

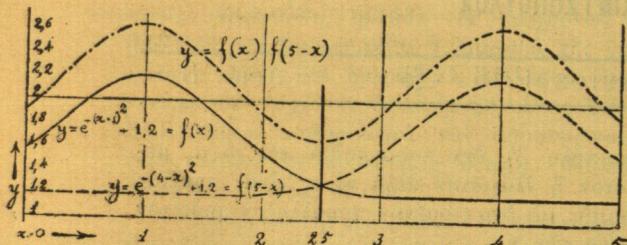
Ούτω ἀν θέσωμεν

$$f(x) = e^{-(x-1)^2} + 1,2$$

ἡ συνάρτησις

$$y = f(x)f(5-x) = [e^{-(x-1)^2} + 1,2][e^{-(4-x)^2} + 1,2]$$

παρουσιάζει μεταξὺ 0 καὶ 5 δύο μέγιστα διὰ  $x \approx 1$  καὶ  $x \approx 4$ , διὰ δὲ  $x = 2,5$  γίνεται ἐλαχίστη (Σχ. 2).



Σχ. 2.

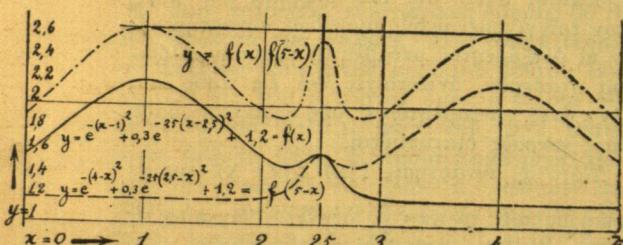
Ἐπίσης ἀν θέσωμεν

$$f(x) = e^{-(x-1)^2} + 0,3e^{-25(x-2,5)^2} + 1,2$$

ἡ συνάρτησις

$$\begin{aligned} y = f(x)f(5-x) &= [e^{-(x-1)^2} + 0,3e^{-25(x-2,5)^2} + 1,2] \\ &\quad [e^{-(4-x)^2} + 0,3e^{-25(2,5-x)^2} + 1,2] \end{aligned}$$

παρουσιάζει τρία μέγιστα διὰ τὰς τιμὰς  $x \approx 1$ ,  $x = 2,5$  καὶ  $x \approx 4$ .

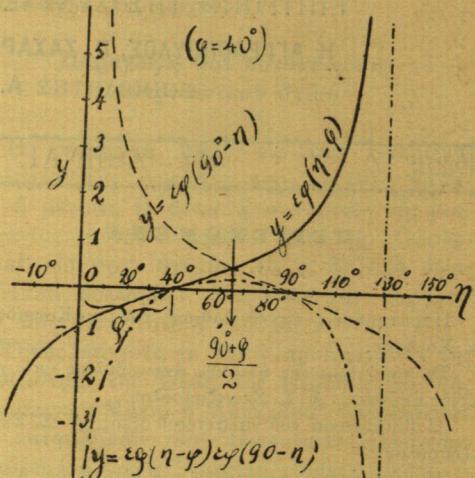


Σχ. 3.

Ἐκ τούτων ὅμως τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν τιμὴν  $x = 2,5$  είναι σχετικὸν μόνον, μικρότερον τῶν δύο ἄλλων (σχ. 3).

Ἡ συνάρτησις

$y = e^{\varphi} (\eta - \varphi)$  εφ  $(90 - \eta)$  τὴν ὁποίαν δικαίωσεν ο Κουσίδης πρὸς ἐφαρμογὴν τοῦ θεωρήματος τοῦ διερευνῆς, παρουσιάζει διὰ  $\eta = \frac{90 + \varphi}{2}$  ἀπόλυτον μέγιστον, καθὼς ἡ γραφικὴ διερεύνησις (σχ. 4) δεικνύει, ὥστε τὸ τελικὸν συμπέρασμα περὶ τῆς μεγίστης τιμῆς τῆς ὠδήσεως τῶν γαιῶν εἶναι ὁρθόν.



Σχ. 4.

Προκειμένου περὶ διερευνήσεως πολυπλόκων ἵδιως συναρτήσεων μᾶς πραγματικῆς μεταβλητῆς νομίζω ὅτι ἡ γραφικὴ μέθοδος εἶναι διὰ τὸν μηχανικὸν προτιμοτέρα πάσης ἄλλης.

#### Δ. ΧΟΝΔΡΟΣ

### ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΑΠΟ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΨΕΩΣ

Μεταξὺ τῶν ἀλύτων κοσμογονικῶν προβλημάτων, τὸ πρόβλημα τῆς ήλιακῆς ἀκτινοβολίας κατὰ φυσικὸν λόγον ἐπροκάλεσε τὰς περισσότερας συζητήσεις. Είναι δὲ πρόβλημα τὸ δυοῖν καὶ ὁ χημικὸς ἀκόμη ὅχι μόνον ὁ ἀστρονόμος δύναται νὰ διερευνήσῃ, καὐτ' ὅσον ἡ ἔξηγησις τῆς ήλιακῆς ἀκτινοβολίας δὲν συνεδέθη ἐν τῇ ἐξελίξει τῆς Ἐπιστήμης μόνον πρὸς μηχανικὰς ἄλλα καὶ πρὸς χημικὰς θεωρίας.

Ἐννοεῖται ὅτι ἡ μελέτη τοιούτου προβλήματος προϋπονθέτει μεγάλην ἐπιφύλαξιν, καθ' ὃσον ἐφαρμόζομεν νόμους καὶ κανόνας, ἀλληδεῖς διὰ θερμοκρασίας καὶ πιέσεις σχετικῶς μικρὰς, εἰς φαινόμενα τῶν δποίων ἡ σπουδὴ διαφεύγει ἐκ τοῦ κύκλου τοῦ πειράματος τῶν ἔργαστηρίων. Ἐν τούτοις αἱ φυσικοχημικαὶ θεωρίαι δύνανται νὰ ἔξετασθωσιν ἐκ παραλλήλου πρὸς τὰς καθαρῶς μηχανικὰς θεωρίας διὰ τὴν ἔξηγησιν τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας, χωρὶς νὰ λησμονῇ ἡ ἐπιφύλαξις τὴν δποίαν πᾶσα προτεινομένη λύσις τοιούτου προβλήματος ἐπιβάλλει.

Ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου εἶναι τόσον ἴσχυρὰ ὅστε ἔκαστον γραμμάριον τῆς τεραστίας μάζης του χάνει ἐτησίως δύο θερμαντικὰς μονάδας. Ἔπομένως, καὶ ἐὰν ὑποτεθῇ ἡ μέση θερμοκρασία τοῦ ἡλίου μεγίστη, μεγίστη δὲ καὶ ἡ εἰδικὴ θερμότης του, ἡ ψῦξις τοῦ κέντρου τούτου τοῦ πλανητικοῦ μας συστήματος θὰ ἥτο ἀναπόφευκτος ἐντὸς χιλιάδων τινῶν ἐτῶν. Ἐν τούτοις ἡ ἡλιακὴ ἀκτινοβολία ἔξηκολούθησεν ἀνευ αἰσθητῆς μεταβολῆς κατὰ τοὺς ἴστορικοὺς χρόνους, ὡς καὶ διὰ μέσου τῶν μακρῶν προϊστορικῶν περιόδων τῆς γῆς. Δικαίως δύνεται ὁ Arrhenius λέγει ὅτι «δ ἡλιός μας εἰς τὸν λογαριασμὸν του χρεώσεων καὶ πιστώσεων δὲν βαρύνεται μόνον μὲ τὴν χρέωσιν τῆς ἀκτινοβολίας του ἀλλὰ καὶ πιστοῦται μὲ τὸν σχεδὸν ἀντίχρυσμα θερμότητος».

Πόθεν ὅμως καὶ πῶς ἀναπληροῦται διαρκῶς ἡ ἀκτινοβολουμένη θερμότης; Ὁ R. Mayer ὑπεστήριξεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἡλίου συντηρεῖται διὰ τῆς πτώσεως μετεωρολίθων ἐλκομένων ἐκ τοῦ ἀπείρου ὑπὸ τῆς τεραστίας μάζης του, ἡ ὑπόθεσις ὅμως αὐτῇ προσκρούει εἰς ἀνυπερβλήτους ἀστρονομικὰς ἀντιρρήσεις, δίδει ἄλλως τε παραγωγὴν θερμότητος ὅλως ἀνεπαρκῆ ἵνα καλύψῃ τὰς δαπάνας τοῦ ἡλίου. Μηχανικὴν ἐπίσης θεωρίαν ἡλιούμησεν ὁ Helmholtz καὶ μετ' αὐτὸν ὁ Kelvin, ὑποστηρίζοντες ὅτι ἡ ἀντικρύζουσα τὴν ἀκτινοβολουμένην θερμότητα τοῦ ἡλίου ποσότης θερμότητος παραγεται ἐκ τῆς συστολῆς τῆς ἡλιακῆς μάζης μάζης. Οἱ ὑπολογισμοὶ ὅμως τῶν δύο τούτων σοφῶν φέρουσιν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι μόνον ἐπὶ πεντήκοντα ἔκατομμύρια ἐτῶν ὁ ἡλιός ἐθέρμαινε τὴν γῆν, τὸ χρονικὸν δὲ τοῦτο διάστημα, ὅσον καὶ ἀν ταίνεται μέγα, εἴναι ὅμως ἀνεπαρκὲς διὰ νὰ περιλάβῃ τὰς γεωλογικὰς περιόδους.

Μεταβαίνοντες ἦδη εἰς τὴν ἔκθεσιν τῶν χημικῶν θεωριῶν περὶ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας, βλέπομεν εὐθὺς ἀμέσως ὅτι μὲ τὰ συνήθη χημικὰ φαινόμενα εἴναι δύσκολος ἡ

εὔρεσις ἔξηγήσεως ἵνανοποιούσης τὸ πνεῦμα. Πράγματι, ἂν λάβωμεν ὑπὸ δψιν τὴν κυριωτάτην πηγὴν θερμότητος, τὴν καῦσιν δηλαδὴ τοῦ ἀνθρακος, συμπεραίνομεν ὅτι μάζα ἀνθρακος ἵση πρὸς τὴν τοῦ ἡλίου, καιομένη δὲ πρὸς ἀνθρακικὸν δξύ, μόλις θὰ συνετήρει ἐπὶ 5000 ἐτῶν τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν.

Ἐν τούτοις ὁ ἀστρονόμος Gaye ἐπρότεινε τὸ 1877 χημικὴν θεωρίαν ἔξηγοῦσαν τὴν παραγωγὴν θερμότητος εἰς τὴν ἡλιακὴν μάζαν διὰ χημικῶν ἐνώσεων τῶν ἐν τῇ στοιχείων. Κατὰ τὸν Gaye εἰς τὰ ἐνδότερα τῆς μάζης τοῦ ἡλίου ἡ ὑλὴ εὑδίσκεται ὑπὸ μορφὴν στοιχείων ὡς ἐκ τῆς ὑψηλῆς ἐκεὶ θερμοκρασίας, τὰ στοιχεῖα δὲ ταῦτα, ἀνερχόμενα πρὸς τὴν ἡλιακὴν ἀτμοσφαίραν, συντίθενται μετ' ἀλλήλων πρὸς διαφροτάτας χημικὰς ἐνώσεις, ἐκλυομένης οὕτω διαρκῶς θερμότητος. Ἡ θεωρία ὅμως αὐτῇ, ἀνεξαρτήτως τοῦ μικροῦ ποσοῦ θερμότητος τὸ δποίον δίδει, προσκρούει καὶ εἰς δύο σοβαρωτάτας ἀντιρρήσεις. Πρῶτον ὅτι ἡ ὑπαρξίας χημικῶν ἐνώσεων εἰς τὴν ἡλιακὴν ἀτμοσφαῖραν δὲν συμβιβάζεται μὲ τὰς γενομένας παρατηρήσεις, διὰ τῶν δποίων τούναντίον ἐβεβαιώθη ὅτι ἡ ἀτμοσφαῖρα τοῦ ἡλίου περιέχει τὴν ὑλὴν ὑπὸ στοιχειακὴν μορφὴν. Δεύτερον ὅτι ἀν τὰ ἐκ τοῦ περικέντρου τοῦ ἡλίου ἀνερχόμενα στοιχεῖα ἐνοῦνται πρὸς χημικὰς ἐνώσεις πρὸς τὰ ἔξωτερα παράγοντα περιόδητα, ἀντιστρόφως καὶ αἱ ἐνώσεις αὗται φερόμεναι πρὸς τὸ περίκεντρον ὑὰ ἀποσυντίθενται ἀποφροφωμένους οὕτως ἵσου ποσοῦ θερμότητος.

Ἡ ἀνακαλύψις τῶν φαδιενεργῶν οὐσιῶν καὶ ἡ σπουδὴ τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν ἔγεινε πρὸ καιροῦ στήριγμα σοβαρὸν τῆς χημικῆς θεωρίας. Τὸ μέγιστον ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ δποίον ἐλάχιστον ποσὸν φαδίου ἐκλύει ἐπὶ μακρὸν χρονικὸν διάστημα φαίνεται ἀμέσως ὅτι μᾶς πλησιάζει πολὺ πρὸς τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος Ἀρκεῖ πράγματι νὰ περιέχῃ ἡ μάζα τοῦ ἡλίου 2 χιλιοστόγραμμα φαδίου κατὰ χιλιόγραμμον διὰ νὰ συντηρήται ἀπὸ τῶν ἀπωτάτων γεωλογικῶν περιόδων ἀμείωτος ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου. Τὴν θεωρίαν ὅμως ταύτην δὲν παραδέχεται ὁ Arrhenius διότι ἀν, ὡς εἴναι ἀναπόφευκτον, οὔτε ὑλὴ οὔτε ἐνέργεια—θερμότης—δύνανται νὰ δημιουργηθῶσιν ἐκ τοῦ μηδενὸς, πρέπει τὸ φαδίον τοῦ ἡλίου νὰ δέχηται ἐκ τοῦ ἀπείρου ἄλλην τινὰ ἀκτινοβολίαν τὴν δποίαν νὰ μετατρέπῃ εἰς θερμότητα. Ἄς μὴ λησμονήσωμεν πρὸς τούτοις ὅτι ἡ ζωὴ τοῦ φαδίου εἴναι σχετικῶς βραχεῖα καὶ ὅτι ἐντὸς περίπου 1700 ἐτῶν χάνει τὸ ἥμισυ τῆς ἐνέργειας του.

Ἡ ἀνεπάρκεια τῶν ἀνωτέρων θεωριῶν ὠδή-

γησε τὸν Arrhenius εἰς τὴν διατύπωσιν ἄλλης θεωρίας. Άναχωρεῖ πάντοτε ἀπὸ τῆς ἀρχῆς ὅτι ἡ ὥλη πρὸς μὲν τὰ ἐξώτερα τοῦ ἡλίου εὑρίσκεται ἐν στοιχειακῇ καταστάσει πρὸς δὲ τὰ ἐσώτερα ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων, ὡς ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τῆς φασματοσκοπήσεως τῶν ἡλιακῶν κηλίδων.

Καθ' ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου αἱ θερμοκρασίαι καὶ αἱ πιέσεις αὐξάνουσιν ὥστε φθάνουσιν εἰς  $6,10^6$  βαθμοὺς καὶ εἰς  $10^{10}$  ἀτμοσφαίρας. Υπὸ τοιούτους ὅρους ἡ ὥλη, καίτοι ἐν ἀεριώδει καταστάσει, δὲν ἔχει τὴν ἀκινησίαν τῶν ἀερίων ἀλλὰ κολλώδη μᾶλλον μορφήν.

Εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας καὶ πιέσεις αἴτινες ὑπάρχουσιν εἰς τὰ ἐσώτερα τῆς ἡλιακῆς μάζης, παράγονται κατὰ τὰς ἀρχὰς τῆς θερμοδυναμικῆς ἐνώσεις τῶν δοπίων ἡ παραγωγὴ συνεπάγεται ἀπορρόφησιν θερμότητος καὶ συστολήν. Οἱ Arrhenius ἀναφέρει σχετικῶς τὰ ἔξης σώματα μὲ τὴν πρὸς παραγωγήν των ἀπορροφισμένην θερμότητα: τὸ ὅζον ἀπαιτοῦν 36200 μονάδας θερμότητος, τὸ πρωτοξείδιον τοῦ ἀζώτου 18000, τὸ ὁξείδιον τοῦ ἀζώτου 21000, τὸ τριοξείδιον τοῦ ἀζώτου 6800, τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ ἀζώτου 7700, τὸν θειούχον ἄνθρακα 28700, τὸ κυάνιον 71000, τὸ θειούχον ἀζώτου 31900 καὶ τὸ θειούχον σελήνιον 46200. Εκτὸς ὅμως τῶν ἀπλῶν τούτων ἐνώσεων εἶναι πιθανωτάτῃ ἡ παραγωγὴ ἀλλών πολυπλοκωτέρων, αἱ δοπίαι ἔνεκα τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας εἶναι περιοικισμέναι μὲ πολὺ μεγαλείτερον τῶν ἀνωτέρων ἐνδόθερμον. Ἐκ τῶν ἀνωτέρων ὁ Arrhenius συμπεραίνει: «Πρέπει λοιπὸν νὰ δεχθῶμεν ὅτι εἰς τὸ περίκεντρον τοῦ ἡλίου ὑπάρχουσιν ἐνώσεις ἀποσυντιθέμεναι μόλις φθάσωσιν εἰς τὴν ἀτμοσφαίραν του ὡς ἐκ τῆς ἐλαττώσεως τῆς πιέσεως. Η ἀποσύνθεσις αὕτη ἀποδίδει μέγιστον ποσὸν θερμότητος καὶ συνοδεύεται ὑπὸ μεγίστης διαστολῆς δύγκου. Αἱ ἀποτελοῦσαι τὸ περίκεντρον τοῦ ἡλίου ὅλαι πρέπει ἐπομένως νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἐκρηκτικαὶ ὅλαι τῆς ὑψίστης νοητῆς ἐνεργείας, ἀπέναντι τῶν δοπίων ἡ δυναμīτις καὶ αἱ πικρικαὶ ἐνώσεις εἶναι ἀπλᾶ παιγνίδια. Φαινόμενα τοιαῦτα δύνανται νὰ συντιθέσωσι τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν ἐπὶ δισεκατομμύρια καὶ τρισεκατομμύρια ἐτῶν.»

### 'Αντιρρήσεις κατὰ τῆς θεωρίας τοῦ Arrhenius

Ἡ θεωρία τοῦ Arrhenius φαίνεται ἐκ πρώτης ὅψεως πολὺ ἐλκυστική, ἐν τούτοις δὲν συμβιβάζεται μὲ τὰ συμπεράσματα τῶν νεω-

τέρων ἐρευνῶν. Ἡ κυριωτέρα δὲ κατ' αὐτῆς ἀντίρρησις εἶναι ὅτι αἱ τιμαὶ τοῦ ἐνδοθέρμου τῶν ἐνώσεων, τῶν δοπίων παραδείγματα ἀνωτέρω ἐπιμειώσαμεν, ἔξηκθησαν ἐκ πειραμάτων τῶν ἐργαστηρίων, γενομένων ὑπὸ συνήθεις θερμοκρασίας καὶ πιέσεις πολὺ κατωτέρας τῶν θερμοκρασιῶν καὶ πιέσεων τῆς ἡλιακῆς μάζης. Ἐχομεν ἐπομένως τρωτὸν σημεῖον εἰς αὐτὴν τὴν βάσιν τῆς θεωρίας τοῦ Arrhenius.

Ἄς λάβωμεν ὑπὸ δψει τὰς ἐκ στερεῶν ἡρευστῶν στοιχείων παραγομένας ἐνδοθέρμους ἐνώσεις. Ἡ θερμότης παραγωγῆς αὐτῶν, ἀναγομένη εἰς στοιχεῖα ἀέρια, θὰ ἦτο φυσικὰ πολὺ μεγαλείτερα τῶν σημειωθέντων ἀριθμῶν, οὗτως ὥστε αἱ ἐνώσεις αὗται θὰ μετεβάλλοντο εἰς ἔξαθέρμους μὲ τὴν προϋπόθεσιν τῶν στοιχείων των ὡς ἀερίων. Ἡ θερμότης παραγωγῆς τοῦ θειούχου ἀνθρακος, παραδείγματος χάριν, ἔνεκα τῆς μεγάλης δαπάνης θερμότητος πρὸς ἔξαθμισιν τοῦ ἀνθρακος, πιθανώτατα θὰ εἴχε θετικὴν ἀξίαν ἀν ἐδεχόμεθα τὴν χημικὴν ταύτην ἐνώσιν παραγομένην ἐξ ἀτμοῦ θείου καὶ ἀτμοῦ ἀνθρακος, ὡς εἶναι εὔλογον νὰ ὑποθέσωμεν ὅτι συμβαίνει εἰς τὴν ἡλιακὴν μάζαν καὶ ἐπομένως διὰ τὸν ἡλιον ὁ θειούχος ἀνθρακες θὰ είλην ἔξωθερμον ἀποτέλεσμα.

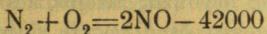
Προχωρῶντες, ἀς ὑποθέσωμεν τὴν γενικὴν περίπτωσιν συστήματος ἀερίων ὑποβεβλημένου εἰς θερμοκρασίας αὐξανούσας, τῆς πιέσεως τηρούμενης σταθερᾶς. Ἐὰν αἱ θερμοκρασίαι εἶναι ἐπαρκεῖς, τὰ μόρια τῶν στοιχείων θὰ ἀποσυντεθῶσιν εἰς ἀτομα καὶ θὰ νοήσωμεν τὰς ἐνώσεις παραγομένας ὅχι πλέον ἀπὸ μορίων στοιχείων ἀλλ' ἀπὸ τῶν ἀτόμων των. Αἱ νεώτεραι ἔφευναι ἀπέδειξαν ὅτι ἡ εἰς ἀτομα διάσπασις τῶν μορίων τῶν στοιχείων δύναται ὡς πρὸς τὰ πλεῖστα νὰ ἐκτιμηθῇ εἰς θερμοκρασίας ὑψηλάς, προσιτάς ὅμως πάντοτε εἰς τὸ πείραμα, καὶ ὅτι, ὡς εἶναι ἀλλως τε φυσικόν, ἀπορροφᾶ σημαντικὰ ποσὰ θερμότητος. Οἱ κατωτέρω πίναξ δεικνύει τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ δοπίον ἀπαιτεῖ ἡ εἰς ἀτομα διάσπασις 1 μοριογράμμου συνήθων τινῶν στοιχείων. Τὰ πειράματα ἔγειναν εἰς θερμοκρασίας ἀπὸ  $1050^{\circ}$ — $2727^{\circ}$ .

Ίωδιον . . .	$1390^{\circ}$	Μονάδες θερμότ.	36800
Βρόμιον . . .	$1050^{\circ}$	>	57000
Χλώριον . . .	$1670^{\circ}$	>	113000
Θεῖον . . .	2177	>	120000
Υδρογόνον	2727	>	90000

Ἡ θερμότης παραγωγῆς τοῦ μορίου τοῦ δευτεργόνου ενδεέθη ἵση μὲ 160000 μονάδας θερμότητος. Ἡ τοῦ ἀζώτου εἶναι ἄγνωστος, ἀλλὰ

πιθανώτατα υπερβαίνει κατά πολὺ τάς 150000. Σχετικῶς πρὸς τὸ ἄζωτον, σημειοῦμεν ὅτι τὸ μέγα τοῦτο ποσὸν θερμότητος, τὸ ἀπαιτούμενον διὰ τὴν διάσπασιν τοῦ μορίου τοῦ ἄζωτον εἰς ἄτομα, ἔξηγε τὴν ἀδράνειαν τοῦ στοιχείου τούτου. Ἡ ἀδράνεια αὐτῇ δὲν δύναται βεβαίως νὰ συγχριθῇ πρὸς τὴν τῶν σπανίων στοιχείων τῆς ἀτμοσφαίρας, τοῦ ἀργοῦ λ. χ. καὶ τοῦ ἡλίου, τῶν δποίων εἰς μάτην μέχρι σήμερον προσεπάθησαν νὰ παραγάγωσιν ἐνώσεις μετ' ἄλλων στοιχείων.

Ποῖα συμπεράσματα συνάγομεν ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀριθμῶν ὡς πρὸς τὴν χημικὴν ίσορροπίαν; Τὸ πρῶτον συμπέρασμα εἶναι ὅτι δλαι ἀνεξαρέτως αἱ ἐνώσεις εἶναι ἔξωθερμοι, ἔὰν δεχθῶμεν αὐτὰς παραγομένας ἔξ ατόμων καὶ ὅχι ἐκ μορίων τῶν στοιχείων. Ἡς ὑπολογίσωμεν χάριν παραδείγματος τὴν θερμότητα παραγωγῆς τοῦ ἐνδοθέρμου δξειδίου τοῦ ἄζωτον, ἀναχωροῦντες ἐκ τῶν ἀτόμων τῶν δύο τούτων στοιχείων. Κατὰ τὴν θερμοχημικὴν ἔξωσιν:



Ἄλλ' ἡ θερμότης παραγωγῆς τοῦ  $N_2$  καὶ  $O_2$  ἀπαιτεῖ 160000 καὶ 150000 μονάδας θερμότητος, ἐπομένως κατὰ τὸν κανόνα τοῦ Hess ἡ θερμότης παραγωγῆς ἐνδὸς μοριογράμμου NO μὲν ἀφετηρίαν τὰ ἄτομα τῶν δύο τούτων στοιχείων εἶναι  $+ 140000$  μονάδας θερμότητος ἐνῷ εἰς τὴν περίπτωσιν παραγωγῆς ἐκ μορίων εἶναι—21000. Διὰ τὸ μοριόγραμμον τοῦ δζοντος ἀνάλογος ὑπολογισμὸς δίδει θερμότητα παραγωγῆς ἐκ μορίων μὲν—30000, ἔξ ατόμων δὲ  $+ 200000$  μονάδας θερμότητος.

Δεύτερον συμπέρασμα εἶναι ὅτι διὰ συνεχοῦς καὶ ἐπαρκοῦς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας ἡ συγκέντρωσις τῶν λεγομένων ἐνδοθέρμων ἐνώσεων ἀντὶ ν' αὐξάνῃ ἀροίστως, τούτωντίον θὰ ἐλαττοῦται βαθμηδόν, δπως καὶ τῶν ἄλλων ἐνώσεων. Ἡς ἐπαναλάβωμεν τὸ παράδειγμα τοῦ δξειδίου τοῦ ἄζωτον. Ἡ ἀρχὴ τῆς κινητῆς ίσορροπίας ἥτις ἔκφραζεται ἀναλυτικῶς διὰ τῆς σχέσεως:

$$\frac{dlnk}{dT} = - \frac{Q}{RT^2}$$

(ὅπου K εἶναι ποσὸν αὐξάνον μετὰ τῆς συγκέντρωσεως τῆς ἐνώσεως, T ἡ θερμοκρασία, Q ἡ θερμότης παραγωγῆς καὶ R μία σταθερά) μᾶς δεικνύει ὅτι ἡ ὑψώσις τῆς θερμοκρασίας σύνοει τὴν δπὸ παρόρθησεως θερμότητος συνοδευομένην ἀντίδρασιν. Εἰς θερμοκρασίας δπου

τὰ μόρια  $N_2$  καὶ  $O_2$  δὲν ὑφίστανται ἀξίαν λόγου ἀποσύνθεσιν, ἡ ἐνώσις NO παραγέται ἐκ μορίων καὶ εἶναι ἐνδόθερμος, τοῦ Q δὲ ὄντος ἀρνητικοῦ ἡ συγκέντρωσις τοῦ δξειδίου τοῦ ἄζωτου θὰ συμβαδίζῃ εἰς αὐξησιν μετὰ τῆς θερμοκρασίας. "Οταν ὅμως ἡ τελευταία αὐτῇ ὑψωθῆ ἀρκετὰ ὥστε νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν διάσπασιν τῶν μορίων  $N_2$  καὶ  $O_2$  εἰς ἄτομα, θὰ ἐπικρατήσῃ ἡ ἔξ ἀτόμων παραγωγὴ τῆς ἐνώσεως NO ἥτις εἶναι ἔξωθερμος. Τὸ Q τότε εἶναι θετικὸν καὶ ἡ ὑψώσις τῆς θερμοκρασίας θὰ προκαλέσῃ τὴν ἐναντίαν ἀντίδρασιν, τὴν ἀποσύνθεσιν δηλαδὴ τοῦ δξειδίου τοῦ ἄζωτου εἰς τὰ ἄτομά τοι. Αἱ θερμοκρασίαι αἱ δποίαι εἶναι ἐπαρκεῖς δπως προκαλέσωσι τοιαύτην ἀντίδρασιν δὲν εἶναι τόσον μεγάλαι δσον θὰ ἡδύνατο τις νὰ πιστεύσῃ. "Υπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας εἶναι κατώτεραι τῆς θερμοκρασίας τῶν 6000—8000 βαθμῶν ἡ δποία ἐπικρατεῖ εἰς τὴν περιφέρειαν τοῦ ἡλίου. Εἰδικῶς διὰ τὸ ὑδρογόνον, ἀναφέρομεν ὅτι 99% τῶν μορίων τοῦ διασπῶνται εἰς ἄτομα εἰς θερμοκρασίαν 6000 βαθμῶν.

Οὕτω λοιπὸν, ἀντιθέτως πρὸς τὴν γνώμην ἐπὶ τῆς δποίας ὁ Arrhenius ἐστήριξεν ἐν μέρει τὴν θεωρίαν του, ἡ αὐξησις τῆς θερμοκρασίας μόνη θὰ προκαλέσῃ τὴν ἀποσύνθεσιν δλων τῶν ἐνώσεων. Εἰς τὰς πολὺ ὑψηλὰς θερμοκρασίας αἱ δυναταὶ ἐνδόθερμοι ἀντιδράσεις θὰ εἶναι ὅχι παραγωγὴ ἀλλ' ἀποσύνθεσις ἐνώσεων, ἐπομένως ἡ ἡλιακὴ μάζα θ' ἀποτελῆται ἀποκλειστικῶς ἐκ στοιχείων ἐν ἀτομικῇ καταστάσει.

"Ἄς ἔξετασμεν ἥδη τὸ ἀποτέλεσμα ίσχυρᾶς πίεσεως. Αὕτη θὰ διευκολύνῃ τὰς δπὸ συστολῆς δγκων συνοδευομένας ἀντιδράσεις, ἐπόμενως τὴν ἔξ ατόμων παραγωγὴν ἐνώσεων. Ἡ αὐξησις τῆς πίεσεως θὰ ἐνεργήσῃ ἀντιθέτως πρὸς τὴν αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας, ἔὰν δὲ εἶναι ἐπαρκὴς θὰ ἐπιτρέψῃ τὴν ὑπαρξίαν μορίων ἔξ ατόμων δμοειδῶν ἡ ἐτεροειδῶν (ἐνώσεων) καὶ εἰς πολὺ ὑψηλὰς θερμοκρασίας. Διὰ νὰ φέρωμεν ἐν παράδειγμα πιέσεως ἐπαρκοῦς νὰ ἀντιδράσῃ καθ' ὁρισμένης ὑψηλῆς θερμοκρασίας, ἀς λάβωμεν ἥπ' ὅψει τὸ μόριον τοῦ ὑδρογόνου ἐπὶ τῇ βάσει τῆς γενικῆς ἔξιώσεως.

$$\frac{K}{RT} = \frac{1}{a^2} - 1 = \frac{Ke - p}{T}$$

χρακτηριζούσης τὴν διάσπασιν ἐνὸς διατομικοῦ μορίου. Δὲν πρόκειται βεβαίως νὰ συναγά-

γωμεν ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἔξισώσεως, ήτις ἔξήχθη ἐκ πειραμάτων γενομένων ἐκ μικρὰς σχετικῶς πιέσεις καὶ θερμοκρασίας, ἀκριβῆ συμπεράσματα προκειμένων τῶν ἔξαιρετικῶν συνηθηκῶν τῆς ἡλιακῆς μάζης. Ἐν τούτοις, ἐφ' ὅσον ἡ ἔξισώσης αὐτῇ στηρίζεται ἐπὶ τῶν ἀρχῶν τῆς θερμοδυναμικῆς, δυνάμεθα νὰ συναγάγωμεν ἐξ αὐτῆς ἰδέαν τινὰ περὶ τῆς ἀλληλεπιδράσεως τῆς πιέσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας, προκειμένου μάλιστα περὶ τοῦ ὑδρογόνου τὸ δόποιον ἀκολουθεῖ ἴδιαιτέρως τοὺς νόμους τῶν τελείων ἀρείων.

$p = 1$ ἀτμ.	$T = 6000^{\circ}$		
$T$	$\alpha$ %	$p$ εἰς ἀτμοσφ.	$\alpha$ %
3000	6	10	80
4000	25	100	53
5000	92	1000	19
6000	99	100000	2

Εἰς θερμοκρασίαν λοιπὸν  $6000^{\circ}$  καὶ ὑπὸ πιέσιν 100000 ἀτμοσφαιρῶν, τὸ ὑδρογόνον θὰ ἥτο σχεδὸν ἐξ ὀλοκλήρου ἐν μοριακῇ καταστάσει, ἐάν δὲ ἥκολούθει τοὺς αὐτοὺς νόμους ἡ διάσπασης τῶν μορίων του εἰς ἄτομα θὰ ἔφθανε 10 %<sub>0</sub> ὑπὸ τὰς πιέσεις καὶ θερμοκρασίας τὰς ὁποίας δεχόμεθα κρατούσας περὶ τὸ κέντρον τοῦ ἥλιου.

Χωρὶς νὰ ἐπεκταθῶμεν εἰς ἄλλα παραδείγματα, τῶν ὁποίων τὰ ἀριθμητικὰ ἔξαγόμενα θὰ ἤσαν πάντοτε ὅπως τὰ ἀνωτέρω ὅχι ἀκριβῆ, περιοριζόμεθα εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι εἰς τὰ ἐνδότερα τῆς ἡλιακῆς μάζης ἡ ὑπαρξίας συστημάτων λίαν πολυπλόκων περιεχόντων ἄτομα καὶ μόρια στοιχείων καὶ ἐνώσεων εἴναι δυνατὴ ἔνεκα τῶν ὑψίστων πιέσεων ὑφ' ἀς διατελοῦσι. Οὐδεὶς δύμως λόγος συντρέχει ἵνα δεχθῶμεν ἐπίσης ὅτι τὰ συστήματα ταῦτα τῆς ὥλης ἀποτελοῦνται ἐξ ἐνδοθέρμων μόνον ἐνώσεων. Αὐτὸς δὲ Arrhenius δὲν ἀναφέρει ὡς βεβαιωθέντα διὰ τῆς παρατηρήσεως συστατικὰ τῶν ἡλιακῶν κηλίδων εἰμὴ δεξείδιον τιτανίου καὶ ὑδρογονούχον ἀσφέστιον καὶ μαγνήσιον, ἐνώσεις δηλαδὴ ἔξωθερμοντος ἔστω καὶ ἐκ μορίων τῶν ἀνωτέρω στοιχείων ἀν ἥθελον παραγθῆ.

"Ἄς δεχθῶμεν ἐν τούτοις, παρὰ πᾶσαν πιθανότητα, ὅτι τὸ περίκεντρον τοῦ ἥλιου ἀποτελεῖται κυρίως ἐξ ἐνδοθέρμων ἐνώσεων καὶ ἀς ἔδωμεν τὴν δρᾶσιν μιᾶς αὐτῶν, ἔστω ἐνὸς μορίου ὅζοντος, ὑποθέτοντες κατ' ἀρχὰς ὅτι φέρεται ἐκ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ ἥλιου. "Οταν φθάσῃ ἐκεὶ ὅπου ἡ θερμοκρασία είναι  $6000^{\circ}$ — $7000^{\circ}$  καὶ ἡ πιέσις ὀλίγων ἀτμοσφαιρῶν, ὅτι ἀποσυντεθῆ τελείως εἰς

τὰ ἄτομά του καὶ ἔκαστον μοριόγραμμον θὰ ἀπορροφήσῃ πρὸς τοῦτο 200000 περίπου μονάδας θερμότητος. Προχωροῦντα τὰ ἄτομα τοῦ δεξιγόνου εἰς ψυχροτέραν ἀκόμη ζώνην τῆς ἡλιακῆς ἀτμοσφαίρας θὰ ἀνασυντεθῶσιν εἰς μόρια δεξιγόνου, μὲ παραγωγὴν 240000 μονάδων θερμότητος. Τὸ φαινόμενον λοιπὸν ἀφίνει καναρὸν κέρδος εἰς τὸν ἥλιον 40000 μονάδων θερμαντικοῦ καὶ ὅτι ἀπέλληγεν εἰς ταχεῖαν ψῆξιν τοῦ ἥλιου εἰς βάρος τῶν ἔξωτερων ζωνῶν αὐτοῦ. 'Εκτὸς δὲ τῆς συνεπείας ταύτης τοῦ ἔξωθερμον τῶν ἐξ ἀτόμων παραγμένων ἐνώσεων ἄλλη ἀντίρρησις εἶναι ὅτι ἀπαιτεῖται διαρκῆς μετάβασις ὥλης ἐκ τῶν ἐνδοτέρων πρὸς τὰ ἔξωτερα τοῦ ἥλιου πρὸς παραγωγὴν εἰς τὰς ψυχροτέρας ζώνας αὐτοῦ σωμάτων κατὰ τὸ μᾶλλον ἡ ἥττον πολυπλόκων. Παραγωγὴ ἐνεργείας ἐπὶ τόπου, εἰς τὸ περίκεντρον δηλαδὴ τοῦ ἥλιου, τότε μόνον θὰ ἥτο δυνατὴ ἀν ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ μορίου τοῦ δέσοντος ἔληγεν εἰς παραγωγὴν μορίων μόνον δεξιγόνου, τοιούτη δὲ ἀντίδρασις ἀπαιτεῖ εἰδίκας καὶ σταθερὰς συνηθήκας πιέσεως καὶ θερμοκρασίας, δὲν παρέχει δὲ ἄλλως τε εἰμὴ τὸ μικρὸν σχετικῶς πρὸς τὴν προαιώνιον ἀκτινοβολίαν τοῦ ἥλιου ποσὸν τῶν 30000 μονάδων θερμότητος κατὰ μοριόγραμμον.

Διὰ τοὺς λόγους τούτους — καὶ ἄλλους πηγάζοντας ἐκ βαθυτέρας διερευνήσεως τῶν νόμων τῆς χημικῆς μηχανικῆς — πρέπει νὰ συμπεράσμενον ὅτι θεωρία στηριζόμενη μόνον ἐπὶ τῆς ἀποσύνθεσης ἐνδοθέρμων ἐνώσεων συστρεψυμένων κατὰ μεγάλας μάζας εἰς τὰ ἐνδότερα τοῦ ἥλιου δὲν λύει συμφώνως πρὸς τὰς σημερινὰς γνώσεις μας τὸ πρόβλημα τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας.

### Άλλα χημικὰ φαινόμενα ὡς βάσις θεωρίας.

Αἱ σκέψεις τὰς ὁποίας ἀνωτέρῳ ἀνεπιύξαμεν ὀδηγοῦσιν ἡμᾶς εἰς τὴν χημικὴν ἀποψιν τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας ὅχι δι' ἀποσύνθεσην ἐνδοθέρμων ἐνώσεων ἀλλὰ διὰ συνθέσεων μορίων στοιχείων ἡ ἐνώσεων. Φανταζόμενοι τὴν μάζαν τοῦ ἥλιου ὡς σύστημα περιέχον ἄτομα καὶ μόρια κατὰ τὸ μᾶλλον ἡ ἥττον πολύπλοκα, ἐν ἴσορροπίᾳ δέ, ὡς ἐκ τῶν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν καὶ πιέσεων ὑφ' ἀς διατελεῖ, συμπεραίνομεν ὅτι πᾶσα ψῆξις τοιούτου συστήματος ἀκολουθεῖται ὑπὸ διαταράξεως τῆς ἴσορροπίας, συνεπαγομένης τὴν ἐξ ἀτόμων παραγωγὴν μορίων στοιχείων ἡ ἐνώσεων, φαινόμενον πολὺ ἐνεργότερον τῆς ἀναγωγῆς τῶν ἐνδοθέρμων ἐνώσεων εἰς μόρια. 'Ενώσεις ἔχο-

μιεν εἰς τὸν ἥλιον πλείστας ἐκ τῶν γνωστῶν μας ἐκ τῆς γῆς, ἵδιαιτέρως δὲ περὶ τῆς ὑπάρχεως μεταξὺ αὐτῶν τοῦ δημιουροῦ, στοιχείου παραγόντος τὸν ἔξωθενούς ἔνώσεις, οὐδεμία ὑπάρχει ἀμφιβολία. Οἱ μηχανισμὸς τοῦ χημικοῦ φαινομένου τὸ δποῖον προκαλεῖται ὑπὸ τῆς ψύξεως τοῦ ἥλιον προκαλεῖ βαθμιαίαν ἔκλυσιν θερμότητος ἔξιγγονα τὸ συνεχὲς καὶ κανονικὸν τῆς ἥλιακῆς ἀκτινοβολίας. Μένει νὰ ἴδωμεν ἂν τὰ ποσὰ τοῦ θερμαντικοῦ τὰ δποῖα ἀποδίδει ἡ χημικὴ ἐνέργεια εἶναι ἐπαρκῆ πρὸς τροφοδότησιν τῆς ἥλιακῆς ἀκτινοβολίας διὰ μέσου τῶν μακρῶν γεωλογικῶν περιόδων.

Εἴπομεν προηγουμένως διὰ μᾶζα ἀνθρακος ἵση πρὸς τὴν ἥλιακὴν δὲν θὰ ἡδύνατο καιομένη νὰ τροφοδοτήσῃ τὴν ἥλιακὴν ἀκτινοβολίαν πέραν τῶν 5000 ἑτῶν. Οἱ ἀριθμὸς οὗτος ἔξαγεται μὲ τὴν ὑπόθεσιν ἀντιδράσεως ἀνθρακος καὶ δημιουροῦ κατὰ μόρια, ἐὰν ὅμως δεχθῶμεν τὴν ἀντιδρασιν χωροῦνταν μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν δύο τούτων στοιχείων φθάνομεν εἰς ἄλλην τιμὴν αὐτῆς πολὺ μεγαλειτέραν.

Οἱ ἐπόμενος πίνακες δεικνύει ἐπαρκῶς τὰς μεγίστας διαφορὰς αἰτίνες ὑπάρχοντων ὅταν μία καὶ ἡ αὐτὴ ἐνώσις θέλει παραχθῆ ἐκ μορίων ἢ ἔξ ἀτόμων, ὡς εἶναι τὸ πιθανότερον ὅτι συμβαίνει εἰς τὸν ἥλιον. Καὶ ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅμως ταύτην οἱ ἀριθμοὶ τοῦ ἐκ τῶν ἀτομικῶν ἀντιδράσεων παραγομένου θερμαντικοῦ εἶναι ἀνεπαρκεῖς διὰ τὰς ἀπαιτήσεις τοῦ προκειμένου προβλήματος.

Ἐνώσεις	θερμαντικὸν παραγωγῆς		θερμαντ. παραγωγ.	
	ἐκ μορίων	ἐξ ἀτόμων	μοριογρ.	γράμμου
HCl	22000	600	144000	4000
HBr	12400	150	106000	1300
HJ	1450	11	85000	700
NH <sub>3</sub>	12000	700	250000	14000
NO	—21000	—700	150000	5000
O <sub>3</sub>	—30000	—600	200000	4500

Ἐὰν ὑποθέσωμεν τὴν μᾶζαν τοῦ ἥλιου ἀποτελουμένην ἔξ ἀτόμων ὑδρογόνου, σύστημα ὑπὲρ πᾶν ἄλλο ἐγκλείον διαθέσιμον ἐνέργειαν (45000 μονάδας θερμότητος κατὰ γραμμάριον, ἀπεναντὶ 1500 τῆς νιτρογλυκερίνης καὶ 3800 τοῦ χροτοῦντος ἀερίου) ἡ δυναμικὴ τοῦ ἐνέργειας δὲν εἶναι πλέον τοῦ εἰκοσαπλασίου τῆς ἐν τῷ συστήματι ἀνθρακος—δημιουροῦ ἐγκλειομένης ἐνεργείας. Επομένως, ἐὰν ὑποθέσωμεν τὴν διάρκειαν τῆς ἥλιακῆς ἀκτινοβολίας ἐπὶ ἐν δισεκατομμύριον ἑτῶν — διάστημα ὅχι μέγα ἀνα-

λόγως τῶν γεωλογικῶν περιόδων — θὰ ἐπρεπε τὸ ἀπόθεμα τῆς ἐνεργείας ἐνδὲ γραμμάριον ὑδρογόνου νὰ εἶναι δύο δισεκατομμύρια θερμαντικῶν μονάδων, δηλαδὴ 50000 φοράς μεγαλείτερον τοῦ πραγματικῶς ὑπάρχοντος εἰς ἐν γραμμάριον ἀτομικοῦ ὑδρογόνου.

Τελευταῖον βοήθημα πρὸς ἐνίσχυσιν τῆς χημικῆς θεωρίας τῆς ἥλιακῆς ἀκτινοβολίας θὰ ἡτο ἡ ὑπόθεσις διὰ ἐνεκά τῶν μεγίστων ἐντὸς τοῦ ἥλιου πιέσεων παραγόνται σώματα ἀκρως πολυσύνθετα. "Οπως ὅμως ἀποδεικνύει τὸ πείραμα, ή σύμπλεξις μορίων ἀπλῶν ἐνώσεων πρὸς πολυπλοκωτέρας ἐλάχιστον ποσὸν θερμαντικοῦ ἀποδίδει. Επομένως οὐδεμία ἐκδήλωσις χημικῆς ἐνεργείας — ἐκ τῶν μέχρι τοῦδε ἐννοεῖται γνωστῶν εἰς ἡμᾶς — παρέχει ἐνέργειαν προσεγγίζουσαν, ἔστω καὶ πολὺ μακρὰν, τὰς συνθήκας τῆς προαιωνίου καὶ σταθερᾶς ἀκτινοβολίας θερμαντικοῦ ἐκ τοῦ ἥλιου μας.

Ἐντισκόμεθα λοιπὸν ἡναγκασμένοι νὰ διποικοχρήσωμεν ἀπὸ τῆς θεωρίας εἰς τὴν ὑπόθεσιν καὶ νὰ φαντασθῶμεν κάτι τι δυνατὸν καὶ μάλιστα πιθανὸν, διὰ δηλαδὴ τὸ χημικὸν ἀτομον δὲν εἶναι τὸ τελευταῖον στάδιον τῆς διασπάσεως τοῦ μορίου. Τὰ ποσὰ τῆς ἐνεργείας τὰ δποῖα τοιαῦται ἀποσυνθέσεις παραγούσι θὰ εἶναι τόσον μεγαλείτερα ὅσον ὑψηλότεραι εἶναι αἱ θερμοκρασίαι ὑπὸ τὰς δποῖας αἱ ἀποσυνθέσεις αἵτιναι συνέβησαν, δπως τὸ ἔξ ἀντιδράσεων μεταξὺ ἀτόμων θερμαντικὸν ἀποτέλεσμα εἶναι ὡς εἴδομεν πολὺ μεγαλειτέρον τοῦ ἔξ ἀντιδράσεων μεταξὺ μορίων. Δυνάμεθα οὕτω νὰ ὑποθέσωμεν διὰ δύο σώματα ἀπλᾶ Α καὶ Β σειρὰν ὀλόκληρον ἐνδοθερμικῶν ἀντιδράσεων ἀπολήγουσαν εἰς τὴν ἐνώσιν AB.

Πρωτάτομον A<sub>1</sub> — Πρωτάτομον A<sub>2</sub> — "Ατομον A Μόριον A.

Πρωτάτομον B<sub>1</sub> — Πρωτάτομον B<sub>2</sub> — "Ατομον B Μόριον B.

Καὶ ἐκ τῶν μορίων Α καὶ Β τὴν ἐνώσιν AB.

Ἐὰν τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἥλιου συνίσταται ἐκ τοιούτων πρωτατόμων θὰ ἡτο συσσωρευτής ἐνεργείας ὑπὸ χημικὴν μορφὴν διατιθεμένης βαθμηδὸν καὶ καθ' ὅσον ἡ ψῆξις θὰ διηκόλυνε τὰς ἀντιδράσεις αἱ δποῖαι θὰ ἐχαρακτηρίζοντο ὑπὸ τοῦ δροῦ Q τῆς ἐξισώσεως τῆς ισορροπίας μὲ θετικὴν τιμὴν, μεγίστην δέ. Εξηπακούεται πάντοτε διτι, ὡς καὶ ἀνωτέρω ἐσημειώσαμεν, ἐν γραμμάριον τῶν πρωτατόμων ἐγκλείει ἐνέργειαν ἐνὸς δισεκατομμυρίου μονάδων θερμότητος, διότι μόνον μὲ τὸν δρον αὐτὸν δυνάμεθα ν' ἀντικρύσωμεν τὴν δαπάνην τῆς ἥλιακῆς ἀκτινοβολίας ἐπὶ ἐν δισεκατομμύριον ἑτη. Τὸ τεράστιον αὐτὸν ποσὸν θερμαντικοῦ τὸ δποῖον πρὸ τινων ἑτῶν θὰ ἐθεωρεῖτο

γέννημα ἀνατολικῆς φαντασίας δὲν προξενεῖ τοιαύτην ἐντύπωσιν σήμερον, μετὰ τὴν βεβαίωσιν τῶν μυθωδῶν ποσῶν ἐνεργείας τὰ ὅποια ἀποδίδει ἡ ἀτομικὴ ἀποσύνθεσις τῶν φαδινεργῶν οὐσιῶν. Υπὸ τὴν τελευταίαν δὲ ταῦτην μορφὴν τὰ χημικὰ φαινόμενα ἐμφανίζονται ὡς χορηγοὶ σπουδαιότατοι τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλίου.

### A. S. ΣΚΙΝΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

## Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

Τὸ γαλακτικὸν δὲν καταναλίσκεται πολὺ εἰς τὴν βιοσοδεψίαν καὶ τὴν βαφικήν. Εἰς τὴν βιοσοδεψίαν χρησιμεύει πρὸς ἀφάροισιν τῆς ἀσβέστου διὰ τῆς δοπίας ἀποσπάνται αἱ τρίχες τῶν δερμάτων καὶ πρὸς ἔξόγκωσιν καὶ διάνοιξιν τῶν πόρων τοῦ δέρματος ὅπως εὐκολώτερον ἀπορροφήσῃ τὴν δεψικήν οὐσίαν. Εἰς τὴν βαφικήν χρησιμεύει ὡς γαλακτικὸν ἀσβέστιον, γαλακτικὸς ψευδάργυρος καὶ γαλακτικὸν ἀντιμόνιον πρὸς στερέωσιν τῶν χρωμάτων ἐπὶ ἔριων καὶ μετάξης. Διὰ τὴν ἐφαρμογήν του εἰς τὴν βιοσοδεψίαν Ἰδίως πρέπει νὰ είναι ἀπτηλαγμένον θειεῦκον δέξιος καὶ σιδήρου.

Τὸ γαλακτικὸν δὲν παραγέται διὰ ζυμώσεως, ἡ ἐφαρμογὴ δύμως αὐτῆς ὑπὸ μεγάλην κλίμακα μόλις ἐσχάτως ἔγεινε δυνατὴ διὰ τῆς χρήσεως καθαρῶν ζυμῶν, διὰ τῶν δοπίων κανονίζεται ἡ ζυμώσις καὶ αὐξάνει ἡ ἀπόδοσις. Ως πρώτη ὅλη χρησιμεύει τὸ σάκχαρον ὃσον τὸ δυνατὸν καθαρὸν ὡς σταφυλοσάκχαρον, ἀμυλοσάκχαρον καὶ λακτόζη, προστιθεμένων καὶ θρεπτικῶν οὐσιῶν διὰ τὴν ζύμην ὡς λ. χ. λευκώματος, πεπτόνης, ζυθοζύμης καὶ ἀλάτων ὡς τὸ νιτρικὸν ἀμμώνιον, τὸ νιτρικὸν κάλιον, τὸ φωσφορικὸν νάτριον καὶ τὸ θειεῦκον μαγνήσιον. Δύνανται ἐπίσης νὰ χρησιμεύσωσι πρὸς παραγωγὴν γαλακτικοῦ δέξιος σακχαρούχα διαλύματα προερχόμενα ἐκ σακχαροποιήσεως τοῦ ἀμύλου μετὰ βύνης, τὰ ὅποια περιέχουσι λεύκωμα καὶ ἀλατα ἐπαρκῆ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῆς ζύμης, τοῦ γαλακτικοῦ δηλαδὴ βακύλου.

Ἡ ἐκ τοῦ ἀμύλου παραγωγὴ τοῦ γαλακτικοῦ δέξιος περιγράφεται ὡς ἔξῆς ὑπὸ τοῦ Hoffmann εἰς τὴν Chemiker Zeitung. Ἐντὸς δεξαμενῆς χωρητικότητος 10000 λίτρων δυναμένης νὰ θερμανθῇ καὶ νὰ ψυχθῇ διὰ σπει-

ρῶν ἀτμοῦ καὶ ὕδατος, ἐχούσης δὲ ἀναταραφακτῆφα μετὰ πτερυγίων, εἰσάγεται ὕδωρ μέχρι τοῦ μέσου αὐτῆς τὸ δόπον θερμαίνεται εἰς 45° ἐπειτα δὲ προστίθεται 1200 χ/γ. ἀμύλου περιεκτικότητος 80% καὶ 120 χ/γ βύνης κριθῆς.

Κατ' ἄρχας φίπτεται εἰς τὴν δεξαμενὴν τὸ 1/6 τῆς βύνης ἐπειτα δὲ προστίθεται τὸ ἀμυλον χυλοποιηθὲν δι' ὕδατος. Μετὰ ταῦτα θερμαίνομεν διὰ τῆς ἀτμοσπείρας ὡστε ἡ θερμοκρασία ἐντὸς ημισείας ὥρας ν' ἀνέλθῃ εἰς 70°. Τὴν θερμοκρασίαν ταῦτην διατηροῦμεν ἐπὶ 15° ὅπότε ἡ μᾶζα ρευστοποιεῖται τελείως. Ἀκολούθως ψύχομεν διὰ τῆς ἀλλης σπείρας τὴν δεξαμενὴν εἰς 56° καὶ διατηροῦμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτὴν ἐπὶ 4 ὥρας μέχρι πλήρους σακχαροποιήσεως τοῦ ἀμύλου, περὶ τοῦ δόποιον βεβαιούμενα διὰ τῆς ἀντιδράσεως τοῦ ιωδιαμύλου. Τότε ἀναθερμαίνομεν εἰς 80° καὶ μεταγγίζομεν τὸ θερμὸν γλεῦκος, τοῦ δόποιον δ' ὅγκος είναι περὶ τὰ 6000 λίτρα, εἰς δύο δεξαμενὰς ἵσης χωρητικότητος ἐντὸς τῶν δοπίων γίνεται ἡ γαλακτικὴ ζύμωσις, τὸ σπουδαιότερον μέρος τῆς βιομηχανίας ταύτης.

Αἱ δεξαμεναὶ τῆς ζυμώσεως ενδίσκονται ἐντὸς χώρου θερμοκρασίας 40°—50°. Πρὸς ταχείαν καὶ ἐπικερδῆ ζύμωσιν πρέπει νὰ μεταχειρισθῶμεν ζύμην ἐκλεκτὴν μεταβάλλουσιν τὸ σάκχαρον εἰς γαλακτικὸν δέξιον ἀποκλειστικῶς, ἀποκλεισμένων δευτερογενῶν προϊόντων ἀχρήστων ἥ καὶ ἐπιβλαβῶν.

Ἡ καλλιέρα ζύμη είναι ὁ bacillus Delbrücki δστις ἀναπτύσσεται αὐτομάτως ἐντὸς φιαλιδίων Erlenmayer περιεχόντων διαλύματα δεξτρόζης καὶ μαλτόζης εἰς θερμοκρασίαν 40°—45°. Μετὰ μίαν ήμέραν ἀπὸ τῆς εἰσαγωγῆς τῆς ζύμης ταύτης εἰς τὰς δεξαμενάς, ἀρχίζει ἡ ζυμώσις, τὸ ηγρὸν θολοῦται τὸ δὲ παραγόμενον γαλακτικὸν δέξιον ἐμποδίζει τὴν ἀνάπτυξιν ἀλλων μικροοργανισμῶν καὶ ἐπιτρέπει μέχρι τινὸς τὴν ἀνάπτυξιν μόνον τοῦ γαλακτικοῦ βακύλου.

Διότι σημειώτεον δτι μόλις τὸ ποσὸν τοῦ γαλακτικοῦ δέξιος ἀνέλθῃ εἰς 3/4% ἡ ζυμώσις παύει, φονεύονται δὲ τὰ γαλακτικὰ μικρόβια ὑπὸ τοῦ ίδιου δέξιος. Διὰ νὰ γείνῃ τοῦτο, προσθέτομεν εἰς τὸ γλεῦκος λεπτὴν κόνιν ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου διὰ τῆς δοπίας δεσμεύεται τὸ περισσόν γαλακτικὸν δέξιον μεταβάλλομενον εἰς γαλακτικὸν ἀσβέστιον. Χωρὶς αὐτὴν τὴν προσθήκην καὶ ἀν παύση παραγόμενον τὸ γαλακτικὸν δέξιον, ἐνσκήπτουσιν εἰς τὸ γλεῦκος ἀλλα μικρόβια βούτυρικῆς ζυμώσεως ἥ καὶ γαλακτικῆς ἀλλ' ἐκ κοινῶν (sauvages) γαλακτικῶν μικροβίων, πρὸς βλάβην μεγάλην τῆς ζυμώσεως.