Μᾶλλον φαίνεται ὅτι εἰς τὸ παρελθὸν ὁ ἥλιος εἶχε κάποιον συνοδόν, ὁ ὁποῖος ὑπέστη, ὅπως οἱ νονα, μίαν καταστρεπτικὴν κατάρρευσιν, μετατραπῆς κατ' αὐτὴν εἰς νέφος, ἀκριβῶς μέσων στοιχείων, μέρος τοῦ ὁποίου διέσωσεν ὁ ἥλιος διὰ τῆς ἐλκυστικῆς του δυνάμεως. Τὸ νέφος αὐτό, καθὼς συνώδευε τὸν ἥλιον εἰς τὸν δρόμον του, παρέσυρεν καὶ ὕδρογονον ἐκ τοῦ ἐνδοαστρικοῦ χώρου καὶ σὺν τῇ παρόδῳ τοῦ χρόνου ἀνεπτύχθη εἰς τὸ πλανητικὸν σύστημα, μέρος τοῦ ὁποίου εἶναι καὶ ἡ Γῆ.

Εἶναι ἀληθές, ὅτι πολὺ ὠραίας κοσμογονικὰς εἰκόνας μᾶς ἔδωσεν ὁ Hoyle.

#### Βιβλιογραφία.

- 1) G. Gamow Phys. Review, Vol. 65 (1944) p. 20.
- 2) H. A. Bethe, Phys. Review, Vol. 55 (1939) p. 434.
- 3) G. Gamow, Phys. Review, Vol. 70 (1946), p. 572.
- 4) P. S. de Toledo - G. Wataghin, Phys. Review, Vol. 73 (1948), p. 80
- 5) G. Wataghin, Phys. Review, Vol. 66 (1944), p. 249
- 6) F. Hoyle, Monthly Notices of R. A. S., Vol. 106 (1946), p. 343.

## Η ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ [ΚΑΙ ΙΔΙΑΙ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ, ΡΩΜΑΙΩΝ ΚΑΙ ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ]

ὑπὸ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΚΙΣΣΟΠΟΥΛΟΥ, Χημικοῦ

(Συνέχεια ἐκ τοῦ προηγουμένου τεύχους)

### ΠΙΝΑΞ Δ'

#### ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΑΛΛΑΙ ΔΙΑΚΡΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΟΙΝΩΝ

α. Ὡς πρὸς τὴν ὄσμην.

α'. Ἄνοδος, Ἄνοσμος, Ἄσμος: ὁ ἄνευ εὐωδίας· ἀντίθετον τῷ Εὐόσμος (Θεόφρ.).

β'. Εὐόσμος, Εὐοσμος, Εὐπνους, Εὐώδης, Ἡδύοδος, Ἡδύοσμος, Ἡδύπνους, Καλλίπνους: ὁ ἔχων εὐάρεστον ὄσμήν.

Ἄνθοσμία: ὁ ἔχων εὐωδίαν παρεμφερῆ πρὸς τὴν τῶν ἀνθέων καὶ ὀφειλομένην εἰς συμπαραοαρτιοῦντα εὐώδη προϊόντα τῆς ζυμώσεως αὐτοῦ (δ. δ. ὁ πλούσιος εἰς ἐλαφροὺς καὶ λίαν πτητικοῦσαιθέρος) —

Ἀρωματικὸς ἢ Ἀρωματώδης (φύσει): ὁ ἔχων ἐκτὸς τῆς ἰδιοζύσεως τοῦ ἐζυμωμένου οἴνου ὀσμῆς καὶ ἄλλην τινὰ χαρακτηριστικὴν εὐωδίαν ὀφειλομένην εἰς ἀρωματικὴν τινὰ οὐσίαν ἢν οὗτος παρέλαβεν ἐκ τῆς σταφυλῆς ἐξ ἧς παρεσκευάσθη (ὡς λ. χ. ὁ Μοσχάτος) — Ἀρωματικὸς ἢ Ἀρωματίτης ἢ Ἀρωματώδης σκευαστός: ὁ ἠρυμμένος διὰ μᾶς ἢ καὶ πλειοτέρων γνωστῶν ἀρωματικῶν οὐσιῶν, ὧν καὶ ἀποπνέει τὴν χαρακτηριστικὴν καὶ ἔντονον εὐωδίαν. — Μυρίπνους ἢ Μυρόπνους: ὁ ἔχων τὴν εὐωδίαν γνωστοῦ τινος μύρου (ἴδε εἰς κεφ. δεύτερον Μυροσταφυλίται) — Νεκτάρεις: ὁ γλυκύς, ἐρυθρὸς καὶ λίαν εὐώδης, ὁ παρεμφερὲς τῷ Νέκταρι (τῷ ποτῷ τῶν Θεῶν).

[Πηγ. Ἀθῆν. 31f-32e Ἀνθ. Π. 6. 248 - Ἀριστοφ. Βάτρ. 1150. Πλ. 807 - Διοσκ. 554 - Ἡσυχ. ἐν λ. - Θεόφρ. π. Ὁσμῶν ἀποσπ. 52 - Λουκ. Κρόν. 22 - Ἐρμῶτ. 60 - Μοίρις ἐν λ - Ξενοφ. Ἑλλ. 6. 2. 6. - Φανίας ὁ Ἐρέα. ἀποσπ. 32 (ἴδε καὶ σχολ. παραγρ. στ' Πίνακος Γ') - Φερεγκρ ἐν Μεταλλεύσιν I. 30 - (ἴδε καὶ Λεξ. Ἀρχ. Ἑλλ. Γλώσσης)].

β. Ὡς πρὸς τὴν δύναμιν (δ. δ. τὴν περιεκτικότητα εἰς οἰνόπνευμα).

1. Ἀδύναμος: ὁ ἄνευ δυνάμεως (δ. δ. ὁ μὴ ἐνέχων οἰνόπνευμα ἥτοι γλεῦκος ὀζύμων καὶ βεβρασμένον). — 2. Ἀκραίπαλος: ὁ μὴ ἐπιφέρων μέθην (δ. δ. ὁ λίαν πτωχὸς εἰς οἰνόπνευμα). — 3. Ἀσθενής,

Ἄτενος, Ἀυτόκρατος, Αὐτόκρας, Αὐτόκρατος, Αὐτοκρηής, Ἐκλυτος, Μαλθακός: ὁ μὴ ἔχων μεγάλην δύναμιν καὶ συνεπῶς ἀνεπίδεκτος κράσεως μεθ' ὕδατος. — 4. Ὀλιγοφόρος: ἐδυνάμενος νὰ δεχθῆ ὀλίγον ὕδωρ ὅπως καταστῆ πόσιμος. — 5. Ἐξίτηλος, Μεμαρασμένος, Παρηκμακός, Παρηκμασμένος: ὁ ἀπολέσας μέγα μέρος τῆς δυνάμεως αὐτοῦ (δ. δ. ὁ ξεθυμασμένος). — 6. Δυναμικός, Δυνατός, Εὐτόνος, Ἰσχυρός, Πολυφόρος: ὁ δυνατός (δ. δ. ὁ πλούσιος εἰς οἰνόπνευμα). — 7. Μαινόμενος: ὁ καθ' ὑπερβολὴν δυνατός. — 8. Μόνιμος, Παραμένειος ἢ Παραμένιος, Πράμιος: ὁ πρὸς παραμονὴν ἐπιτίθειος (δ. δ. ὁ δυνάμενος νὰ διατηρηθῆ ἐπὶ μακρόν, λόγῳ τῆς μενάλης περιεκτικότητος αὐτοῦ εἰς οἰνόπνευμα). —

9. Ἀκέραιος, Ἀκηράσιος, Ἀκήρατος, Ἀκρατος, Ἀκρητος, Ἀσυγκέραιος, Εὐζωρος Ζωρός, Χαλίκρατος, Χαλίκτητος, Χαλῆς: ὁ μὴ συγκερασθεὶς μεθ' ὕδατος δυνατός οἶνος. — 10. Ἐγνέραςτος, Κράμα, Συγκεραμένος, Συγκεραστός: ὁ ἀνομιχθεὶς μεθ' ὕδατος πρὸς ἐλάττωσιν τῆς δυνάμεως αὐτοῦ. — 11.

Ἄζωρος, Εὐκέραιος, Εὐκράς, Εὐκράτος, Καλοκέραιος: ὁ κεκραμένος μεθ' ὕδατος κατὰ καλὴν ἀναλογίαν πρὸς πόσιν. — 12. Πολυκέραιος, Ὑδαρής: ὁ κεκραμένος μετὰ ποσοῦ ὕδατος πολὺ πλείον τοῦ δέοντος (δ. δ. ὁ πολὺ νερωμένος).

ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

[Οἱ Ἕλληνες καὶ οἱ Ῥωμαῖοι ἔπινον τὸν δυνατὸν οἶνον πάντοτε κεκραμένον μεθ' ὕδατος κατ' ἀναλογία 3 : 1 ἢ 2 : 1 ἢ 3 : 2. Τὸ κραμα τούτου ἦτο δ-πόσιμος ἢ κατ' ἐξοχὴν οἶνος ὁ καλούμενος καὶ πῶμα, πόμα, ποτόν. Τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος ὅπερ ὁ οἶνος ἠδύνατο νὰ δεχθῆ ὅπως καταστῆ πόσιμος, ἐλαμβάνετο ὡς μέτρον ἐκτιμήσεως τῆς δυναμέως αὐτοῦ].

[**Πηγὰὶ καὶ βοθηήματα.**—1) Διοσκ. 5.6.16-17—2) Ἀθῆν. 32D—3) Ἀθῆν. 32E—Bekker Ἀνέκδοτα 318,15—Γαλῆν. 15 σ 648—Γεωπ. 7.1. 4-5—Ἰππ. 474.47—Νίκαν. Ἀλεξίφ. 163—Πολυδ. 6.24—4) Ἰππ. π. Διατ. Ὁξ. 393—5) Ἀλεξίφ. ἐν Δημη- τρίφ. 6.5—Διοσκ. (Spr) 5.13—Πλούτ. 2.692C—6) Ἀθῆν. 29B—Ἀριστοτ. π. Θαυμ. 22—Γαλῆν. 11.93—Γεωπ. 7.1.4 7.3. 1—2 7.6. 1—4 7.23—Θεόφρ. Αἰτ. 6.16. 5—6—7) Πλάτ. Νομ. 733D—8) Ἀθῆν. 30E—Γεωπ. 7.6. 1—11—Ἐύστ. 871.24—9) Ἀθῆν. 423C 441C—Αἰσχ. Πέρσ. 614—Ἀνθ. Π. 6.105 9.180—Ἀντιφ. ἐν Ἀζμῶνι 3—Ἀπολλ. Ρόδ. Α477—Ἀριστ. Ποιητ. 25.16—Ἀριστοφ. Ἐκκλ. 227 Ἰππ. 105—Ἀρχιλ. 64—Διοσκ. 5.6.10—Δίφιλος ἐν Παιδαρυσταῖς 1—Ἐύρ. Ἀλκ. 757—Ἐύστ. 1471.2—Ἡρόδ. 1.207—Ἦουχ. ἐν λ.—Ἰπποφάξ 72—Νίκαν. Ἀλεξίφ. 29 59 626—Ἔνοφ. Ἄν. 4.5. 27—Ὀμ. Ἰλ. 1.203 Ὀδ. 1.205 Ὀδ. Ω 73—Συνέσ. 69 A—10) Γλωσσ. ἐν λ. Συγκεραστός—Ἐδδ. (Ἄσμα Ἄσμάτων Η' 2)—Μοσχίων—Πλούτ. 2.140F 2. 660C—11) Ἀριστ. Προβλ. 3.18—Ἦουχ. ἐν λ.—Ζωναρᾶς ἐν λ.—Παλυδ. 6.23—12) Ἀντιφάν. ἐν Ἀκοντιζομένη 1.4—Bekker Ἀνέκδοτα 371, 25—Φερεκράτ. ἐν Κοριαν. 4].

γ. Ὡς πρὸς τὴν ποιότητα.

**Γενναῖος, Ἐριστάφυλος, Εὐγενής** ὁ πορσεσκευασμένος ἐκ γενναῖος δ.δ. εὐγενοῦς σταφυλῆς.—**Ἐκλε- κτός Ἐξαιρέτος, Ἐξαιτός, Ἐξοχος, Ἐπίλεκτος,** ἡ πίσσημος, **Νέκταρος ἀπορροῆς** (Ὀμήρ.), **Σπουδαῖος,** ὁ διαλεκτικός, ὁ ἐξόχου ἢ ἀρίστης ποιότητος.—**Καλός, Κάλλιστος, Πρωτεῖος, Χρηστός,** ὁ πρώτης ποιό- τητος.—**Δευτερεῖος, Ὑστερος** ὁ τῆς δευτέρας ποιότητος.—**Κοινός** ὁ κοινῆς ποιότητος.—**Φαῦλος** ὁ κακῆς ποιότητος.

[**Πηγὰὶ καὶ βοθηήματα.**—Ἀθῆν. ΙΔ 653 c.d.e.—Γεωπ. 5.2.7 5.17.8 7.1.1 7.7.5—Ἦουχ. ἐν λ. Ἐριστάφυλος—Μοῖρις ἐν λ. Φαῦλος—Νικοφῶν Χειρογράφ. 6—Ἔνοφ. Ἀπομν. 1.6.2—Ὀμήρ. Ἰλ. Μ 320 Ὀδ. 1.358 359—Ὀρεσίβ. 1.432,8 1.434, 6.9—Ε. Α. Πεζόπουλος ἐν Ἀθηνᾶ τὸμ. 23 σελ. 118—119—Πλάτ. Νομ. ἐν ὀγδόῳ σ. 844 d—Πολυδ. 6.17]

δ. Ὡς πρὸς τὴν ἡλικίαν

1. **Νεάξ, Νέος** ὁ μέχρι τριῶν ἐτῶν. **Αὐτίτης, Αὐτοετίτης, Ἐπέτειος** ὁ τοῦ πρώτου ἔτους ὁ ἐφετινός. **Περσῶς, Περυσινός, Προέτειος** ὁ περυσινός.—2 **Μέσος τὴν ἡλικίαν** ὁ μέχρις ὀκτῶ ἐτῶν. **Ὀλιγο- ετίας, Ὀλιγοετής, Τριετής, Τριετής, Χρονικός** ὁ ἀπὸ ὀκτῶ ἐτῶν καὶ ἄνω. **Ἀπέτετος, Γεροντίζων, Γέρων, Παλαιστής, Παλαιθέτος, Παλαιός, Πολυετής, Πολύωρος, Πρεσβύτερος** (εἰς τὸ συγκρ. Θεόφρ.) **Σαπρίας, Σαπρός, Τριγέρον**—4. **Παλαισταγής** ὁ πικρὸς ἐκ τῆς παλαιότητος (οἶκος ἦτο ὁ ὅτε τοῦ Πλινίου μνημονευόμενος Ὀπιμανθῶ οἶνος ὅστις εἶχεν ἡλικίαν διακοσίων περίπου ἐτῶν).—5. **Παλαιοφανής** ὁ τεχνητῶς παλαιωθεὶς νέος οἶνος

[**Πηγ.** Αἰλ. π. Ζ. 7. 47—Ἀθῆν. Α 25f—29 αβ Α 33—Ἀλεξίφ. Τραλλ. 9 σ. 524—Ἀλεξίφ. Ὀρχ. 1—Ἀριστοφ. Πλ. 1086. Εἰρ. 916—Γαλῆν. Ἰππ. Γλωσ. ἐξήγ. σ. 544—Γεωπ. 7.3.1.2 7.24. 1-4—Δίος παρὰ Στοδ. 409.13—Διοσκ. 5.6.1. 5.6.12—Ἐρμ. ἐν Φορμ. 2.6—Ἐύδουλ. ἐν Ἀδῆλφ. 4—Ἐύστ. Πονημ. 304.70—Ἦουχ. ἐν λ. Παλαιστής κτλ.—Θεοφρ. Αἰτ. 6.16. 5-6—Μοῖρις ἐν λ. Σαπρός—Νίκαν. Θηρ. 591—Ἔνοφ. Ἄν. 4.4.9—Ὀμήρ. Ὀδ. Β 340—Πολυδ. Α. 58—Σουῖδας ἐν λ.—Σχολ. εἰς Ἀριστοφ. Σφ. 151 (Μεῖ νεκε 149)—Φιλλύλλιος ἐν Ἀδῆλφ. 6—Φώτ. ἐν λ.—Ρί. 14.6.2 14.16.1].

ε. Ὡς πρὸς τὴν ποικιλίαν τῆς Ἀμπέλου ἐκ τοῦ καρποῦ τῆς ὁποίας παρεσκευάσθη ὁ οἶνος.

1. **Ἀμιγῆ, Ἀμικτός ἢ Ἀμεικτός** ὁ παρεσκευασμένος ἐκ σταφυλῆς ὀρισμένης τινὸς ποικιλίας Ἀμπέ- λου καὶ τῆς ὁποίας ἔφερε συνήθως καὶ τ' ὄνομα πρὸς διάκρισιν ὡς λχ. **Ἀλωπεκίτης** ὁ ἐκ τῆς Ἀλωπεκίδος—**Ἀμιναῖος** ὁ ἐκ τῆς Ἀμιναίας—**Ἀναδενδρίτης** ὁ ἐξ ὀρι- σμένης τινὸς ποικιλίας καλλιερουμένης μόνον ὑπὸ μορφῆν Ἀναδενδράδος—**Βίβλινος ἢ Βύβλινος** ὁ ἐκ τῆς Βιβλίνης ἢ Βυβλίας—**Κανθαρίτης** ὁ ἐκ τῆς Κανθάρου—**Καπνίας** ὁ ἐκ τῆς Καπνίου—**Μαρωνεῖτης** ὁ ἐκ τῆς Μαρωνείας—**Πελλαῖος** ὁ ἐκ τῆς Πελλαιῶς—**Πράμνιος ἢ Πράμνιος** ὁ ἐκ τῆς Προμείας—**Ψίθιος ἢ Ψύθιος** ὁ ἐκ τῆς Ψιθίας ἢ Ψυθίας κτλ.  
2. **Ἀναμικτός, Ἀναμεικτός, Μικτός, Μεικτός** ὁ παρεσκευασμένος ἐκ σταφυλῶν δύο ἢ καὶ πλειοτέ- ρων ποικιλῶν Ἀμπέλου.

[Οἱ ἀρχαῖοι πρὸς διόρθωσιν τῆς ἐλαττωματικῆς συνθέσεως δύο ἢ καὶ πλειοτέρων οἶνων ἐχόντων ἀκριβῶς τὰ ἀντίθετα φυσικὰ ἐλαττώματα ἀνεμίγνυον τούτους καθ' ὀρισμένης τινὸς ἀναλογίας ἐπὶ παραγωγῆ τύπου τινὸς πολὺ κανονικότερου τὴν σύν- θεσιν καὶ ἀνωτέρας ποιότητος. Ὀδῶς ὁ περίφημος Σεβεννυτικὸς οἶνος τῆς Αἰγύπτου παρεσκευάζετο ἐκ σταφυλῶν τριῶν δια- φερῶν ποικιλιῶν Ἀμπέλου (Θασίας, Αἰθάλου καὶ Πεύκης).—Περὶ τῆς ἀναμίξεως τῶν οἶνων ὁ Θεόφραστος λέγει «Συμ- βαίνειν δὲ τοῦτο καὶ κατὰ τὰς τῶν οἶνων μίξεις· οἶον ἐάν τις κερᾶσῃ σκλη- ρὸν καὶ εὐοσμὸν μαλακῶ καὶ ἄοσμῳ καθάπερ τὸν Ἡρακλεώτην καὶ τὸν Ἐρυ- θραῖον, τοῦ μὲν τὴν μαλακότητα, τοῦ δὲ τὴν εὐοσμίαν παρεχόμενον συμπίπτει γάρ ἅμα τὰ κακὰ ἀλλήλων ἀφανίζειν τῇ μαλακότητι θατέρου. Πολλὰς δὲ καὶ ἀλλὰς οἱ ἐμπειροὶ λέγουσι καὶ ἴσασι μίξεις ὅ καὶ ἐπὶ τῶν ὁσμῶν εὐλογον συμβαίνειν καὶ ἐπὶ τῶν χρωμάτων ἂν τις λαμβάνῃ τὰς ἀρμολογίας μίξεις»].

[**Πηγ.** 1) Ἀθῆν. Α 30d.e Α 31b Α31d Α31e—Γαλῆν. 13 σ. 1041—Γεωπ. 8.22.1 κτλ.—Ἦουχ. ἐν λ.—Θεόφρ. Αἰτ. 2.15.5.—Ἰππυς ὁ Ρηγίνος fr. 7—Νίκανδρ. Ἀλεξίφ. 181 καὶ σχόλιον.—Πλάτων κομ. 43—Πολυδ. 34.11.1.—Πολυδ. 6.16 6.26 6.82—Σουῖδ. ἐν λ.—Στεφ. Βυζ. ἐν λ. Βιβλίνη—Φώτιος ἐν λ.—Ρί 14.9.2.

2) Ἀθῆν. Α31f—32b—Θεόφρ. π. Ὀσμῶν ἀποσπ. 52—Col 12.47—Ρί 14.9.1 14.9.2 23.24.1-5].

στ. Τεχνικαὶ διακρίσεις.

1. **Ἐντρογός, Τρυγίας** ὁ πλήρης τρυγός ὁ μὴ ἀποχωρισθεὶς τῆς ὑποστάθμης.—2 **Ἄτρογος** ὁ ἀνευ τρυγός, ἀντίθ. τῷ τρυγίας.—3. **Διθημένος, Διυλισμένος, Διυλιστός, Ἡθημένος, Ἡθητικός, Σακίας ἢ Σακκίας, Σακτός, Ὑλιστός** ὁ διθημένος κν. φιληταρισμένος.—4. **Κατσταμινόμενος** ὁ ἐμφιαλω- μένος κν.μποτλιαρισμένος—5 **Καπνίας** (vinum fumense ἢ fumosum) ὁ ἐπὶ μακρὸν ἐκτεθειὸς εἰς τὸν θερμὸν ἀπνὸν (δ.δ. ὁ ὑπο β'ηθεὶς εἰς ποστερίωσιν)

[Πρὸ ἀμνημονεῦτων χρόνων (πάντως πρὸ τοῦ 1000 π.Χ.) οἱ Ἀσιάται, οἱ Ἑβραῖοι καὶ οἱ Ἕλληνες ὑπέβαλλον τὸν πρὸς διατή- ρησιν καὶ παλαιῶσιν προωρισμένον ἐκλεκτὸν οἶνον εἰς μετρίαν καὶ συστηματικὴν θέρμανσιν. Πρὸς τοῦτο ἐξέθετον τὰ περιέ- χοντα τὸν οἶνον πῆλινα, πιασῶτα καὶ στεγανά δοχεῖα εἰς τὸν θερμὸν ἀπνὸν τὸν ἀναθρῶσκοντα ἐκ ξύλων ἢ ἀνθρώπων καιο- μένων ἐν τῇ ὑποκαύστρᾳ τοῦ λουτρῶνος ἢ ἐν τῇ κλιβάνῳ τοῦ μαγειρείου. Ἡ πρᾶξις αὕτη ὠνομάζετο **κάπνισις** καὶ ἀντι- στοιχεῖ πρὸς τὴν σημερινὴν **πασειρώσιον** (pasteurisation). Λιὰ τῆς θερμάνσεως ταύτης ὁ οἶνος ἔχει μόνον ὀριμαξε ταχύ- τερον καὶ διτηρεῖτο ἐπὶ μακρὸν, ἀλλ' ἀπέκτα καὶ τὰς ιδιότητας παλαιοῦ οἶνου, διὸ καὶ ἡ λέξις **καπνίας** εἶχε καὶ τὴν σημα- σίαν τοῦ ἀποθέτου ἢ παλαιοῦ καὶ κατεργασμένου οἶνου].

[**Πηγ.**—1-4)—Ἀθῆν. Α31b c—Γαλῆν. 10.452—Διοσκ. π. Ἐύπορ. 2.34—Ἐδδ. (Ἀμῶς στ. 6)—Ἐπίλυ. ἐν Ἀδῆλφ. 1—Ἐύπολις ἐν Ἀδῆλφ. 107—Θεοφρ. Αἰτ. 2.18.4 6.16.5-7—Πλούτ. 2.205 E—Πολυδ. 6.18 (ἴδε καὶ Λεξ. Ἀρχ. Ἐλλ. Γλώσσης). 5)—Ἀθῆν. Δ131 a f—Ἀναξανδρίδης ἐν Πρωτεσιλάφ. 1.69-70—Γαλῆν. π. Ἀντιδότων 1.3—Ἦουχ. ἐν λ.—Παλ. Διαθήκη (Ψαλ- μοὶ 119.83)—Σουῖδας ἐν λ.—Σχολ. εἰς Ἀριστοφ. Σφ. 151 (Μεῖνεκε 149)—Φερεκράτης ἐν Πέρσαις 1.6.—Φωτ. ἐν λ.—Col 1.6 12.41—Martialis 10.36—Ρί. 14.8.8 23.22-2.3].

ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

(Συνέχεια εἰς τὸ ἐπόμενον τεύχος)