

Β΄  
ΟΜΙΛΙΑΙ

ΟΜΙΛΙΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

# ΠΕΡΙ ΧΑΡΟΓΟΝΤΙΩΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Το παρόν έγγραφο αποτελεί μέρος της συλλογής των εργασιών που έχουν εκπονηθεί στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα.

## I.

### ΟΜΙΛΙΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα.

Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της προγράμματος μελέτης και έρευνας που αφορά στην ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας στην Ελλάδα.

# ΠΕΡΙ ΥΔΡΟΓΟΝΩΣΕΩΣ

Υπό ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Δ. ΖΕΓΓΕΛΗ

Μέλους τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν,

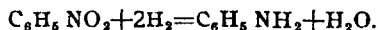
Καθηγητοῦ τῆς Ἀνορυ. Χημείας ἐν τῷ Πανεπιστημίῳ Ἀθηνῶν.

*Ὁμιλία ἀναγραφομένη ἐν τῷ προγράμματι τῆς συνεδρίας τῆς 11ης Ἀπριλίου 1938\*.*

Τὸν ὄρον ὑδρογόνωσης, τὰ παλαιότερα ἔτη, δὲν τὸν μετεχειρίζομεθα πολὺ συχνά. Συχνότερα ὠμιλοῦσαμεν περὶ ἀναγωγῆς.

Δὲν εἶναι τὸ ἴδιον πρᾶγμα. Ἀναγωγή σημαίνει ἀποξείδωσιν, ἀφαίρεσιν ὀξυγόνου, ἢ καὶ ὕδροξυλίου, ἢ ὁποῖα δὲν γίνεται μόνον δι' ὑδρογόνου ἀλλὰ καὶ διὰ παντοίων ἀναγωγικῶν μέσων. Ἀ.χ. ἀνάγομεν τὰ ὀξειδια τῶν βαρέων μετάλλων εἰς τὴν μεταλλουργίαν δι' ἄνθρακος ἢ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. Ἰδίως αἱ ἀναγωγαὶ ἔχουν μεγαλύτεραν σημασίαν εἰς τὴν ἀνόργανον χημείαν. Ὑδρογόνωσης ὁμοίως δὲν σημαίνει ἀναγωγήν ἀλλὰ προσθήκην ἀτόμων ὑδρογόνου εἰς μίαν ἔνωσιν.

Ἐπάρχουν οὐχ ἤττον περιστάσεις καθ' ἃς καὶ τὰ δύο φαινόμενα εἰς τὰς ἀντιδράσεις δι' ὑδρογόνου χωροῦν παραλλήλως. Π.χ. δι' ὑδρογόνου ἐν τῷ γεννᾶσθαι ἀνάγομεν τὸ νιτροβενζόλιον καὶ μὲ τὸ ἥμισυ μὲν τῆς ποσότητος αὐτοῦ σχηματίζομεν ὕδωρ, ἐνῶ συγχρόνως τὸ ἕτερον ἥμισυ προστίθεται καὶ σχηματίζει ἀνιλίνην



Ὁ ὄρος ὑδρογόνωσης ἀπὸ τινων ἑτῶν κυριαρχεῖ εἰς τὴν ὀργανικὴν σύνθεσιν. Καὶ εὐλόγως. Πᾶσα ὀργανικὴ ἔνωσις δύο στοιχεῖα ἔχει πάντοτε ὡς ἀπαραίτητα συστατικά. Τὸν ἄνθρακα καὶ τὸ ὑδρογόνον. Αἱ γνωσταὶ ὀργανικαὶ ἔνωσεις σήμερον ὑπερβαίνουν τὰς τριακοσίας χιλιάδας. Μέγα πληθῆος αὐτῶν ἐπιδέχεται προσθήκην καὶ ἄλλων ὑδρογόνου. Νέας μυριάδας ἐπομένως ὀργανικῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ προσθέσωμεν διὰ τῆς ὑδρογόνωσης εἰς τὸν ὑπάρχοντα μέγαν ὄγκον αὐτῶν. Ἀλλὰ πῶς θὰ τὸ ἐπιτύχωμεν; Τὸ ὑδρογόνον εἰς ὄχι πολὺ ὑψηλὰς θερμοκρασίας εἶναι στοιχεῖον ἀδρανές. Πρέπει νὰ τὸ πλουτίσωμεν μὲ περισσοτέραν ἐνέργειαν, νὰ τοῦ δώσωμεν νέαν ζωτικότητα, ἢ ὅπως λέγομεν εἰς τὴν χημείαν νὰ τὸ ἐνεργοποιήσωμεν.

Ὑδρογόνον, πολὺ περισσότερον τοῦ μοριακοῦ ὑδρογόνου, ἐνεργόν, δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν ὅταν τὸ ἐφαρμόσωμεν ἐν τῷ γεννᾶσθαι. Αὐτὸς ἦτο ὁ μόνος τρόπος τὸν ὁποῖον μέχρι περιῖπου τοῦ τέλους τοῦ παρελθόντος αἰῶνος ἐφήρμοζεν ἡ χημεία.

Ἐκτοτε ὁμοίως ἐγνωρίσαμεν καὶ ἄλλους τρόπους πλεον ἄπλοῦς καὶ ἰδίως πλεον πρακτικοῦς ἐνεργοποιήσεως καὶ κυρίως δύο.

Τὴν χρησιμοποίησιν μετάλλων τινῶν ἐν λεπτοτάτῳ

διαμερισμῷ καταλλήλως λαμβανομένων, ὡς καταλυτῶν, καὶ τὴν χρησιμοποίησιν, ὡς καταλυτῶν πάλιν, ἄλλων μετάλλων, κυρίως τῶν εὐγενῶν μετάλλων, ὑπὸ κολλοειδῆ μορφήν.

Οἱ καταλύται, ὅπως γνωρίζομεν, προστιθέμενοι εἰς πολὺ μικρὰ ποσὰ εἰς μίαν ἀντίδρασιν, τὴν ἐπιταχύνουν ζωηρῶς ἢ καὶ τὴν προκαλοῦν κάποτε, χωρὶς αὐτοὶ νὰ πάθουν ἐν τέλει καταφανῆ τινα ἀλλοιώσιν.

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μὲ μικρὰ ποσὰ οὐσιῶν τινῶν, τὰ ὁποῖα μάλιστα δυνάμεθα νὰ ἐπανακτήσωμεν, εἶναι δυνατὸν νὰ λάβωμεν μεγάλα ποσὰ, ὡς προϊόντα τῶν καταλυομένων ἀντιδράσεων, χωρὶς νὰ ἔχωμεν ἀνάγκην ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, εἰς τὰς ὁποίας αἱ πλείσται ὀργανικαὶ ἔνωσεις ἀποσυντίθενται. Ἐνεργοποιούμενον οὕτω τὸ ὑδρογόνον δύναται εὐκόλως νὰ προσκολληθῆ εἰς ἔνωσεις ὀργανικὰς ὅπου ὑπάρχουν ἀκόμη διαθέσιμοι μονάδες συγγενείας. Τούτέστιν εἰς κυρίως ἀκέρειστους ἔνώσεις μετὰ διπλοῦ ἢ τριπλοῦ δεσμοῦ, ὅστις οὕτω λυόμενος μεταπίπτει εἰς διπλοῦν ἢ ἄπλοῦν καὶ καθιστᾷ ἐλευθέρας νέας μονάδας συγγενείας.

Ἐντεῦθεν ἡ διὰ καταλυτῶν ὑδρογόνωσης ἐφηρμοσθῆ κατὰ τὰς τελευταίας ἰδίως δεκαετηρίδας καὶ ἐφαρμόζεται καθ' ἡμέραν μὲ μεγάλην ἔντασιν, νέον δὲ πλήθος ὀργανικῶν οὐσιῶν προσκομίζεται, εἴτε γνωστῶν, αἴτινες ὁμοίως παράγονται εὐκολώτερον διὰ τῆς καταλυτικῆς μεθόδου, εἴτε καὶ νέων, πολλῶν ἐξ αὐτῶν σημαντικῆς χρησιμότητος.

## Τὸ νικέλιον.

Ἡ χρησιμοποίησις τῶν καταλυτῶν πρὸς ὑδρογόνωσης ἤρχισε κυρίως φθίνοντος τοῦ παρελθόντος αἰῶνος διὰ τῶν ἐρευνῶν τῶν Sabatier et Senderens ἐπὶ τοῦ νικελίου. Οἱ τοὶ παρεσκεύασαν τὸ νικέλιον δι' ἀναγωγῆς ὑπὸ ὄρισμένης συνθήκας εἰς λεπτόν διαμερισμὸν καὶ τὸ ἐχρησιμοποίησαν κυρίως δι' ὑδρογόνωσης ἀερίων καὶ ἐξαερωσίμων ὀργανικῶν ἐνώσεων. Δευτερευόντως ἐχρησιμοποίησαν ἐπίσης καὶ ἄλλα τινὰ μέταλλα ἐν λεπτοτάτῳ διαμερισμῷ ὡς τὸν λευκόχρυσον, τὸ κοβάλτιον, τὸν χαλκόν, τὸν ὀδηρον, ὀλιγώτερον ὁμοίως κατάλληλα ἀποδειχθέντα.

Ἡ μέθοδος αὐτῶν συνίσταται εἰς τὴν διοχέτησιν τοῦ πρὸς ὑδρογόνωσιν ἀερίου μετὰ τοῦ ὑδρογόνου διὰ στήλης περιεχούσης τὸν καταλύτην, θερμαινόμενης εἰς κατάλληλον θερμοκρασίαν ἢ ὁποῖα συνθήκας ποικίλλει μεταξὺ 150 - 200°.

Αἱ σπουδαιότεραι ὑδρογόνώσεις καὶ μάλιστα αἱ

\* Ἡ ὀμιλία αὕτη κατετέθη ἐν χειρογράφῳ χωρὶς νὰ καταστή δυνατὴ, λόγῳ ἀφαιρέσεως ἀσθενείας τοῦ ὀμιλητοῦ, ἢ ἀνάπτυξίς τῆς κατὰ τὴν ἐν τῷ προγράμματι τοῦ Συνεδρίου ὀριζομένην ἡμέραν.

τυχοῦσαι βιομηχανικῆς ἐφαρμογῆς, ὡς θὰ ἴδωμεν εὐρυτάτης, ἐπετεύχθησαν διὰ τῆς μεθόδου ταύτης, κυρίως διότι δι' αὐτῆς δυνάμεθα νὰ ἐργασθῶμεν καὶ εἰς θερμοκρασίας ὑπερβαίνουσας κατὰ πολὺ τοὺς 100°.

Τῷ 1904 ὁ Ipatieff ἐφαρμόζει πρὸς ἐπίτευξιν ὑδρογονώσεων ὑψηλὰς πιέσεις ἄνω τῶν 100 ἀτμοσφαιρῶν εἰς συσκευὰς ἐκ χάλυβος ἠλεκτρικῶς θερμαινόμενας· ὡς ἐπόμενον αἱ ὑδρογονώσεις κατὰ κανόνα γίνονται ταχύτερον ὑπὸ πίεσιν.

### Εὐγενῆ μέταλλα κολλοειδῆ ὡς καταλύται.

Τὸ ἐπόμενον ἔτος οἱ Paal καὶ Amberger μετεχειρίσθησαν πρὸς ὑδρογονώσεις σωμάτων ἐν ὑγρῷ καταστάσει ἢ ἐν διαλύσει μέταλλα ἐκ τῆς ομάδος τῶν εὐγενῶν καὶ δὴ λευκόχρυσον, παλλάδιον, ἰρίδιον καὶ ὄσμιον ἐν κολλοειδεῖ καταστάσει.

Τὴν κολλοειδῆ μορφήν ἐπετύγχανον χρησιμοποιοῦντες ὡς προστατευτικὸν κολλοειδὲς ὀξέα, ἐξαγόμενα ἐκ τοῦ λευκάματος τῶν ὠδῶν, ἥτοι τοῦ πρωταλβινικοῦ καὶ λυσαλβινικοῦ, καὶ ἀνάγοντες δι' ὑδραζίνης.

Ἐπίσης βραδύτερον μεταχειριζόμενος ὡς προστατευτικὸν κολλοειδὲς ἀραβικὸν κόμμι ἢ ζελατίναν ἐπιτυγχάνει ὅμοια κολλοειδῆ, σταθερότερα εἰς τὰ ὀξέα.

Διὰ τῶν κολλοειδῶν διαλυμάτων καθίσταται δυνατὴ ἡ ὑδρογόνωσις ὀργανικῶν σωμάτων εὐδιασπαστων, τὰ ὅποια δὲν δύνανται νὰ ληφθῶσιν εἰς ἀέριον μορφήν.

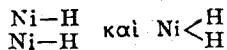
Τῷ 1906 ὁ Fokin ἐπιτυγχάνει τὴν ὑδρογόνωσιν λιπῶν ἰχθυέλαιων διὰ νικελίου, λευκοχρύσου ἢ παλλάδιου ἐν λεπτῷ διαμερισμῷ.

Ἐπίσης κατὰ τὴν αὐτὴν περίπου ἐποχὴν οἱ Willstädter καὶ Meyer χρησιμοποιοῦν ἐπιτυχῶς ὡς καταλύτας δι' ὑδρογονώσεις τὸν μέλανα λευκόχρυσον.

### Ἵδρογονώσεις διὰ νικελίου.

Δὲν θὰ εἰσέλθωμεν εἰς λεπτομερεῖας πρὸς ἐξήγησιν τοῦ μηχανισμοῦ τῆς καταλύσεως. Ὅτι πολλαὶ καὶ διαφορώτατοι θεωρίαι πρὸς τοῦτο ἐπρωτάθησαν εἶνε δηλωτικῶν τοῦ γεγονότος ὅτι οὐδεμία εἶναι ἐπαρκὴς πρὸς γενίκευσιν τῶν φαινομένων τῆς καταλύσεως καὶ ἐνιαίαν αὐτῶν ἐξήγησιν, εἶναι δὲ πιθανώτερον ὅτι δι' ἑλας τὰς περιστάσεις δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ δοθῇ ἡ αὐτὴ ἐξήγησις.

Ἐπίσης δέχεται ὅτι ἡ καταλυτικὴ ἐνέργεια τοῦ ὑπ' αὐτοῦ χρησιμοποιηθέντος νικελίου ὀφείλεται εἰς τὸν ἐνδιάμεσον σχηματισμὸν ἀσταθῶν ἐνώσεων νικελίου καὶ ὑδρογόνου, συγκεκριμένως ἀποσυντιθεμένων καὶ ἀποδιδόντων τὸ ὑδρογόνον ἐνεργοποιημένον δηλ. τῶν δύο ἀκολουθῶν ἐνώσεων:



Τὰ δύο ταῦτα σώματα κατῶρθωσαν ὄντως ν' ἀπομονώσῃ πολὺ βραδύτερον, τῷ 1923, οἱ Γερμανοὶ Schlenk καὶ Weichelfelder.

Εἰς ἄλλας περιπτώσεις καὶ μάλιστα εἰς τοὺς κολλοειδεῖς καταλύτας ἀποδίδεται ἡ καταλυτικὴ ἰκανότης αὐτῶν πρὸς μεγάλην προσροφητικὴν δύναμιν, καὶ συνεπῶς ἀνάπτυξιν ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν ἀποκτῶσιν ὡς ἐκ τῆς ἀναπτυσσομένης, μεγίστης ἐπιφα-

νείας αὐτῶν καὶ ἐπομένως τῆς δρώσης μάξης.

Οὕτως ἐν γραμμάριον νικελίου συμπαγοῦς, διαμερισμένον ἐξόχως λεπτῶς, ἀναπτύσσει ἐπιφάνειαν κατὰ δέκα χιλιάδας φορές μεγαλύτεραν. Ἀκόμη μεγαλύτεραν ἐπιφάνειαν ἐμφανίζουν τὰ μέταλλα εἰς κολλοειδῆ κατάστασιν, ἐν δὲ MoI Ni ἀναπτύσσει κατὰ τὴν προσρόφησιν ὑδρογόνου ἐνέργειαν 15 - 25 χιλιάδων θερμίδων.

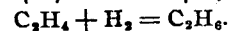
Ὅσον ἀφορᾷ τὴν καταλυτικὴν δρασίν τοῦ νικελίου πρὸς ὑδρογονώσεις δὲν πιστεύομεν νὰ κάμωμεν λάθος ἂν εἴπωμεν ὅτι ἐπέτυχεν ἡ ὑδρογόνωσις ὅλων τῶν ομάδων τὰς ὁποίας ἐπεχείρησαν ὁ Sabatier καὶ οἱ συνεργάται του νὰ ὑδρογονώσουν, ἄλλων εὐκολώτερον καὶ ἄλλων δυσκολώτερον. Γενικῶς εὐκολώτερον εἰς τὰς λιπαρὰς καὶ δυσκολώτερον εἰς τὰς ἀρωματικὰς ἐνώσεις.

Ἀπὸ μακρῶν ἤδη δεκαετηρίδων εἶχον ἐπιτευχθῆ ἐν μικρῷ καὶ πρὸς σκοπὸν ἀποκλειστικῶς θεωρητικῶν ὑδρογονώσεις τῶν ἀπλουστέρων ἐνδεῶν εἰς ὑδρογόνον ὑδρογονανθράκων, τοῦ αἰθυλενίου καὶ τοῦ ἀκετυλενίου (ἀσετυλίνης).

Ἡδὴ ὁ Faraday τῷ 1844 ἐπέτυχε τὴν ὑδρογόνωσιν τοῦ αἰθυλενίου πρὸς αἰθάνιον διὰ τῆς χρησιμοποίησεως μέλανος λευκοχρύσου ὡς καταλύτου. Ὁ Berthelot εὗρεν ὅτι τοῦτο ἐπιτυγχάνεται καὶ ἄνευ καταλύτου εἰς θερμοκρασίαν πολὺ ὑψηλὴν καὶ εἰς πολὺ μικρὰν πάντοτε ποσότητα.

Ἐπίσης εἶχε παρατηρηθῆ (Wilde 1874) καὶ ἡ ὑδρογόνωσις τῆς ἀσετυλίνης μὲ μέλανα λευκόχρυσον, τὴν ὁποίαν ἐπέτυχεν ὁ Billitzer (1902), ἀμέσως, δι' ἠλεκτρολυτικῶν ὑδρογόνου, πρὸς αἰθυλένιον καὶ αἰθάνιον.

Διὰ νικελίου αἱ ὑδρογονώσεις αὐτὰ γίνονται λίαν εὐχερῶς. Οὕτω τὸ αἰθυλένιον εἰς θερμοκρασίαν μόνον 30° ὑδρογονοῦται πρὸς αἰθάνιον



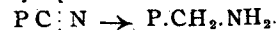
Αἱ ἀλκοόλαι διπλοῦ δεσμοῦ ὑδρογονοῦνται πρὸς ἀλκοόλας ἀπλοῦ δεσμοῦ, ὡς ἡ ἀλλυλικὴ πρὸς προπυλικὴν κ.λ. Ὅμοίως καὶ αἱ ἀλδεῦδαι, ὧν ἡ ὑδρογόνωσις τελεῖται εἰς δύο στάδια.

Κατὰ τὸ πρῶτον στάδιον λύεται ὁ διπλοῦς δεσμός καὶ μεταπίπτει εἰς ἀπλοῦν καὶ κατὰ τὸ δεύτερον ἡ ἀλδεῦδη ὑδρογονοῦται πρὸς ἀλκοόλην.

ἀκρολεῖνη, προπυλ-αλδεῦδη, προπυλ-αλκοόλη  
 $\text{CH}_2 = \text{CH} \cdot \text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CHOH}.$

Ὅμοίως καὶ ἐκ τῶν ὀξέων διπλοῦ δεσμοῦ, λαμβάνονται ὀξέα ἀπλοῦ δεσμοῦ.

Ἀκόμη ζωηρότερα γίνεται ἡ ὑδρογόνωσις εἰς τὸν τριπλοῦν δεσμὸν καὶ δὴ τὸ ἀκετυλένιον ἢ ἀσετυλίνην. Εὐκόλως ἐπιτυγχάνεται ἐπίσης ἡ ὑδρογόνωσις τῆς ρίζης κυανίου —C : N— ἐνθα ὑπάρχει ἐπίσης τριπλοῦς δεσμός εἰς τὰ νιτρίλια ἐξ ὧν οὕτω λαμβάνονται πρωτοταγεῖς ἀμίαινα



Ἐπίσης καὶ εἰς τὴν ρίζαν καρβονύλιον ἐνθα τὸ ὀξυγόνον εὐρίσκεται ἠνωμένον μετὰ τοῦ ἀνθράκος διὰ διπλοῦ δεσμοῦ, ἐπιτυγχάνεται ἡ σύγχρονος ἀνάγωγη μὲν διὰ τοῦ σχηματισμοῦ ὑδροξυλλοῦ, ὑδρογόνωσις δὲ κατόπιν λύσεως τοῦ διπλοῦ δεσμοῦ.

Οὕτως ἡ φορμαλδεῦδη μεταβάλλεται εἰς μεθανό-



λην, ή αιθυλάλη εις αιθυλικήν αλκοόλην, από τὰς άρωματικάς δέ άλδεύδασ λαμβάνονται συνήθως ύδρογονάνθρακες. Από τήν βενζυλικήν άλδεύδην λαμβάνεται βενζόλιον και τουλούλιον

$C_6H_5 \cdot CO \cdot H + 2H_2 = C_6H_5 \cdot CH_2 + H_2O$  και συγχρόνως  
 $C_6H_5 \cdot CO \cdot H = C_6H_5 + CO$

\*Αναλόγως λαμβάνονται και από τὰς κετόνας δευτερογενή πνεύματα.

Εύκόλως διά του νικελίου έπιτυγχάνεται και ή ύδρογόνωση του βενζολικού πυρήνος, ή άλλως τόσον δυσκόλως έπιτυγχανομένη.

Ούτως εις θερμοκρασίαν κατωτέραν ήδη τών 70° λαμβάνεται έκ του βενζολίου τó έξαυδροβενζόλιον



\*Ανάλογα συμβαίνουν και εις τὰ παράγωγα του βενζολίου. Η φαινόλη ύδρογονούται εις 180° πρός έξαυδροφαινόλην, ή θυμόλη εις έξαυδροθυμόλην και ή άνιλινη εις 190° ύδρογονουμένη παράγει έν μικρῶ άμμωνίαν, κυκλοεξάνιον και ύδρογονούχους ένώσεις αúτης, ώς κυκλοεξυλαμίνην  $C_6H_{11} \cdot NH_2$ , ( $C_6H_{11}$ )<sub>2</sub>NH κ.λ. Ώσαύτως ύδρογονούνται αι τερπέναι, ή ναφθαλίνη, τó αυθρακένιον και πλείσταί άλλαι άρωματικάί ένώσεις.

### Υδρογόνώσεις

διά κολλοειδών μετάλλων.

Κολλοειδή μέταλλα δυνάμενα νά χρησιμεύσουν έπιτυχῶς δι' ύδρογόνώσεις είναι τὰ κατά τήν μέθοδον του Paal και είτα του Skita, ώς έρρέθη, παρασκευασθέντα ευγενή μέταλλα, ό λευκόχρυσος και τó παλλάδιον κατά πρώτον λόγον και είτα τó δσμιον και ίρίδιον. Επίσης τó βραδύτερον έν τῷ ήμετέρῳ εργαστηρίῳ τó πρώτον παρασκευασθέν έν κολλοειδεί μορφῇ μέταλλον τῆς αúτης ομάδος ρόδιον.

Πλεονέκτημα τῆς μεθόδου αúτης είναι, ώς έρρέθη, ή δυνατότης τῆς έφαρμογῆς επί σωμάτων τὰ όποια θερμαίνόμενα εις ύψηλοτέραν θερμοκρασίαν άποσυντίθενται. Μειονέκτημα είναι ή ευαισθησία τών κολλοειδών εις όξέα ίδίως και άλκάλια και πρό παντός εις θερμοκρασίας ύψηλοτέρας τών 60-70° βαθμῶν. Επίσης μειονεκτεί ή μέθοδος δι' έφαρμογάς, λόγω ίδίως τῆς άκριβείας του ύλικου τών καταλυτῶν, καιτοι όστοι παραμένουν αναλλοίωτοι, και τῆς δυσκολίας έπομένως τῆς έν εύρεία κλίμακι χρησιμοποίησεως τῆς μεθόδου. Τούναντίον πλεονεκτεί, ώς θα ίδωμεν, από άπόψεως καθαρώς θεωρητικῆς

**Μέθοδος P a a l.** Γενικῶς έκ τών τεσσάρων μνημονευθέντων μετάλλων καταλληλότερα έδείχθησαν ό λευκόχρυσος και τó παλλάδιον. Κατά τήν άναγωγήν και ύδρογόνωσιν του νιτροβενζολίου έγένοντο λεπτομερέστεροι επί τούτου προσδιορισμοί. Η ύδρογόνωση χωρεί ταχύτερον με τó παλλάδιον και βραδύτερον με τόν λευκόχρυσον. Τó ίρίδιον ύστερεί τούτων. Με τó δσμιον ώς και τόν κολλοειδή άργυρον εις έξόχως έλάχιστον ποσόν, μόνον ποιοτικῶς έλεγχόμενον, παράγεται άνιλινη\* άλλα μέταλλα κολλοειδή ώς ό χρυσός και ό χαλκός ούδεμίαν άπολύτως άσκοῦν ύδρογονικήν επίδρασιν.

Τó μειονέκτημα τῆς εύπαθείας τών κολλοειδών του Paal εις όξέα και άλκάλια άντισταθμίζεται έκ

του γεγονότος ότι έν ούδετέρῳ διαλύματι δύνανται νά έκτελώνται ύδρογόνώσεις επί άκορέστων ένώσεων, εύπαθῶν εις όξέα ή άλκάλια, άνευ φόβου μετακινήσεως τών ομάδων ώς πολλακίς συμβαίνει εις τοιαύτας ένώσεις εις ίσχυρῶς όξινον ή άλκαλικόν διάλυμα. Έντεϋθεν ή μέθοδος έχρησιμοποιήθη πολλαχῶς πρός λύσιν του προβλήματος τῆς θέσεως διαφόρων ριζῶν εις άρωματικάς ίδίως ένώσεις, ώς π.χ. ύπό του Wallach εις τὰς τερπένας και καθεξῆς.

Κατά τήν μέθοδον του Paal ειργάσθησαν βραδύτερον πολλοί, έπιτυχόντες πλείστας όσας ύδρογόνώσεις, επί τῆς όλότητος σχεδόν τών όργανικῶν ριζῶν είτε επί λιπαρῶν ένώσεων έπιτυχέστερον, είτε επί άρωματικῶν. Η ύδρογόνωση διετῆς μεθόδου αúτης δέν κατέστη δυνατή επί τῆς ρίζης καρβονυλίου ώς και επί του βενζολικού πυρήνος.

\*Επί άνοργάνων σωμάτων ό Paal έλάχιστα ειργάσθη. Έφαρμογήν έκαμε μόνον επί άναγωγῆς ύδροξειδίων χαλκού, νικελίου και κοβαλτίου, δι' ἧς αúτα έλήφθησαν εις κολλοειδή κατάστασιν, ώς και άναγωγῆς μολυβδαινικῶν χρωμικῶν και βαναδικῶν άλάτων.

Τόσον τó κολλοειδές παλλάδιον όσον και τόν κολλοειδή λευκόχρυσον, έχρησιμοποίησαμεν άλλοτε έπιτυχῶς πρός ύδρογόνωσιν του άζώτου και συνθετικήν παρασκευήν τῆς άμμωνίας έκ τών συστατικῶν αúτης\*.

**Μέθοδος S k i t a.** Τὰ κατά τήν μέθοδον του Skita, περί ἧς άνωτέρω είπομεν, παρασκευασθέντα εις κολλοειδή κατάστασιν ευγενή μέταλλα ένεργοῦν γενικῶς ταχύτερον ύδρογόνώσεις και έντονώτερον, άντέχουν δέ και εις τήν παρουσίαν όξεικου όξέος 50%ο. Δι' αúτων πλήν τών δια τών κολλοειδῶν του Paal έπιτευχθεισόν ύδρογόνώσεων έπιτυγχάνει ή ύδρογόνωση και εις έτεροκυκλικάς ένώσεις, ύδρογονούνται δέ και ή ρίζα καρβονύλιον ώς και ό βενζολικός πυρήν πρός παραγωγήν κυκλοεξανίου ή και παραγωγῶν τούτου. Ο Skita κυρίως εργάζεται διά του λευκοχρύσου.

### Υδρογόνώσεις διά κολλοειδούς ροδίου.

Τό ρόδιον μέχρι του 1919 δέν είχε παρασκευασθή εις μορφῇν κολλοειδή. Διά τῆς μεθόδου του Paal δέν ήδύνατο νά ληφθῆ εις κολλοειδή μορφῇν. Διά τρσποποίησεως όμως αúτης και χρησιμοποίησεως ώς άναγωγικου μέσου άντι τῆς ύδραζίνης τῆς φορμάλης έπετύχομεν τήν παρασκευήν τοιούτου, έν συνεργασία μετὰ του κ. Β. Παπακωνσταντίνου\*\*. Τó κολλοειδές τούτο ρόδιον άπορροφεί μέγιστα ποσά ύδρογόνου (2500-2700 όγκους), τó δέ ύδρογόνον τούτο ένεργεί δραστικώτατα. Ούτω λ. χ. εις θερμοκρασίαν 90° τó άζωτον μετὰ του ύδρογόνου ένούνται πρός άμμωνίαν και καθεξῆς.

\*Εκ τούτου όρμώμενοι ή κυρία Αικατ. Στάθη και ήμεις έξετελέσαμεν κατά τó παρελθόν έτος συγκριτικά πειράματα ύδρογόνώσεως τών ομάδων άκριβῶς επί τών όποιων ειργάσθησαν ό Paal και οι συνεργάται αúτου.

\* ) Com. Rend. Ιούνιος 1916.

\*\* ) Com. Rendus T. 170 σελ. 1058 και T. 170 σελ. 799 (1919).

Καταλήγω άμέσως εις τὸ συμπέρασμα καθ' ὅσον ἡ ἔργασία αὐτὴ ἔχει πρό τινας δημοσιευθῆ\*.

Διὰ τοῦ κολλοειδοῦς ροδίου ἐπιτυγχάνουν αἱ ὑδρογονώσεις ταχύτερον ἢ διὰ τοῦ Paal ἐπὶ τῶν αὐτῶν ὀργανικῶν ὁμάδων. Ὑδρογονοῦται τῶν καταλυτῶν εὐκόλως ἡ καρβονυλικὴ ὁμάς παραγομένης τῆς ἀντιστοιχοῦ ἀλκοόλης, ἐνῶ διὰ τῶν κολλοειδῶν τοῦ Paal δὲν κατορθοῦται τοῦτο, μόνον δὲ ὑπὸ πίεσιν 2-3 ἀτμοσφαιρῶν εἰς ὄξινον διάλυμα ἐπετεύχθη ὑπὸ τοῦ Skita.

\*Ἐπίσης ἐπιτυγχάνεται ἡ ὑδρογόνωσις τοῦ βενζολικοῦ πυρῆνος, ἥτις δὲν κατορθοῦται διὰ τῶν κολλοειδῶν τοῦ Paal, τὸ δὲ νιτροβενζόλιον τελικῶς ἀνάγεται πρὸς ἐξαϋδροβενζόλιον καὶ ἀμμωνίαν.

Ἐκ τούτων ἐξάγεται ὅτι τὸ κολλοειδὲς ρόδιον ὑπερέχει ὄλων τῶν ἄλλων κολλοειδῶν μετάλλων ὡς καταλύτης ὑδρογονώσεως.

### Βιομηχανικαὶ ἐφαρμογαί.

Εἰς τὴν περιληπτικὴν αὐτὴν ἔκθεσιν περιωρίσθημεν εἰς τὸ καθ' αὐτὸ ἐπιστημονικὸν μέρος καὶ ἐτονίσασαμεν ἀπλῶς τὰς μεγάλας ἐκδουλεύσεις τὰς ὁποίας αἱ διάφοροι μέθοδοι ὑδρογονώσεως παρέσχον εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν.

Ἡ ἀνάπτυξις καὶ αὐτῶν, γινομένη ἔστω καὶ ὑπὸ τὴν περιωρισμένην κλίμακα ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐπεξεργάσθημεν τὸ θεωρητικὸν μέρος, ἤθελε μᾶς φέρει εἰς μακροτάτην σειρὰν περιγραφῶν.

Τὴν ἐξαιρετικὴν ἔκτασιν τὴν ὁποίαν ἔλαβεν ἡ μέθοδος τῆς ὑδρογονώσεως εἰς τὴν βιομηχανίαν δυνάμεθα ν' ἀποδώσωμεν εἰς τρεῖς λόγους.

1ον) Διὰ τῆς ὑδρογονώσεως εἰς ἡλειστάς περιπτώσεις κατωρθώθη ἡ κατὰ τρόπον ἀπλούστερον καὶ πολλακίς εὐθηνότερον ἢ διὰ τῶν ἐν χρήσει μεθόδων, παρασκευῆ σωμάτων βιομηχανικῆς ἀξίας.

2ον) Ὡς ἐκ τῆς μεγάλης θερμοαντικῆς ἀποδόσεως τοῦ ὑδρογόνου παρέχει ἡ ὑδρογονωσις τὸ μέσον συνθέσεως πολυτίμων καυσίμων ὕλων.

3ον) Ὡς ἐκ τοῦ εὐκόλου πολυμερισμοῦ πολλῶν ὑδρογονανθράκων καὶ ἰδίως ἀλδεϋδῶν, τὸν ὁποῖον ἐπιταχύνουν οὐσιωδῶς οἱ καταλύται, ἡ μέθοδος τῆς καταλυτικῆς ὑδρογονώσεως ἐχρησίμωσε πρὸς σύνθεσιν τοιούτων ὑδρογονανθράκων καὶ ἀλδεϋδῶν καὶ πολυμερισμὸν αὐτῶν, ἐξ ὧν παράγονται πλεῖστα σώματα, μεγάλως τριβῆς ὑγρὰ, καθημερινῆς χρήσεως, προϊόντα ὡς αἱ ρητίναι, τὸ συνθετικὸν ἐλαστικὸν κ.λ.

\*Ἐκ τῶν τοιούτων ποικιλιωτάτων ἐφαρμογῶν θέλωμεν περιορισθῆ εἰς τὴν ἔκθεσιν, δι' ὀλίγων τινῶν λέξεων, τῶν σπουδαιωτάτων.

### Σκλήρυνσις μαλακῶν λιπῶν καὶ ἐλαίων.

Διὰ τῆς ὑδρογονώσεως τούτων, ἄτινα εἶναι ἐστέρες λιπαρῶν ὀξέων ἀκορέστων, ἥτιο ἐνδεῶν ὑδρογόνου, ἀπολαμβάνομεν ἐστέρας κεκορεσμένων ἢ ὅπως δῆποτε μᾶλλον ὑδρογονωμένων λιπαρῶν ὀξέων, ἥτιο λιπῶν τὰ ὁποία ἔχουν σύστασιν στερεάν. Οὕτω κατορθώνομεν ἐξ ἐλαίων καὶ μαλακῶν λιπῶν νὰ παρα-

σκευάζωμεν προϊόντα προσόμοια πρὸς τὸ βούτυρον, εὐγευστα, καὶ οὐχὶ ὀλιγώτερον θρεπτικά καὶ νὰ ἐπαρκῶμεν εἰς τὰς θρεπτικὰς ἀνάγκας τοῦ ὑπερπληθυνομένου κόσμου.

Διάφοροι μέθοδοι ἀπὸ δεκαετηρίδων ἐπεχειρήθησαν πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον. Τὸ ζήτημα ἔλυσε ἀπὸ εἰκοσαετίας περίπου ἡ ἐφαρμογὴ τῆς μεθόδου τοῦ Sabatier διὰ χρησιμοποίησεως ὡς καταλύτου τοῦ νικελίου ἢ ὀξειδίου αὐτοῦ.

Ὁ καταλύτης ἐνσωματοῦται εἰς ἄδρανὴ πορώδη οὐσίαν ὅπως αὐξήση ἡ ἐπιφάνεια τῆς ἐπαφῆς μετὰ τῶν ἐλαίων ὡς τοιαῦται οὐσίαι ἐχρησιμοποίηθησαν πολλαί, ὡς ἡ γῆ τῶν διατόμων ἐμποτισμένη διὰ νικελίου, κίσσηρις ἢ ἀμίαντος νικελωμένη κ.λ.

Καὶ ἄλλα μέταλλα ἐδοκιμάσθησαν με ὀλιγωτέραν ἐπιτυχίαν. Μετὰ ἐπιτυχίαν χρησιμοποιεῖται καὶ τὸ παλλάδιον παρὰ τὴν μεγάλην αὐτοῦ τιμὴν, καθ' ὅσον εἰς θερμοκρασίαν ἥδη κατωτέραν τῶν 100° δυνάμεθα νὰ ὑδρογονώσωμεν δι' αὐτοῦ δεκάκις χιλιαπλασίαν ποσότητα.

Ἡ θερμοκρασία τῆς ἀντιδράσεως μετὰ τὸ νικέλιον κυμαίνεται περὶ τοὺς 180°. Ἐφαρμογὴ πιέσεως αὐξάνει τὴν ἀπόδοσιν.

Διὰ τῆς οὕτω ἐπιτυγχανομένης σκληρύνσεως εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ μεταβάλλωμεν κατὰ τὸ δοκοῦν τὰς φυσικὰς σταθερὰς τοῦ λίπους. Ἐφ' ὅσον προχωρῶμεν εἰς τὴν ὑδρογόνωσιν αὐξάνει τὸ εἶδ. βάρος καὶ τὸ ἴζημιον τήξεως καὶ ἐλαττοῦται ὁ συντελεστὴς διαθλάσεως. Τουναντίον ὀλίγον ἀλλοιοῦται ὁ βαθμὸς σαπωνοποιήσεως.

Τὰ μαλακὰ καὶ ἡμιμαλακὰ προϊόντα, τὰ ὁποία εἶναι καὶ εὐπεπτότερα, ὁμοιάζουν κατὰ τὴν σύστασιν καὶ τὸ χρῶμα καὶ ἐν μέρει τὴν ὄσμην καὶ τὴν γεῦσιν πρὸς τὸ χοίρειον λίπος, τὰ σκληρότερα πρὸς τὸ βόειον ἢ τὸ πρόβειον.

Ὅλαι ἐν γένει αἱ σταθεραὶ ὀλίγον διαφέρουν πρὸς τὰς τῶν φυσικῶν προϊόντων καὶ δυσκόλως διακρίνονται χημικῶς αὐτῶν, ἰδίως ὅταν ταῦτα εἶναι ἐν μέρει προσμειγμένα μετὰ φυσικῶν. Οὐχ ἦττον τὰ φυτικῆς προελεύσεως διακρίνονται ἀπὸ τῶν ζωϊκῆς προελεύσεως ἐκ τῆς φυτοστερίνης τὴν ὁποίαν περιέχουν.

Οἰαδήποτε ἔλαια χρησιμοποιοῦνται πρὸς σκλήρυνσιν, οὐχ ἦττον τὰ ἐξ ἰχθυελαίων κητῶν παραγόμενα δὲν εἶναι πολὺ κατάλληλα πρὸς βρῶσιν. Ἐν τούτοις χρησιμοποιοῦνται καὶ πρὸς βρῶσιν, κυρίως ὅμως χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν σαπωνοποιίαν.

Τὸ σοβαρότερον μειονέκτημα τῆς μεθόδου εἶναι ὁ ἀπαιτούμενος τέλειος ἀποχωρισμὸς τοῦ νικελίου, τὸ ὁποῖον εἶναι δηλητηριῶδες.

Οὐχ ἦττον ποσότητες ἐλάχισται δεκάτων τινῶν τοῦ χιλιοστογράμμου, ἀνὰ χιλιογράμμον σκληροῦ λίπους, θεωροῦνται ἀβλαβεῖς.

### \*Ἀσετυλίγη.

Τὸ φῶν τοῦ Berthelot, ἡ συσκευή διὰ τῆς ὁποίας συνετέθη ἐκ τῶν στοιχείων του ὁ πρῶτος ὑδρογονάνθραξ, ἡ ἀσετυλίγη, μᾶς ἐνθυμίζει διὰ τὴν ἀπλότητα τῆς ἐπινοήσεως τὸ φῶν τοῦ Κολόμβου, ὅπως μᾶς ἐνθυμίζει τὴν ἀνακάλυψιν ἀγνώστου νέου κόσμου. σή

\* Com. Rend. Φεβρ. 1938. Λεπτομερέστερον βλέπε εἰς τὴν διατριβὴν ἐπὶ διδακτορία τῆς Κας Αἰκ. Στάθη: Καταλυτικαὶ ὑδρογονώσεις διὰ κολλοειδοῦς ροδίου.

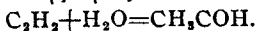
μερον, τὸ ἀπέραντον πεδῖον συνθέσεως νέων σωμάτων καὶ ἐφαρμογῶν, αἵτινες προέκυψαν ἐκ τῆς ἀνακάλυψως ἐκείνης.

Ἡ ἀσετυλίνη σήμερον μὲ τὰς τελειοποιήσεις τῆς ἠλεκτροθερμικῆς παρασκευῆς τοῦ ἀνθρακασβεστίου, εἰς τὸ ὁποῖον κατεδείχθη ὅτι εἰς ἐξόχως ὑψηλὴν θερμοκρασίαν παράγεται ἡ ρίζα— $C\equiv C-$ , τῆς εὐκόλου ἐναποθηκεύσεως καὶ χρησιμοποίησεως αὐτῆς διαλελυμένης εἰς ἀκετόνην ἐμποτιζούσαν πορώδη σώματα, ἐπὶ πλεόν ἢ εὐχερῆς, ὡς εἶδομεν, ὑδρογόνωσις τῆς ἀσετυλίνης ἐκ παραλλήλου πρὸς τὴν εὐθνήν αὐτῆς παραγωγὴν, κατέστησαν αὐτὴν σήμερον τὴν σημαντικωτέραν πρώτην ὕλην τῆς ὀργανικῆς συνθέσεως.

Ὁ παρατιθέμενος πίναξ ἐν τῷ ὁποίῳ, ὡς ἀπὸ ρίζης τῆς ἀσετυλίνης, ἀναπτύσσεται πολὺ κλαδὸν τὸ δένδρον τῶν ποικιλωτάτων ἐκ ταύτης συνθεμάτων, μᾶς παρέχει συνοπτικὴν εἰκόνα τῆς σπουδαιότητος αὐτῆς εἰς τὴν βιομηχανικὴν χημεῖαν.

Ἀπὸ τὴν ἀσετυλίην ἐκ τῶν πρώτων συνθετικῶν προϊόντων παρεσκευάσθησαν, διὰ χλωρίσεως, διάφορα ἄριστα διαλυτικὰ μέσα, ὡς τὸ γνωστότερον ὑπὸ τὸ ὄνομα «Τρι», τριχλωρακετυλένιον, καὶ τὸ ἀκετοσόλ.

Κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ πολέμου ἔλαβεν ἡ συνθετικὴ χημεῖα τῆς ἀσετυλίνης ἐξαιρετικὴν ἀνάπτυξιν διὰ τῆς ἐνυδατώσεως τῆς ἀσετυλίνης πρὸς ἀκεταλδεϋδην



Αὕτη κατορθοῦται κατὰ διαφόρους μεθόδους, χρησιμοποιουμένου ὡς καταλύτου ὑδραργυρικῶν ἀλάτων. Ἡ ἀκεταλδεϋδὴ ὀλίγον χρησιμοποιεῖται ὡς τοιαύτη. Πλεῖστα ὅμως χρησιμώτατα προϊόντα, ἐνώσεις μὲ  $C_2$  καὶ  $C_4$  παράγονται ἐκ ταύτης. Ἡ ἀκεταλδεϋδὴ, παρασκευάζεται σήμερον ἀποκλειστικῶς ἐξ ἀσετυλίνης.

Δι' ὀξειδώσεως αὐτῆς λαμβάνεται τὸ ὀξεικὸν ὀξύ, καθημερινῶς ἐκτοπιζομένης τῆς μεθόδου τῆς ἐκ ξύλου παραγωγῆς αὐτοῦ. Ἐκ τοῦ ἀνυδρίτου τοῦ ὀξεικοῦ ὀξέος, δι' ἐπιδράσεως τούτου ἐπὶ κυτταρίνης λαμβάνεται τεχνητὴ μέταξα (ὀξεικυτταρικὴ μέταξα Acetatseide). Τελευταίως δὲ χρησιμοποιεῖται ὡς ἐκ τοῦ δυσφλέκτου αὐτῆς διὰ φιλμ καὶ λάκκας.

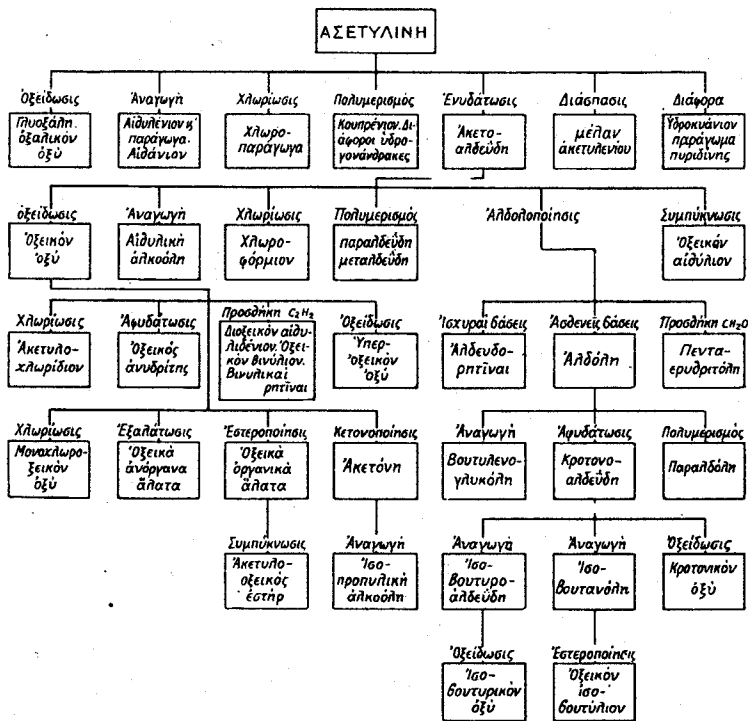
Νέον εὐρύτατον στάδιον ἤνοιξε διὰ τὴν χημεῖαν τῆς ἀσετυλίνης ἀπὸ τοῦ 1930, διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ πολυμερισμοῦ αὐτῆς καὶ ἀπλῶν τινῶν ἐξ αὐτῆς παραγῶγων.

Τινὰ προϊόντα πολυμερισμοῦ εἶχον ἐπιτευχθῆ καὶ πρὸ τοῦ 1930 ἐξ ὧν ἐφαρμογὰς εἶχεν εὐρεῖ τὸ κομπρένιον παρασκευαζόμενον διὰ θερμάνσεως εἰς  $250^\circ$  ὑπεράνω σπογγώδους διαμορφώσεως, κόνεως χαλκοῦ. Τοῦτο ἀποτελεῖ μίγμα ὑδρογονανθράκων βαρέων τοῦ τύπου  $(C_{11}H_{10})_n \rightarrow (C_{15}H_{10})_n$  ἀρωματικῶν, ὁμοιάζον πρὸς τὸν φελλόν, ὃν καὶ ἀντικαθιστᾷ εἰς τὴν κατασκευὴν λινελαίου, διαφόρων πλαστικῶν ὕλων' χρησιμοποιεῖται ὡς ἀπορροφητικὸν ὕλικόν διὰ συγκράτησιν

νιτρογλυκερίνης ἢ διαπότησιν δι' ἀκετόνης καὶ ὡς ἐκρηκτικὸν μὲ ὑγρὸν ὀξυγόνον κ.λ. Κυρίως ὅμως ἡ νέα κατεύθυνσις αὐτῆς τῆς χημεῖας τῆς ἀσετυλίνης, πλουτίζουσα ὀσημέραι αὐτὴν μὲ νέα προϊόντα βιομηχανικά, συστάσεως ρητινῶν καὶ βαλασάμων μέχρι καὶ τοῦ ἐξόχως πολυμεροῦς ἐλαστικοῦ, ἐτέθη διὰ τῶν ἐργασιῶν τοῦ Ἀμερικανοῦ Newland (1931). Οὗτος καὶ θεωρητικῶς ἐμελέτησε τὰ τοῦ πολυμερισμοῦ καὶ πρακτικῶς ἐπέτυχε τοιαύτας ἐνώσεις.

Πολλὰ προϊόντα τῆς ἀσετυλίνης πολυμερίζονται ἀφ' ἑαυτῶν, ὡς λ.χ. αἱ ἀλδεϋδαί. Ὁ πολυμερισμὸς ὅμως οὗτος ἐπιταχύνεται ἢ εἰς πολλὰς περιπτώσεις λαμβάνει καὶ ὠρισμένας κατευθύνσεις διὰ πίεσεως, ὑψηλῆς θερμοκρασίας καὶ τῶν ἐκάστοτε καταλλήλων καταλυτῶν.

Κατὰ τὴν πρόδωον τοῦ πολυμερισμοῦ εὐδρεν ὁ Newland ὅτι ἐκ τῆς ἀσετυλίνης παράγεται βοηθεῖα καταλύτου διὰ μεταθέσεως τοῦ  $H$  ἢ ἐνεργὸς δισθενῆς ὁμάς  $=C=CH_2$ , ἡ ὁποία συντίθεται πρὸς μονοβινυλακετυλένιον  $HC\equiv C-CH=CH_2$ , διβινυλακετυλένιον καὶ τετραβινυλακετυλένιον. Ἐκ τοῦ βινυλακετυλενίου διὰ πολυμερισμοῦ παράγονται πλεῖστα ρητῖναι ἐξ ὧν βρῖθῃ σήμερον ἡ χημικὴ ἀγορὰ, δι' ὑδρογόνωσεως παράγεται τὸ βουταδιένιον  $CH_2=CH-CH=CH_2$ , ἡ βᾶσις τῆς παραγωγῆς συνθετικοῦ ἐλαστικοῦ ὡς θὰ ἴδωμεν (Βούνα), δι' ἐνυδατώσεως παράγεται ἡ βινυλο-μεθυλο-κετόνη, διὰ πολυμερισμοῦ τῆς ὁποίας παράγεται ἄλλη σειρὰ τεχνητῶν ρητινῶν' δι'



υδροχλωρικού οξέος παράγεται τὸ χλωροπρένιον  
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}=\text{CH}_2$   
 ἐξ οὗ πάλιν διὰ πολυμερισμοῦ παράγεται ἄλλο εἶδος  
 συνθετικοῦ ἐλαστικοῦ (δουπρένιον) καὶ καθεξῆς.

#### Συνθετικὸν ἐλαστικὸν (καουτσούκ).

Πρὸ 30 ἐτῶν εἶχε γίνεи προσπάθεια παρασκευῆς  
 συνθετικοῦ ἐλαστικοῦ. Τρεῖς εἶναι οἱ ὑδρογονάνθρα-  
 κες διὰ τοῦ πολυμερισμοῦ τῶν ὁποίων ἤχθησαν εἰς τὴν  
 παρασκευὴν προϊόντων ἀναλόγων πρὸς τὸ φυσικόν.

Τὸ βουταδιένιον ἢ καὶ ἄλλως ἐρυθραίνιον ἢ διβυ-  
 νίλιον καλούμενον



τὸ διμεθυλοβουταδιένιον (2:3) καὶ τὸ μεθυλοβουτα-  
 διένιον ἢ ἰσοπρέπιον



Διὰ πολυμερισμοῦ τοῦ βουταδιενίου παρήχθη  
 τῷ 1909 τὸ πρῶτον προϊόν Νογ Κ. Τότε ἐπίσης παρή-  
 χθη ἐν Ρωσίᾳ τὸ ὑπὸ τὰ ψηφία S.K.B. καὶ ἐν Ἀμε-  
 ρικῇ S.K.A. συνθετικὸν ἐλαστικόν.

Ὅταν ἐξερράγη ὁ πόλεμος οἱ Γερμανοὶ ἐνέτει-  
 ναν τὰς προσπάθειάς των διὰ τὴν ἐν μεγάλῃ παρα-  
 σκευῇ καὶ ἐπέτυχον ἀνωτέρας ποιότητος ἐλαστικόν,  
 τὸ Μέθυλο Κ, ἐξ ἀρχικῆς οὐσίας τῆς ἀκετόνης.

Ἀκετόνη—Πινακόνη — Διμεθυλο-βουταδιένιον—  
 Μέθυλο-Κ.

Κατεσκευάζον δύο εἰδῶν ἐλαστικόν, μαλακὸν W  
 καὶ σκληρὸν H. Μετὰ τινα ἔτη μετὰ τὸν πόλεμον, ἀ-  
 γόμενοι ἐκ τῆς ἐπιβεβλημένης ἀνάγκης τῆς ἐξ ὑλῶν  
 ἐν τῷ τόπῳ εὑρισκομένων συνθέσεως ἐλαστικοῦ  
 ὁμοίου μὲ τὸ φυσικόν, κατέληξαν εἰς τὸ περίφημον  
 Buna ὁμοίωτον μὲ τὸ φυσικόν καὶ εἰς πολλὰ μά-  
 λιστα σημεῖα ἀνώτερον αὐτοῦ.

Τοῦτο εἶναι διάφορον τοῦ κατὰ τὸν πόλεμον πα-  
 ρασκευασθέντος καὶ λαμβάνεται διὰ πολυμερισμοῦ  
 τοῦ βουταδιενίου δι' ἀλκαλίων διὰ δύο ὁδῶν. Εἴτε  
 διὰ μεταβολῆς τῆς ἀσετυλίνης, ὡς εἶδομεν, εἰς ἀκε-  
 τοβινύλιον καὶ ὑδρογονώσεως αὐτοῦ

$$3\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$$

ἢ διὰ τῆς ἐνυδατώσεως τῆς ἀσετυλίνης πρὸς ἀκεταλ-  
 δεϋδην καὶ συμπυκνώσεως πρὸς ἀλδῶλην.

$$2\text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CHO}$$

$$\rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2.$$

Κατεϋθύνοντες καταλλῆλως τὸν πολυμερισμὸν  
 δυνάμεθα ἐκ τοῦ βουταδιενίου νὰ παρασκευάσωμεν  
 κατ' ἀρέσκειαν πέντε διαφόρους ποιότητος, μεγαλυ-  
 τέρης ἢ μικροτέρας ἐλαστικότητος, διαλυτότητος κ.λ.

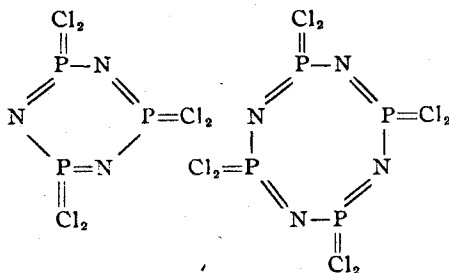
Πρὶν ἢ συγκρίνομεν τὸ συνθετικὸν τοῦτο ἐλαστι-  
 κὸν Buna πρὸς τὸ φυσικόν ὀφείλομεν νὰ κάμωμεν  
 μίαν ἐνδιαφέρουσαν παρέκβασιν.

Τελευταίως (1936) ὁ Κ. Meyer διὰ πολυμερισμοῦ  
 εἰς 300° ἐνώσεως ἀνοργάνου, μὴ ἀνθρακούχου, τοῦ  
 φωσφόρο-νιτρίλιο-χλωριδίου ἔλαβε προϊόν ἀνάλογον  
 κατὰ τὰς ἰδιότητας πρὸς τὸ ἐλαστικόν.

Τὸ ἄκρως περιεργον εἶναι ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ του  
 ἀρχιτεκτονικὴ ἐρευνηθεῖσα διὰ τῶν ἀκτίνων Röntgen  
 εὑρέθη προσομοία μὲ τὴν τοῦ φυσικοῦ ἐλαστικοῦ.

Τὸ συνθετικὸν ἐλαστικὸν Buna ὑπερτερεῖ εἰς πολ-  
 λά σημεῖα τοῦ φυσικοῦ καὶ ἰδιαίτερος ὡς πρὸς τὴν  
 μικρὰν διαλυτότητα εἰς ἔλαια λιπάνσεως καὶ δια-

λυτικὰ μέσα τοῦ ἐλαστικοῦ. Τοῦτο εἶναι σημαντικόν  
 προσὸν διὰ τὴν χρῆσιν αὐτοῦ εἰς τὰς μηχανάς. Ἐπίσης  
 ὑπερτερεῖ ὡς πρὸς τὴν ἀντοχὴν καὶ τὴν βραδυτέραν  
 παλαιώσιν, ὡς καὶ τὴν ἐπίδρασιν θερμότητος, μόνον εἰς  
 θερμοκρασίαν 80-100° καθιστάμενον μαλακόν, καὶ δύνα-  
 ται εἰς ὄλας τὰς περιστάσεις ν' ἀντικαθιστᾷ τὸ φυσικόν.  
 Τὸ σοβαρὸν αὐτοῦ μειονέκτημα εἶναι ἡ πολὺ ὑψηλότε-  
 ρα τιμὴ αὐτοῦ. Διὰ τοῦτο μόνον διὰ κρατικῆς χρηματι-  
 κῆς προστασίας δύναται νὰ συναγωνίζεταί, σήμερον  
 τοῦλάχιστον, τὸ φυσικόν.



#### Συνθετικὴ βενζίνη.

Οἱ αὐτοὶ λόγοι, καὶ κατὰ μείζονα βαθμόν, οἱ  
 ὁποῖοι ἐνέτειναν τὰς προσπάθειάς τῶν χημικῶν καὶ  
 μάλιστα τῶν Γερμανῶν πρὸς ἀντικατάστασιν τοῦ  
 φυσικοῦ ἐλαστικοῦ διὰ προϊόντος τεχνητοῦ, ὤθησαν  
 τοὺς ἰδίους εἰς τὴν παρασκευὴν ὑγρῶν καυσίμων  
 ὑλῶν πρὸς ἀντικατάστασιν τῆς ἐκ τοῦ ἀκαθάρτου  
 πετρελαίου παρασκευαζομένης βενζίνης.

Τὸ βιομηχανικόν τοῦτο πρόβλημα ἐλύθη ἀρκούν-  
 τως ἱκανοποιητικῶς διὰ δύο τρόπων. Τὴν μέθοδον τοῦ  
 Bergius καὶ τὴν μέθοδον τοῦ Fischer-Trops.

Περὶ ἀμφοτέρων ἐγένετο ἐκτενὴς λόγος τὰ τελευ-  
 ταῖα ἔτη καὶ εἰς τὰ ἡμέτερα περιοδικά, διὰ τοῦτο ἐν  
 συνόψει θὰ περιορισθῶμεν εἰς τὴν ἐκθεσιν τῶν κυ-  
 ρίων γραμμῶν τῶν μεθόδων καὶ τῆς ἐφαρμογῆς των.

#### 1ον) Μέθοδος Bergius.

Ἡ παρασκευὴ συνθετικῆς βενζίνης ἐπιτυχάνεται  
 δι' ὑδρογονώσεως τοῦ ἀνθρακος μετὰ βαρέων πισσε-  
 λαίων. Πρὸς τοῦτο σχηματίζεται πολτὸς ἐκ λεπτο-  
 τάτου ἀνθρακος μετὰ πισσελαίων ὑψηλοῦ βᾶθμοῦ ἀ-  
 ποστάξεως (ἄνω τῶν 320°) καὶ ὑπὸ πίεσιν 200 ἀτμοσφ.  
 καὶ θερμοκρασίαν 450°, ὑδρογονοῦται τῇ βοηθείᾳ, δια-  
 φόρων καταλυτῶν μεταλλικῶν ἢ ὀξειδίων, ὡς ὑδρο-  
 ξειδίου τοῦ κασιτέρου καὶ πολλῶν ἄλλων κα-  
 τωχυρωμένων διὰ προνομίων εὑρεσιτεχνίας, χωρὶς ἐν  
 τῇ πραγματικότητι νὰ εἶναι ἀκριβῶς γνωστὰ τὰ πε-  
 ρισσότερον ἐκ τούτων κατάλληλα καταδειχθέντα πρὸς  
 τοῦτο σώματα. Ὁ χημισμὸς τῶν ἀντιδράσεων κατὰ τὴν  
 ὑδρογόνωσιν τόσον πολυσυνθέτων πρώτων ὑλῶν εἶ-  
 ναι πολύπλοκος. Αἱ συσκευαὶ πρὸς τοῦτο εἶναι δαπα-  
 νηαὶ καθ' ὅσον χρησιμοποιοῦνται εἰδικοὶ χάλυβες  
 μεγάλης χημικῆς ἀντοχῆς.

Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ἐκ 1000 χλγρ. ἀνθρακος  
 λαμβάνονται ἐξακόσια τριάκοντα λίτρα βενζίνης καὶ  
 58.5 λίτρα βαρυτέρων ἐλαίων.

#### 2ον) Μέθοδος Fischer - Trops.

Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην λαμβάνεται ὑδραέ-  
 ριον παραγόμενον διὰ διοχετεύσεως ὑδρατῶν ὑπὲρ  
 διαπύρους ἀνθρακος ἐμποτιζομένων, μετὰ χημικόν

καθαρισμόν δι' ύδρογόνου, δι' οδ' ύφίσταται τὸ CO ἀναγωγὴν καὶ ύδρογόνωσιν καὶ λαμβάνεται προϊόν συριστάμενον κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ βενζίνης καὶ κατὰ τὸ λοιπὸν μέρος ἐκ βαρυτέρων καὶ ἑλαφροτέρων τῆς βενζίνης ύγρῶν ύδρογονανθράκων καὶ στερεῶν παραφινῶν. Ὡς καταλύτης χρησιμοποιεῖται σίδηρος ἢ καὶ ὀξειδία σιδήρου.

Ἀπὸ θερμαντικῆς ἀποδόσεως ἡ μέθοδος τοῦ Bergius ύπερτερεῖ καθ' ὅσον διὰ τῶν προϊόντων αὐτῆς λαμβάνονται τὰ 43 % τῶν θερμίδων τῶν ἀρχικῶν ύλῶν, ἐνῶ διὰ τῆς μεθόδου Fischer μόλις τὰ 35 %.

Ἡ μέθοδος Bergius εὐρίσκεται ἐν μεγάλῃ ἐφαρμογῇ ἐν Γερμανίᾳ εἰς τὰ ἔργοστάσια τῆς I. G. Far-

benindustrie ἐνθα παράγονται περὶ τὸ ἐν ἑκατομμύριον τόννων ἑτησίως συνθετικῆς βενζίνης, ἥτις χάρις εἰς ἰσχυρὰν κρατικὴν οἰκονομικὴν προστασίαν ἀνταγωνίζεται τὴν ἐκ τοῦ πετρελαίου.

Οὐχ ἦττον παρὰ τὴν ὕψηλοτέραν τιμὴν οὐχὶ μόνον ἐν Γερμανίᾳ ἥτις στερεῖται πετρελαίων, ἀλλὰ καὶ εἰς ἄλλας χώρας, ὅπως κυρίως ἐν Ἀγγλίᾳ, γίνονται ἐπίσης μικροτέρας ἐκτάσεως ἐγκαταστάσεις, δοκιμαστικῶς, λόγῳ τῆς ἀνάγκης εὐρυτέρας χρησιμοποιήσεως τῶν γαιανθράκων καὶ πισσασφαλτωδῶν φυσικῶν προϊόντων ἐπὶ τῇ ἐλπίδι πάντοτε βελτιώσεως τοῦ κόστους καὶ ἐν τῷ μέλλοντι, διὰ βελτιώσεως τῶν ὄρων καὶ τελειοποιήσεως τῶν μεθόδων.

# ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΡΟΠΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΕΩΣ

Υπό ΓΕΩΡΓ. ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ  
Τακτ. Καθηγητού τῆς Φυσικοχημείας  
ἐν τῷ Πανεπιστημίῳ Ἀθηνῶν

Ὁμιλία γενομένη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 11ης Ἀπριλίου 1938.

Τὸ θέμα τῆς ὁμιλίας μου ἀναφέρεται εἰς τὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν μαγνητικῶν ἰδιοτήτων τῆς ὕλης καὶ τῆς συστάσεως αὐτῆς, εἰδικώτερον δὲ εἰς τὰς σχέσεις μεταξὺ μαγνητικῆς ροπῆς καὶ χημικῆς συνθέσεως.

Θὰ πραγματευθῶ τὸ θέμα τοῦτο ἀκολουθῶν ἐν γενικαῖς γραμμαῖς τὴν ἱστορικὴν ἐξέλιξιν τῆς ἐρεύνης τῆς μαγνητικῆς συμπεριφορᾶς τῶν οὐσιῶν, περιγράφων φαινομενολογικῶς τὰ μακροσκοπικὰ φαινόμενα καὶ κατόπιν ἐξηγῶν αὐτὰ δι' ἀναγωγῆς εἰς τὰ μικροσκοπικὰ φαινόμενα τῶν ἀτόμων ἐπὶ τῆς βάσει τῶν νεωτέρων θεωριῶν τῆς ἀτομικῆς συστάσεως τῆς ὕλης. Ἡ παραγωγή τῶν μαθηματικῶν τύπων θὰ γίνῃ κατὰ τρόπον στοιχειώδη.

Ὅταν ἡ ἠλεκτρικὴ μετατοπίζεται εἰς τὸ διάστημα, τότε ὁ περιβάλλων τὴν φορὰν τῆς μετατοπίσεως χωρὸς περιπίπτει εἰς μίαν ἰδιάζουσαν κατάστασιν δυναμικότητος, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν μαγνητικὸν πεδίου, διότι ἐνθυμίζει τὴν κατάστασιν τοῦ χώρου πέριξ τῶν πόλων τῶν μονίμων μαγνητῶν.

Τὴν ὕπαρξιν τοῦ δυναμικοῦ τούτου πεδίου συμβολίζομεν διὰ γραμμῶν, συμφῶνως μὲ τὰς ἰδέας

παρατηρεῖται ὅτι διὰ τοῦ δευτερεύοντος πηνίου κατὰ τὸ διάστημα τῆς εἰσαγωγῆς διέρχεται ρεῦμα, τὸ ὁποῖον μετὰ πάροδον χρονικοῦ τινος διαστήματος ἐξαφανίζεται (σχ. 2). Ἡ μεγίστη τάσις ἢ ἀναπτυσσομένη εἰς τὸ δευτερεῖον κύκλωμα  $A_{max}$  εἶναι τόσοσὺν μεγαλυτέρα, ὅσων μεγαλυτέρα ἢ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ πρωτεύοντος πηνίου, ὅπου ὁ συντελεστὴς τῆς ἀναλογίας εἶναι ἡ τεμνωμένη ἐπιφάνεια  $F$  ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν περιελίξεων  $n$ , ἥτοι:  $A_{max} = nF \cdot H_J$ . (1)

Ἐκ τῆς ἐξίσωσεως αὐτῆς φαίνεται, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου μετράται διὰ τῆς μεγίστης τάσεως ἐξ ἐπαγωγῆς κατὰ περιέλιξιν καὶ τετραγωνικὸν ἑκατοστὸν, δηλ.  $H_J = \frac{A_{max}}{nF}$ . Οὕτως ἐκφραζομένη ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πρωτεύοντος πηνίου ὀνομάσθη καὶ πυκνότης τῆς δυναμικῆς ροῆς καὶ συμβολίζεται διὰ τοῦ γράμματος  $B$  δηλ.:

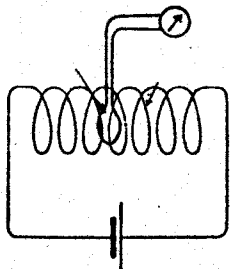
$$B = H_J = \frac{A_{max}}{nF} \quad (2)$$

Μᾶς ἐνδιαφέρει νῦν ἡ συμπεριφορὰ τῶν σωμάτων εἰς τὸ μαγνητικὸν πεδίου. Ἴνα διερευνησῶμεν αὐτὴν ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα τῆς ἐπαγωγῆς μετὰ τὴν διαφορὰν ὅτι ἐντὸς τοῦ πρωτεύοντος κυκλώματος τοποθετοῦμεν τὴν ὑπὸ ἐξέτασιν οὐσίαν. Παρατηροῦμεν ὅτι αἱ οὐσίαι διαιροῦνται εἰς δύο ριζικῶς διαφόρους κατηγορίας: τὰς μὲν ὀνομάζομεν διαμαγνητικάς, τὰς δὲ παραμαγνητικάς. Αὗται διαφέρουσι κατὰ τὸ δι' ἑνὸς διαμαγνητικοῦ πυρήνος ἐλαττοῦται ἡ ροὴ τῶν δυναμικῶν γραμμῶν, διὰ δὲ τῶν παραμαγνητικῶν αὐξάνει.

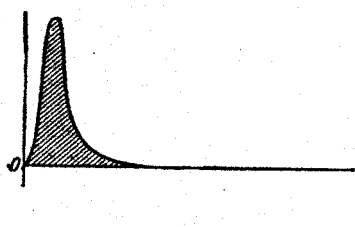
Ὅνομάζομεν τὸν λόγον τῆς δυναμικῆς ροῆς τοῦ πηνίου μὲ πυρήνα  $B$  πρὸς τὴν δυναμικὴν ροὴν αὐτοῦ εἰς τὸ κενὸν  $B_0$ , δηλαδή τὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πηνίου μετὰ πυρήνος, πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ πεδίου εἰς τὸ κενόν, τὴν μαγνητικὴν διαπερατότητα τῆς οὐσίας, ἥτοι:

$$\delta = \frac{B}{B_0} \quad (3)$$

καὶ εὐρίσκομεν, ἐν ἀκολουθίᾳ πρὸς τὰ ἀνωτέρω λεχθέντα, ὅτι ἡ διαπερατότης τῶν διαμαγνητικῶν σωμάτων εἶναι μικροτέρα, τῶν δὲ παραμαγνητικῶν μεγαλυτέρα τῆς μονάδος. Ὅταν τὰ σώματα δεικνύουν μαγνητικὴν διαπερατότητα πολὺ μεγαλυτέραν τῆς μονάδος τότε ὀνομάζονται σιδερομαγνητικά. Αἱ ἀποκλίσεις τοῦ λόγου αὐτοῦ ἀπὸ τὴν μονάδα διὰ



Σχ. 1.



Σχ. 2.

τοῦ Faraday, καὶ λέγομεν, ὅτι τὸ μαγνητικὸν πεδίου εἶναι τελείως καθωρισμένον δταν ἔχωσιν ὀρισθῆ, ἢ μορφή τῆς πορείας τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν, ἢ διεύθυνσις καὶ ἡ πυκνότης αὐτῶν. Ἐκ τῶν πολλῶν δυνατοτήτων μετρήσεως τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, θὰ θεωρήσωμεν τὴν μέτρησιν αὐτοῦ διὰ προσδιορισμοῦ τῆς ἐπαγωγικῆς τάσεως, τὴν ὁποίαν τὸ ὑπὸ μέτρησιν μαγνητικὸν πεδίου δύναται νὰ δημιουργήσῃ ἐντὸς δευτερεύοντος ἀγωγοῦ. Εἶναι γνωστὸν ὅτι, ἐὰν ἐντὸς ἑνὸς πρωτεύοντος πηνίου διαρρομένου ὑπὸ ρεύματος εἰσαγάγωμεν ἕν δευτερον πηνίον, κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε ἡ ἐπιφάνεια ἢ ὀριζομένη ὑπὸ τῶν περιελίξεων του νὰ τέμνῃ τὰς μαγνητικάς γραμμάς τοῦ πρώτου πηνίου, (σχ. 1)



τάς τρεῖς τάξεις τῶν οὐσιῶν αὐτῶν ἐμφαίνονται ἐκ τῶν ἐξῆς ἀριθμῶν. Τὰ μὲν διαμαγνητικά σώματα ἔχουσι διαπερατότητα κατὰ  $10^5 - 10^6$  μικροτέραν τῆς μονάδος, τὰ παραμαγνητικά σώματα  $10^3 - 10^5$  μεγαλύτεραν τῆς μονάδος, ἐνῶ τὰ σιδηρομαγνητικά ἐμφανίζουσι διαπερατότητα, ἥτις εἶναι μέχρι 100.000 μεγαλύτερα τῆς διαπερατότητος τοῦ κενοῦ.

Πόθεν προέρχονται αὐταὶ αἱ ριζικαὶ διαφοραὶ τῶν δύο κατηγοριῶν σωμάτων;

Δυνάμεθα τελειῶς φαινομενολογικῶς νὰ ἐξηγήσωμεν τὴν διάκρισιν τῶν οὐσιῶν εἰς παραμαγνητικά καὶ διαμαγνητικά διὰ τῆς παραδοχῆς, ὅτι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς οὐσίας ὑπάρχει «ἀόρατον πηνίον», ὅπερ, ἄμα τῇ ἐπιδράσει τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου διαρρέεται ὑπὸ ρεύματος. Καὶ εἰς μὲν τὰ παραμαγνητικά σώματα ἡ φορά τοῦ ρεύματος εἶνε ἡ αὐτὴ μετὰ τὴν φοράν τοῦ ρεύματος τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου, εἰς δὲ τὰ διαμαγνητικά σώματα ἀντιθέτου φοράς. Κατ' ἀκολουθίαν εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου προστίθενται εἰς τὰς δυναμικὰς γραμμάς τοῦ ἐξωτερικοῦ, οὕτως ὥστε ἡ πυκνότης αὐτῶν αὐξάνει, εἰς δὲ τὴν περίπτωσιν τῶν διαμαγνητικῶν σωμάτων αἱ ἀντιθέτως ὀδεύουσαι δυναμικαὶ γραμμαὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου ἐλαττώνουσι τὰς δυναμικὰς γραμμάς τοῦ ἐξωτερικοῦ, ἐπερχομένης οὕτω ἐλαττώσεως τῆς ὀλικῆς δυναμικῆς ροῆς. Διὰ τῶν παραδοχῶν αὐτῶν ἐρμηνεύονται, πρῶτον αἱ μικρότεροι καὶ μεγαλύτεραι τῆς μονάδος διαπερατότητες, δεύτερον ἡ παρεμβολῆς παραμαγνητικῶν καὶ διαμαγνητικῶν οὐσιῶν, καὶ τρίτον ὁ προσανατολισμὸς τῶν οὐσιῶν αὐτῶν ὡς πρὸς τὰς μαγνητικὰς γραμμάς τοῦ ἐξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου τῶν μὲν παραμαγνητικῶν τιθεμένων παραλλήλως, τῶν δὲ διαμαγνητικῶν καθέτως πρὸς τὸ μαγνητικὸν πεδίου.

Ἀκολουθοῦντες τὰς σκέψεις ταύτας χαρακτηρίζομεν τὴν ὀλικὴν ἔντασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, φέροντος ὕλικόν τινα πυρῆνα, ὡς τὸ ἄθροισμα τῆς πυκνότητος τῆς δυναμικῆς ροῆς εἰς τὸ κενὸν καὶ τῆς πυκνότητος τῶν μαγνητικῶν γραμμῶν τοῦ ἀοράτου πηνίου ἐντὸς τῆς οὐσίας, ἥτοι:  $B = B_0 + B_x$ . Γνωρίζομεν ὁμῶς ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου δύναται νὰ παρασταθῇ καὶ διὰ τοῦ  $4\pi J$ , ἔνθα  $J$  παριστᾷ τὴν ἔντασιν τῆς μαγνητίσεως, τοὔτέστι τὴν μαγνητικὴν ροπὴν κατὰ κυβικὸν ἑκατοστὸν τῆς ὡς πυρῆνα χρησιμοποιουμένης οὐσίας. Ὡς μαγνητικὴν δὲ ροπὴν ὀρίζομεν τὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως τῶν πόλων ἐνὸς μαγνήτου ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν αὐτῶν:  $\mu = p.l$ . Διὰ τοῦτο συνήθως δίδεται εἰς τὴν ἀθροιστικὴν αὐτὴν ἐξίσωσιν ἡ μορφή:

$$B = H + 4\pi J \quad (4)$$

καὶ ἐξ αὐτῶν δι' ἀναγωγῆς εἰς τὴν μονάδα τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου

$$\frac{B}{H} = 1 + 4\pi \frac{J}{H} = 1 + 4\pi \kappa \quad (5)$$

Ὁ συντελεστὴς  $\kappa$ , παριστᾷ τὴν μαγνήτισιν τῆς οὐσίας κατὰ κυβικὸν ἑκατοστὸν, τὴν προερχομένην ἐκ τῆς ἐπιδράσεως μαγνητικοῦ πεδίου ἴσου πρὸς τὴν μονάδα καὶ ὀνομάζεται μαγνητικὴ ἐπιδεκτικότητα. Αὕτη ἔχει θετικὰς μὲν τιμὰς διὰ τὰ παραμα-

γνητικά σώματα, ἀρνητικὰς δὲ διὰ τὰ διαμαγνητικά.

Γεννᾶται νῦν τὸ ἐρώτημα πόθεν προέρχονται τὰ ρεύματα τοῦ ὑποθετικοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου.

Ἡδὴ τὸ ἔτος 1825 ὁ Ampère ἐξέφρασε τὴν γνώμην, ὅτι ὁ σιδηρομαγνητισμὸς προέρχεται ἐκ μικρομοριακῶν ρευμάτων, ἅτινα προκαλοῦσι τὴν γένεσιν μονίμων στοιχειωδῶν μαγνητῶν, οἱ ὅποιοι ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας εὐρίσκονται ἀτάκτως διατεταγμένοι. Δι' ἐπιθέσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου οἱ στοιχειῶδεις οὔτοι μαγνήται προσανατολίζονται, οὕτως ὥστε νὰ δημιουργητῆι ροὴ μαγνητικῶν γραμμῶν, ἥτις προστίθεται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν μαγνητικὴν ροπὴν. Δι' ἀναίρέσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ πεδίου παύει ὁ προσανατολισμὸς τῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν λόγω τῆς θερμικῆς κινήσεως, ἥτις τελικῶς δίδει εἰς αὐτοὺς ἀτάκτον διάταξιν.

Τὸ ἔτος 1854 ὁ Weber ἀπέδειξεν, ὅτι διὰ τῆς ὑποθέσεως τῶν μοριακῶν ρευμάτων τοῦ Ampère δυνάμεθα νὰ ἐρμηνεύσωμεν οὐχὶ μόνον τὴν ὑπαρξιν τῶν παραμαγνητικῶν οὐσιῶν, ἀλλὰ καὶ τὴν ὑπαρξιν τῶν διαμαγνητικῶν. Ἐπ' αὐτοῦ θὰ ἀσχοληθῶμεν κατωτέρω.

Ἡ ὑπαρξὶς μοριακῶν ρευμάτων καθίσταται ὀφθαλμοφανὴς διὰ δύο φαινομένων, ἅτινα μόλις ἐσχάτως ἀνεκαλύφθησαν.

Τὸ πρῶτον φαινόμενον παρατηρηθὲν τὸ ἔτος 1914 ὑπὸ τοῦ Barnett συνίσταται εἰς τὴν μαγνήτισιν σιδηρομαγνητικοῦ σώματος ὡς π. χ. μιᾶς ράβδου σιδήρου διὰ ταχείας περιστροφῆς. Ἡ περιστροφή δρᾷ ὡς μαγνητικὸν πεδίου, δηλαδὴ δρᾷ ὡς προσανατολιζούσα δύναμις ἐπὶ τῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν. Εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς μηχανικῆς, ὅτι ἐὰν πρόσωπόν τι κρατοῦν γυροσκόπιον μετὰ ἀξονα ἐπικλινῆ πρὸς ἑαυτὸν τεθῆ εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, τότε τὸ γυροσκόπιον στρέφει τὸν ἀξονά του παραλλήλως πρὸς τὸν ἀξονα περιστροφῆς τοῦ ἀτόμου. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μετὰ τοὺς στοιχειῶδεις μαγνήτας εἰς τὸ φαινόμενον τοῦ Barnett. Στρεφόμενης ὀλοκλήρου τῆς ράβδου οἱ στοιχειῶδεις μαγνήται τοποθετοῦν τὸν ἀξονά των παραλλήλως πρὸς τὸν ἀξονα περιστροφῆς τῆς ὀλης ράβδου. Τοῦτο ὁμῶς σημαίνει  $\mu \gamma \nu \eta \tau \iota \sigma \iota \nu$ .

Τὸ δεύτερον φαινόμενον ὀνομαζόμενον φαινόμενον τῶν Richardson καὶ Einstein-de Haas εἶναι τὸ ἀντίστροφον τοῦ πρώτου καὶ συνίσταται εἰς τὴν στρόφην τῆς ὀλης ράβδου κατὰ τὴν μαγνήτισιν αὐτῆς. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι ὅταν οἱ ἀξονες τῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν τοποθετηθῶσι παραλλήλως πρὸς ἀλλήλους τότε προσδίδουσι ροπὴν περιστροφῆς εἰς τὸ ὅλον σύστημα, ἀκριβῶς ὅπως γυροσκόπιον προσανατολιζόμενον δίδει μίαν ὄθσιν πρὸς περιστροφὴν εἰς τὸ κρατοῦν αὐτὸ πρόσωπον.

Ὁ Weber ἐπεξεργασθεὶς τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Ampère κατέληξεν εἰς τὴν ἐξῆς παραδοχὴν ὡς πρὸς τὰ μοριακὰ ρεύματα τῶν διαμαγνητικῶν καὶ παραμαγνητικῶν σωμάτων. Τὰ διαμαγνητικά σώματα χαρακτηρίζονται διὰ τοῦ ὅτι τὸ ἐξωτερικὸν μαγνητικὸν πεδίου ἐξ ἐπαγωγῆς δημιουργεῖ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς οὐσίας ρεύματα καὶ συνεπῶς μαγνητικὰς ροπάς ἀντιρρόπους πρὸς τὴν φοράν τοῦ ἐξωτερικοῦ ρεύμα-

τος. Τὰ διαμαγνητικά σώματα δύνανται νὰ παρασταθῶσιν ἀκριβῶς διὰ τοῦ παραδειγματος πρωτεύοντος καὶ δευτερεύοντος πηνίου (σχ. 1), ἔνθα ἡ ἐπίδρασις τοῦ ρεύματος δημιουργεῖ εἰς τὸ δευτερεύον πηνίον ρεῦμα ἀντιθέτου ροῆς, ὅπως ἴσως καὶ ἂν τὸ πρῶτον πηνίον εἶναι προσανατολισμένον πρὸς τὸ δευτερον. Ὅτι ἡ ὀλικὴ πυκνότης τῶν γραμμῶν ροῆς ἐλαττοῦται, ὅπερ σημαίνει διαπερατότητα μικρότεραν τῆς μονάδος, δηλ. διαμαγνητισμόν. Ἀντιθέτως τὰ παραμαγνητικά σώματα ἔχουσι μόνιμον μαγνητικὴν ροπήν. Τοῦτο δὲν ἐκδηλοῦται ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας, διότι λόγω τῆς ἀτάκτου κατανομῆς τῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν ἐπέρχεται ἀμοιβαία ἀναίρεσις τῶν μαγνητικῶν ροπῶν. Διὰ τῆς ἐπίδρασεως τοῦ ἐξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου αὐτὰ προσανατολιζονται, ὅποτε δυναμικαί γραμμαὶ προστίθενται εἰς τὰς ἐξωτερικὰς. Κατ' αὐτὰ ὁ μὲν διαμαγνητισμὸς δὲν εἶναι ἄλλο τι, εἰμὴ δημιουργία μαγνητικῆς ροπῆς ἐξ ἐπαγωγῆς καὶ συνεπῶς ἀντιρρόπου πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν, ὁ δὲ παραμαγνητισμὸς προσανατολισμὸς τῶν μόνιμων μαγνητικῶν ροπῶν, ἔνθα τὰ μόρια εἶναι ἀτάκτως διατεταγμένα, διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Υφίσταται λοιπὸν ὁμοίότης μεταξύ τῆς ἠλεκτρικῆς πολώσεως ἐκ παραμορφώσεως, τῆς πολώσεως διὰ προσανατολισμοῦ μόνιμων ἠλεκτρικῶν διπόλων καὶ τῆς μαγνητικῆς συμπεριφορᾶς τῶν οὐσιῶν. Μία διαμαγνητικὴ ἔνωσις εἶναι παραβλητὴ μὲ ἔνωσιν ἔχουσαν μοριακὴν συμμετρίαν καὶ δεικνύουσαν συνεπῶς εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν πεδίου μόνον πόλωσιν διὰ παραμορφώσεως, ἐνῶ μία παραμαγνητικὴ οὐσία δύναται νὰ παραβληθῇ μὲ μίαν ἔνωσιν, ἥτις συνίσταται ἐκ μόνιμων ἠλεκτρικῶν διπόλων, ἅτινα προσανατολιζονται εἰς τὸ ἐξωτερικὸν πεδίου ἄμα τῇ ἐπιθέσει αὐτοῦ.

Ἐκ τῶν ὄσων μέχρι τοῦδε ἐλέχθησαν δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν καὶ γενικὰς τινὰς διακριτικὰς ιδιοτήτας μεταξύ διαμαγνητικῶν καὶ παραμαγνητικῶν σωμάτων. Τὰ μὲν παραμαγνητικά σώματα ἐμφανίζουσι ἐξάρτησιν τῆς μαγνητικῆς ἐπιδεδεικτικότητος ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν, ἐνῶ ἡ ἐπιδεδεικτικότης τῶν διαμαγνητικῶν εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς θερμοκρασίας. Τοῦτο ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν χρησιμοποίηθεισαν εἰκόνα, διότι ὁ μὲν προσανατολισμὸς τῶν μόνιμων μαγνητικῶν ροπῶν ἔχει ὡς ἀνταγωνιστὴν τὴν θερμικὴν κίνησιν, συνεπῶς πρέπει νὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν, ἐνῶ ὁ διαμαγνητισμὸς ὡς προερχόμενος ἐξ ἐπαγωγικῶν ἠλεκτρονικῶν ρευμάτων, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς θερμικὰς κινήσεις τῶν ἀτόμων. Καὶ ἐδῶ ὁ παραλληλισμὸς μεταξύ ἠλεκτρικῶν διπολικῶν ροπῶν καὶ ἠλεκτρικῆς πολώσεως ἀφ' ἑνός, παραμαγνητισμοῦ καὶ διαμαγνητισμοῦ ἀφ' ἑτέρου, εἶναι πλήρης.

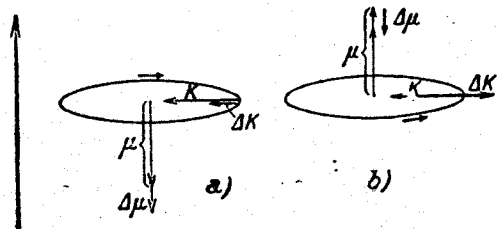
Διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ ἠλεκτρονίου καὶ τῆς παραδοχῆς τῆς θεωρίας τοῦ πλανητικοῦ συστήματος τοῦ ἀτόμου κατωρθώθη ὁ ποσοτικὸς ὑπολογισμὸς καὶ ἡ λεπτοτέρα ἀνάπτυξις τῆς σκέψεως τῶν Ampère-Weber τῶν μοριακῶν ρευμάτων. Τῷ 1905 ὁ Langevin ἀνέπτυξε τὴν ἐξῆς ποσοτικὴν θεωρίαν ἐξηγοῦσαν τὸν διαμαγνητισμόν :

Θεωρήσωμεν δύο ἄτομα ὑδρογόνου ἑνὸς ὁποῖων ἡ

περιστροφή τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἀντίρροπος (σχ. 3). Ἐκαστὸν ἐξ αὐτῶν ἔχει μόνιμον μαγνητικὴν ροπήν μὲ ἀντίθετον φοράν. Τὸ μέγεθος τῆς μαγνητικῆς αὐτῆς ροπῆς μ εἶναι ὑπολογισίμον ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς περικλειομένης ὑπὸ τοῦ κυκλώματος, κατὰ τὸν τύπον :

$$\mu = i.F \quad (6)$$

Ἡ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος  $i$  ὑπολογί-



Σχ. 3.

ζεται ἐκ τοῦ φορτίου τοῦ ἠλεκτρονίου καὶ τῆς συχνότητος περιστροφῆς αὐτοῦ.

Ἄρα ἡ μαγνητικὴ ροπή θὰ εἶναι :

$$\mu = i.F = \frac{e \cdot r \cdot \omega}{2\pi} \cdot r^2 \pi = \frac{e \cdot \omega \cdot r^3}{2} \quad (7)$$

Τοιοῦτον ἄτομον εἶναι, ὡς ἔχον μόνιμον μαγνητικὴν ροπήν, παραμαγνητικόν. Τοῦτο ὅμως δὲν θὰ μᾶς ἐνοχλήσῃ νὰ ἐρευνήσωμεν τὴν δημιουργίαν τῆς ἐξ ἐπαγωγῆς μαγνητικῆς ροπῆς ἄμα τῇ ἐπίδρασει ἐξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Τὸ μαγνητικὸν πεδίου δρᾷ ἐφ' ἐκάστου στοιχείου τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος  $dl$  διὰ τῆς δυνάμεως  $dK$ , ἥτις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ πεδίου  $H$  καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος  $i$ , ἥτοι :

$$dK = H \cdot i \cdot dl \quad (8)$$

Συνεπῶς εἰς τὴν ὑπάρχουσαν φυγόκεντρον δυνάμιν :

$$K = m \cdot r \cdot \omega^2 \quad (9)$$

προστίθεται καὶ ἡ δυνάμις  $dK$ , ἥτις δύναται νὰ προκαλέσῃ μεταβολὴν εἰς τὴν ταχύτητα εἴτε τῆς ἀκτίνος τοῦ ἀτόμου. Ὁ Langevin ἔδειξεν ὅτι δι' ἐπιθέσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, μόνον ἡ ταχύτης τῆς περιστροφῆς  $\omega$  μεταβάλλεται. Τὸ μέγεθος τῆς μεταβολῆς ὑπολογίζεται ἴσον πρὸς :

$$\Delta K = H \cdot i \cdot dl = H \cdot \frac{e \cdot r \cdot \omega}{2\pi} \cdot 2\pi r = H \cdot e \cdot r \cdot \omega \quad (10)$$

$$K + \Delta K = m r^3 \omega + H e r \omega = m r (\omega + \Delta \omega)$$

$$\Delta \omega = \frac{e \cdot H}{r \cdot m}$$

Ἄρα ἡ μεταβολὴ τῆς μαγνητικῆς ροπῆς θὰ ἰσοῦται πρὸς

$$\Delta \mu = \frac{\Delta \omega \cdot e \cdot r^3}{2} = \frac{e^2 r^2}{4m} H \quad (11)$$

Ἦνα δὲ ἐκφράσωμεν ὅτι ἡ ἐξ ἐπαγωγῆς μαγνητικὴ ροπή εἶναι ἀντίθετος πρὸς τὴν φοράν τοῦ ἐξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, θέτομεν ἀρνητικὸν σημεῖον. Ἡ ἐξίσωσις πολλαπλασιαζομένη ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἠλεκτρονίων  $z$ , ἅτινα προκαλοῦσι τοιοῦτου εἶδους κυκλικά ρεύματα καὶ ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τοῦ Loschmidt  $N$ , παριστᾷ τὴν κατὰ γραμμομόριον μαγνήτισιν τῆς οὐσίας διὰ τοῦ πεδίου ἐντάσεως  $H$ . Διαγινώσκουσα διὰ τοῦ  $H$  θὰ πᾶριστα τὴν μοριακὴν ἐπι-

δεκτικότητα, ήτις θα ένεφανίζετο, εάν πράγματι όλα τὰ μόρια εύρισκοντο μετὰ τὰ επίπεδα των καθέτως πρὸς τὴν φορὰν τοῦ έξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ὡς παρεδέχθημεν κατὰ τὴν παραγωγὴν τῆς έξισώσεως. Ἐπειδὴ ὅμως ὁ προσανατολισμὸς εἶναι ἀτακτος, ἢ μᾶλλον τυχαίος, μέρος μόνον τῶν μορίων δρᾷ εἰς τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου. Ὁ ἀκριβέστερος ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτι ὁ τυχαίος προσανατολισμὸς ἔχει τὴν αὐτὴν δρᾶσιν, ὡς ἐάν τὰ δύο τρίτα τῶν ὄλων μορίων εύρισκοντο εἰς τὴν κατεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἔν τρίτον δὲ κάθετον πρὸς αὐτὴν. Οὕτω ἡ μοριακὴ μαγνητικὴ ροπὴ ἰσοῦται πρὸς :

$$\Delta\mu \cdot N = \frac{Nz \cdot e^2 \cdot r^2}{4m} H$$

Λαμβανομένου τέλους ὕπ' ὄψιν, ὅτι εἰς ἓν ἄτομον περιέχον περισσότερα ἢλεκτρόνια δὲν ἔχομεν μίαν μόνον ἀκτίνα, ἀλλὰ δι' ἑκάστην ἢλεκτρονικὴν στοιβάδα διάφορον ἀκτίνα, πρέπει νὰ θέσωμεν ἀντὶ τοῦ  $r^2$  τὸ μέσον τετράγωνον αὐτῆς, ἥτοι  $\bar{r}^2$  καὶ οὕτω καταλήγομεν εἰς τὴν έξίσωσιν (12) διὰ τὴν μοριακὴν ἐπιδεκτικότητα :

$$\chi = \frac{\Delta\mu \cdot N}{H} = -\frac{e^2 N}{6m} \sum_z \bar{r}^2 = 2,8 \cdot 10^{10} \sum_z \bar{r}^2$$

Ἡ έξίσωσις αὕτη ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν μοριακὴν ἐπιδεκτικότητα  $\chi$  διαμαγνητικῆς τινος οὐσίας ἐπὶ τῇ βάσει τῶν σταθερῶν  $e$ ,  $N$  καὶ  $m$ , ὅταν γνωρίζομεν τὸν ὄγκον τῶν ἀτόμων. Ἡ έξίσωσις (12) διετήρησε τὴν ἰσχύν της διὰ μέσου ὀλοκλήρου τῆς έξελίξεως τῆς ἀτομικῆς ἀντιλήψεως τῆς ὕλης ἀπὸ τῆς παλαιᾶς διὰ τῆς νεωτέρας μέχρι τῆς νεωτάτης θεωρίας τῶν κουάντων, ἀρκεῖ μόνον διὰ τὰς τιμὰς αὐτὰς τῶν ἀκτίνων νὰ τεθῶσιν αἱ τιμαί, τὰς ὁποίας ἀπαιτεῖ ἡ ἑκάστοτε κουαντικὴ θεωρία. Ὁ πίναξ I πε-

ΠΙΝΑΞ I

	He	Ne	Ar	Kr	X
*Ασφαλεῖς πειραματικαὶ τιμαί	1,9	6,75	19,54	28,0	42,4
*Υπολογισθεῖσαι τιμαί :					
Kirkwood-Vinti	1.97	6.12	16.7	29.3	45.5
Pauling	1.54	5.70	13.6	17.2	25.4
Stater	1.64	5.63	18.5	(31.73)	(43.0)

Pascal	$\chi_{Mol} = \sum \chi_A + \lambda$		$10^6$		
H	-2.93	O	-4.61	K	-18
C	-6.00	F	-11.5	C≡C	+ 5.5
N	-5.57	Cl	-20	C=C	+ 0.8
N (δακτλ.)	-4.61	Li	-4		

ριέχει παραβολὴν τῶν τιμῶν τοῦ παραμαγνητισμοῦ τῶν εὐγενῶν ἀερίων, ὡς αὐταὶ εύρέθησαν πειραματικῶς, μετὰ τῶν τιμῶν αἰτινες ὑπελογίσθησαν ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἀναφερθείσης έξισώσεως. Αἱ διαφοραὶ τῶν θεωρητικῶν τιμῶν προέρχονται ἐκ τῶν διαφορῶν τῶν ἀκτίνων τῶν ἀτόμων, ὡς αὐταὶ προκύπτουσιν ἐκ τῶν κατὰ καιροῦ ἰσχυροῦσῶν κουαντικῶν θεωριῶν.

Διὰ τὸ ὕδρογόνον εύρίσκομεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ ἐπιδεκτικότης δύο ἀτόμων ἰσοῦται μετὰ  $-4,6 \times 10^{-8}$ , ἐνῶ ἡ μα-

γνητικὴ ἐπιδεκτικότης τοῦ μορίου τοῦ ὕδρογόνου εύρεθη δι' ἀπ' εὐθείας μετρήσεως ἴση πρὸς  $-4,0 \times 10^{-6}$ . Τοῦτο δεικνύει ὅτι διὰ τῆς συμβολῆς δύο ἀτόμων ὕδρογόνου πρὸς μόριον δὲν μεταβάλλεται ὁ διαμαγνητισμὸς, δηλαδὴ ὅτι ὁ διαμαγνητισμὸς τοῦ μορίου εἶναι ἀθροιστικῶς ὑπολογίσιμος ἀπὸ τὸν διαμαγνητισμὸν τῶν ἀτόμων. Τῆς προτάσεως ταύτης, ἥτις ὀνομάζεται καὶ κανὼν τοῦ Pascal θέλομεν κάμει εύρυτάτην χρῆσιν πρὸς ἀνίχνευσιν καὶ καθορισμὸν τῶν συντακτικῶν τύπων ὀργανικῶν ἐνώσεων.

Ἡ ἐρμηνεία τοῦ παραμαγνητισμοῦ διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Langevin ἐγένετο ὡς ἐξῆς: Ἀφετηρία ὑπῆρξεν ὁ νόμος τοῦ Curie, καθ' ὃν ὁ παραμαγνητισμὸς οὐσίας τινὸς εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ένταση τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογος πρὸς τὴν θερμοκρασίαν, ἥτοι  $\sigma = C_{mol} \frac{H}{T}$ . (13)

Ἡ ἐξάρτησις αὕτη προδίδει ἀνταγωνισμὸν μεταξύ ἢλεκτρικοῦ πεδίου καὶ θερμοκρασίας, καθ' ὅσον τὸ μὲν μαγνητικὸν πεδίου τείνει νὰ προσανατολισθῆς μονίμους ροπὰς, ἡ δὲ θερμοκρασία νὰ καταστρέψῃ τὴν δημιουργουμένην τάξιν. Ὁ ποσοτικὸς ὑπολογισμὸς τῆς σκέψεως αὐτῆς, ἥτις δὲν σημαίνει ἄλλο τι εἰμὴ ἀναγωγὴν τῆς σταθερᾶς  $C_{mol}$ , ἥτις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τῆς ἐξεταζομένης οὐσίας, εἰς ἀτομικὰς σταθερὰς καὶ εἰς τὴν τιμὴν τῆς μονίμου μαγνητικῆς ροπῆς, ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Langevin δι' ἐφαρμογῆς τῆς στατιστικῆς τοῦ Boltzmann. Δι' αὐτῆς ὑπολογίζεται τὸ ποσὸν τῶν μονίμων μαγνητῶν, ὅπερ ὑπὸ ὠρισμένας συνθήκας θερμοκρασίας καὶ έξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, εἶναι προσανατολισμένον, διότι τοῦτο παρίσταται διὰ τῆς πιθανότητος νὰ ἀνεύρωμεν μεταξύ τῶν ὄλων ὑπαρχόντων μορίων μόρια ἔχοντα τὸν ρηθέντα προσανατολισμὸν. Ὁ ὑπολογισμὸς ὅστος κατέληξεν εἰς τὴν σχέσιν  $\sigma = N \cdot \mu \left[ \frac{1}{3} \frac{\mu \cdot H}{kT} - \frac{1}{45} \left( \frac{\mu \cdot H}{kT} \right)^3 + \frac{2}{945} \left( \frac{\mu \cdot H}{kT} \right)^5 - \dots \right]$  (14) ἥτις ἀπλοποιουμένη διὰ παραμέλησεως τῶν ὑψηλοτέρων δυνάμεων τοῦ ὄρου  $\frac{\mu \cdot H}{kT}$  μετατρέπεται εἰς τὴν σχέσιν.

$$\sigma = \frac{N\mu^2 A}{3kT} = C_{mol} \frac{H}{T}$$

ἥτις ὅμως δὲν εἶναι ἄλλο τι εἰμὴ ὁ νόμος τοῦ Curie ένθα ἡ σταθερὰ  $C_{mol}$  ἔχει τὴν τιμὴν  $\frac{N\mu^2}{3k}$ .

Οἱ ἀναπτυχθέντες ὑπολογισμοὶ τοῦ Langevin ἔδωσαν ἐρμηνείαν τινὰ διὰ τὸν διαμαγνητισμὸν καὶ παραμαγνητισμὸν, περιγράφοντες αὐτὸν ἐν γενικαῖς γραμμαῖς. Ἡ προσεκτικὴ ὅμως παρατήρησις δεικνύει, ὅτι αὐταὶ δὲν εἶναι εἰς θέσιν ν' ἀποδώσωσι λεπτοτέρας διαφορὰς, τὰς ὁποίας δεικνύει τὸ πείραμα. Πρωτίστως ἡ έξίσωσις τοῦ παραμαγνητισμοῦ (14) εύρίσκεται εἰς ἀντίφασιν μετὰ τοῦ θεωρήματος τοῦ Nernst. Διότι αὕτη ἀπαιτεῖ ὄπως ἐφ' ὅσον τὸ έξωτερικὸν μαγνητικὸν πεδίου εἶναι μηδέν, εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀπολύτου μηδενός ὁ παραμαγνητισμὸς ἰσοῦται μετὰ μηδέν, δηλαδὴ θὰ ὑφίσταται ἀταξία μεταξύ τῶν μονίμων μαγνητικῶν ροπῶν. Τοῦτο ὅμως θὰ ἐσήμαινεν ὅτι καὶ ἡ έντροπία θὰ ἦτο διάφορος τοῦ μηδενός, ἐνῶ συμφῶνως μετὰ τὸ θεωρήμα τοῦ Nernst, ἡ έντροπία εἰς τὸ ἀπόλυτον μηδέν μηδενίζεται.

Αί δυσχέρεια αυτα υπερνικωνται μερικως δια της εφαρμογης της νεωτερας κουαντικης θεωριας εις τον παραμαγνητισμον. Γνωρίζομεν σημερον, οτι δεν ειναι επιτετραμμενον να προσδωσωμεν εις το περι τον πυρηνα περιστρεφόμενον ηλεκτρονιον οιασδηποτε τιμας ροπης αδρανειας. Η υποθεσησις του Bohr απαιτει δπως η δρασις του περιστρεφόμενου ηλεκτρονιου ειναι ακεραιον πολλαπλασιον του στοιχειωδου ποσου της δρασεως  $h$ , δηλαδη της σταθερας του Planck. Συνεπως πρεπει να θεσωμεν δια την μηχανικην ροπην αδρανειας  $p$ ,

$$p = m \cdot v \cdot r^2, \quad (16)$$

ισην προς εν ακεραιον πολλαπλασιον του  $\frac{h}{2\pi}$  ητοι:

$$p = I \frac{h}{2\pi} \quad (17)$$

ο αριθμος  $I$  ειναι ο λεγόμενος δευτερευων κουαντικος αριθμος. Επειδη δμως δια την μαγνητικην ροπην παρήχθη η σχεσις:

$$\mu = \frac{1}{2} I \cdot \omega \cdot r^2 \quad (18)$$

δυναμεθα δια συνδυασμου των εξισωσεων (17) και (18) να συσχετισωμεν την μαγνητικην ροπην  $\mu$  με την μηχανικην ροπην αδρανειας  $p$  και κατ' αυτον τον τροπον να κουαντοποιησωμεν την μαγνητικην ροπην, ητοι:

$$\mu_1 = p_1 \cdot \frac{e}{2m} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{e \cdot h}{m} \quad (19)$$

Εξ αυτων παρατηρουμεν οτι η μαγνητικη ροπη ατομου τινος παρισταται δι' ενος ακεραιου πολλαπλασιου του δρου  $\frac{e \cdot h}{4\pi m}$ , οστις συνισταται μονον εκ παγκοσμιων σταθερων, τουτεστι της μαζης  $m$ , του φορτιου του ηλεκτρονιου  $e$  και της σταθερας της δρασεως  $h$ . Εις τον δρον τουτον διδομεν το συμβολον  $\mu_0$  και ονομαζομεν αυτο μαγνητονιον του Bohr. Η τιμη του κατ' γραμμομοριον ανερχεται εις 5564 Gauss cm<sup>3</sup> και παρισταται το ελαχιστον της μαγνητικης ροπης, το οποιον δυναται να προσλαβη ατομον τι η, υπερ το αυτο, το αλμα, το οποιον κολουουσι τα ατομα κατ' την ασυνεχη αυξησιν της μαγνητικης των ροπης.

Η περαιτερω εξελιξις της κουαντικης θεωριας κατεστησεν αναγκαϊαν την παραδοχην και ετερων δυο κουαντικων αριθμων πλην του πρωτευοντος και δευτερευοντος, εχοντων σχεσιον με την μαγνητικην συμπεριφοραν του ατομου. Και ο μεν πρωτος ειναι ο μαγνητικος αριθμος  $m_1$ , οστις οριζει τας δυνατοτητας προσανατολισμου παραμαγνητικου ατομου εις τον χωρον, ο δε δευτερος, ειναι κουαντικος αριθμος  $s$ , οστις οριζει την ιδιαν περιστροφην του ηλεκτρονιου.

Η αναγκαιότης της παραδοχης, οτι το ατομον δεν προσανατολιζεται εντος μαγνητικου πεδιου προσλαμβανον ολας τας δυνατας κατευθυνσεις, αλλα οτι προτιμαω ωριμενας κατευθυνσεις εχουσας σχεσιον με την ιδιαν αυτου κατασκευην, προκυπτει οφθαλμοφανως εκ των πειραματων των Stern - Gerlach επι της αποκλισεως παραμαγνητικων μοριακων ακτινων εντος ανομοιογενους μαγνητικου πεδιου. Ενω θα επεριμενε τις οτι η μοριακη ακτις (σχ. 4) μετα την αποκλισιν των μαγνητικων πεδιων θα εσχηματιζε συνεχεσ φασμα, υπερ θα εξεφραζεν οτως ειπειν ολας τας δυνατας τιμας προσανατολισμου του μο-

ριου εντος του μαγνητικου πεδιου, παρατηρουμεν εις την περιπτωσιν π. χ. του αργυρου διχασμον των ακτινων εις δυο και μονον ακτινας, υπερ δηλοι οτι εξ ολων των δυνατων γωνιων προσανατολισμου, το μοριον προτιμαω δυο και μονον. Θα ηδυνατο τις να διμηληση περι της κουαντωσεως του χωρου, με την διαφοραν, οτι ο τεμαχισμος του χωρου εξαρταται απο την ουσιαν, η τις ευρισκεται εις το μαγνητικον πεδιον.

Η ολικη μαγνητικη συμπεριφορα του ατομου συνισταται εκ των συμβολων των μαγνητικων ροπων του ηλεκτρονιου δια των περιστροφων του περι τον πυρηνα, της μαγνητικης ροπης αυτου δια της ιδιαις περιστροφης και του προσανατολισμου αυτου εις το μαγνητικον πεδιον. Οι τρεις κουαντικοι αριθμοι, ο δευτερευων  $I$ , ο μαγνητικος  $m_1$  και ο κουαντικος αριθμος της ιδιαις περιστροφης  $s$  καθοριζουσι συνεπως την ολικην μαγνητικην ροπην του ατομου. Οι τρεις οδοι αριθμοι δεν ειναι ανεξαρτητοι αλληλων, αλλ' εξαρτωνται κατ' τροπον προκυπτοντα εκ της κουαντικης θεωριας. Ίνα δωσωμεν απλως μονον ιδεαν τινα πως η αμοιβαια αυτη εξαρτησις των κουαντικων αριθμων υποκειται εις την εξελιξιν της κουαντικης θεωριας παραθετομεν την μορφη της εξαρτησεως του συντελεστου  $g$ , οστις ειναι ο συντελεστης μετατροπης της μηχανικης ροπης του ατομου  $J$  εις την μαγνητικην, κατ' τον τυπον:  $\mu = g \cdot J \cdot \mu_0$  μαγνητονια, απο τουσ κουαντικουσ αριθμους.

Κατ' την αρχικην κουαντικην θεωριαν ο συντελεστης  $g$  απορτιζεται, ως λεγει η εξισωσις (21), απο ολικην ροπην αδρανειας  $J$ , την ροπην αδρανειας την προερχομενην εκ της περιστροφης του ηλεκτρονιου περι τον πυρηνα  $L$  και την ροπην αδρανειας εξ ιδιαις περιστροφης  $S$ :

$$g = 1 + \frac{J^2 + S^2 - L^2}{2J^2} \quad (20)$$

ενω η νεωτερα κουαντικη θεωρια παρηγαγε την σχεσιν

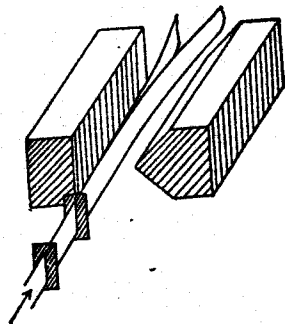
$$g = 1 \frac{J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)} \quad (21)$$

ητις προσαρμολζεται καλλιτερον εις την παρατηρησιν.

Σημερον δια της νεωτερας κουαντικης θεωριας ειμεθα εις θεσιν να περιγραψωμεν ικανοποιητικως την μαγνητικην συμπεριφοραν των ατομων και δη να αναλωσωμεν αυτην εις την συμβολην εκαστου των ηλεκτρονιακων φλοιων, οτινες απαρτιζουσι το ατομον.

Ο πίναξ II περιεχει τιμας, αιτινες χαρακτηριζουσι την κατανομην της διαμαγνητικης διαπερατότητος των ιοντων εις τουσ διαδοχικουσ ηλεκτρονιακους φλοιους.

Ως πρώτηην εφαρμογην των διαμαγνητικων μετρησεων εις χημικα προβληματα αναφερομεν την εξακριβωσιν των συντακτικων τυπων οργανικων ενω-



Σχ. 4.

σεων επί τη βάσει της άθροιστικότητας της μοριακής επιδεκτικότητας κατά τον νόμον του Pascal. Οδτος διαπιστώνει τὸ γεγονός ὅτι ἡ μαγνητικὴ ἐπιδεκτικότης μορίου τινὸς εἶναι ἀθροιστικῶς ὑπολογίσιμος ἐκ τῶν ἀτομικῶν ἐπιδεκτικότητων καὶ προσαιζημάτων τινῶν λ, ἅτινα ἔχουσι συντακτικὸν χαρακτήρα δηλ. ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸν τρόπον τοῦ συνδέσμου τῶν ἀτόμων μεταξύ αὐτῶν ἤτοι:

$$\chi_{\text{Μοι}} = \sum \chi_A + \lambda$$

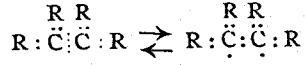
ΠΙΝΑΞ II

	Εἶδος ἠλεκτρονίων	$\chi_A \cdot 10^8$	$\chi_A \cdot 10^6$
O--	1s <sup>2</sup>	0.08	11.25
	2s <sup>2</sup>	0.28	
	2p <sup>6</sup>	9.80	
Br-	1s <sup>2</sup>	—	36.65
	2s <sup>2</sup>	0.04	
	2p <sup>6</sup>	0.15	
	3s <sup>2</sup>	0.30	
	3p <sup>6</sup>	1.08	
	3d <sup>10</sup>	5.30	
	4s <sup>2</sup>	4.98	
4p <sup>6</sup>	24.80		
Cs+	1s <sup>2</sup>	—	37.21
	2s <sup>2</sup>	0.02	
	2p <sup>6</sup>	0.06	
	3s <sup>2</sup>	0.10	
	3p <sup>6</sup>	0.32	
	3d <sup>10</sup>	0.89	
	4s <sup>2</sup>	0.51	
	4p <sup>6</sup>	1.76	
	4d <sup>10</sup>	8.67	
	5s <sup>2</sup>	4.52	
	5p <sup>6</sup>	20.36	

Ὁ πίναξ Ιβ περιέχει τὰς ἀτομικὰς ἐπιδεκτικότητας διαμαγνητικῶν οὐσιῶν μετὰ τῶν προσαιζημάτων αὐτῆς. Παρατηροῦμεν ὅτι ὅλαι αἱ ἀτομικαὶ ἐπιδεκτικότητες εἶναι ἀρνητικαὶ ἐνῶ τὰ προσαιζήματα τὰ προερχόμενα ἐκ τῆς διατάξεως τῶν ἀτόμων, ὡς π.χ. οἱ διπλοὶ καὶ οἱ τριπλοὶ δεσμοὶ εἶναι θετικά. Μερικὰ παραδείγματα (πίναξ ΙΙΙ) δεικνύουν τὴν συμφωνίαν μεταξύ τῆς παρατηρηθείσης μοριακῆς ἐπιδεκτικότητας καὶ τῆς ἐπιδεκτικότητας, ἥτις ὑπελογίσθη δι' ἀθροίσεως τῶν ἀτομικῶν ἐπιδεκτικότητων. Ἡ συμφωνία εἶναι λίαν ἱκανοποιητικὴ.

Σχετικῶς μετὰ τὴν θετικὴν ἐπιδεκτικότητα τῶν διπλῶν δεσμῶν πρέπει νὰ λεχθῆ τὸ ἐξῆς: Αὕτη περισταῖ προφανῶς παραμαγνητισμὸν καὶ πρέπει νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι οἱ διπλοὶ καὶ οἱ τριπλοὶ δεσμοὶ εἶναι παραμαγνητικοί, δηλαδὴ περιέχουσι μόνιμον διπολικὴν ροπήν. Μία δυνατὴ ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι καὶ ἡ παραδοχὴ, ὅτι οἱ διπλοὶ δεσμοὶ εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ μετὰ ἐλευθέρως διπλᾶς

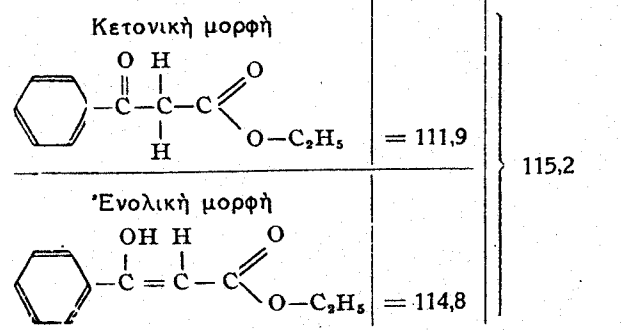
ρίζας, αἵτινες περιέχουσι ἐλεύθερα ἠλεκτρόνια, ὡς δεικνύει ὁ τύπος:



Διὰ τὴν διπλὴν αὐτὴν ρίζαν ὑπολογίζεται εἰς συνῆθη θερμοκρασίᾳ μίᾳ παραμαγνητικῆ ἐπιδεκτικότης ἴση πρὸς  $2500 \times 10^6$ . Συνεπῶς θὰ ἤρκει μικρὰ μόνον ποσότης ἐλευθέρως ρίζης, δέκατα τοῖς ἑκατὸν εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, ἵνα ἐρμηνεύσῃ τὴν παρατηρουμένην παραμαγνητικότητα τῶν διπλῶν δεσμῶν.

ΠΙΝΑΞ ΙΙΙ

	— % Μοι. 10 <sup>6</sup> ὑπολογισθέν	— % Μοι. 10 <sup>6</sup> εὐρεθέν
Ἐξάνιον C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	6χC + 14 χH = 6.6,00 + 14.2,93 = 72,2	77,1
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	6χC + 5 χH + χCl + 6 λC <sub>i</sub> = 6.6,00 + 5.2,93 + 20,1 + 6.0,24 = 72,2	72,0



Ὡς παράδειγμα καθορισμοῦ τοῦ συντακτικοῦ τύπου ὀργανικῆς ἐνώσεως, τῇ βοήθειᾳ τῆς μαγνητικῆς αὐτῆς συμπεριφορᾶς, θὰ χρησιμεύσῃ ὁ βενζοϊλικὸς αἰθυλεστέρ. Οδτος δύναται νὰ ὑπάρχῃ εἰς δύο μορφάς, εἰς τὴν κετονικὴν ἢ ἐνολικὴν μορφήν. Καὶ ἡ μὲν κετονικὴ μορφή ἀπαιτεῖ μοριακὴν ἐπιδεκτικότητα ἴση πρὸς 111,9, ἡ δὲ ἐνολικὴ 115,8. Πειραματικῶς εὐρίσκομεν τιμὴν ἴση πρὸς 115,2 συμφωνοῦσαν μετὰ τὸν ἐνολικὸν τύπον.

Τὰ προτερήματα τῆς μεθόδου ταύτης ἔναντι τῆς μεθόδου τῆς μοριακῆς διαθλάσεως συνίστανται εἰς τὸ ὅτι ἡ μοριακὴ διάθλασις δὲν εἶναι ἐφαρμόσιμος εἰς ἐγχρώμους οὐσίας, ἐνῶ ἡ μαγνητικὴ μέθοδος δὲν ὑπόκειται εἰς τοιοῦτον περιορισμὸν.

Δευτέρα πρακτικὴ σημασία τῆς προσθετικότητος τοῦ διαμαγνητισμοῦ ἔγκειται εἰς τὴν δυνατότητα τοῦ ὑπολογισμοῦ τοῦ διαμαγνητισμοῦ εἰς παραμαγνητικὰς ἐνώσεις. Ἐπειδὴ ὁ διαμαγνητισμὸς ὑφίσταται πάντοτε, εἰς τὴν περίπτωσιν μιᾶς παραμαγνητικῆς ἐνώσεως μετρῶμεν τὴν διαφορὰν τῆς θετικῆς ἀπὸ τὴν ἀρνητικὴν ἐπιδεκτικότητα. Ἴνα δὲ καταλήξωμεν εἰς τὴν πραγματικὴν τιμὴν τοῦ παραμαγνητισμοῦ πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς αὐτὴν, ὡς διόρθωσιν, τὴν διαμαγνητικὴν ἐπιδεκτικότητα. Κάτι ἀνάλογον συμβαίνει μετὰ οὐσίας ἐχούσας μόνιμον διπολικὴν ροπήν. Ἴνα καταλήξωμεν εἰς τὴν πραγματικὴν τιμὴν τῆς διπολικῆς ροπῆς πρέ-

πει προηγουμένως να αφαιρέσωμεν την έκ παραμορφώσεως προκαλουμένη μοριακήν πολικότητα.

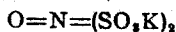
Διά του διαμαγνητισμού δυνάμεθα να παρακολουθήσωμεν φαινόμενα πολυμερισμού και συζεύξεως. Ούτω π.χ. ή διμεθυλοβουταδιένη υπόκειται εις πολυμερισμόν διά του οποίου εξαφανίζεται εις διπλούς δεσμούς. Κατά συνέπειαν έλαττωται ό παραμαγνητισμός της ουσίας, αυξανομένης ούτω της διαμαγνητικής έπιδεκτικότητας. Δυνάμεθα να παρακολουθήσωμεν κινητικώς τό φαινόμενον του πολυμερισμού διά της μαγνητικής μεθόδου, και να όρίσωμεν ποίος είναι ό βαθμός του πολυμερισμού εις οίανδήποτε χρονικήν στιγμήν. Καθ' όμοιον τρόπον άνιχνεύομεν την σύζευξιν τών μορίων του ύδατος εις διπλά και τριπλά μόρια. Διότι αυξανομένης της θερμοκρασίας παρατηρείται μεταβολή του διαμαγνητισμού, την όποιαν άποδίδομεν εις την έλάττωσιν του βαθμού της συζεύξεως.

Μία άλλη έφαρμογή της μαγνητικής μεθόδου είναι και ή άνίχνευσις έλευθέρων ριζών διά του παραμαγνητισμού των. Δύναται να λεχθῆ ότι ή μόνη μέχρι σήμεραν άσφαλής μέθοδος, ίνα άνιχνεύσωμεν την ύπαρξιν μιās έλευθέρας ριζης, ως και να προσδιορίσωμεν ποσοτικώς την ποσότητα αυτής, είναι ή μαγνητική. Διότι μία έλευθέρα ρίζα περιέχει πάντοτε περιττόν άριθμόν ηλεκτρονίων και συνεπώς πρέπει να είναι παραμαγνητική καθ' όσον τό περιττόν ηλεκτρόνιον προσδίδει διά της ίδίας του περιστροφής μόνιμον μαγνητικήν ροπήν εις τό όλον μόριον. Τά λοιπά ηλεκτρόνια διά της συζεύξεως των άναιρουσιν άμοιβαίως τάς μαγνητικάς των ροπάς, διότι ό όμοιοπολικός δεσμός δέν είναι άλλο τι ειμή σύζευξις δύο ηλεκτρονίων άντιθέτου ίδίας περιστροφής. Έάν εις την έξίσωσιν:

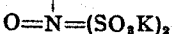
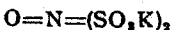
$$\mu = \sqrt{4S(S+1)} \cdot \mu_0 = \sqrt{4 \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + 1\right)} \cdot \mu_0$$

ήτις παριστᾷ μίαν Σ κατάστασιν του μορίου, θέσωμεν τάς τιμάς τών κουαντικών άριθμών περιστροφής  $S = (1/2)$ , θα προκύψη ως μαγνητική ροπή του όλου μορίου 1,73 μαγνητόνια. Ό πίναξ IV δεικνύει τό αποτέλεσμα τών μετρήσεων διά σειράν έλευθέρων ριζών. Καίτοι ή σύνθεσις αυτών είναι λίαν διάφορος, έν τούτοις ή μόνιμος μαγνητική αυτών ροπή ίσοῦται πρὸς 1,73.

Άλλά και εις την στερεάν φάσιν δυνάμεθα να εξακριβώσωμεν έναν και κατά πόσον ύφίσταται ή κατάστασις έλευθέρων ριζών. Τό περοξύλ αμίνο σουλφολικόν όξύ έχει εις στερεάν κατάστασιν κίτρινον χρώμα, ένῶ σχηματίζει βαθέα ίώδη διαλύματα. \*Ηδη τό έτος 1895 ό Hantzsch εξέφρασε την ύπόνοιαν ότι εις μέν τό διάλυμα έχομεν την ένωσιν:



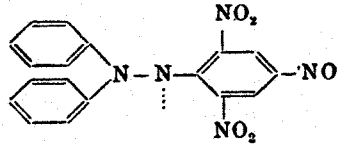
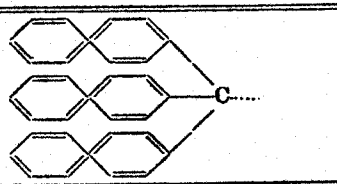
εις δέ την στερεάν κατάστασιν την ένωσιν



σχηματιζομένην έκ της πρώτης διά πολυμερισμού, ακριβώς όπως τό τετροξειδίου του άζώτου προκύπτει έκ του διοξειδίου. Η μαγνητική μέθοδος απέδειξε την όρθότητα του συλλογισμού αυτού. Διότι τό μέν δι-

άλυμα είναι παραμαγνητικόν, ή δέ στερεά ούσία διαμαγνητική. Η παραμαγνητικότης του διαλύματος προέρχεται έκ του έλευθέρου ηλεκτρονίου του άζώτου της μονομερούς ένώσεως, ένῶ ή διαμαγνητικότης εις την στερεάν φάσιν προκύπτει έκ της έξουδετερώσεως τών δύο μαγνητικῶν διπῶν του άζώτου.

ΠΙΝΑΞ IV.

	$\theta$	$\mu$
$(H_2C)_2=C-CH_2-C-CH_3$ $C_6H_5-N=O \quad C_6H_5-N=O$	$-2^\circ$	1,76
$(CH_3O-C_6H_4)_2-N=O$	$-3^\circ$	1,71
$CH_3 \quad O$ $H_3C-C-N$ $HN=C-N \quad C=NH$ $H$	$-6^\circ$	1,76
	$-10^\circ$	1,74
	$-13^\circ$	1,75
$C_6H_5-C-C-C_6H_5$ $C_6H_5-C=C-C_6H_5$ $C_6H_5$	$-12^\circ$	1,72

Διά της μαγνητικής διαπερατότητος έπιτυγχάνεται ή άνίχνευσις άμφιβόλου σθένους ένός στοιχείου. Π. χ. εις την περίπτωση τών ίόντων του άργύρου, ειμεθα εις θέσιν να άποφανθώμεν έναν ό άργυρος εις άλλας τι είναι μονοσθενής ή δισθενής. Διότι ό μέν μονοσθενής, ως παριστῶν τέλειον φλοιόν ευγενούς άερίου, δέν έχει μόνιμον μαγνητικήν ροπήν, λόγω άμοιβαίας έξουδετερώσεως τών ροπών έκάστου ηλεκτρονίου και συνεπώς είναι διαμαγνητικός, ένῶ ό δισθενής άργυρος, στερούμενος ένός ηλεκτρονίου, έχει περιττόν άριθμόν ηλεκτρονίων και συνεπώς είναι παραμαγνητικός Αί διαφοραί του σθένους δέν εκδηλούνται όμως πάντοτε κατά τόσον άπλοῦν τρόπον.

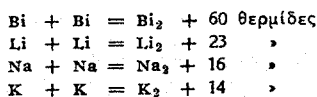
Η μαγνητική μέθοδος έτυχε μεγάλης έφαρμογής εις την έρευναν τών σπανίων γαιών ως και εις την έρευναν τών συμπλόκων αλάτων. Εύρέθη ότι υπάρχουν δύο διάφοροι κατηγορίαι συμπλόκων αλάτων από μαγνητικής άπόψεως. Η πρώτη κατηγορία



ὡς π.χ. τὸ ἑξαμινο-σιδηροχλωρίδιον (βλέπε πίνακα V) δεικνύει τὴν μαγνητικὴν συμπεριφορὰν τοῦ κεντρικοῦ ἰόντος. Τοῦτο δηλοῖ, ὅτι μεταξὺ τῶν κεντρικοῦ ἀτόμου καὶ τῶν συνομοταγῶν μορίων ὑπάρχει ἀπλή διπολικὴ συγκρότησις καὶ ὅτι ἡ πόλωσις τῶν συνομοταγῶν ομάδων δὲν εἶναι τόσο μεγάλη, ὥστε νὰ ἐπέλθῃ ἔνωσις τῶν ἠλεκτρονιακῶν περιβλημάτων. Ὁ ἀριθμὸς τῶν μαγνητονίων τῶν ἀλάτων αὐτῶν εἶναι οἷος καὶ τοῦ χλωριούχου σιδήρου ἢ θειικοῦ σιδήρου. Ἐν ἀντιθέσει πρὸς αὐτὴν ἡ δευτέρα κατηγορία τῶν συμπλόκων ἀλάτων δεικνύει τελειῶς διάφορον μαγνητικὴν συμπεριφορὰν παρουσιάζουσα τὴν μαγνητικὴν ροπὴν μηδέν. Ἐν τῇ μαγνητικῇ μεθόδῳ ἔχομεν συνεπῶς αὐστηρὸν διακριτικὸν κριτήριον μεταξὺ διπλῶν ἀλάτων καὶ πραγματικῶν συμπλόκων ἀλάτων, τῶν ὁποίων δηλ. αἱ συνιστώσαι ομάδες ἔχουσι τελειῶς ἔνωθῆ.

ΠΙΝΑΞ V

Ἀπλᾶ ἄλατα		Καν. Σύμπλοκα		Σύμπλοκα συνομοταγῆς	
FeCl <sub>2</sub>	5.4	[Fe(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> ]Cl <sub>2</sub>	5.2	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	≈ 0
FeSO <sub>4</sub>	5.2	[Fe(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	5.4	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>5</sub> CO]	≈ 0
		[Fe(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ]Cl <sub>2</sub>	5.4	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	≈ 2



Τὸ γεγονός ὅτι ἡ μαγνητικὴ ροπὴ συμπλόκων ἀλάτων εἶναι μηδέν ἐξηγεῖται ὑπὸ τῶν Sigdwich καὶ Bose διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δρώντων ἠλεκτρονίων εἰς τὰ σύμπλοκα αὐτὰ ἄλατα, ὅστις εἶναι ἴσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἠλεκτρονίων ἑνὸς εὐγενοῦς ἀερίου, δι' ὃ καὶ τὸ ὄλον συγκρότημα εἶναι διαμαγνητικόν.

Κατὰ ποῖον τρόπον ἡ μαγνητικὴ συμπεριφορὰ τῶν ἀτόμων δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ καὶ πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ μοριακοῦ βάρους μιᾶς ἑνώσεως ἐν ἀερίῳ καταστάσει, δεικνύουν τὰ πειράματα τῶν Stern-Gerlach εἰς μεταλλικοῦς ἀτμούς. Τὰ μέταλλα Bi, Li, Na, K, εὐρέθησαν νὰ ἔχουσι διαμαγνητικὰ στατικά εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν. Ταῦτα δύνανται μόνον νὰ προέρχονται ἐκ διατομικῶν μεταλλικῶν μορίων, διότι τὰ ἐλεύθερα μέταλλα, ὡς ὑπολογίζεται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων, εἶναι παραμαγνητικά. Ἐκ τῆς ἐντάσεως τῶν γραμμῶν ὑπολογίζομεν μάλιστα καὶ τὴν ποσότητα τῶν διπλῶν αὐτῶν ἀτόμων καὶ ἐκ τῆς μεταβολῆς αὐτῆς μετὰ τὴν θερμοκρασίαν, τὴν θερμότητα σχηματισμοῦ αὐτῶν.

Ἐτερον γεγονός μεγάλης πρακτικῆς σημασίας εἶναι ἡ ἑξακρίβωσις, ὅτι ἐπιφάνειαι, αἵτινες δρῶσι καταλυτικῶς δεικνύουσι μεγάλην θετικὴν μαγνητικὴν ἐπιδεδεκτικότητα. Ἴσως ἡ καταλυτικὴ αὐτῶν δρᾶσις νὰ συνίσταται εἰς τὸν παραμαγνητισμὸν των, διότι τὰ ἐπιφανειακὰ ἄτομα εἶναι παραμαγνητικά.

Τέλος ἐξετάσθη καὶ ἡ ἐπίδρασις μαγνητικοῦ πεδίου ἐπὶ τῆς ταχύτητος τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως. Καίτοι τὰ ἀποτελέσματα ἔχουσι ἀνάγκην ἐπιβεβαιώ-

σεως, φαίνεται ὅτι ὑπάρχει μία τοιαύτη δρᾶσις. Ἐκεῖ ὅμως ὅπου ὁ ρόλος τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι πράγματι ἀναμφισβήτητος, εἶναι ἡ περίπτωσις ἑσωτερικοῦ, οὕτως εἴπειν, μαγνητικοῦ πεδίου, ὅταν δηλαδὴ προστεθῆ εἰς τὸ ἀντιδρῶν μείγμα διαμαγνητικὴ τις οὐσία.

Ἡ μετατροπὴ π.χ. τοῦ ὀρθο- εἰς παρα-ὕδρογόνον ἐπιταχύνεται τὰ μέγιστα διὰ τῆς προσθήκης παραμαγνητικοῦ ὀξυγόνου. Τοῦτο δρᾶ προφανῶς ἐπὶ τῇ βᾶσει τῶν μονίμων αὐτῶν μαγνητικῶν ροπῶν ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ ὕδρογόνου ὑποκινοῦν αὐτὰ νὰ μετατρέψωσι τὴν σχετικὴν αὐτῶν θέσιν.

Ἡ δραστικότης τῶν ἀτόμων τοῦ ὕδρογόνου εἰς ὄλας σχεδὸν τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις θὰ ὀφείλεται ἴσως εἰς τὴν μόνιμον μαγνητικὴν ροπὴν, ἣτις χαρακτηρίζει τὰ ἄτομα τοῦ ὕδρογόνου ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ μόρια. Ἐὰν ἀναλογισθῆ κανεῖς ὅτι καὶ ὁ διπλοῦς δεσμὸς, ὡς ἀνωτέρω ἀνεπτύχθη, συνίσταται ἐκ δύο μονίμων μαγνητικῶν ροπῶν, προερχομένων ἐκ τῶν ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων, εἶναι προφανές ὅτι θὰ ὑπάρχῃ μεγίστη τάσις πρὸς ἀμοιβαῖον κορεσμὸν διπλοῦ δεσμοῦ καὶ ἀτόμων ὕδρογόνου, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ μοριακὸν ὕδρογόνον, τὸ ὁποῖον στεροῦμενον τῶν μαγνητικῶν ροπῶν δὲν δεικνύει διάθεσιν πρὸς προσθήκην εἰς τὸν διπλοῦν δεσμὸν.

Ὁ παραμαγνητισμὸς ἐχρησιμοποιήθη ἐσχάτως καὶ πρὸς ἐπίτευξιν χαμηλῶν θερμοκρασιῶν. Αἱ ἐπὶ τῇ βᾶσει τῶν παραμαγνητικῶν ἰδιοτήτων ἐπιτευχθεῖσαι θερμοκρασίαι εἶναι αἱ χαμηλότεραι μέχρι σήμερον δυνατάι. Ἡ πραγματοποίησις αὐτῶν γίνεται κατὰ τὴν πρότασιν τοῦ Debye δι' ἀποτόμου, τοὔτεστιν ἀδιαβατικῆς ἀπομαγνητίσεως, παραμαγνητικῆς τινος οὐσίας εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας. Ἐὰν παραμαγνητικὴ οὐσία ψυγῆ ἐντὸς ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου, τότε τὰ μόρια αὐτῆς τὰ ἔχοντα μόνιμον διπολικὴν ροπὴν, προσλαμβάνουσι τὸν μέγιστον δυνατὸν προσανατολισμὸν. Ἐὰν τώρα αἰφνιδίως ἀναιρέσωμεν τὸ μαγνητικὸν πεδίον, διακόπτοντες τὸ ρεῦμα εἰς τὸν δημιουργοῦντα αὐτὸ ἠλεκτρομαγνήτην, τότε τὰ μόρια τελίοντα νὰ καταλάβωσι ἄτακτον διάταξιν ὡς ἀναποκρινόμενῃ εἰς μεγαλυτέραν ἐντροπίαν. Πρὸς καταστροφὴν ὅμως τῆς τάξεως ἀπαιτεῖται ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον τὸ σῶμα λαμβάνει ἐκ τοῦ ἰδίου αὐτοῦ θερμικοῦ περιεχομένου, καθ' ὅσον ἡ ἀπομαγνητίσις γίνεται ἀδιαβατικῶς. Τοῦτο ὅμως σημαίνει ψῦξιν τοῦ ὄλου συστήματος. Ἡ χαμηλότερα κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μέχρι σήμερον ἐπιτευχθεῖσα θερμοκρασία εἶναι 0.004 ἀπόλυτον βαθμοί. Καίτοι ἡ θερμοκρασία αὕτη φαίνεται ὅτι εἶναι πλησίον τοῦ ἀπολύτου μηδενός, ἐν τούτοις εὐρισκόμεθα εἰς μεγάλην ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ, καθ' ὅσον τὸ ἀπόλυτον μηδέν εἶναι σημεῖον θερμοκρασίας ἀσυμπτωτικῶς πλησιαζόμενον.

Ὁ Debye ἐλπίζει διὰ προσανατολισμοῦ τῶν πυρῶν τῶν ἀτόμων καὶ ἀπομαγνητίσεως αὐτῶν νὰ ἐπιτύχῃ ἀκόμη χαμηλοτέρας θερμοκρασίας, φρονῶν ὅτι θὰ δυνηθῆ νὰ ὑγροποιήσῃ καὶ τὰ τελευταῖα ἀνακαλυφθέντα σωμάτια, τὰ νετρόνια.

# Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΜΑΣ ΠΗΓΩΝ ΩΣ ΣΥΜΒΟΛΗ ΕΙΣ ΤΗΝ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗΝ ΕΡΕΥΝΑΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΧΩΡΑΣ

Υπό ΜΙΧΑΗΛ Λ. ΠΕΡΤΣΗ

Διδάκτορος Φυσικῶν Ἐπιστημῶν

Προϊσταμένου Χημικοῦ Ἐργαστ. Γεωλογικῆς Ὑπηρεσίας

*Ὁμιλία γενομένη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 11ης Ἀπριλίου 1938.*

Ἡ λεπτομερὴς φυσικοχημικὴ ἐξέτασις τῶν μεταλλικῶν μας πηγῶν ἐνδιαφέρει διττῶς· πρῶτον μὲν ἀπὸ καθαρῶς ὠφελιμιστικῆς ἀπόψεως, ὡς παρέχουσα τὴν εἰκόνα τῆς χημικῆς συστάσεως καὶ τῶν φυσικῶν ἰδιοτήτων τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἰατρὸν, ὃ ὁποῖος ἐκ τῆς εἰκόνας αὐτῆς θὰ συναγάγῃ τὰς δυνατὰς θεραπευτικὰς ἐφαρμογὰς τοῦ ὕδατος τῆς πηγῆς, δεύτερον δὲ ἀπὸ ἀπόψεως ἐπιστημονικῆς, ὡς ἀποτελοῦσα μέρος τῆς φυσικῆς καὶ εἰδικῶς τῆς γεωχημικῆς μελέτης τῆς χώρας μας.

Ἡ ἐμφάνισις μεταλλικῶν πηγῶν προϋποθέτει, ὡς γνωστὸν, τὴν ὑπαρξιν ὠρισμένων γεωλογικῶν συνθηκῶν, ἡ δὲ γεωλογικὴ δομὴ τῆς πατρίδος μας εἶναι τοιαύτη, ὥστε αἱ συνθηκαὶ αὐταὶ νὰ πληρῶνται εἰς πλείστας ὄσας περιοχὰς τῆς.

Τὰ στρώματα τὰ συνιστῶντα τὴν ἑλληνικὴν χώραν, ἀποτεθέντα ὡς βυθὸς θαλάσσης κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ παλαιοζωϊκοῦ καὶ τοῦ μεσοζωϊκοῦ αἰῶνος, ἀνεδύθησαν κατὰ τὴν περίοδον τῶν ἀλπικῶν καλουμένων πτυχώσεων, διαρκούντος τοῦ καινοζωϊκοῦ αἰῶνος, συνεπεῖα δὲ τῶν πτυχώσεων τούτων ἐσχηματίσθησαν ρήγματα διήκοντα εἰς μέγα βάθος.

Τεμάχη εὐρισκόμενα μεταξὺ τῶν ρημάτων τούτων ὑπέστησαν μεταγενεστέρως ἐγκατακρημνίσεις, εἰς τὰς ὁποίας κυρίως ὀφείλεται καὶ ἡ σημερινὴ ἀνάγλυφος ὄψις τῆς χώρας μας, λάβαι δὲ ἐκ τῶν ἐγκάτων εὐροῦσαι εὐχερῆ διέξοδον διὰ μέσου τῶν ρημάτων τούτων ἐξεχύθησαν εἰς πλείστα σημεῖα κατὰ μῆκος αὐτῶν, σχηματίσασαι ἠφαιστεία. Ἐκ τῶν ἠφαιστείων τούτων διετηρήθη μέχρι σήμερον ἐν ἐνεργείᾳ τὸ τῆς Σαντορίνης, εἰς ἱστορικοὺς ἀκόμη χρόνους συνέβη μεγάλη ἔκρηξις εἰς τὸ ἠφαιστεῖον τῶν Μεθάνων, παλαιότερον δέ, διαρκούσης τῆς νεοτριτογενοῦς καὶ τεταρτογενοῦς περιόδου, ἔντονος ἠφαιστεία ἐνέργεια ἐξεδηλώθη εἰς πλείστα ὄσα μέρη τῆς Δυτικῆς Θράκης, τῆς Μακεδονίας, τῆς ἀνατολικῆς Στερεᾶς Ἑλλάδος, τῶν νήσων τοῦ Αἰγαίου καὶ τῆς ἀνατολικῆς ἀκτῆς τῆς Πελοποννήσου, ὡς μαρτυροῦν τὸ πλῆθος καὶ ἡ ἔκτασις τῶν ἀνευρισκομένων ἠφαιστειογενῶν πετρωμάτων, ἀποτελουμένων ἀπὸ λιπαρίτας, τραχείτας, ἀνδεδείτας καὶ βασάλτας.

Πλὴν τῆς ἠφαιστείας ὁμως καὶ πλουτώνιος ἐνέργεια ἐπεκράτησε κατὰ τὸ ἠώκαινον εἰς τινὰς τῶν ἀνωτέρω περιοχῶν, ὡς μαρτυρεῖ τὸ πλῆθος τῶν παρυσιαζομένων γρανιτικῶν ἐμφανίσεων.

Εἰς τὴν τοιαύτην γεωλογικὴν δομὴν τῆς Ἑλλά-

δος, χώρας κατ' ἐξοχὴν τεκτονικῶς κατατεμαχισμένης καὶ ἠφαιστειοβριθοῦς, ὀφείλεται ἡ σεισμοπάθεια ὠρισμένων περιοχῶν αὐτῆς, ἀλλὰ, οἶονεὶ ὡς ἀντιστάθμισμα καὶ ὁ πλοῦτος τῶν μεταλλικῶν τῆς πηγῶν.

Ὡς μεταλλικὰς πηγὰς ἐννοοῦμεν τὰς πηγὰς, αἱ ὁποῖαι διακρίνονται τῶν συνήθων τοιούτων λόγῳ τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας των, ἡ λόγῳ τῶν διαλελυμένων ἀλάτων ἢ ἀερίων, ἡ τέλος, διότι περιέχουν ἔστω καὶ εἰς μικρὰ ποσὰ ἐνώσεις ἢ στοιχεῖα μὴ ἀπαντῶντα εἰς συνήθεις πηγὰς ὡς π.χ. ὑδροθειον, ἰώδιον, ἀρσενικόν, ἀκτινεργοὺς οὐσίας κ.λ.

Αἱ μεταλλικαὶ πηγαί, τὸσον αἱ ἰδικαὶ μας ὅσον καὶ αἱ ξέναι, οὐδέποτε περιέχουν ἐνώσεις τῶν βαρέων μετάλλων, πλὴν σιδήρου καὶ τούτου εἰς μικρὰ μᾶλλον ποσά. Ἡ σπανίως παρατηρουμένη παρουσία ἐτέρων βαρέων μετάλλων καὶ τούτων πάντοτε εἰς ἐλάχιστα ποσά, ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὰ ὕδατα τῶν πηγῶν αὐτῶν συναντοῦν κατὰ τὴν ὑπόγειον διαδρομὴν των μεταλλοφόρους ὀρίζοντας, ἐξ ὧν παραλαμβάνουν ἴχνη τῶν εἰς αὐτοὺς ἀποτεθειμένων βαρέων μετάλλων.

Συνεπῶς ἐκ τῶν ἐν ἐνεργείᾳ μεταλλικῶν μας πηγῶν οὐδεμία μεταλλογένεσις προέρχεται, τὰ μόνον δ' ἐξ αὐτῶν προκύπτοντα ἀποθέματα εἶναι κυρίως τόφφοι τραβερτίνου καὶ ἀραγωνίτης, ἐκ τῆς διασπάσεως τοῦ ἐν αὐταῖς διαλελυμένου ὑδροανθρακικοῦ ἀσβετίου.

Τοιαῦτα ἀποθέματα σχηματίζονται συνεχῶς εἰς τὰς πηγὰς τῆς Αἰδηψοῦ, τῶν Θερμοπυλῶν, τῆς Ὑπάτης, τῆς Κύθνου καὶ ἐν Μακεδονίᾳ τῶν Ἐλευθερῶν, τοῦ Ξυνοῦ Νεροῦ καὶ τῆς Νιγρίτης, ἵνα περιορισθῶμεν εἰς τὰς κυριωτέρας. Τὰ ἀποθέματα τῶν πηγῶν τῶν Θερμοπυλῶν ἀναφέρονται καὶ ὑπὸ τοῦ Παισαβίου, ὅστις περιγράφων τὴν ἀποτελεσματικὴν ἀντίστασιν τὴν ὁποῖαν προέβαλον οἱ Ἕλληνας ἐν Θερμοπύλαις εἰς τὴν ὑπὸ τὸν Βρέννον στρατιάν τῶν Γαλατῶν (279 π.Χ.) γράφει τὰ ἐξῆς: (Παισαβ. X 21,2) «Τὰ δὲ ἵππικὰ ἀμφοτέρων ἀχρεῖα ἐγένοντο ἅτε οὐ στενοῦ μόνον χωρίου τοῦ κατὰ τὰς Πύλας ὄντος, ἀλλὰ καὶ ὑπὸ αὐτοφθοῦς πέτρας λείου καὶ διὰ τῶν ρευμάτων τὸ συνεχὲς τὰ πλέονα καὶ ὀλισθηροῦ».

Ἐάν ὅθεν εἰς παρωχημένας γεωλογικὰς περιόδους τὰ ἠφαιστεία κατὰ τὴν περίοδον τοῦ παρυσισμοῦ ἢ καὶ μετ' αὐτὸν προεκάλεσαν τὸν ὑδροπνευματολυτικὸν σχηματισμὸν μεταλλευμάτων ὡς π.χ.

γαληνίτου, δι' άμέσου επιδράσεως άτμίδων ύδροθείου επί θερμών διαλυμάτων χλωριούχου μολύβδου, σήμερα δίδουν άπλως γένεσιν εις μεταλλικές πηγάς δια τής έκλύσεως θερμότητος και άερίων από του εις τήν έστίαν των βραδύτατα ψυχομένου μάγματος και τής μεταβιβάσεως αυτών εις ύπογείως κυκλοφορούντα ύδατα.

Τό ποσόν τής θερμότητος, τό άποκομιζόμενον έκ τών έγκάτων εις τήν επιφάνειαν δια τών ύδάτων τών μεταλλικών πηγών δέν είναι διόλου εύκαταφρόνητον. Ούτω π. χ. μόνη ή πηγή του Θερμοποτάμου έν Αίδηψώ, παροχής 820 κ.μ. τό είκοσιτετράωρον και θερμοκρασίας 78° παρέχει ύπερ τήν μέσην θερμοκρασίαν τών 20°, 58 μεγάλας θερμίδας κατά λίτρον ύδατος, ήτοι έν δλω κατ' έτος θερμότητα έκλυομένην κατά τήν καύσιν 2.480 τόννων άνθρακος, θερμοαντικής ικανότητος 7.000 θερμίδων κατά χιλιόγραμμα.

Τό ποσόν αυτό τής θερμότητος, τό όποιον σήμερα απόλλυται έξ δλοκλήρου, θά ήδύνατο νά χρησιμοποιηθή έν μέρει, όχι βέβαια εις βιομηχανικές εγκαταστάσεις, ή ύπαρξις τών όποιών έν τή περιοχή λουτροπόλεως είναι άπαραδέκτος, αλλά πρós διατήρησιν π. χ. θερμοκηπίων με σπάνια φυτά, προστιθεμένης ούτω μιός τερπνής και έπωφελοϋς άμα ψυχαγωγίας, εις τας δλίγας ύπαρχούσας έν τή λουτροπόλει\*. Η άπόθεσις άνθρακικού άσβεστίου έντός τών σωλήνων δια τών όποιών διέρχεται τό ύδωρ τών πηγών τούτων άποτελεί βεβαίως μειονέκτημα, τό όποιον όμως θά ήδύνατο νά άρθή, εάν έλαμβάνετο πρόνοια συχνού καθαρισμού τών σωλήνων.

Η μεγάλη συνολική παροχή τών πηγών τής Αίδηψου και ή ύψηλή θερμοκρασία τών ύδάτων, έν συνδυασμώ με τήν παρουσίαν άφθόνων άερίων, συνιστά μένων σχεδόν καθ' δλοκληρίαν έκ διοξειδίου του άνθρακος, άπετέλουν ένδειξεις ότι κατά τήν ύπόγειον διαδρομήν των τά ύδατα τών πηγών αυτών συναντούν προσφάτως στερεοποιηθέντα μάγματα, από τών όποιών παραλαμβάνουν εύκόλως τήν θερμότητα και τά άερίά των. Διότι θά ήτο δύσκολον νά φαντασθώμεν ότι τά ύδατα αυτά θερμαίνονται άπλως δια τής κυκλοφορίας των εις μεγάλα βάθη και κατόπιν άνέρχονται με τοιαύτην ταχύτητα, ώστε νά διατηρήσωνι μέγα μέρος τής κτηθείσης θερμότητος.

Ο μόνος ένδοιασμός δια τήν παραδοχήν τής μαγματικής προελεύσεως τής θερμότητος και τών άερίων τών πηγών τής Αίδηψου ήτο ή έλλειψις τής παρουσίας έκρηξιγενών σχηματισμών καθ' όλην τήν περιοχήν.

Ηδη όμως, πρós δλίγων μηνών, ό καθηγητής κ. Γεωργαλάς καθώς και ό γεωλόγος κ. Γιδαράκος, άνεκοίνωσαν εις τήν Άκαδημίαν Άθηνών ότι αί πλησίον τής Αίδηψου κείμεναι Λιχάδες νήσοι, τας όποιας ό Deprat\*\* εις τόν γεωλογικόν χάρτην του τής Εϋ-

βοίας έσημείωνεν ως ίζηματογενείς, άποτελούνται από έκρηξιγενείς σχηματισμούς\*.

Οί άνωτέρω έρευνηταί άνεκοίνωσαν επίσης τήν παρουσίαν έκρηξιγενών σχηματισμών επί τής άπέναντι άκτής τής Στερεάς, πλησίον τών Καμμένων Βούρλων, ό δε κ. Γιδαράκος άνέφερε τήν παρουσίαν αυτών και επί τής Οίτης, ένθα ή πηγή τής Ύπάτης.

Ούτω καθίσταται εύνόητος ή παρουσία τόσοσ άφθόνου άνθρακικού δξέος εις τήν πηγήν τής Ύπάτης, δια τό όποιον εις μελέτην μας, δημοσιευθείσαν πρós τριετίας, προεβλέπομεν ότι δέν δύναται παρά νά έχη πλουτώνιον τήν καταγωγήν\*\*. Τό άνθρακικόν δξύ όχι μόνον τής Αίδηψου και τής Ύπάτης, αλλά και πολλών μεταλλικών μας πηγών ως τών Μεθάνων, του Πολυχνίτου, τής Νιγρίτης, τών Έλευθερών κ.λ. είναι προφανώς ένδογενές ήτοι πλουτωνίου καταγωγής, παρ' όλον ότι τά ήφαιστεια ή οί έκρηξιγενείς σχηματισμοί, οί όποιοι εύρίσκονται πλησίον τών πηγών αυτών έσχηματίσθησαν και έσβέσθησαν, τουλάχιστον επιφανειακώς, από μακροτάτου ήδη χρόνου.

Η έκλυσις διοξειδίου του άνθρακος συνοδεύει πάντοτε τας ήφαιστειακές έκρήξεις, τό δε ρευστόν μάγμα έχει τήν ιδιότητα νά διαλύη τό άέριον τουτο, τής διαλύσεως άκολουθούσης τόν γνωστόν νόμον του Henry, συμφώνως πρós τόν όποιον αί πυκνότητες του έν τώ μάγματι διαλελυμένου άερίου είναι άνάλογοι τής κρατούσης πίεσεως.

Κατά τήν στερεοποίησιν του μάγματος παραμένει έντός αυτού έκ του διαλυθέντος διοξειδίου του άνθρακος μικρόν μόνον μέρος, τό δε ύπόλοιπον αποβάλλεται, όπως ακριβώς κατά τήν στερεοποίησιν τών τετηκότων μετάλλων αποβάλλονται τά έν αυτοίς διαλελυμένα άερια.

Τό εις τό βάθος λοιπόν βραδύτατα στερεοποιούμενον μάγμα αποβάλλει συνεχώς διοξειδιον του άνθρακος, τό όποιον παραμένει έγκεκλεισμένον έντός τών ρωγμών και κοιλοτήτων τών ύπογείων στρωμάτων, συναντώμενον ένίοτε κατά τήν έκτέλεσιν γεωτρήσεων ή ύπογείων έργασιών, υπό πίεσιν πολλών δεκάδων άτμοσφαιρών και γινόμενον συχνά πρόξενον δυστυχημάτων.

Ίδου ό λόγος συνεπώς δια τόν όποιον πρós πολλού έσβεσμένα ήφαιστεια εξακολουθοϋν νά πλουτίζουν με άνθρακικόν δξύ ύπογείως κυκλοφορούντα ύδατα, καθιστώντα αυτά πολύτιμα ίάματα εις πλήθη άσθενών. Και τό γεγονός αυτό, τής αποταμιεύσεως του άνθρακικού δξέος έντός του μάγματος και τής βαθμιαίας αυτου έκλύσεως, είναι σπουδαιοτάτης σημασίας όχι μόνον δια τήν γένεσιν δξυπηγών, αλλά

\*) G. C. Georgalas, Les volcans des íles Likhades et d'Hagios Ioannis (Kamména Voula). Πρακτικά τής Άκαδημίας Άθηνών, Συνεδρία τής 27 Ίανουαρίου 1938.

Δ. Γιδαράκου, Γεωλογική και γεωμορφολογική έρευνα τών ήφαιστειογενών νήσων Λιχάδων και συσχετίσις αυτών μετά του θρους Οίτη και τής άπέναντι Λοκρικής άκτής, (Πρακτικά τής Άκαδημίας Άθηνών, Συνεδρία τής 27 Ίανουαρίου 1938).

\*\*) Μιχ. Περίση, Γενετικά συνθήκαι και χημική σύστασις τών έλληνικών Ιαματικών πηγών. Λαϊκόν Πανεπιστήμιον Βραδυνής 16, 17 και 18 Ίουλίου 1935.

\*) Ο Γάλλος χημικός και βιομήχανος Georges Claude έπισκεφθείς πρós τινων έτών τήν Αίδηψόν έσκέφθη νά χρησιμοποιήσιν τήν θερμότητα τών πηγών τής πρós παραγωγήν ηλεκτρικού ρεύματος κατά τήν μέθοδόν του, τήν όποιαν έφήρμοσε βραδύτερον εις Κούβαν, χρησιμοποιήσας τήν θερμότητα τών ύδάτων του Gulf Stream.

\*\*) J. Deprat, Etude géologique et pétrographique de l'île d'Eubée, 1904.



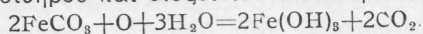
ΠΙΝΑΞ

	Μεσόγειος Θάλασσα	Μέθανα πηγή Δημόσιου	Αιδηψός Θερμότητα	Θερμή Μυτιλήνης	Ίκαρία πηγή Παμφίλη	Κύθνος πηγή Κακκάβου	Κύθνος Ύψ. Αναρ- γύρων	Καΐαφα πηγή Σπηλαίου Ανιγρίδων	Καμμένα Βούρλα Ισχυρός ραδιε- νέργος πηγή	Αίγινα	Πολυχίτος Μυτι- λήνης, πηγή χρο- νομένη εις χει- μάρον	Σαμοθράκη Ψαρόθερμα
$\frac{Ca \cdot 10^2}{Cl}$	2,23	4,73	8,83	8,54	6,30	7,47	8,43	8,66	9,36	5,53	8,73	8,76
$\frac{Mg \cdot 10^3}{Cl}$	6,58	5,91	1,72	3,59	4,09	3,05	3,13	3,97	3,57	6,12	1,88	0,79
$\frac{SO_4 \cdot 10^2}{Cl}$	13,61	12,91	6,02	10,16	13,70	8,70	9,08	28,41	10,34	13,61	4,42	0,40
$\frac{Br \cdot 10^3}{Cl}$	3,90	2,51	3,34	3,83	2,90	2,86	3,20	1,07	2,15	3,10	1,98	2,16

καί δι' αὐτήν ταύτην τὴν διατήρησιν τῆς ζωῆς ἐπὶ τοῦ πλανήτου μας, δεδομένου ὅτι παμμέγιστα ποσὰ ἀνθρακικοῦ ὀξέος δεσμεύονται συνεχῶς, ἰδίως πρὸς σχηματισμὸν κελυφῶν θαλασσιῶν ζώων καὶ οὕτως ἐξέρχονται ἀνεπιστρεπτὴ τῆς κυκλοφορίας.

Εἰς τὴν ἰδίαν μαγματικὴν προέλευσιν εἴμεθα ὑποχρεωμένοι ν' ἀποδώσωμεν τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ ὄλων ἀνεξαιρέτως τῶν ὀξυπηγῶν μας, ὅπως π. χ. τῶν πλουσιῶν εἰς ἐλεύθερον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακικοῦ ψυχρῶν πηγῶν τοῦ Ξυνοῦ Νεροῦ καὶ τοῦ Τσάγεζι, καίτοι αὗται εὐρίσκονται μακρὰν ἐμφανῶν ἐκρηξιγενῶν σχηματισμῶν.

Κατὰ τὰς μέχρι σήμερον γενομένας παρατηρήσεις, πλὴν τῆς ἀμέσου διαλύσεως ὑπὸ τοῦ ὕδατος τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακικοῦ τῆς ἀτμοσφαιρας, κατὰ τοὺς ἐξῆς κυρίως τρόπους πηγαί τις δύναται νὰ ἐμπλουτίζεται δι' ἀνθρακικοῦ ὀξέος μὴ μαγματικῆς προελεύσεως. Εἶναι δὲ οὗτοι πρῶτον ἡ ὀξειδωσις τοῦ ὀρυκτοῦ ἀνθρακικοῦ σιδήρου (σιδηρίτου) ὑπὸ τοῦ ἀέρος, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ σιδήρου τῆ ἐπιδράσει ὀξυγόνου καὶ ὕδατος σχηματίζεται ὕδροξειδιον σιδήρου καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακικοῦ:



Πρόχειρον παράδειγμα τῆς ἀντιδράσεως αὐτῆς εἶναι ὁ καστανέρυθος χρωματισμὸς τῶν ἀρχαίων μαρμάρων, ὅστις ὀφείλεται ἀκριβῶς εἰς τὸ ὕδροξειδιον τοῦ σιδήρου τὸ σχηματιζόμενον κατὰ τὴν ὀξειδωσιν τοῦ ἐντὸς τοῦ μαρμάρου ὑπάρχοντος ἀνθρακικοῦ σιδήρου. Δεύτερον ἡ βραδεῖα καὶ ἐν συνήθει θερμοκρασίᾳ χωροῦσα ὀξειδωσις τῶν λιγνιτῶν, τρίτον ἡ διάσπασις τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ὑπὸ τοῦ θεικοῦ ὀξέος τοῦ σχηματιζομένου κατὰ τὴν ὀξειδωσιν τῶν πυριτῶν καὶ δὴ τοῦ μαρκασίτου καὶ τέταρτον ἡ ἐπίδρασις ὕδρατμῶν ἢ θερμῶν ὕδατων ἐπὶ κοιτασμάτων ἀσβεστολίθων ἢ δολομιτῶν μὲ ἐνστρώσεις χαλαζίου.

Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ταύτην σχηματίζονται πυριτικά ἄλατα τοῦ ἀσβεστίου ἢ μαγνησίου, ἐλευθεροῦται δὲ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακικοῦ. Ὑπαρξίς τοι-

ούτων ὕδρατμῶν δὲν εἶναι τι σπάνιον ἐν τῇ φύσει, ἡμεῖς δὲ παρατηρήσαμεν καὶ περιεγράψαμεν τὴν παρουσίαν αὐτῶν μακρὰν ἐκρηξιγενῶν σχηματισμῶν εἰς τὰς ἀτμοθέρας Ἀμαράντου Κονίτισης, παρὰ τὰ ἑλληνοαλβανικὰ σύνορα\*.

Οὐχ ἦττον εἰς οὐδένα ἐκ τῶν ἀνωτέρω τρόπων σχηματισμοῦ δυνάμεθα ν' ἀποδώσωμεν τὰ μεγάλα ποσὰ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς τὰ ὕδατα τῶν προμνησθειῶν πηγῶν τοῦ Ξυνοῦ Νεροῦ καὶ τοῦ Τσάγεζι καὶ τὰ ὁποῖα μόνον ἐκ μαγματικῶν ἐκχύσεων εἶναι δυνατὸν νὰ προέρχωνται.

Πολλοὶ ἐκ τῶν μεταλλικῶν μας πηγῶν εὐρίσκονται πλησιέστατα τῆς θαλάσσης ἢ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπ' αὐτῆς ὅπως π. χ. αἱ πηγαὶ τῆς Αἰδηψοῦ, τῶν Καμμένων Βούρλων, τοῦ Λουτρακίου, τῶν Μεθάνων, τῆς Κύθνου, τῆς Αἰγίνης, τῆς Ἰκαρίας, τοῦ Καΐαφα, τῆς Μυτιλήνης, τῶν Θερμοπυλῶν, τῆς Σαμοθράκης κ.λ. Τὰ ὕδατα τῶν πηγῶν τούτων ἀποτελοῦνται ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει ἐκ θαλασσίου ὕδατος, ὡς ἀποδεικνύει ἢ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον μεγάλη περιεκτικότης των εἰς χλωριούχον νάτριον, ἢ ὁποῖα εἰς τινὰς τῶν πηγῶν τούτων φθάνει τὴν εἰς χλωριούχον νάτριον περιεκτικότητα τοῦ θαλασσίου ὕδατος.

Ἀξιοσημείωτος εἶναι ἡ ἀλλοίωσις ἢ ἐπερχομένη εἰς τὴν ἀναλογίαν καθ' ἣν στοιχεῖα τινὰ περιέχονται εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ καὶ εἰς τὸ ὕδωρ τῶν πηγῶν τὰς ὁποίας τοῦτο σχηματίζει, ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος.

Εἰς τὸν πίνακα τοῦτον παρατηρεῖται αὐξήσις τῆς ἀναλογίας τοῦ ἀσβεστίου πρὸς τὸ χλώριον εἰς ὄλας τὰς πηγὰς, ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἀναλογίαν τῶν δύο τούτων στοιχείων εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ. Ἡ αὐξήσις αὕτη τοῦ ἀσβεστίου πρὸς τὸ χλώριον οὐδόλως ξενίζει, ὡς ὀφειλομένη ἀφ' ἐνός μὲν εἰς τὴν διάλυσιν ἀσβεστολιθικῶν πετρωμάτων ὑπὸ τοῦ ἐκ τῶν ἐγκάτων ἐκλυομένου διοξειδίου τοῦ ἀνθρακικοῦ, ἀφ' ἑτέρου

\*) Μιχ. Περέτση, Αἱ ἀτμοθέρας Ἀμαράντου Κονίτισης. Δελτίον Ἰαματικῶν Πηγῶν Ὑπερηείας Ξένων καὶ Ἐκθέσεων, ἀριθ. 1, 1930.

δὲ εἰς τὸ ἀσβέστιον τὸ διαλελυμένον εἰς τὰ χερσαία ὕδατα τὰ ἀναμειγνύμενα ὑπογείως μετὰ τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος τῆς πηγῆς.

Ὡς πρὸς τὸ μαγνήσιον ὅμως παρατηρεῖται γενικὴ καὶ ἐνίοτε λίαν σημαντικὴ μείωσις αὐτοῦ καὶ ἐὰν ἀκόμη δὲν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν τὸ ὑπὸ τῶν χερσαίων ὑδάτων προσκομιζόμενον ἐν διαλύσει μαγνήσιον. Ἡ μείωσις αὕτη παρατηρεῖται καὶ εἰς περιπτώσεις ἔτι ὀπου ἢ σχέσις τοῦ βρωμίου πρὸς τὸ χλώριον, διατηρουμένη οἷα περίπου καὶ εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ὅπως π. χ. εἰς τὰς πηγὰς τῆς Θερμῆς Μυτιλήνης καὶ τοῦ Θερμοποτάμου Αἰδηψοῦ, δηλοῖ ὅτι μετὰ τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος τῆς πηγῆς δὲν ἀναμειγνύονται χλωριοῦχοι ἐνώσεις ἔχουσαι χερσαίαν ἢ πλουτώνιον τὴν προέλευσιν, εἰμὴ μόνον εἰς πολὺ μικρὰν ἀναλογία.

Ἡ μείωσις αὕτη τοῦ μαγνησίου ἀποδεικνύει ὅτι κατὰ τὴν ὑπόγειον διαδρομὴν τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος ἐπέρχονται χημικαὶ δράσεις ἀνάλογοι ἴσως πρὸς τὴν ἀνταλλαγὴν βάσεων τῶν περμουτιτῶν ἢ καὶ σχηματισμοὶ μαγνησιούχων ὀρυκτῶν τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος, πολλῶν τῶν ὁποίων ἢ γένεσις εἶναι ὑδροθερμικὴ τοῦ θειικοῦ ἰόντος παρατηρεῖται ἐπίσης μείωσις εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις, ἐν ᾧ εἰς ἄλλας παραμένει ἢ σχέσις αὐτοῦ πρὸς τὸ χλώριον ἴση πρὸς τὴν ἐν τῷ θαλασσίῳ ὕδατι κρατοῦσαν.

Εἰς μίαν μόνον περίπτωσιν καὶ συγκεκριμένως εἰς τὴν ὑδροθειοχλωριονατριοῦχον πηγὴν τοῦ Καϊάφα, εὐρισκομένην εἰς τὴν δυτικὴν ἀκτὴν τῆς Πελοποννήσου ἢ σχέσις τοῦ θειικοῦ ἰόντος πρὸς τὸ χλώριον εἶναι διπλασία τῆς ὑπαρχούσης ἐν τῷ θαλασσίῳ ὕδατι. Ἡ αὐξήσις αὕτη τοῦ θειικοῦ ἰόντος ὀφείλεται εἰς γύψον, τὴν ὁποίαν φέρουν μεθ' ἑαυτῶν διαλελυμένην τὰ χερσαία προελεύσεως ὕδατα τῆς πηγῆς.

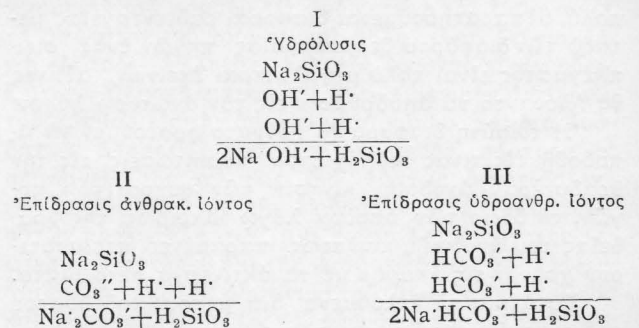
Εἰς τὴν ἀναγωγὴν τῆς γύψου ὑπὸ ὀργανικῶν οὐσιῶν πρὸς θειοῦχον ἀσβέστιον καὶ τὴν διάσπασιν τοῦ τελευταίου τούτου ὑπὸ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος πρὸς ὑδροθῆιον καὶ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον δέον νὰ ἀποδοθῇ καὶ ἡ παρουσία τοῦ ὑδροθῆίου τόσον τῆς πηγῆς Καϊάφα, ὅσον καὶ τῶν ἄλλων ὑδροθειοπηγῶν τῆς Δυτικῆς Ἑλλάδος, τῆς ὁποίας ὁ φλύσχος καὶ τὰ νεογενῆ περιέχουν θειικὰ ἄλατα κυρίως ὑπὸ μορφήν γύψου. Εἰς τὴν Δυτικὴν Ἑλλάδα ἔχομεν καὶ τὴν πηγὴν Χανοπούλου παρὰ τὴν Ἄρταν, ἢ ὁποία εἶναι ὑδροθειοχλωριονατριοῦχος γυψοπηγὴ.

Ἡ πηγὴ αὕτη καίτοι ἀναβλύζει ἐξ ἀσβεστολίθων προδίδει διὰ τῆς χημικῆς τῆς συστάσεως ὅτι τὰ ὕδατά της προέρχονται ἐκ τοῦ παρακειμένου φλύσχου, περιέχοντος ἀλατοφόρον ὄψιν. Ἀξιοσημεῖωτοι μετὰ τῶν θειούχων θερμοπηγῶν μας εἶναι αἱ ἐντὸς φλύσχου ἐπίσης ἀναβλύζουσαι καθ' αὐτὸ ἀλκαλικά θειοπηγαὶ τοῦ Σμοκόβου καὶ τοῦ Πλατυστόμου. Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς λοιπὰς πηγὰς στεροῦνται ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ ἐλευθέρου ὑδροθῆιου, περιέχουσαι μόνον ὑδροθειοῦχα ἄλατα. Ἐχουν ἀντίδρασιν διὰ φαινολοφθαλεῖνης ἰσχυρῶς ἀλκαλικὴν καὶ  $P_H$  μεταξύ 9,1 καὶ 9,9.

Ἡ πιθανωτέρα ἐξήγησις τῆς γενέσεως τοιούτων πηγῶν εἶναι ἡ γνωστὴ ἐπίδρασις τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος τῆς ἀτμοσφαιρας ἐπὶ πυριτικῶν ὀρυκτῶν, ἢ

προκαλοῦσα τὴν χημικὴν ἀποσάθρωσιν τῶν ὀρυκτῶν τούτων καὶ ἐξ ἧς προκύπτουν τὰ ἀνθρακικά ἄλατα τῶν βάσεων τοῦ ὀρυκτοῦ καὶ ἐλεύθερον πυριτικὸν ὀξύ. Καὶ τὸ μὲν πυριτικὸν ὀξύ διασπᾶται ἀφ' ἑαυτοῦ εἰς διοξειδίου τοῦ πυριτίου καὶ ὕδωρ, ἐνᾧ ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν ἀλάτων τὰ τῶν ἀλκαλίων διαλυόμενα εἰς τὸ κατεισθῦον ὕδωρ, προσδίδουν συνειεῖα ὑδρολύσεως ἀλκαλικὴν ἀντίδρασιν εἰς τὰς ἐξ αὐτοῦ σχηματιζόμενας πηγὰς.

Ἡ τοιαύτη ἀποσάθρωσις τῶν πυριτικῶν ὀρυκτῶν ἐπιτελεῖται ὄχι μόνον διὰ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος τῆς ἀτμοσφαιρας ἀλλὰ καὶ διὰ τοῦ ὕδατος ἀπλῶς, καθόσον τὰ πυριτικά ὀρυκτὰ ὡς ἐνώσεις ἰσχυρῶν βάσεων μετὰ ἀσθενεστάτου ὀξέος ὑδρολύονται, σχηματιζόμενων ὑδροξειδίων τῶν βάσεων καὶ πυριτικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλεται διαρκῶς ἐκ τῶν προΐοντων τῆς ἀντιδράσεως, διασπώμενον εἰς διοξειδίου τοῦ πυριτίου καὶ ὕδωρ. Εἰκόνα τῆς χημικῆς ἀποσάθρωσεως τῶν πυριτικῶν ὀρυκτῶν παρέχει ὁ Ramann\* διὰ τῶν κατωτέρω ἀντιδράσεων, ἐξ ὧν καταφαίνεται ἡ ἐπίδρασις τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐπὶ μεταπυριτικοῦ νατρίου :



Ἡ ὕδρόλυσις τῶν πυριτικῶν ὀρυκτῶν παρατηρεῖται π.χ. κατὰ τὴν ὕγρὰν ἄλεισιν τοῦ ὀρθοκλάστου εἰς τὴν βιομηχανίαν τῆς πορσελάνης, ὅπου τὸ χρησιμοποιηθὲν ὕδωρ ἀποκτᾷ ἰσχυρῶς ἀλκαλικὴν ἀντίδρασιν.

Ἀνάλογος εἶναι καὶ ἡ προέλευσις τοῦ ὑδροανθρακικοῦ νατρίου εἰς τινὰς ἀσθενῶς ἀλκαλικὰς πηγὰς, ὅπως π.χ. τῆς Ψανῆς ἐν Ναυπάκτῳ, ψυχρᾶς πηγῆς ἐστερημένης πολλοῦ ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ εὐρισκομένης εἰς περιοχὴν φλύσχου καὶ ἀσβεστολίθων.

Εἰς τὰς ἀλκαλικὰς πηγὰς τῆς Νιγρίτης ἀπ' ἐναντίας καθὼς καὶ εἰς τὰς τῶν Ἐλευθερῶν, ὅπου ἡ ὑψηλὴ θερμοκρασία τῶν πηγῶν, ἢ ὑπαρξίς πολλοῦ ἐλευθέρου ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ ἡ γειννιάσις ἐκρηξιγενῶν σχηματισμῶν νεωτέρας γεωλογικῆς ἐποχῆς, πείθουν ὅτι τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ ἔχει ἐνδογενῆ τὴν προέλευσιν, ἢ παρουσία τοῦ ὑδροανθρακικοῦ νατρίου ἐξηγεῖται ἐκ τῆς ἐπίδράσεως τοῦ ἀνθρακικοῦ τούτου ὀξέος ἐπὶ τῶν πυριτικῶν ὀρυκτῶν, τὰ ὁποῖα συναντᾷ κατὰ τὴν ὑπόγειον διαδρομὴν του.

Ὡς πρὸς τὰς ραδιενεργοὺς πηγὰς μας παρατηροῦμεν ὅτι αὗται εἶναι ταυτοχρόνως καὶ χλωριονατριοῦχοι, ἀναβλύζουσαι πολὺ πλησίον τῆς θαλάσσης καὶ ἐντὸς ἢ πλησίον ἐκρηξιγενῶν περιοχῶν. Ἡ ραδιενέργειά των ὀφείλεται πάντοτε εἰς ἐκπομπὴν ρα-

\*) E. Ramann, Zentralblatt für Mineralogie 1921, s. 240.



δίου, ως αποδεικνύει η καμπύλη αποσβέσεως της έξ επαγωγής ραδιενεργείας τήν όποίαν προκαλοϋν. Καί παρ' ήμίν συμβαίνει ό,τι είς ξένας πηγάς έχει ήδη παρατηρηθή, ότι δηλαδή είς συμπλέγματα πηγών μιās καί τής αϋτής περιοχής αί ψυχρότεροι είναι καί αί μάλλον ραδιενεργοί.

Οϋτω π.χ. είς τήν Αϊδηψόν μεταξύ όλων τών πηγών ή μάλλον ραδιενεργός (58 μονάδες Mache) είναι ή πηγή τοϋ Ξενοδοχείου «Θέρμαι Σύλλα» ή όποία είναι ή ψυχρότερα όλων (34,5°).

Είς τήν Κύθνον ή ψυχρότερα πηγή τών 'Αγίων 'Αναργύρων, θερμοκρασίας 38,8°, έχει ραδιενέργειαν 25 μονάδων Mache, ένω ή πηγή τοϋ Κακκάβου, θερμοκρασίας 52,3°, έχει ραδιενέργειαν 4 μονάδων Mache. Είς τήν Νιγρίταν ή πηγή τοϋ ποσίμου μεταλλικοϋ ύδατος (24,5°) έχει ραδιενέργειαν 7 μονάδων Mache, ένω ή θερμή πηγή (55,8°) έχει ραδιενέργειαν μόνον 0,8 μονάδος Mache.

Η ήξημένη ραδιενέργεια τών ψυχρών πηγών δέν δύναται ν' αποδοθή είς τόν μεγαλύτερον όγκον τών άερίων τά όποία δύνανται νά συγκρατώσιν έν διαλύσει τά ψυχρότερα διαλύματα, διότι, ως επί τό πολύ, αί παρατηρούμεναι διαφοραί ραδιενεργείας μεταξύ τών διαφόρου θερμοκρασίας πηγών ένός συμπλέγματος είναι πολύ μεγαλύτεροι εκείνων, αΐτινες θά ήδύναντο νά αποδοθώσιν είς τόν άνωτέρω λόγον.

Η τοιαύτη διαφορά θά ήδύνάτο φρονοϋμεν νά αποδοθή, είς τινας τοϋλάχιστον περιπτώσεις, είς τήν βραδυτέρα άνοδικήν κίνησιν τών ψυχρότερων πηγών, τό ύδωρ τών όποίων λόγω άκριβώς τής βραδείας του άνοδικής κινήσεως παραμένει περισσότερο χρόνον είς έπαφήν με τά άκτινεργά πετρώματα.

Τά άέρια τά έκλυόμενα διά μέσου τοϋ ύδατος ραδιενεργών πηγών παραλαμβάνουν μέρος τής ραδιενεργείας τοϋ ύδατος καί κέκτηνται κατά κανόνα υπό ίσον όγκον μεγαλύτεραν ραδιενέργειαν ή τό ύδωρ τής πηγής. Οϋτω π.χ. είς τās έπομένας πηγάς ή ραδιενέργεια είς μονάδας Mache ένός λίτρου ύδατος καί ένός λίτρου άερίων υπό κανονικάς συνθήκας, έχουν ως έξής :

	Ύδωρ	Άέρια
Καμμένα Βούρλα (Δυτ. πηγή)	200 μονάδ.	1125 μονάδ.
» » ('Ανατ. πηγή)	25 »	198 »
Εϋθαλοϋ (Λέσβου)	14,7 »	180 »
Νταμαρίου (Αϊδηψοϋ)	0,18 »	9,9 »
Ύπάτης	0,11 »	0,80 »

Η ραδιενέργεια καίτοι άπαντάται είς πηγάς εύρισκομένας είς έκρηξιγενείς περιοχάς δέν έχει άμεσον σχέσιν με τήν πλουτώνιον ή τήν ήφαιστειάν ενέργειαν, όπως π.χ. τό ένδογενές άνθρακικόν όξύ, άλλα μόνον έμμεσον τοιαύτην, τοϋτο δέ διότι τά κοιτάσματα τών όρυκτών τοϋ οϋρανίου, έξ οϋ διά μεταστοιχειώσεως προκύπτει τό ράδιον εύρίσκονται πάντοτε πλησίον πλουτωνίων σχηματισμών. Αί ψυχραι

ύδροθειοπηγαί, αί άπαντώσαι είς πλείστα μέρη τής 'Ελλάδος καί τών όποίων τά ύδατα κυκλοφοροϋν έντός ίζηματογενών πετρωμάτων, στεροϋνται σχεδόν ραδιενεργείας ή έχουν έλαχίστην τοιαύτην, ως διεπιστώθη από πολυαρίθμους μετρήσεις μας. Η έλλειψις ραδιενεργείας είς τās πηγάς τής κατηγορίας αϋ' τής παρατηρείται γενικώς, καθώς άναφέρει ό Gockel\*.

Καί προκειμένου περι ραδιενεργών πηγών εύρισκομαι είς τήν εύχάριστον θέσιν νά άνακοινώσω τήν άνεύρεσιν νέας ίσχυρώς ραδιενεργοϋ πηγής είς τήν νήσον 'Ικαρίαν, ή όποία με ραδιενέργειαν 80 μονάδων Mache έρχεται μετά τās πηγάς τών Καμμένων Βούρλων, δευτέρα είς έντασιν ραδιενεργείας μεταξύ τών έλληνικών πηγών.

Η λεπτομερής χημική σύστασις καί αί φυσικοχημικά ιδιότητες τής πηγής αϋτής θέλοϋσιν άποτελέσει τό άντικείμενον ιδιαιτέρας μελέτης.

Είς τήν πρό δωδεκαετίας δημοσιευθεΐσαν μελέτην μας περι τών πηγών τών Καμμένων Βούρλων\*\* διά τής όποίας τό πρώτον τότε έγένετο γνωστή ή ίσχυρά ραδιενέργεια τών πηγών αϋτών, έγράφομεν είς τόν πρόλογον μεταξύ άλλων τά έξής :

«Αί ραδιενεργοί πηγαί τών Καμμένων Βούρλων υπερβάλλουσαι είς ποσόν ραδιενεργείας πολλές παγκοσμίου φήμης ραδιενεργούς πηγάς καί εύρισκόμεναι είς τοποθεσίαν θαυμαστήν όντως από άπόψεως έναλλαγής φυσικών χαρίτων, είναι ένδεδειγμένα όπως καταστώσιν είς προσεχές μέλλον τό μοναδικόν κέντρον τής ραδιο - λουτροθεραπείας έν τή 'Ανατολή. Άρκεί προς τοϋτο νά έκτιμηθή δεόντως ή σπουδαιότης των, παρ' όλην τήν σημερινήν άφάνειαν καί φαινομένην μηδαμινότητά των». Καί πράγματι τά Καμμένα Βούρλα, λόγω τής πρωτογόνου καταστάσεως είς τήν όποίαν εύρίσκοντο καί παρά τήν άγαθήν φήμην ής έχαιρον, έσυχνάζοντο τότε άποκλειστικώς υπό τών χωρικών τών πέριξ συνοικισμών καί τό Δημόσιον εισέπραττεν έτησίως παρά τοϋ ένοικιαστοϋ εύτελές μίσθωμα. Σήμερον, μετά τά θαυμάσια άποτελέσματα τά όποία παρατηρήθησαν καθ' όλον τό διαρρεϋσαν διάστημα έκ τής χρήσεως τών ραδιενεργών πηγών επί πλήθους άσθενών, άνεγείρεται εκεί υπό έταιρίας ώραιοτάτη λουτρόπολις με τελείας ξενοδοχειακάς καί λουτρικάς έγκαταστάσεις, έν συνδυασμῳ με τήν έκτέλεσιν έξυγιαντικών καί έξωραΐστικων έργων, αξίας έν συνόλω 35 εκατομμυρίων δραχμών.

Δέν άμφιβάλλομεν ότι καί διά τήν νέαν ραδιενεργόν πηγήν τής 'Ικαρίας άνάλογον μέλλον έπιφύλασσειται.

\*) A. Gockel, Die Radioaktivität von Boden und Quellen 1914, S. 85.

\*\*) Μιχ. Περέση, Περί τής ραδιενεργείας τών πηγών τών Καμμένων Βούρλων. 'Αθήναι 1926.



# Η ΕΡΕΥΝΑ ΠΑΡΑ ΤΟΙΣ ΕΛΛΗΣΙ ΚΑΙ ΑΙ ΓΕΝΙΚΑΙ ΑΡΧΑΙ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑΣ

Υπό ΠΡΟΚΟΠΙΟΥ ΖΑΧΑΡΙΑ  
Καθηγητοῦ τῆς Φυσικῆς-Χημείας ἐν τῷ Ε. Μ. Πολυτεχνείῳ.

*Ὁμιλία γενομένη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 12ης Ἀπριλίου 1938.*

Ἡ ἔρευνα, ἡ ἀνιδιοτελής καὶ ἀπροκατάληπτος ἀναζήτησις, εἶναι ἡ κατ' ἐξοχὴν ἀσχολία τοῦ ἐπιστήμονος καὶ δὴ τοῦ φυσιοδίφου. Συμφυῆς πρὸς τὴν περιέργειαν εἶναι ἔμφυτος εἰς τὸν ἄνθρωπον καὶ τελεῖται τρόπον τινὰ αὐτομάτως καὶ ὑποσυνειδητῶς παρέχουσα τὰς πρακτικὰς καὶ ἀσυνδέτους ἐμπειρικὰς γνώσεις αὐτοῦ.

Προνόμιον ὁμῶς ὑπῆρξε τῆς ἐλληνικῆς φυλῆς ἡ ἀνάπτυξις τῆς συνειδητῆς ἐρεύνης διὰ τῆς αὐστηρᾶς λογικῆς ἀναλύσεως, τῆς συγκρίσεως καὶ ἀντιπαρβολῆς τῶν διὰ τῆς ἀκριβοῦς παρατηρήσεως σχηματιζομένων εἰκόνων, παραστάσεων καὶ ἐννοιῶν περὶ τῶν συμβεβηκότων τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ ἐσωτερικοῦ κόσμου καὶ ἡ ἀναζήτησις τῶν βαθυτέρων αὐτῶν σχέσεων καὶ τῶν ὑποκειμένων γενικῶν ἀρχῶν. Ἡ ἔρευνα χρῆζει λοιπὸν ὕλικου, τὸ ὁποῖον συνελέγη διὰ τῆς καλλιέργειας τῶν ἐμπειρικῶν τεχνῶν καὶ τῆς μεθόδου, ἣτις ἀνεπτύχθη διὰ τῆς λογικῆς ἀναλύσεως, συστηματοποιηθείσης διὰ τῆς διαμορφώσεως τῆς καταλλήλου γλώσσης, τοῦ ὄργανου τούτου τῆς σκέψεως καὶ τῆς διατυπώσεως αὐτῆς. Τοιοῦτοτρόπως ἐδημιουργήθη ἡ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα, ὡς καλοῦμεν ταύτην σήμερον, ἣτις ἐτέθη εἰς τὴν ὑπηρεσίαν τῶν τεχνῶν καὶ τῆς κοινωνίας διὰ τῆς ἐκπαιδεύσεως καὶ τῆς κατάρτισεως πολυπληθῶν νέων, οἵτινες ἐξερχόμενοι εἰς τὸν πρακτικὸν βίον προηγον διαρκῶς τοὺς σχετικοὺς αὐτῶν κλάδους γενόμενοι τὰ ὄργανα τῆς δημιουργίας μεγάλης εὐζωίας καὶ τελείων πολιτειῶν καὶ κοινωνιῶν. Δέον νὰ τονισθῇ ὅτι οἱ Ἕλληνες τῆς ἐποχῆς ἐκείνης δὲν περιωρίζοντο εἰς τὴν ἀπλὴν παρατήρησιν. Ἐξήλεγχον καὶ ἐπηλήθευον τὰ φαινόμενα ἐφ' ὅσον ἠδύναντο καὶ ἐφ' ὅσον κατεῖχον τὰ κατάλληλα ὄργανα.

Τὸ πνεῦμα τοῦτο τῆς ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης ἐξησθένησε κατὰ τὴν ἐξάπλωσιν τοῦ ἐλληνισμοῦ εἰς τὴν Ἀνατολὴν παρανοηθὲν ὑπὸ τῶν κατακτηθέντων κατωτέρας διανοητικότητος λαῶν καὶ τελικῶς κατεστράφη ὑπὸ τῶν Ῥωμαίων κατακτητῶν. Οἱ πρακτικοὶ Ῥωμαῖοι περιώρισαν τὴν ἐπιστήμην εἰς τὴν ἐξυπηρέτησιν τῶν ἀμέσων ἀναγκῶν καὶ διέμειναν ἀδιάφοροι πρὸς τὴν ἀνιδιοτελεῖ ἑπιστημονικὴν ἔρευναν τῶν Ἑλλήνων ἂν μὴ ἐχθροὶ (ὡς ὁ μεσαίων), ὥστε οἱ διάδοχοι αὐτῶν λαοὶ τῆς Δύσεως ἀνέπτυξαν νοοτροπίαν ξένην πρὸς τὸ ἐλληνικὸν πνεῦμα τοῦ ὁποῖου ἡ ἐπίδρασις ναὶ μὲν ἔφερε τὴν ἀναγέννησιν ἀλλὰ ἐπάλλαισε καὶ ἀκόμη παλαίει ἐναντίον τῶν μεσαιωνικῶν προλήψεων.

Οἱ Ἕλληνες συνεκράτησαν ὅσον ἠδυνήθησαν τὸ ἐπιστημονικὸν πνεῦμα καὶ ἐβοήθησαν πολλαχῶς τὴν

ἀναγέννησιν παρὰ τοῖς λαοῖς τῆς Δύσεως. Τὸ ἐπιστημονικὸν πνεῦμα τῶν Ἑλλήνων διεβίβασαν εἰς αὐτοὺς κυρίως οἱ Ἄραβες παραμορφωμένον καὶ ἠκρωτηριασμένον, ὥστε μεθ' ὄλην τὴν συνεργασίαν τῶν ἀποικισθέντων Ἑλλήνων ἡ νοοτροπία αὐτῶν διέμεινε ξένη πρὸς τὸ γνήσιον ἐλληνικὸν πνεῦμα καὶ πλεῖσται προλήψεις καὶ ἐπιστημονικαὶ παρακρούσεις ἐβάρυνον τὴν πρόοδον, ἰδίως μέχρι πρὸ ἐνός καὶ ἡμίσεως αἰῶνος, βχσανίζουσι δ' ἀκόμη ἐπιφανεῖς ἐργάτας τῆς ἐπιστήμης. Τὸ ἀεικίνητον, ἡ φιλοσοφικὴ λίθος, ὁ χωρισμὸς τοῦ κόσμου εἰς ἀνόργανον καὶ ἐνόργανον, τὸ ἀπόλυτον τοῦ χρόνου καὶ ἄλλα, εἶναι ἐννοιαὶ ξένην εἰς τοὺς Ἕλληνας. Διὰ τῆς ἐρεύνης εἶχον οὐτοὶ ἐπιτύχει ἀπροκάλυπτον καὶ ἀντικειμενικὴν ἀντίληψιν τοῦ κόσμου εἰς τὴν ὁποῖαν μετὰ κόπου καὶ διὰ δυσβάτων ἀτραπῶν φθάνουσι βαθμηδὸν σήμερον οἱ σκαπανεῖς τῆς σκέψεως τῆς Δύσεως διασεισαντες καὶ ἐλευθερούμενοι τῆς ἐπιδράσεως τῶν βαρβάρων αὐτῶν προκαταλήψεων. Διὰ τοῦτο ἐστήριξαν τὴν νεωτέραν ἐπιστήμην ἐπὶ τῆς ἀρνήσεως τῶν προλήψεων αὐτῶν ὡς ἐπὶ τοῦ ἀδυνάτου τοῦ ἀεικινήτου πρώτου καὶ δευτέρου εἴδους, ἐπὶ τοῦ ἀδυνάτου τῆς φιλοσοφικῆς λίθου, ἐπὶ τοῦ ἀδυνάτου τοῦ χωρισμοῦ ἀνοργάνου καὶ ὀργανικοῦ κόσμου, ἐπὶ τοῦ ἀδυνάτου τοῦ ἀπολύτου τοῦ χρόνου κ.λ. Τὰ βοηθητικὰ τῶν αἰσθήσεων ὄργανα ἐπολλαπλασιάσθησαν καὶ ἐτελειοποιήθησαν, ἡ ἀκρίβεια τῶν μετρήσεων ἐμεγεθύνθη, τὰ ἐργαστήρια ἐπολλαπλασιάσθησαν καὶ ἡ ἔρευνα ἤρχισε γενικευομένη. Τηλικαῦτα ὑπῆρξαν τὰ πρακτικὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐλευθερώσεως ἀπὸ τῶν δεσμῶν τοῦ μεσαιῶνος καὶ τοσαύτη ὑπῆρξεν ἡ πρὸς τοῦτο καταβληθεῖσα προσπάθεια ὥστε ἀγνοοῦντες τὸν ἀκριβῆ μηχανισμόν καὶ τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐρεύνης τῶν ἀρχαίων νὰ νομίσωσιν οἱ λαοὶ τῆς Δύσεως ὅτι διὰ πρώτην φοράν ἀνεκάλυψαν τὰ γενικὰ αὐτὰ ἀξιώματα. Ἀλλὰ καὶ κατηγόρησαν τῶν Ἑλλήνων καὶ κατηγοροῦσιν αὐτῶν οἱ χημικοὶ ἰδίως ὅτι δὲν ἐπειραματίζοντο, ὅτι δὲν ἐχρησιμοποιοῦν τὴν πειραματικὴν μέθοδον.

Ἐγεννήθη ἡ προκατάληψις ὅτι μόνον διὰ τῶν ἐργαστηρίων σημερινοῦ τύπου εἶναι δυνατὴ ἡ ἔρευνα ὥστε οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες μὴ κατέχοντες τοιαῦτα πειραματικὰ μέσα δὲν ἠδύναντο νὰ ἐκτελέσωσιν ἐρέυνας καὶ ὅτι ὅ,τι εὑρον ὀρθὸν περὶ τῆς διοικήσεως τοῦ κόσμου τοῦτο ἦτο τυχαῖον, καθ' ὅσον ἐφαντασιολογούν. Χαρακτηριστικὴ ἦτο ἡ ἀπορία τοῦ πολλοῦ Sir William Ramsay ὅτι οἱ Ἕλληνες ὡς διετύπωσαν τὰ ἀξιώματα αὐτῶν ἐπροφήτευσαν, καθ' ὅσον ταῦτα

εφαρμόζονται ἐπὶ φαινομένων τὰ ὁποῖα οὐδὲν προεῖκασαν. Ταῦτα ἔλεγεν ἐν συνομιλίᾳ μας τῷ 1909 κατὰ τὸ VII διεθνὲς συνέδριον τῆς ἐφηρμοσμένης χημείας ἐν Λονδίῳ ὅτε ἐξέφερον αὐτῷ τὴν γνώμην ὅτι φθάνομεν ταχύτερον εἰς τὰ γενικὰ ἀξιώματα τῆς φυσικοχημείας θεωροῦντες τὸν καθ' ἡμέραν βίον ὡς οἱ ἀρχαῖοι, οἵτινες π. χ. τὰς ἐλκτικὰς καὶ ὠστικὰς δυνάμεις ὠνόμαζον ἔρωτα καὶ φθόνον, τὸ ἀξίωμα δὲ τοῦ μεγίστου ἔργου διετύπωσεν ὁ Ἐπίκουρος λέγων ὅτι κατὰ τὴν τέλεσιν δράσεων δεόν νὰ περισσεύῃ ἡ χαρὰ κ.λ. Ἦτο δέσμιος τῆς προλήψεως ὅτι τὰ κοινωνικὰ φαινόμενα ἀκολουθοῦσιν ἰδίου νόμου. Εἰς ἀπόδειξιν τῶν ἰσχυρισμῶν μου κατὰ τὸ ἐναρκτήριόν μου μάθημα εἰς τὴν φυσικοχημείαν τῷ 1922 παρουσίασα τὰ κυριώτερα φυσικοχημικὰ ἀξιώματα ὡς κοινὰς ἐννοίας τοῦ ἀνθρώπου προερχομένης ἐκ τῆς ἐρεύνης τοῦ καθ' ἡμέραν βίου. Ὁ λόρδος Kelvin εἶχεν ἤδη ὀνομάσει τὸν νόμον τῆς δρασσεως τῶν μαζῶν, τὸν νόμον τοῦ συνθέτου τόκου τῆς φύσεως. Ὁ κύκλος Carnot τῆς ἀτμομηχανῆς εἶναι ἐμπορικὸς κύκλος αὐτῆς ἐμπορευομένης θερμότητος ὑπὸ κέρδος λαμβανόμενον ὡς μηχανικὸν ἔργον. Τὸ κέρδος εἶναι ἡ αὔξησης τοῦ χρηματικοῦ κεφαλαίου καὶ πάντων τῶν κεφαλαίων τῆς φύσεως λαμβάνουσα διάφορα ὀνόματα, ὡς τόκος, κέρδος, ταχύτης μηχανικῆ, ταχύτης ἀντιδράσεως, ταχύτης ψύξεως, πασῶν αὐτῶν τῶν ἐννοιῶν συνοψιζομένων εἰς τὴν ἐννοίαν τῆς αὐξήσεως τῶν μαθηματικῶν συναρτήσεων, τὴν παράγωγον. Ἡ κίνησις τῶν κεφαλαίων συνίσταται εἰς ἀνταλλαγὰς αὐτῶν καὶ δὴ κατ' ἰσοδύναμα ποσά. Αἱ ἐμπορικαὶ αἰται τῆς φύσεως πράξεις διευκολύνονται καὶ ἐπιταχύνονται διὰ μεσιτῶν, τῶν καταλυτῶν κ.λ. Τέλος ἀφοῦ πάντα προέρχονται ἐξ ἀνταλλαγῆς κατ' ἰσοδύναμα ποσά οὐδὲν δημιουργεῖται ἐκ τοῦ μηδενὸς καὶ οὐδὲν ἀπόλλυται ἀλλὰ «πάντα ρεῖ» καθ' Ἡράκλειτον, δηλαδὴ ὅτι πᾶν προέρχεται ἐκ προϋπάρχοντος ἄλλου καὶ δὴ καθ' ὠρισμέναν ἀναλογίαν τῆ συμμετοχῆ τοῦ περιβάλλοντος. Ἐλεγον μάλιστα ὅτι ὁ κοινὸς ἄνθρωπος ἐδημιούργησε γενικὸν ἀνταλλακτικὸν μέσον τὸ χρῆμα καὶ ἀπομένει νὰ ἐξευρεθῇ τοιοῦτον καὶ διὰ τὰς παντοειδεῖς φυσικὰς ἐνεργείας.

Φυσικὸν ἦτο νὰ ἔχω τὰς γνώσεις περὶ ἀρχαίων τὰς ὁποίας διδασκόμεθα κατὰ τὴν ἐγκύκλιον ἡμῶν ἐκπαίδευσιν, ὥστε νὰ ταλαντεύωμαι μεταξὺ τῶν προκαταλήψεων τῶν ἱστορικῶν τῶν ἐπιστημῶν τῆς δύσεως καὶ διαισθήσεως τινὸς σταχυολογουμένης διὰ μέσου τῶν ἔργων αὐτῶν.

Ἀναγνώσας ὅμως τὰ σωζόμενα ἀποσπάσματα τοῦ Ἡρακλείτου καὶ τῶν προσωκρατικῶν ἐν γένει φιλοσόφων ἔκπληκτος ἀνεῦρον ἐν αὐτοῖς πάντα τὰ φυσικοχημικὰ τῆς σήμερον ἀξιώματα ὡς καὶ ἐξηγουόμενον τὸν τρόπον τῆς ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης, τὴν ὁποίαν ἐδημιούργησαν καὶ ἀνέπτυξαν, ὥστε οὐ μόνον νὰ φθάσωσιν εἰς τὴν ἀναγνώρισιν τῶν γενικῶν ἀξιωμάτων τῆς διοικήσεως τοῦ κόσμου, τῶν γενικῶν δηλαδὴ ἀξιωμάτων τῆς φυσικοχημείας, ἀλλὰ καὶ νὰ ἀναπτύξωσι τὰς τέχνας καὶ τὴν κοινωνίαν εἰς ἄφθαστον σημεῖον. Ἰδοὺ πῶς περιγράφει ὁ Ἡράκλειτος τὴν γόνιμον μέθοδον τῆς ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης. Ἐν πρώτοις τελεῖται ἡ παρατήρησις διὰ τῶν αἰσθήσεων

καὶ ἔπεται ἡ σκέψις περὶ τῶν παρατηρηθέντων πραγμάτων καὶ ἡ ἐρμηνεία διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ λόγου τοῦ διέποντος ταῦτα, δηλαδὴ τοῦ νόμου, πρᾶγμα οὐχὶ εὐκόλον διότι «ἡ φύσις κρύπτεσθαι φιλεῖ». Ἡ ἔρευνα εἶναι λοιπὸν πάντοτε μία καὶ ἡ αὐτὴ νοητικὴ ἐργασία ἀνεξαρτήτως τῆς χρήσεως καὶ τῆς ποιότητος τῶν βοηθητικῶν τῶν αἰσθήσεων ἡμῶν ὀργάνων καὶ ἀπαιτεῖ κόπον.

Ὁ Ἡράκλειτος, τὸ μεγαλύτερον πνεῦμα τῆς ἀρχαιότητος, ἔγραψε τὸ περὶ φύσεως βιβλίον αὐτοῦ εἰς ὦριμον ἡλικίαν τῷ 500 π. Χ. ἀφοῦ ἐμελέτησεν ἐπὶ μακρόν, μετὰ θάρρους ἀποχωρισθεὶς τῶν κρατουσῶν δοξασιῶν καὶ χρησιμοποίησας ἐλευθέραν τὴν σκέψιν αὐτοῦ μακρὰν πάσης προκαταλήψεως, ὑπὸ τοῦ μόνου ἀγόμενος πόνου τοῦ τῆς εὐρέσεως τῆς ἀληθείας, μὴ φεισθεὶς οὐδενὸς πρὸς τοῦτο κόπου. Διετύπωσε τὰ ἀξιώματα αὐτοῦ εἰς βραχεῖς ἀφορισμοὺς, χρησιμοποιῶν ἀπτά καὶ κτυπητὰ παραδείγματα καὶ πάντοτε προσπαθὼν νὰ μὴ ἀπομακρύνῃται τῆς πραγματικότητος. Εἶναι βαθὺς καὶ χρήζει προσεκτικῆς μελέτης. Πολλοὶ ἐπιπολαίως θεωροῦντες δὲν τὸν κατενόουν καὶ κατηγοροῦν αὐτοῦ ὡς σκοτεινοῦ. Τραχὺς ὢν εἰς τὰς ἐκφράσεις του τοῖς ἔρριψε κατὰ πρόσωπον τὸν ἀφορισμὸν «κύνες γὰρ καταβαῦζουσιν ὧν ἂν μὴ γινώσκωσι». Ἡ ἀλήθεια τούτου εἶναι μεγάλη διότι βεβαίως καὶ ἡ περιφρόνησις πρὸς τοὺς ἀρχαίους προέρχεται ἐκ τῆς μὴ γνώσεως αὐτῶν. Εἶναι δὲ ἡ κατανόησις αὐτῶν δυσχερὴς διότι ὡς λέγει ὁ πολὺς ἐκδότης τῶν προσωκρατικῶν φιλοσόφων Diels «μεταγλώττισις Ἑλλήνων φιλοσόφων ὡς ὁ Ἡράκλειτος καὶ ὁ Πλάτων εἶναι ἀδύνατος, καθ' ὅσον μορφή καὶ περιεχόμενον τῆς σκέψεως ταυτίζονται μόνον ἐν τῷ πρωτοτύπῳ, ὅπου αἱ λέξεις δύνανται νὰ νοηθῶσι τελείως κατὰ τὸ ἀπλοῦν ἢ πολλαπλοῦν αὐτῶν περιεχόμενον. Ἡ ἀπόδοσις π.χ. τοῦ πρωτέως αὐτοῦ Λόγος εἰς οἰανδήποτε ἄλλην γλῶσσαν εἶναι ἀδύνατον ἐγχειρήμα» κ.λ.

Ταῦτα ἔστωσαν καὶ εἰς φρονιματισμὸν ἡμῶν τῶν ἀπογόνων τῶν κατεχόντων τὴν αὐτὴν γλῶσσαν.

Ἄλλ' ἄς ἴδωμεν πῶς νοεῖ τὴν παγκόσμιον ροὴν ὁ Ἡράκλειτος.

«Ποταμῷ γὰρ οὐκ ἔστιν ἐμβῆναι δις τῷ αὐτῷ οὐδὲ θνητῆς οὐσίας δις ἄψασθαι κατὰ ἕξιν τῆς αὐτῆς ἀλλ' ὀξύτητι καὶ τάχει τῆς μεταβολῆς σκιδνοῦσι καὶ πάλιν συνάγει μᾶλλον δὲ οὐδὲ πάλιν οὐδὲ ὕστερον ἀλλ' ἅμα συνίσταται καὶ ἀπολείπει καὶ πρόσεισι καὶ ἄπεισι ὅθεν οὐδ' εἰς τὸ εἶναι περαινέει τὸ γινόμενον αὐτῆς τῷ μηδέποτε λήγειν οὐδ' ἴστασθαι τὴν γένεσιν».

Κατὰ τὴν παγκόσμιον λοιπὸν ροὴν οὐδὲν διαμένει τὸ αὐτὸ ἀλλὰ τὰ πάντα ὑφίστανται ἀδιάλειπτον συνέχειαν μεταβολῶν μετ' ὀξύτητος καὶ ταχύτητος, συνισταμένων εἰς διασκόρπισιν καὶ συναγωγὴν, πυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις, παντοειδεῖς μετακινήσεις οὐχὶ μόνον ἐν συνεχείᾳ ἀλλὰ καὶ συγχρόνως τελουμένας, ὥστε οὐδέποτε νὰ τελειοῦται τὸ γινόμενον διότι δὲν σταματᾷ ἡ γένεσις. Ἐκαστον λοιπὸν σῶμα ἀποτελεῖ ἀπλοῦν ἐνδιάμεσον σταθμὸν κατὰ τὴν ροὴν, τῆς γένεσεως χαρακτηριζομένης διὰ τῆς περιοδικότητος.

Ἐν τῇ διαρκεί ταύτῃ μεταβολῇ τῶν αἰσθητῶν πραγμάτων πρέπει νὰ ὑπόκειται ἀμετάβλητον καὶ αἰ-



διον μὴ αἰσθητὸν ὄντως ὄν καὶ τοῦτο εἶναι τὸ πῦρ, ἢ ἀραιότητα καὶ εὐκίνητοτάτη μορφή τῆς ἐνεργείας ἐξ ἧς προέρχονται καὶ εἰς ἣν ἐπανέρχονται τὰ πάντα.

«Κόσμον τὸν αὐτὸν ἀπάντων οὔτε τις θεῶν οὔτε ἀνθρώπων ἐποίησεν ἀλλ' ἦν αἰεὶ καὶ ἔσται πῦρ αἰεζῶν ἀπτόμενον μέτρῳ καὶ σβεννύμενον μέτρῳ».

Τὰ πάντα λοιπὸν προέρχονται ἐκ τοῦ πυρὸς καὶ ἐπανέρχονται εἰς αὐτὸ καὶ τοῦτο καθ' ὠρισμένας ἀναλογίας.

Οὐδὲν δημιουργεῖται ἐκ τοῦ μηδενός, καὶ οὐδὲν ἀπόλλυται, τὰ πάντα ἀνταλλάσσονται κατ' ἰσοδύναμα ποσά.

«Πυρὸς ἀνταμείβεται πάντα καὶ πῦρ ἀπάντων ὥσπερ χρυσοῦ χρήματα καὶ χρημάτων χρυσός».

«Ζῆ πῦρ τὸν γῆς θάνατον καὶ ἀήρ ζῆ τὸν πυρὸς θάνατον, ὕδωρ ζῆ τοῦ ἀέρος θάνατον, γῆ τοῦ ὕδατος».

Τὸ πῦρ συμπυκνοῦται εἰς ἀέρα, ὁ ἀήρ εἰς ὕδωρ καὶ τὸ ὕδωρ εἰς γῆν. Ἡ γῆ δὲ πάλιν μεταβάλλεται ἀποσυντιθεμένη εἰς πῦρ. «Ὁδὸς δὲ ζῶω κάτω μία καὶ αὐτὴ». Ἡ ὁδὸς δηλαδὴ τῶν ἐναντίας φορᾶς μεταβολῶν εἶναι μία. Διὰ τῆς πρὸς τὰ κάτω τῆς διακοσμήσεως παράγεται ὁ κόσμος, διὰ τῆς πρὸς τὰ ἄνω τῆς ἐκπυρώσεως, ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν κατάστασιν τοῦ πυρὸς. Αἱ πρὸς τὴν παραγωγὴν τοῦ κόσμου μορφαὶ εἶναι αἱ δυνάμεναι νὰ προσλάβωσιν ἐνέργειαν. Κορεννύμεναι δ' ἐνεργείας μεταβάλλονται πάλιν εἰς πῦρ «καὶ ἡ μὲν χηρισμοσύνη ἔστιν διακόσμησις ἡ δὲ ἐκπύρωσις κόρος».

Ἀλλὰ διὰ τὴν ὀξύτητα καὶ ταχύτητα τῆς μεταβολῆς παράγονται αἱ ἀντιθέσεις, ὁ πόλεμος, τὰ αἷτια τῆς γενέσεως, καθ' ὅτι πρέπει νὰ γνωρίζωμεν «γενόμενα πάντα κατ' ἔριν».

Τὰ πάντα δὲ οἰακίζει τὸ πῦρ «τὸ ὁποῖον καὶ φρόνιμον τοῦτο εἶναι τὸ πῦρ καὶ τῆς διοικήσεως τῶν ὄλων αἷτιον».

Γενικοὶ δὲ νόμοι, λόγος, διέπει τὸ σύμπαν, «Ἄλογον δὲ κἀκεῖνο δόξειεν ἄν, ὡς ὁ μὲν οὐρανὸς καὶ ἕκαστον τῶν μερῶν ἐν τάξει καὶ λόγῳ καὶ μορφαῖς καὶ δυνάμει καὶ περιόδοις, ἐν δὲ ταῖς ἀρχαῖς μηδὲν τὸ τοιοῦτον ἀλλ' ὥσπερ σάρμα εἰκῆ κεχυμένον ὁ κάλλιστος οὗτος κόσμος». Διότι θὰ ἦτο παράλογον τὰ μὲν αἰσθητὰ νὰ ἔχωσι πρὸς ἀλληλα τάξιν, λόγον, μορφὰς καὶ δυνάμεις καὶ περιόδους, ἐν δὲ τῷ ὄντως ὄντι νὰ μὴ ὑπάρχη οὐδεὶς λόγος ἀλλ' ὁ κάλλιστος αὐτὸς κόσμος νὰ εἶναι ὥσπερ σκουπίδια ἀτάκτως κεχυμένα. Ἡ λογικὴ λοιπὸν εὐρίσκεται ἐν τῷ κόσμῳ καὶ ἐκεῖθεν παραλαμβάνει ταύτην ὁ ἄνθρωπος. «Ὅθεν «ξυνὸν ἔστι πᾶσι τὸ φρονεῖν κοινὴ πάντων ἰδιότης τὸ ἐκφράζειν τὰς ἐνεργείας τῆς φρενὸς καὶ ἀνθρώποισι πᾶσι μέτεστι γινώσκειν ἑαυτοὺς καὶ φρονεῖν», καὶ πάντες οἱ ἄνθρωποι ἔχουσι τὴν ἰκανότητα νὰ γνωρίσωσιν ἑαυτοὺς καὶ νὰ λογικευθῶσι.

Εἰς τὸν χρόνον δὲν ἀποδίδει μεγάλην σημασίαν ὁ Ἡράκλειτος. Λέγει «αἰὼν παῖς ἔστι παίζων, πετεῦων, παιδὸς ἢ βασιληῆ». Προκειμένου δὲ περὶ γενέσεως τοῦ κόσμου λέγει «οὐ κατὰ χρόνον εἶναι γενητὸν τὸν κόσμον, ἀλλὰ κατ' ἐπίνοιαν». Τὴν μεγαλῶτεραν σπουδαιότητα ἀποδίδει εἰς τὰς σχέσεις κατὰ τὰς ἀνταλλαγὰς ὑπὸ ὠρισμένας ἀναλογίας λέγων «ἀμοιβὴ γὰρ εἶναι τὰ πάντα».

Αἱ ἰδέαι αὐταὶ τοῦ Ἡρακλείτου εἶναι ἐξαιρετικῶς βαθεῖαι καὶ γόνιμοι, ἰσχύουσι δὲ καὶ σήμερον καὶ δύνανται νὰ οδηγήσωσι καὶ εἰς νεωτέρας ἐξελίξεις. Ἡ ἀντίληψις τῆς ροῆς, ὡς τὴν περιγράφει, περιλαμβάνει ἐν πρώτοις τὸ ἀξίωμα τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης καὶ τὸ ἀξίωμα τῆς ἀφθαρσίας τῆς δυνάμεως, δηλαδὴ τὸ πρῶτον ἀξίωμα τῆς θερμοδυναμικῆς, ἀμφοτέρωθεν συνηνωμένα εἰς τὸ ἀξίωμα τῶν ἰσοδυνάμων ποσῶν ἀνταλλαγῆς. Ἀλλὰ καὶ τὸ δευτερόν ἀξίωμα τῆς θερμοδυναμικῆς περιλαμβάνεται εἰς τὴν ἀντίληψιν τῆς παγκοσμίου ροῆς, ἥτις τελεῖται ἀπὸ ὑψηλότερας στάθμης πρὸς χαμηλοτέραν ὅπως ἡ τοῦ ὕδατος, ἢ τῆς θερμότητος, ἢ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἢ τῶν χημικῶν δράσεων καὶ πάσης διαχύσεως. Ἀντίστροφοι μεταβολαὶ ἐπὶ τῆς αὐτῆς ὁδοῦ τελοῦνται δι' ἀνακυκλώσεως. Εἶναι πράγματι μεγαλειώδης ἡ ἀντίληψις τῆς ἀντιστροφῆς τῶν δράσεων ἐν μιᾷ περιόδῳ. Δύο σώματα ἐνοῦνται εἰς τρίτον τῆ ἐκλύσει θερμότητος. Εἶναι ἡ χρησιμοσύνη, ἢ πρὸς τὰ κάτω ὁδός, ἢ ἄγουσα εἰς τὴν διακόσμησιν. Προσαγομένης τῆς θερμότητος ταύτης ἀποσυντίθεται τὸ σχηματισθὲν σῶμα εἰς τὰ ἀρχικὰ συστατικά. Εἶναι ὁ κόρος, ἢ πρὸς τὰ ἄνω αὐτὴ ὁδός, ἢ ἄγουσα εἰς τὴν ἐκπύρωσιν. Τελεῖται δὲ τοῦτο αὐτομάτως διὰ τῶν πυκνώσεων καὶ ἀραιώσεων. Ἡ ἀνακύκλωσις αὐτὴ δίδει τὴν περίοδον ὑπάρξεως τοῦ σχετικοῦ σώματος. Σήμερον ὑπολογίζομεν τὴν διάρκειαν ζωῆς τῶν στοιχείων καὶ βεβαίως θὰ ἐπιτύχωμεν ποτε καὶ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ζωῆς τῶν πλανητῶν καὶ τῶν ἠλιακῶν συστημάτων. Τὸν ὑπολογισμὸν τοῦτον ἐπεχείρησε κατὰ τοὺς σχολιαστὰς ὁ Ἡράκλειτος δόσας ζωὴν εἰς τὸν κόσμον ἐνὸς μεγάλου ἔνιαυτου, ἥτοι 10800 κοινῶν ἠλιακῶν ἔνιαυτῶν. Περὶ θερμότητος οὐδὲν λέγει ὁ Ἡράκλειτος εἰς τὰ διασωθέντα ἀποσπάσματα. Εἶναι μία τῶν μορφῶν. Διακρίνεται ὡς ὑψηλότερας στάθμης καὶ χαμηλοτέρας, στάθμη ὅμως μηδενικὴ δὲν ὑπάρχει, μὴ ὑπαρχούσης οὔτε ἀρχῆς οὔτε τέλους ἐν τῷ κόσμῳ, ἀλλὰ μόνον διαφόρων διαδοχικῶν καταστάσεων. Ἀπόλυτον λοιπὸν μηδὲν τῆς θερμοκρασίας δὲν δύναται νὰ ὑπάρχη οὔτε φυσικὰ δυνάμεθα νὰ τὸ ἐπιτύχωμεν, ὡς ἄλλως διατυποῦται εἰς τὸ τρίτον ἀξίωμα τῆς θερμοδυναμικῆς. Ὁ ὀρισμὸς τοῦ ἀπολύτου μηδενός ἐκ τῆς μεταβολῆς ὄγκου τῶν ἀερίων οὐδὲν ἔχει τὸ ἀπόλυτον διότι δι' ἄλλου ὀρισμοῦ τῆς ἀπολύτου θερμοκρασίας τὸ ἀπόλυτον μηδὲν κατακυλᾷ εἰς τὸ ἄπειρον. Ἐν γένει ὅμως οἱ ὀρισμοὶ καὶ τὰ ἀξιώματα τῶν νεωτέρων χρόνων περιέχουσιν ὠρισμένας προεσχηματισμένας ἰδέας ἢ εἶναι προσπάθειαι ἀποδόσεως φυσικῆς ἐννοίας εἰς τὰς σταθερὰς μαθηματικῶν τύπων, εἶναι δηλαδὴ προσπάθειαι ἐκ τῶν προτέρων, φαντασιολογικαί, καίτοι προερχόμεναι ἐκ μαθηματικῶν λογισμῶν, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν ἀντικειμενικότητα τοῦ Ἡρακλείτου, οὐδέποτε ἀπομακρυνομένου τῆς πραγματικότητος.

Ὁ Ἡράκλειτος εἶναι λοιπὸν ὁ θεμελιωτὴς τῆς δυναμικῆς. Διὰ τῆς βασικῆς δὲ ἀντιλήψεως τῆς ροῆς τοῦ ὄντως ὄντος, τῶν ἐναλλασσομένων πυκνώσεων καὶ ἀραιώσεων, τῶν διακοσμήσεων καὶ ἐκπυρώσεων, τῶν ἀνταλλαγῶν κ.λ. δίδει τὴν γενικωτέραν θεωρίαν τῶν μεταβολῶν, παρέχουσαν πάσας τὰς λεπτο-

μερειακάς αὐτῶν ἐμφάνεισι. Τὸ σύστημα αὐτοῦ εἶναι πλήρες.

Ἡ νοητικὴ ὁμῶς ἐπεξεργασία τῶν λεπτομερειακῶν φαινομένων παρουσιάζει δυσχερείας καὶ διὰ τοῦτο σύγχρονοι καὶ μεταγενέστεροι τοῦ Ἡρακλείτου εἰσήγαγον πλείστας νέας ἐννοίας.

Ὁ Δημόκριτος μετὰ τὸν Ἡράκλειτον, ἀναλύσας βαθύτατα τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν διακρίνει ὑπὸ τὴν ἄμετρον ποικιλίαν τῶν αἰσθητῶν ἕνα ἀπλοῦν ἐνιαῖον κόσμον συνιστάμενον ἐξ ἀτόμων μετὰ ποσοτικῶν διακρίσεων τάξεως, σχήματος καὶ θέσεως. «Νόμῳ γὰρ φασὶν γλυκὸν καὶ νόμῳ πικρὸν, νόμῳ θερμὸν νόμῳ ψυχρὸν νόμῳ χροίη ἔτεῃ δ' ἄτομα καὶ κενόν. Ἄπερ μὲν νομίζεται μὲν εἶναι καὶ δοξάζεται τὰ αἰσθητὰ, οὐκ ἔστι δὲ κατ' ἀλήθειαν ταῦτα ἀλλὰ τὰ ἄτομα μόνον καὶ τὸ κενόν». Καὶ ἀκόμη σαφέστερον «Μηδὲν εἶναι χρῶμα. Τὰ μὲν γὰρ στοιχεῖα ἅποια τὰ τε μεστὰ καὶ τὸ κενόν. Τὰ δ' ἐξ αὐτῶν συγκρίματα κεχρῶσθαι διαταγῇ τε καὶ βαθμῶ καὶ προτροπῇ ὧν ἡ μὲν ἔστι τάξις, ἡ δὲ σχῆμα, ἡ δὲ θέσις παρὰ ταῦτα δὲ αἶ φαντασίαι. Καὶ περαιτέρω. «Οὔτε γὰρ τοῦ θερμοῦ οὔτε τοῦ ψυχροῦ φύσιν ὑπάρχειν ἀλλὰ τὸ σχῆμα μεταπίπτον ἐργάζεσθαι καὶ τὴν ἡμετέραν ἀλλοίωσιν. Ὅτι γὰρ ἄθρουσιν ἢ τοῦτ' ἐνισχύειν ἐκάστω τὸ δ' εἰς μικρὰ διανενημένον ἀναίσθητον εἶναι». Ἡ ἄπειρος ποικιλία τοῦ κόσμου εἶναι προῖον τῶν αἰσθήσεων ἡμῶν, εἶναι αἶ ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ἐπιδράσεων παραγόμεναι φαντασίαι. Τὰ ἄτομα καὶ τὸ κενόν δὲν ἔχουσι ποιὸν οὔτε καὶ εἶναι αἰσθητὰ. Αἰσθητὰ εἶναι τὰ ἔχοντα μέγεθος τὴν συγκρίματα τῶν ἀτόμων, τῶν ὁποίων αἶ διαφοράς τάξεως, σχήματος καὶ θέσεως προκαλοῦσι τὰς ἀλλοιώσεις ἡμῶν καὶ τὰς σχετικὰς συντεταγμένας φαντασίας. Συμφωνεῖ δὲ πρὸς τὸν Ἡράκλειτον ὅσον ἀφορᾷ τὸ ἄφθαρτον τῆς ὕλης λέγων: «Ἄλλ' ἐόντων χρήματα συμμίσγεται καὶ διακρίνεται. Καὶ οὕτω ἂν ὀρθῶς καλοῖεν οἱ Ἕλληνες τότε γίνεσθαι συμμίγεσθαι καὶ τὸ ἀπόλλυσθαι διακρίνεσθαι». Ὁ πραγματικὸς λοιπὸν ἐξωτερικὸς κόσμος δὲν ἔχει ποιότητα, παρουσιάζει μόνον ποσοτικὰς πειράματα δι' ὧν ἐθεμελίωσε τὴν μουσικὴν κλίμακα ἣτις καὶ σήμερον κατακληθεῖ τὰ ὠτά μας.

Ὁ Πυθαγόρας σχεδὸν σύγχρονος ἀλλὰ κατὰ τὴν προγενέστερον τοῦ Ἡρακλείτου διετύπωνεν ὅτι γενικὴ τάξις καὶ ἁρμονία διέπει τὰς κινήσεις τοῦ συμπαντος καὶ πρῶτος παρέστησε μέρος ταύτης δι' ἀριθμητικῶν σχέσεων, ἐρευνήσας τὰς κυμάνσεις τοῦ ἤχου καὶ ἐκτελέσας τὰ ἀπαράμιλλα αὐτοῦ ἀκουστικὰ πειράματα δι' ὧν ἐθεμελίωσε τὴν μουσικὴν κλίμακα ἣτις καὶ σήμερον κατακληθεῖ τὰ ὠτά μας.

Ὁ Ἐμπεδοκλῆς ὕστερον, τὰς διαφόρους καταστάσεις τοῦ Ἡρακλείτου, ἀέρα, ὕδωρ, γῆν καὶ πῦρ, ὠνόμασε στοιχεῖα ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ὁποίων κατὰ διαφόρους ἀναλογίας παράγονται τὰ διάφορα σώματα. Τὴν ἀρχὴν ταύτην ἐπανευρίσκομεν εἰς τὸν κανὸν τῶν φάσεων τοῦ Gibbs ὅστις τὰ στοιχεῖα ἐκάλεσε φάσεις, παραλείπει ὁμῶς τὴν φάσιν τοῦ πυρός. Ἡ ἐννοία τοῦ στοιχείου μετεβιβάσθη πρὸ ἐνός καὶ ἡμίσεως σχεδὸν αἰῶνος εἰς ὄρισμένα σώματα ἀπλῆς συνθέσεως ὑπὸ τοῦ Δάλτωνος, ὅστις συνεδύασε ταῦτα πρὸς τὴν ἀτομιστικὴν τοῦ Δημοκρίτου, παραδεχθεὶς ὡς στοιχεῖα ἰσάριθμα ἀρχικὰ σώματα ἀνεληθόντα σή-

μερον διὰ τῆς προσθήκης νέων εἰς τὸν ἀριθμὸν ἐννενήκοντα. Ταῦτα ἀνεγνωρίσθησαν ἐσχάτως ὡς συγκρίματα δημοκριτεῶν ἀτόμων, ὁμάδες ἰδιαίτερας ἀντοχῆς ἀλλ' ὄρισμένης διαρκείας καθ' Ἡράκλειτον. Διὰ τῆς ὁλονὲν δὲ ἀναγνωρίσεως μικροτέρων συγκρίματων φθάνομεν βαθμηδὸν εἰς τὴν ἐνιαῖαν ἀντίληψιν τοῦ ὄντως ὄντος.

Ὁ Ἐμπεδοκλῆς εἰσήγαγε καὶ τὴν ἐννοιαν τῆς δυνάμεως, διακρίνας ἐν τῷ συμβάντι τὸ ἀδρανὲς ὄν, καὶ τὴν κινουσαν αὐτὸ δύναμιν, τὸ αἷτιον τῆς κινήσεως, ἀντίληψιν ἰσχύουσας καὶ σήμερον ἀλλὰ περιττὴν κατὰ τὴν θεωρίαν τῆς παντοτεινῆς ροῆς καθ' ἣν αἷτιον δὲν ὑπάρχει ἀλλ' ἀπλῶς προηγούμενη κατάστασις. Παρελάβομεν δηλαδή τὰς μεταγενεστέρως ἀπλουστέρως ἀντιλήψεις ἀντὶ τῶν παλαιότερων βαθυτέρων καὶ ἀντικειμενικωτέρων. Σήμερον τὸ προῖον τῆς κινήσεως καλοῦμεν ἔργον καὶ ἡ κινουσα δύναμις ἰσοδυναμεῖ πρὸς τὴν διαφορὰν στάθμης μεταξὺ δύο καταστάσεων ἣτοι τὴν διαφορὰν δυναμικοῦ καὶ ἡ διαφορὰ τῶν δύο καταστάσεων παρέχει τὸ κερδηθὲν ἢ δαπανηθὲν ἔργον. Τὸ ἔργον ἀναλύομεν εἰς γινόμενον δύο παραγόντων, τοῦ παράγοντος τάσεως ἣτοι τῆς ὑποθετικῆς κινούσης δυνάμεως καὶ τοῦ παράγοντος ποσότητος ἣτοι τοῦ διανυομένου δρόμου, οἷτινες ἀλληλεξαρτῶνται. Διακρίνομεν ἔργα μηχανικὰ μεταβολῆς θέσεως ἢ ὄγκου, ἔργα θερμικὰ, ἔργα ἠλεκτρικὰ, ἔργα χημικὰ κ.λ. τὰ ὁποῖα ἀνταλλάσσονται καθ' ὄρισμένα μέτρα καὶ τῶν ὁποίων παράγοντες τάσεως εἶναι τὸ βάρος, ἡ πίεσις, ἡ θερμοκρασία, ἡ ἠλεκτρικὴ τάξις, τὸ χημικὸν δυναμικόν, παράγοντες δὲ ποσότητος τὸ διανυόμενον διάστημα, ὁ παραγόμενος ὄγκος, τὸ κινηθὲν ποσὸν θερμότητος, τὸ κινηθὲν ποσὸν ἠλεκτρισμοῦ, αἶ μεταβληθεῖσαι ποσότητες οὐσιῶν κατὰ τὴν χημικὴν δρᾶσιν κ.λ. Οἱ παράγοντες τάσεως ὀρίζονται ὡς τὰ ἔργα τῆς μονάδος τῆς ποσότητος ὥστε δὲν ἔχουσιν ἀντικειμενικὴν ὑπόστασιν ἀλλ' εἶναι ἐννοιαὶ βοηθητικαὶ τῶν ὑπολογισμῶν ἡμῶν ἐπὶ τῇ βᾶσει ὀρισμένων στοιχείων ἀναφορᾶς, τῶν μονάδων. Ἐκ τῆς βαρύτητος προῆλθεν ἡ βασικὴ ἐννοια τῆς μάζης καὶ ἐθεωρήθη αὕτη σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος. Κατὰ τὸν Ἡράκλειτον ἀμετάβλητος καὶ σταθερὰ εἶναι ἡ ποσότης τοῦ ὄντως ὄντος καὶ οὐχὶ ἡ τῶν μεταβλητῶν καταστάσεων αὐτοῦ εὐρισκομένων ἐν περιόδῳ ἀνιούσης ἢ κατιούσης μεταβολῆς καὶ τῶν ὁποίων καταστάσεων ἐν τῶν γνωρισμάτων εἶναι ἡ μάζα. Κατὰ τὴν κυκλοφορίαν τὸ ἔργον εἶναι μεγαλύτερον ὅσον ἢ κυκλοφορία εἶναι μεγαλύτερα, ὡς σαφῶς καταφαίνεται εἰς τὸ χρηματικὸν ἔργον ἐν τῷ ὁποίῳ ἡ ποσότης τοῦ χρήματος μετρουμένη ἐκ τοῦ ἀποτελέσματος φαίνεται ἐπὶ τοσοῦτον μεγαλύτερα ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἢ κυκλοφορία αὐτοῦ. Δὲν ἔπρεπε λοιπὸν νὰ ξενιζώμεθα ὅτι καὶ ἡ μάζα τοῦ ἠλεκτρατόμου παρουσιάζεται μεταβαλλομένη μετὰ τῆς ταχύτητος κυκλοφορίας αὐτοῦ.

Σήμερον ἡ περιοδικότης τῶν φαινομένων τῆς ἀραιᾶς μὴ ἀμέσως ἀντιληπτῆς καταστάσεως ἀναλύεται εἰς ἄτομα, εἰς ἐλάχιστα μὴ περαιτέρω κατατμητὰ μόρια τῶν ὁποίων μόνον πολλαπλάσια νοοῦμεν, πρέπει δὲ τοῦτο νὰ ἔλθῃ εἰς συσχέτισιν πρὸς τὰ ἐξ ἄλλης ὄψεως θεωρούμενα ὕλικά ἄτομα τῶν ὁποίων αἶ συμπεκνώσεις καὶ ἀραιώσεις γίνονται ἀντιληπταί. Ἡ πρώτη λοιπὸν ἐκδήλωσις τοῦ ὄντως ὄντος εἶναι ἡ περιοδική



κυμαντική κίνησις, διὰ βαθμιαίας δὲ συμπυκνώσεως καὶ μεγεθύνσεως τῆς περιόδου φθάνομεν εἰς τὰ ὑλικά σώματα. Σήμερον εἰς πᾶσαν κίνησιν σώματος συντάσσεται καὶ κύμανσις. Δείγματα σχηματισμοῦ περιοδικῶν πυκνώσεων καὶ ἀραιώσεων ὑλικῶν μορίων ἔχομεν εἰς τοὺς δακτυλίους τοῦ Liesegang οἷτινες κατὰ μελέτην μου, δημοσιευθεῖσαν τῷ 1923, παράγονται ἐκ τῆς ἀνισοταχοῦς κινήσεως ἀνισομεγέθων μορίων, εἶναι δηλαδὴ πυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις καθ' Ἡράκλειτον, ὑποδείγματα κυμάνσεων. Ἐκ τούτου συνεπέρανα ὅτι οὐδὲν κωλύει νὰ δεχθῶμεν καὶ ἀνομοιομεγέθειάν τῶν ἀτόμων καὶ μορίων ἐνὸς σώματος ἀπλοῦ ἢ συνθέτου καὶ σήμερον εἰς τὰ μεγαλομόρια καὶ τὰς τίλας τῶν σωμάτων γνωρίζομεν μόρια ποικίλου καὶ διαφόρου μεγέθους τοῦ αὐτοῦ σώματος. Πάντως αἱ κυμάνσεις καὶ ἡ κινουμένη ὕλη εἶρον καὶ κοινήν αὐτῶν ἔκφρασιν διὰ τοῦ ποσοστοῦ ἐνεργείας, τοῦ γινομένου τῆς συχνότητος τῆς κυμάνσεως ἐπὶ τὴν σταθερὰν τοῦ Planck  $h$ , σταθερὰν ἐπέχουσιν θέσιν διαφορᾶς δυναμικοῦ, ἣτις ὁμοῦς εἶναι σταθερὰ ἐκ τοῦ περιορισμοῦ ταύτης εἰς τὴν διαφορὰν δύο καταστάσεων ἀπεχουσῶν ὠριμένην πάντοτε ἀπόστασιν. Ἡ συχνότης τῆς κυμάνσεως ἐπέχει θέσιν παράγοντος ποσότητος. Ἡ σύνδεσις ἐγένετο διὰ τῆς ἐξισώσεως τοῦ de Broglie  $mc^2 = h \nu$  ἔνθα  $h$  ἡ σταθερὰ τοῦ Planck,  $\nu$  ἡ συχνότης τῆς κυμάνσεως,  $m$  ἡ μᾶζα καὶ  $c$  ἡ ταχύτης τοῦ φωτός. Ἡ μᾶζα κατὰ ταῦτα δὲν εἶναι ἀπόλυτος ἰδιότης ἀλλὰ μεταβάλλεται μετὰ τῆς συχνότητος καὶ τὸ μεταβλητὸν αὐτῆς κατὰ τὰς ἀλληλεπιδράσεις μετὰ τοῦ περιβάλλοντος δὲν προσβάλλει τὸ ἄφθαρτον διότι τὴν ἰδιότητα ταύτην κατέχει μόνον τὸ ὄντως ὄν.

Ἐν συμπεράσματι βλέπομεν ὅτι ἡ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα καθορίσασα τὰ γενικὰ ἀξιώματα τῶν κοσμικῶν μεταβολῶν βοηθεῖ εἰς τὴν διαμόρφωσιν τοῦ ὑλικοῦ καὶ πνευματικοῦ ἡμῶν βίου. Παρεκκλίνας τῆς ὑπὸ τοῦ Ἡρακλείτου χαραχθείσης ὁδοῦ μετὰ πολλὰς περιπετείας καὶ περιπλανήσεις ἐπανέρχεται εἰς αὐ-

τάς. Μετὰ τούτου κερδίζει ἔδαφος καὶ ἡ πραγματικὴ ἀντίληψις τῆς ἐρεύνης ὡς τῆς νοητικῆς ἐργασίας ἐπὶ τῶν προϊόντων τῆς πείρας ἣτις διανοίγει τὴν ἀντίληψιν τῶν ὀφθαλμῶν τῶν αἰσθήσεων ἡμῶν, διότι δὲν βλέπομεν πάντες οἱ ἀνοικτοὶ ὀφθαλμοί. Ἐρευνητῆς εἶναι ὁ ἔχων ἀνοικτοὺς ὀφθαλμοὺς ἡσκημένους νὰ βλέπωσι καὶ κρίνων. Εἶναι δὲ ἡ ἔρευνα παντὸς βαθμοῦ καὶ καθήκον παντός, διότι αἱ γνώσεις καὶ ἡ λογικὴ παράγονται εἰς τὸν ἄνθρωπον ἐκ τῆς ἐπαφῆς πρὸς τὴν πραγματικότητα τῆς φύσεως. Τοσαύτη δὲ εἶναι ἡ ποικιλία τῶν πραγμάτων ὥστε πρὸς ἐξεύρεσιν νεωτερισμῶν καὶ τελειοποιήσιν τῶν ὑπαρχόντων ἀπαιτεῖται μεγάλη καὶ πολλῶν ἐτῶν ἐργασία. Καθῆκον λοιπὸν τῆς σπουδαζούσης νεολαίας εἶναι ἡ ἄσκησις εἰς τὴν ἐπιστημονικὴν ἔρευναν καὶ τὴν ἀκριβῆ διατύπωσιν τῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῆς. Εἶναι ἐφόδιον εἰς τὴν εὐδοκίμῃσιν ἐν τῷ πρακτικῷ βίῳ καὶ τῇ κοινωνίᾳ καὶ πρέπει νὰ ἐπιδοθῶμεν μετὰ ζήλου εἰς αὐτὴν κατὰ τὴν νέαν ταύτην περίοδον ἀναδημιουργίας τοῦ ἑλληνικοῦ ἔθνους καθ' ὅσον εἶναι κατ' ἐξοχὴν ἑλληνικὴ ἰδιότης καὶ γνώρισμα. Πέρουσιν ὁμιλῶν ἐνώπιον τοῦ Πολυτεχνικοῦ Συλλόγου περὶ ἀναπτύξεως τῆς ἐθνικῆς παραγωγῆς ἐτόνισα τὴν σημασίαν τῆς ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης καὶ ἐζήτησα τὴν διευκόλυνσιν αὐτῆς εἰς τὰ ἐπιστημονικὰ ἐργαστήρια καὶ τὴν τεχνικὴν διὰ τῆς ἰδρύσεως ταμείου ἐπιστημονικῆς ἐρεύνης. Ἐνόμισα δ' ἐπιβαλλόμενον νὰ ἐπωφεληθῶ τῆς πρώτης ταύτης συναθροίσεως τῶν Ἑλλήνων χημικῶν ὅπως τονίσω ἐκ νέου τὸ ζήτημα τοῦτο, ἐνδιαφέρον πρωτίστως τοὺς χημικούς, τῶν ὁποίων ἡ καθημερινὴ ἐργασία φέρει τὸν τύπον τῆς ἐρεύνης καὶ ἣτις πρέπει νὰ συστηματοποιηθῆ ἵνα ἀποφέρῃ καρποῦς. Ἐπρεπε δὲ νὰ τονισθῆ ὅτι πρὸς τέλεισιν ταύτης δὲν ἀπαιτοῦνται πάντοτε πολυτελῆ καὶ πολυδάπανα ὄργανα ἀλλὰ μέθοδος καὶ ταύτην πρέπει νὰ ἀποκτήσωμεν ὅπως σταδιοδρομήσωμεν ἐν τῇ δίνῃ τῆς ζωῆς. Πρέπει νὰ ἐργασθῶμεν ἵνα ἀπολαύσωμεν. «Ἀμοιβὴ γὰρ εἶναι τὰ πάντα».

## ΣΥΖΗΤΗΣΙΣ

Τῆς ἀνωτέρω ὁμιλίας ἐπηκολούθησεν ἡ ἐπομένη συζήτησις :  
**Θ. Βαρούνης.** Παρὰ τὴν γνώμην τοῦ Ἡρακλείτου, τὴν ὅποιαν τόσον εὐγλώττως ἀνεκοίνωσεν ἡμῖν ὁ συνάδελφος κ. Ζαχαρίας, εἶνε γνωστὸν ὅτι ἐν τῇ ἀρχαιότητι ἐτονίσθη τὸ «δαίμονιον» τοῦ Σωκράτους, ὅπερ ἰσοδυναμεῖ τὴν σήμερον πρὸς τὴν λειτουργίαν τοῦ ὑποσυνειδότητος, δι' οὗ ὁστος ἐνεπνέετο. Ἡ ὑπαρξίς βεβαίως τοῦ δαιμονίου ἢ τῆς ἐμπνεύσεως ἢ διαισθήσεως, ὡς λέγομεν ἡμεῖς σήμερον, ἔρχεται ἐν τινι μέτρῳ εἰς ἀντίθεσιν πρὸς τὸν τρόπον, καθ' ὃν ἐνόμιζεν ὁ Ἡράκλειτος, ὅτι ἡ ἔρευνα ἐπιτελεῖται. Πάντως φρονῶ, ὡσπερ καὶ πλείστοι ἄλλοι ἐπιστήμονες, ὅτι οὐ μόνον οἱ ἀρχαῖοι ἡμῶν πρόγονοι ἠρεύνησαν τὰ πράγματα τῆς φύσεως καὶ τὸν συναισθηματικὸν κόσμον, κατὰ τὸ πλεῖστον διὰ τῆς διαισθήσεως (οὐχὶ ἐπιφοιτήσεως), τῆς ἄλλως καλουμένης ἐμπνεύσεως, μιᾶς ἐσωτάτης παρορμήσεως προερχομένης ἐκ τοῦ ὑποσυνειδότητος ἀλλὰ καὶ αἱ ἀνωτέρας πνοῆς ἐργασίαι ὀφείλονται κυρίως εἰς τὴν διαισθησιν. Παραδείγματα τοιαῦτα ὑπάρχουσι πάμπολλα ἐν τῇ ἱστορίᾳ, ὡς τὸ τοῦ Gauss, Helmholtz κ.λ.  
**Κ. Δόσιος.** Ἡ διάκρισις μεταξὺ πειράματος καὶ ὀρμεμφύτου ἰδέας εἶναι φαινομενικῶς μόνον εὐκόλος. Συμβαίνει καὶ ἐδῶ ὅπως εἰς τὰς ἐπιστημονικὰς διακρίσεις. Καὶ αὐτὸς ἀκόμη ὁ χωρισμὸς ἀνοργάνου καὶ ζωϊκοῦ κόσμου μόνον μακροσκοπικὴν σημασίαν παρουσιάζει. Εὐκόλα διακρίνομεν λ.χ. τὸν ἐλέφαντα ἀπὸ τὸν χαλαζίαν. Αἱ ἐκδηλώσεις τῆς ζωῆς εἶναι πολλαπλᾶ καὶ δυνάμεθα νὰ εἰρωμεν μεμονωμένως αὐτάς καὶ εἰς τὸν ἀνόργανον κόσμον. Χαρακτηριστικὸν λ.χ. εἶναι κατὰ τὸν Dastre τὸ γεγονός τῆς ὑφισταμένης τάσιν ράβδου μεταλλικῆς· ὅταν ὑπερβῶ-

μεν τὸ ὄριον τῆς ἐλαστικότητος, ἡ ράβδος στενοῦται εἰς τι σημείον ὅπου καὶ θὰ κοπῆ. Ἐὰν ὅμως σταματήσωμεν τὴν ἔντασιν καὶ ἡ ράβδος ἀναπαυθῆ, ἐπουλοῦται, τρόπον τινα, εἰς τὸ στένωμα, συγκεντρώνει ἐκεῖ τὴν ἀντίστασιν τῆς καὶ εἰς ἐπαναλαμβανόμενῃ τάσιν θὰ κοπῆ ἄλλοῦ. Τοιοῦτοτρόπως καὶ ἡ ὀρμεμφύτος ἰδέα εἶναι ἀποτέλεσμα πείρας, τὴν ὅποιαν ἔχει συγκεντρώσει κληρονομικῶς καὶ ἐκ τῆς ἰδίας πρὸς τὸν κόσμον ἐπαφῆς τὸ ἄτομον ἢ πείρα αὐτὴ ὑπολαίθανει εἰς ὕλας τὰς ἐκδηλώσεις τῆς σκέψεώς μας καὶ αἱ ἐκδηλώσεις αὐταὶ θὰ ἐκφρασοῦν διὰ τῆς γλώσσης, ἢ ὅποια προφανῶς εἶναι προτὸν τῆς ἐπαφῆς μας μετὰ τὸ περιβάλλον, διὰ τοῦτο δὲ δὲν δύναται νὰ ἐκφράσῃ τὰς ἰδιότητας τοῦ μικροκόσμου, ὁ ὁποῖος δὲν συνετέλεσεν εἰς τὴν δημιουργίαν αὐτῆς.

**Π. Ζαχαρίας.** Θεωρῶ σκόπιμον νὰ ὑπομνήσω τὴν ἀντικειμενικὴν θέσιν τοῦ Ἡρακλείτου διότι κατὰ τὸν ροῦν τῆς ὁμιλίας μου φαίνεται ὅτι παρηκούσθη.

Ὁ Ἡράκλειτος τοποθετεῖ τὴν λογικὴν ἔξω τοῦ ἀνθρώπου εἰς τὴν φύσιν, εἰς τοὺς νόμους αὐτῆς· ὁ ἄνθρωπος. δὲ παραλαμβάνει ταύτην διὰ τῆς μελέτης τῶν νόμων αὐτῆς, διὰ τῆς διαρκοῦς ἐπαφῆς μετὰ τῆς πραγματικότητος. Μεμονωμένος ἀπὸ τοῦ περιβάλλοντος δὲν θὰ εἶχε σκέψιν οὔτε λογικὴν. Θέτει λοιπὸν τὸν ἄνθρωπον εἰς τὴν θέσιν του ὡς ἄπλοῦ μέλους τῆς δημιουργίας. Ἐχει δὲ ἡ τοιαύτη θέσις μεγίστην ἠθικὴν σπουδαιότητα διότι ὁ Ἡράκλειτος ἀπαιτεῖ τὴν αὐτομελέτην καὶ αὐτεπίγνωσιν ὡς καὶ τὴν ἀναγνώρισιν τῆς ὀλότητος καὶ φυσικὰ τοῦ πλησίον. Δὲν εἶναι βεβαίως εὐχερῆς ἡ κατανόησις τοῦ Ἡρακλείτου. Ἄλλ' ὅσον τις τὸν μελετᾷ ἐπὶ τοσοῦτον ἀναγνωρίζει τὰς ἀληθείας του.

## Η ΝΕΩΤΕΡΑ ΧΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΩΝ ΚΑΙ ΟΡΜΟΝΩΝ

Υπό ΓΕΩΡΓΙΟΥ Α. ΒΑΡΒΟΓΛΗ, Υφηγητού  
της Οργανικής Χημείας ἐν τῷ Πανεπιστημίῳ Ἀθηνῶν.

Ὁμιλία γενομένη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 12ης Ἀπριλίου 1938.

Ὅταν εἰς τὴν Χημείαν ὁμιλοῦμεν περὶ ὑδρογovanθράκων, ὕδατανθράκων, πρωτεϊνῶν κ.λ. ὑπὸ τὴν ὀνομασίαν ταύτην περιλαμβάνομεν ἐνώσεις παρομοίας ἢ ἀναλόγου συστάσεως Ἀκόμη καὶ τὰ ἀλκαλοειδῆ, αἱ σαπωνῖναι, αἱ πικραὶ ὕλαι κ.λ., αἵτινες ὡς γνωστὸν δὲν περιλαμβάνουν σώματα ἀναλόγου συστάσεως, χαρακτηρίζονται εἴτε ἀπὸ τὴν κοινὴν παρουσίαν χαρακτηριστικοῦ τινος στοιχείου, ὡς τὸ ἄζωτον εἰς τὰ ἀλκαλοειδῆ, εἴτε ἀπὸ κοινὴν ὁμοίως χαρακτηριστικὴν ιδιότητα, ὡς ὁ ἀφρισμὸς προκειμένου περὶ τῶν σαπωνινῶν, ἢ πικρὰ γεύσις προκειμένου περὶ τῶν πικρῶν ὕλων κ.ο.κ. Δὲν συμβαίνει τὸ αὐτὸ μὲ τὰς βιταμῖνας καὶ τὰς ὁρμόνας. Ὑπὸ τὰς ἐπωνυμίας ταύτας περιλαμβάνονται σώματα διαφόρου συστάσεως μὴ περιέχοντα, πλὴν C καὶ H βεβαίως, τὰ ὁποῖα περιέχουν ὅμως ὅλαι αἱ ὀργανικαὶ ἐνώσεις, χαρακτηριστικὸν κοινὸν στοιχεῖον, στερούμεναι δὲ καὶ χαρακτηριστικῆς τινος κοινῆς ιδιότητος. Ἡ μόνη τοιαύτη συνίσταται εἰς τὸ ὅτι ἢ ἔλλειψις αὐτῶν προκαλεῖ διαταραχὴν τῆς θρέψεως ἢ γενικώτερον τῆς λειτουργίας τοῦ ζῶντος ὀργανισμοῦ, ἐκδηλουμένην ὅμως ἐκάστοτε διαφόρως.

Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν ὀνομασίαν τῶν δύο τούτων τάξεων σωμάτων, ἢ μὲν τῶν βιταμινῶν προταθεῖσα τῷ 1912 ὑπὸ τοῦ C. Funk, προτιμηθεῖσα δὲ μετὰ πλεθώρας ἄλλων, ὡς συντελεστής, συμπληρωματικὴ ὕλη, κομπλετίνη κ.λ. εἶναι μᾶλλον ἀτυχῆς καὶ τοῦτο διότι τὸ δεύτερον αὐτῆς συνθετικὸν διὰ τὰς πλείστας τῶν βιταμινῶν δὲν συμφωνεῖ πρὸς τὴν σύστασιν αὐτῶν: αὐτὰ δὲν περιέχουν ἄζωτον. Ἀντιθέτως ἢ τῶν ὁρμονῶν προταθεῖσα ὑπὸ τοῦ Starling (1905), ἀπαντῶσα ὅμως ἤδη καὶ παρ' Ἱπποκράτη (ὁρμῶντα) εἶναι μία ἐκ τῶν ἐπιτυχεστέρων ὀνομασιῶν, ὡς δηλοῦσα τὸ αἷτιον, τὸ κίνητρον τὸ προκαλοῦν ὠρισμένας δράσεις τοῦ ὀργανισμοῦ.

Σαφῆς διάκρισις μετὰ βιταμινῶν καὶ ὁρμονῶν δὲν ὑπάρχει. Ἡ παλαιότερον ὡς διάκρισις λαμβανόμενη ἀρχή, καθ' ἣν ἀμφότεραι αἱ τάξεις τῶν σωμάτων τούτων εἶναι ἀπαραίτητοι διὰ τὴν κανονικὴν λειτουργίαν τοῦ ὀργανισμοῦ, ἀλλ' αἱ μὲν βιταμῖναι εἰσάγονται ἔξωθεν μετὰ τῶν τροφῶν, ἐνῶ αἱ ὁρμόναι παράγονται ἐν αὐτῷ τούτῳ τῷ ὀργανισμῷ εἰς διαφόρους ἀδένας, τοὺς ἐνδοκρινεῖς ἀδένας, κατέπεσε, διαπιστωθέντος ὅτι τὸ αὐτὸ σῶμα διὰ τι μὲν εἶδος ζῴου δρᾷ ὡς βιταμίνη, δι' ἄλλο ὅμως ὡς ὁρμόνη. Οὕτως ἢ βιταμίνη C (ἀσκορβικὸν ὀξύ) διὰ τὸν ἄνθρωπον μὲν εἶναι βιταμίνη, διὰ τὸν σκύλον ὅμως ὁρμόνη. Περαι-

τέρως ἢ στενὴ σχέσηις, ἣτις ὑπάρχει μετὰ τῶν βιταμινῶν D καὶ τῶν σεξουαλικῶν ὁρμονῶν, ὡς καὶ τῶν στερινῶν καὶ τῶν χολικῶν ὀξέων ὀδηγεῖ αὐτομάτως εἰς τὴν σκέψιν τῆς ἐκ κοινοῦ τινος ἀρχικοῦ σώματος προελεύσεως ὄλων τῶν τάξεων τούτων τῶν σωμάτων. Ἀνάλογοι σχέσεις εἶναι πιθανώτατον ὅτι ὑπάρχουν καὶ μετὰ τῶν ἄλλων βιταμινῶν, ὁρμονῶν καὶ ἀναλόγων σωμάτων τοῦ ὀργανισμοῦ.

Ἡ διαίρεσις τῶν βιταμινῶν γίνεται κατ' ἀρχὴν εἰς δύο μεγάλας τάξεις: τὰς εἰς λίπη διαλυτὰς βιταμῖνας καὶ τὰς εἰς ὕδωρ διαλυτὰς τοιαύτας. Ἐκάστη τῶν δύο τούτων τάξεων περιλαμβάνει περισστέρας βιταμῖνας χαρακτηριζόμενας διὰ τῶν λατινικῶν γραμμάτων A, B, C, κ.λ. Ἐπειδὴ ἐν τούτοις εἰς πολλὰς περιπτώσεις ὑπὸ τὸ αὐτὸ στοιχεῖον περιλαμβάνονται περισσότεραι βιταμῖναι, πρὸς διάκρισιν, παρὰ τὸ χαρακτηριστικὸν γράμμα προσθέτομεν καὶ ἀριθμητικὸν δείκτην. Οὕτω διακρίνομεν βιταμῖνας B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, κ.λ. D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, κ.λ.

Ἡ διαίρεσις τῶν ὁρμονῶν γίνεται ἀναλόγως τῆς προελεύσεως αὐτῶν δηλ. ἀναλόγως τῶν παραγόντων ταύτας ἀδένων. Οὕτω διακρίνομεν ὁρμόνας τῆς ὑποφύσεως, τοῦ θυρεοειδοῦς ἀδένο, τῶν ἐπινεφριδίων, τῶν γεννητικῶν ὀργάνων κ.λ.

Ἡ τεραστία ἔκτασις τοῦ θέματος καὶ τὸ περιορισμένον τοῦ χώρου μὲ ὑποχρεῶνουν νὰ περιορισθῶ εἰς κατὰ τὸ δυνατόν σύντομον ἔκθεσιν τῶν νεωτέρων προόδων τῆς Ἐπιστήμης ἐπὶ τῶν διαφόρων βιταμινῶν καὶ ὁρμονῶν.

### I Βιταμῖναι

Βιταμίνη A. Ὑπὸ τὸ ὄνομα βιταμίνη A ἢ ἀντιξηροφθαλμικὴ βιταμίνη πλὴν τῆς κυρίως βιταμίνης περιλαμβάνονται καὶ ἄλλα συγγενῆ σώματα παρεμφοροῦς συντάξεως κεκτημένα τὴν αὐτὴν, ποιοτικῶς, φυσιολογικὴν δράσιν. Ἡ ἔλλειψις δηλαδή τούτων προκαλεῖ θόλωσιν καὶ ξήρανσιν τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος τοῦ ὀφθαλμοῦ (ξηροφθαλμίαν), τέλος δὲ τύφλωσιν.

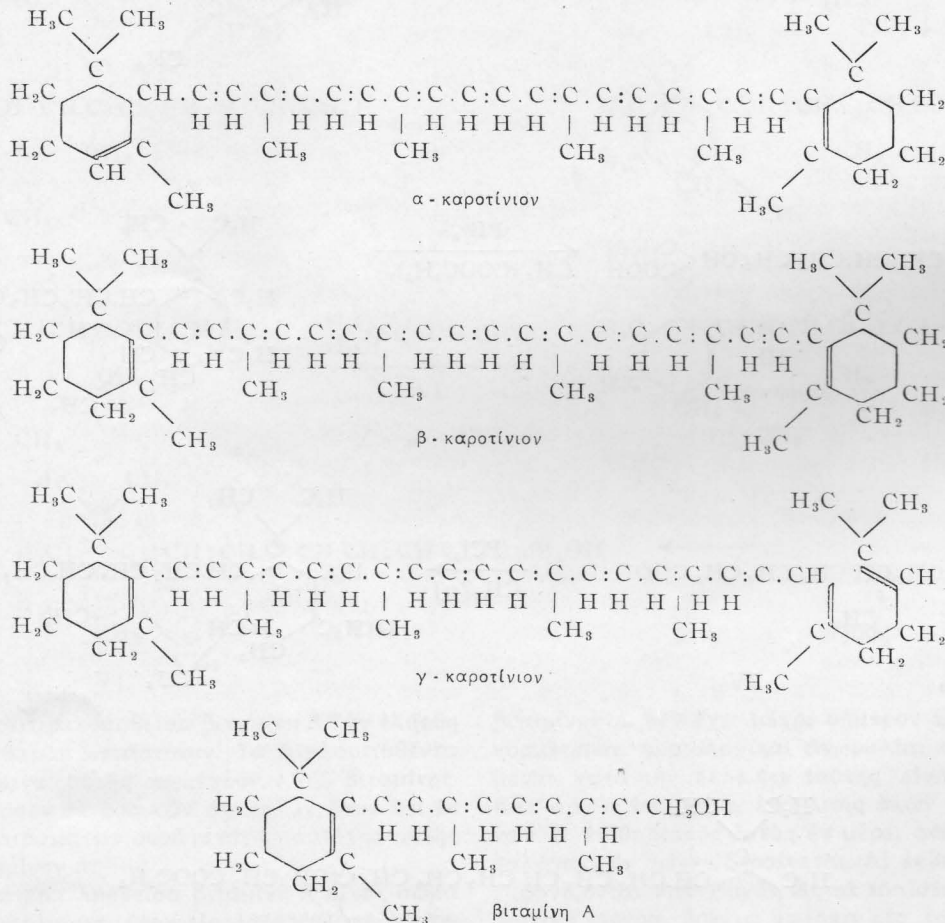
Καὶ ἢ μὲν καθαυτὴ βιταμίνη A ἀνευρίσκεται εἰς τὰ ζῶα ἀποκλειστικῶς, ἐνῶ αἱ παρεμφοροῦς συντάξεως καὶ δράσεως προβιταμῖναι, δηλ. τὰ καροτίνια, ἀνευρίσκονται μὲν καὶ εἰς τὸ ζῶϊκόν, κυρίως ὅμως εἰς τὸ φυτικὸν βασίλειον, εἰς ταῦτα δ' ὀφείλεται καὶ ὁ σχηματισμὸς τῆς βιταμίνης A εἰς τὰ χορτοφάγα ζῶα. Ἡ δυνατότης τῆς ἀπ' εὐθείας συνθέσεως ταύτης ἐν τῷ ὀργανισμῷ δὲν ἔχει μέχρι σήμερον πιστοποιηθῆ. Ἡ ἐν τῷ ζῶϊκῷ ὀργανισμῷ βιταμίνη A συσσωρεύεται κυρίως μὲν εἰς τὸ ἥπαρ, κατὰ δεύτερον λόγον



δὲ εἰς τὰ νεφρά. Τὰ οὖρα τοῦ ὑγιοῦς ἀνδρὸς δὲν περιέχουν βιταμίνην Α, ἥτις ὁμῶς ἀνευρίσκεται συνηθέστατα εἰς τὰ οὖρα τῶν ἐγκύων γυναικῶν. Ἡ διευκρίνισις τῆς συντάξεως τῆς βιταμίνης Α συνδυάζεται πρὸς τὴν ἐξεύρεσιν τῆς συντάξεως τῶν καροτινίων, ἀπετέλεσε δὲ τὸ θέμα μακρᾶς καὶ κοπιώδους ἐργα-

διότη ἐνῶ διὰ τὴν βιταμίνην Α καὶ τὸ β-καροτίνιον ἡ ἐλαχίστη ἡμερησία δόσις καθορίζεται εἰς 2,5 γρ., διὰ τὰ καροτίνια α καὶ γ αὕτη εἶναι ἀκριβῶς τὸ διπλάσιον ἤτοι 5 γρ.

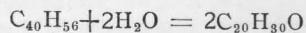
Ὁ συντακτικὸς τύπος τῆς βιταμίνης Α ἐνισχύεται μὲν ἐκ τῆς διευκρινίσεως τῆς συντάξεως τῶν καρο-



σίας διαφόρων ἐρευνητῶν κυρίως τῶν Zechmeister, Kuhn, Karrer κ. ἄ. Τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἐργασιῶν τούτων, εὐρυτέρᾳ ἀνάπτυξις τῶν ὁποίων κατ' ἀνάγκην παραλείπεται, ὠδήγησεν εἰς τὴν παραδοχὴν τῶν κάτωθι συντακτικῶν τύπων διὰ τὰ τρία καροτίνια α, β, γ, καὶ τὴν βιταμίνην Α.

Χαρακτηριστικὴ εἶναι ἡ ὑπαρξις καὶ εἰς τὰ τέσσαρα σώματα ἑνὸς β-ιονονικοῦ δακτύλιου.

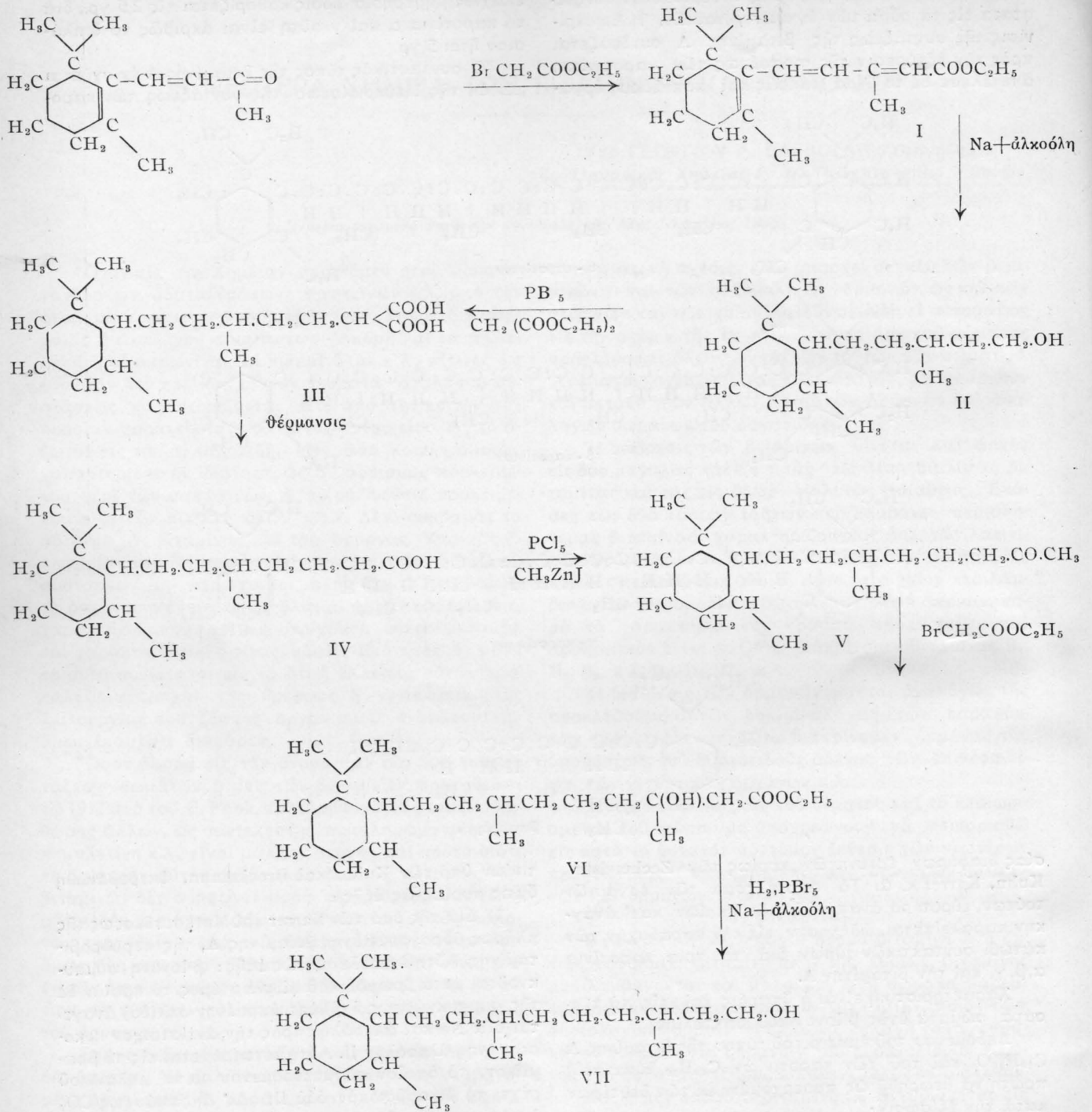
Δεδομένου τοῦ ἐμπειρικοῦ τύπου τῆς βιταμίνης Α  $C_{20}H_{30}O$  καὶ τοῦ τῶν καροτινίων  $C_{40}H_{56}$  δύναται ἡ πρώτη νὰ θεωρηθῇ ὡς προερχομένη ἐκ τῶν δευτέρων κατὰ τὴν ἐξίσωσιν:



Ἡ τοιαύτη διάσπασις ἐφαρμόζεται εἰς τὸ συμμετρικῆς συντάξεως καροτίνιον β, ἀντιθέτως εἰς τὰ α καὶ γ μόνον τὸ  $1/2$  τοῦ μορίου, τὸ περιέχον β-ιονονικὸν δακτύλιον, δύναται νὰ δώσῃ βιταμίνην Α, τὸ ἕτερον ἥμισυ δίδει προῖον στερούμενον βιολογικῆς ἐνεργείας. Τοῦτο καὶ ἐκ τῶν πραγμάτων ἐπιβεβαιούται

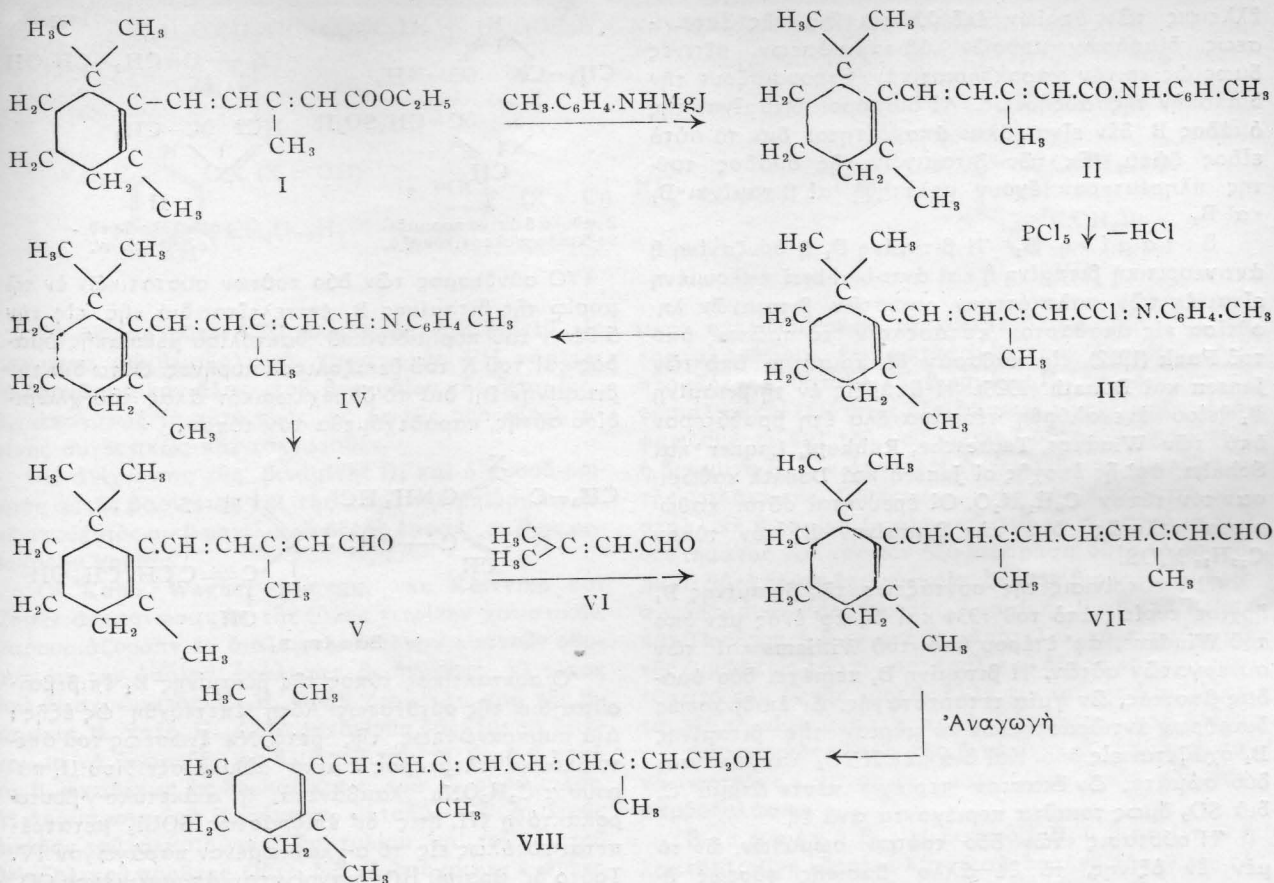
τινῶν ὑπὸ τῶν Kuhn καὶ Brockmann, ἐπεβεβαιώθη ὁμῶς κυρίως ὡς ἑξῆς:

1) Διὰ τῆς ὑπὸ τῶν Karrer καὶ Morf συνθέσεως τῆς πλήρως ὑδρογονωμένης βιταμίνης Α, τῆς περυδροβιταμίνης. Αὕτη ἐπετελέσθη ὡς ἑξῆς: β-ιονόνη συμπυκνῶται μετὰ βρωμοξικοῦ αἰθυλεστερός, τὸ προῖον δὲ τῆς συμπυκνώσεως I (βλέπε ἐπομένην σελίδα) ἀνάγεται διὰ Na καὶ ἀλκοόλης πρὸς τὴν ἀντίστοιχον κεκορεσμένην ἀλκοόλην II. Αὕτη μετατρέπεται εἰς τὸ βρωμίδιον, τὸ ὁποῖον συμπυκνῶμενον μετὰ μηλονικοῦ ρέχει τὸ δικαρβονικὸν δξὺ III. Δι' ἀποσπάσεως  $CO_2$  ἔστερος, παλαμβάνεται ἐκ τοῦ III τὸ μονοκαρβονικὸν δξὺ IV. Τοῦτο μετατρέπεται εἰς χλωρίδιον καὶ διὰ  $ZnCH_3J$  παρέχει τὴν κετόνην V. Διὰ νέας συμπυκνώσεως μετὰ βρωμοξικοῦ αἰθυλεστερός λαμβάνεται τὸ σῶμα VI. Δι' ἀντικαταστάσεως τοῦ OH ὑπὸ Br καὶ τούτου δι' H, τέλος δὲ δι' ἀναγωγῆς διὰ Na καὶ ἀλκοόλης λαμβάνεται ἡ περυδροβιταμίνη VII, ἥτις συμφωνεῖ ἀπολύτως πρὸς τὴν δι' ὑδρογνώσεως καθαρᾶς βιταμίνης Α ληφθεῖσαν.



2) Διά της εσχάτως υπό των Kuhn και Morris επιτευχθείσης ολοκληρωτικής συνθέσεως της βιταμίνης A. Αυτή επιτελείται ως εξής: Έκ του εστέρος του β-ιονονυλιδενοξικού οξέος I δι' επιδράσεως  $\text{CH}_3\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{NH}\cdot\text{Mg}\cdot\text{J}$  λαμβάνεται το ο-τολουϊδίδιον II, εξ αυτού διά χλωρίωσης και άποσπάσεως  $\text{HCl}$  λαμβάνεται το ιμιδοχλωρίδιον III και τέλος ή βάσις του

Schiff IV, εκ της οποίας δι' ύδρολύσεως λαμβάνεται ή β-ιονονυλιδενο-άκεταλδεϋδη V. Διά συμπυκνώσεως ταύτης μετά β-μεθυλο-κροτωναλδεϋδης VI παρουσία πιπεριδίνης ως καταλύτου, δε λαμβάνεται ή άκόρεστος άλδεϋδη VII και άναγωγής ταύτης μετ' ισοπροπυλικού άργιλίου εν ίσοπροπυλακόλη λαμβάνεται ή βιταμίνη A VIII.



Ἡ οὕτω παρασκευασθεῖσα βιταμίνη Α δὲν ἐλήφθη εἰσέτι εἰς καθαρὰν κατάστασιν. Τὰ ἐμπλουτισθέντα παρασκευάσματα αὐτῆς περιέχουν 7,5% βιταμίνης. Ἐν τούτοις τόσον ἐκ φυσικῶν σταθερῶν, ὅσον καὶ ἐκ βιολογικῶν πειραμάτων συνάγεται ἡ ταυτότης αὐτῆς πρὸς τὴν βιταμίνη Α.

Ἡ καθαρωτέρα ληφθεῖσα βιταμίνη Α εἶναι σῶμα ἐλαιώδους συστάσεως, ζέον εἰς 137-138° ὑπὸ πίεσιν  $10^{-4}$  mm Hg ὑπὸ μερικὴν ἀποσύνθεσιν. Ἀνιχνεύεται κυρίως κατὰ Carr καὶ Price ἐκ τῆς ἐντόνως κυανῆς χροιάς, ἣν παρέχει χλωροφορμικὸν αὐτῆς διάλυμα μετὰ  $\text{SbCl}_5$ . Ἐναντι ὀξέων καὶ ἀλκαλίων ἐν ψυχρῷ εἶναι σταθερά, παρουσίᾳ ὁμοῦ ἀέρος ἢ κατὰ τὴν θέρμανσιν ἀποσυντίθεται, ἐνῶ συγχρόνως χάνει τὴν βιολογικὴν αὐτῆς δρᾶσιν.

Ὡς ἤδη ἐλέχθη πλὴν τῆς κυρίως βιταμίνης Α καὶ ἄλλα σώματα παρουσιάζουν ἀνάλογον βιολογικὴν δρᾶσιν, χαρακτηριζόμενα ὡς προβιταμίαι. Εἰς ταύτας πλὴν τῶν ἤδη μνημονευθέντων τριῶν καροτινίων περιλαμβάνονται διάφορα φυσικὰ προϊόντα, ἐξ ὧν ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον παρουσιάζει ἡ ἐχινενόνη, μὴ πλήρως εἰσέτι ἐξακριβωθείσης συντάξεως, τὸ πρῶτον ἀποκλειστικῶς ζωϊκῆς προελεύσεως καροτινοειδές, διάφορα σώματα παρασκευασθέντα ἐκ τῶν καροτινίων, διατηροῦντα εἰσέτι ἀθικτὸν τὸν ἐνα β-ιονικὸν δακτύλιον καὶ συνεπῶς βιολογικῶς ἐνεργὰ καὶ τέλος τοιαῦτα παρασκευασθέντα συνθετικῶς.

Ὁ φυσιολογικὸς μηχανισμὸς τῆς ἐνεργείας τῆς

βιταμίνης Α δὲν ἔχει μέχρι σήμερον ἐξακριβωθῆ. Αἱ κυριώτεραι φυσιολογικαὶ ἀνωμαλῖαι αἱ παρατηρούμεναι κατὰ τὴν ἔλλειψιν ταύτης εἶναι αἱ κάτωθι: Κατ' ἀρχὰς ἐπέρχεται ἐκφύλισις ὄλων τῶν βλεννογόνων, ὁ ἐπιθηλιακὸς ἴστος ἐν μέρει ἀξάνεται δυσαναλόγως, ἐν μέρει ξηραίνεται. Αἱ ἐκδηλώσεις αὗται ἐμφανίζονται κατ' ἀρχὰς εἰς τὰ εὐαίσθητα γεννητικὰ ὄργανα (μήτρα, ὄρχεις) κατόπιν εἰς τοὺς ὀφθαλμοὺς καὶ τὸν πεπτικὸν σωλῆνα. Ταυτοχρόνως ἡ ἀντίστασις ἐναντίον μολύνσεων εἶναι ἠλαττωμένη, εἰς τοιοῦτον μάλιστα βαθμὸν, ὥστε νὰ ὀνομασθῆ ἡ βιταμίνη Α ὑπὸ τοῦ Euler καὶ ἀντιμολυσματικὴ βιταμίνη, ἐπέρχονται δὲ τέλος ἀνωμαλῖαι εἰς τὴν ὀδοντοφυΐαν, σχηματισμὸς λίθων εἰς τὸ οὐροποιητικὸν σύστημα, νευρικαὶ καὶ ὀπτικά διαταραχαί.

Κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὰς ἄλλας βιταμίνας, αἵτινες ἐλλείπουσαι προκαλοῦν τοπικὰς χαρακτηριστικὰς ἀσθενείας, ἡ ἔλλειψις τῆς βιταμίνης Α προκαλεῖ γενικωτέρας βλάβας οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιτρέπεται ἡ ὑπόθεσις ὅτι αὕτη ἐνεργεῖ εἰς κεντρικὸν τι σημεῖον τοῦ ὀργανισμοῦ.

Ἡ χορήγησις ἐπὶ μακρὸν μεγάλων ποσοτήτων βιταμίνης ἢ καροτινίων ἐπιφέρει ὑπερβιταμίνωσιν, ἣτις ἐκδηλοῦται εἰς τὸν ποντικὸν δι' ἐλαττώσεως τοῦ βάρους καὶ τριχοπτώσεως, συνεχιζομένης δ' αὐτῆς ἐπέρχεται ὁ θάνατος.

Βιταμῖναι Β. Ἡ ὁμάς τῶν βιταμινῶν Β, διαλυτῶν εἰς ὕδωρ, περιλαμβάνει πλείονας τοιαύτας, ἢ

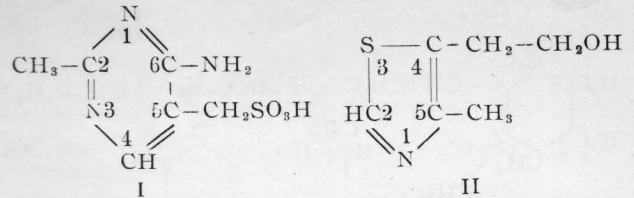


ἔλλειψις τῶν ὁποίων ἐκδηλοῦται διὰ τῆς ἐμφανίσεως διαφόρων μορφῶν ἀβιταμινώσεων, αἵτινες ὅμως ὡς κοινὸν χαρακτηριστικὸν παρουσιάζουν τὴν διακοπὴν τῆς αὐξήσεως. Αἱ διάφοροι βιταμῖναι τῆς ὁμάδος Β δὲν εἶναι ὅλαι ἀπαραίτητοι διὰ τὸ αὐτὸ εἶδος ζῶου. Ἐκ τῶν βιταμινῶν τῆς ὁμάδος ταύτης πληρέστερον ἔχουν μελετηθῆ αἱ βιταμῖναι Β<sub>1</sub> καὶ Β<sub>2</sub>.

**Βιταμίνη Β<sub>1</sub>.** Ἡ βιταμίνη Β<sub>1</sub> ἢ ὄρουζανίνη ἢ ἀντινευριτικὴ βιταμίνη ἢ καὶ ἀντι-berí-berí καλουμένη εἶναι ἐκ τῶν παλαιότερον γνωστῶν βιταμινῶν ληφθεῖσα εἰς ἀκάθαρτον κατάστασιν τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Funk (1912), εἰς καθαρὰν δὲ τοιαύτην ὑπὸ τῶν Jansen καὶ Donath (1926). Ἡ ὑπαρξίς ἐν τῇ βιταμίνῃ Β<sub>1</sub> θείου ἀνεκαλύφθη τέσσαρα ὄλα ἔτη βραδύτερον ὑπὸ τῶν Windaus, Tschesche, Ruhkopf, Laquer καὶ Schultz, ἀφ' ἧς ἐποχῆς οἱ Jansen καὶ Donath καθώρισαν τὸν τύπον C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>2</sub>O. Οἱ ἐρευνηταὶ οἱτοὶ καθώρισαν τελικῶς διὰ τὴν βιταμίνη Β<sub>1</sub> τὸν τύπον C<sub>12</sub>H<sub>16</sub>N<sub>4</sub>OS.

Ἡ διευκρίνισις τῆς συντάξεως τῆς βιταμίνης Β<sub>1</sub> ἤρχισε κυρίως ἀπὸ τοῦ 1934 καὶ δὴ ἀφ' ἑνὸς μὲν ὑπὸ τοῦ Windaus, ἀφ' ἑτέρου ὑπὸ τοῦ Williams καὶ τῶν συνεργατῶν αὐτῶν. Ἡ βιταμίνη Β<sub>1</sub> περιέχει δύο ὁμάδας βασικάς, ὧν ἡ μία τεταρτοταγῆς. Δι' ἐπιδράσεως διαφόρων ἀντιδραστηρίων τὸ μόριον τῆς βιταμίνης Β<sub>1</sub> σχάζεται εἰς δύο. Καὶ διὰ μὲν HNO<sub>3</sub> λαμβάνονται δύο σώματα, ὧν ἕκαστον περιέχει πέντε άτομα C, διὰ SO<sub>2</sub> ὅμως τοιαῦτα περιέχοντα ἀνά ἕξ.

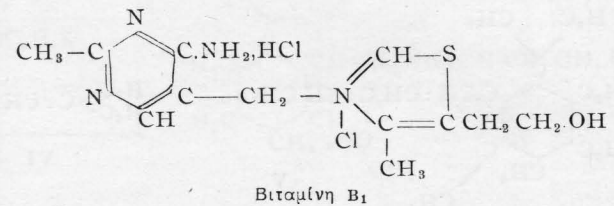
Ἡ σύστασις τῶν δύο τούτων σωμάτων, ὧν τὸ μὲν ἐν ὀξίνῃ, τὸ δὲ ἄλλο βασικῆς φύσεως ἠρρευνήθη κυρίως ὑπὸ τοῦ Williams, διεπιστώθη δὲ ὅτι πρόκειται περὶ παραγῶγων τῆς πυριμιδίνης (I) καὶ τοῦ θειαζολίου (II). Οἱ συντακτικοὶ αὐτῶν τύποι ἐπιβεβαιωθέντες διὰ τῆς συνθέσεως εἶναι οἱ ἑξῆς:



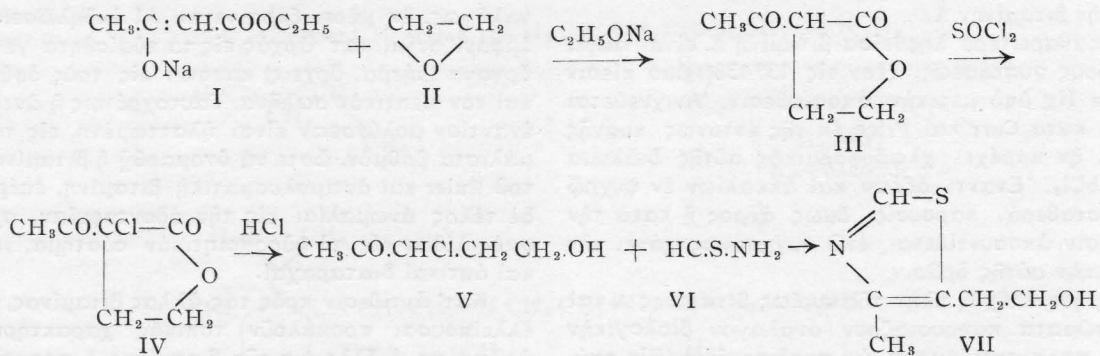
2-μεθυλο-6-ἀμινο-πυριμιδινο-5-μεθσουλφονικὸν ὄξυ.

4-αἰθυλολο-5-μεθυλο-θειαζόλιον.

Ὁ σύνδεσμος τῶν δύο τούτων συστατικῶν ἐν τῷ μορίῳ τῆς βιταμίνης Β<sub>1</sub> ἐπιτελεῖται διὰ τῆς εἰς τὴν 5 θέσιν τοῦ πυριμιδινικοῦ δακτυλίου μεθυλικῆς ὁμάδος καὶ τοῦ N τοῦ θειαζολικοῦ πυρήνος. Οὕτω διὰ τὴν βιταμίνη Β<sub>1</sub>, διὰ τὸ ὑδροχλωρικὸν ἄλας τοῦ χλωριδίου αὐτῆς, παραδεχόμεθα τὸν τύπον:

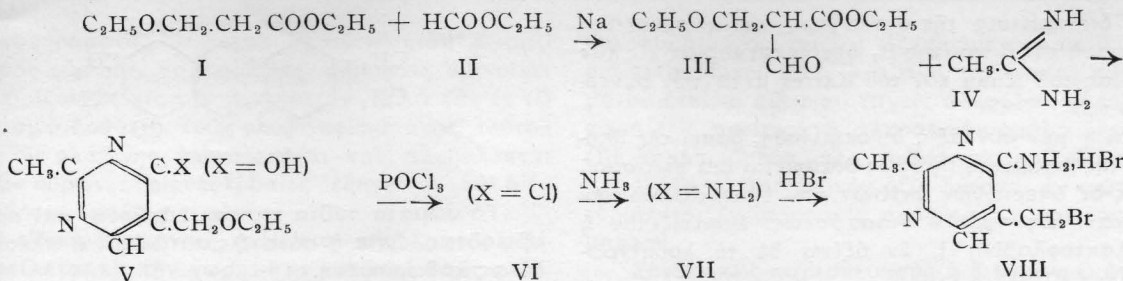


Ὁ συντακτικὸς τύπος τῆς βιταμίνης Β<sub>1</sub> ἐπιβεβαιώται διὰ τῆς συνθέσεως. Αὕτη ἐπετεύχθη ὡς ἑξῆς: Διὰ συμπυκνώσεως τῆς μετὰ Na ἐνώσεως τοῦ ἀκετοξικοῦ αἰθυλεστέρος I μετὰ αἰθυλενοξειδίου II, παρουσιάζει C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ONa, λαμβάνεται ἡ α-ἀκετυλο-γ-βουτυρολακτόνη III, ἣτις δι' ἐπιδράσεως SOCl<sub>2</sub> μετατρέπεται εὐκόλως εἰς τὸ α-χλωριωμένον παράγωγον IV. Τοῦτο δι' ἀραιοῦ HCl διανοίγεται ἀποσπῶμένου CO<sub>2</sub> πρὸς γ-ἀκετυλο-γ-χλωρο-προπανόλην V. Διὰ συμπυκνώσεως ταύτης μετὰ θειοφορμαμίδιου VI λαμβάνεται τὸ 4-αἰθυλολο-5-μεθυλο-θειαζόλιον VII, δηλ. τὸ ἤδη μνημονευθὲν βασικῆς φύσεως θειαζολικὸν συστατικὸν τῆς βιταμίνης Β<sub>1</sub>.



Διὰ συμπυκνώσεως αἰθοξυπροπιονικοῦ αἰθυλεστέρος I μετὰ μυρμηκικοῦ αἰθυλεστέρος II, παρουσιάζει συρμάτων Na, λαμβάνεται τὸ προϊόν συμπυκνώσεως III, ὅπερ κατεργαζόμενον μετ' ἀκεταμίδινης IV, δίδει τὴν 2-μεθυλο-5-αἰθοξυμεθυλο-6-ὄξυ-πυριμιδίνη V. Διὰ POCl<sub>3</sub> λαμβάνεται τὸ ἀντίστοιχον χλωρίδιον

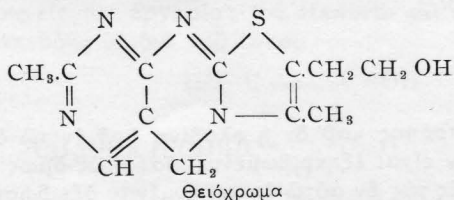
VI, ἐξ οὗ διὰ κατεργασίας μετ' ἀμμωνίας ἐν κλειστῷ σωλῆνι ἢ ἀντίστοιχος ἀμίνη VII. Αὕτη τέλος θερμαινόμενη μετὰ διαλύματος HBr ἐν ὀξικῷ ὄξει, ὅτε τὸ αἰθοξύλιον ἀντικαθίσταται ὑπὸ Br, σχηματιζομένου ταυτοχρόνως καὶ τοῦ μεθ' HBr ἄλατος τῆς ἀμίνης, δίδει τὸ σῶμα VIII.



Το σώμα τούτο VIII θερμαινόμενον επί 15' εις 120° μετά του θειαζολικού παραγώγου VII παρέχει το υδροβρωμικόν άλας του βρωμιδίου της βιταμίνης B<sub>1</sub>, άπολύτως τó αυτό πρòς τó εκ τής φυσικής βιταμίνης συνθετικώς παρασκευασθέν.

Η άνίχνευσις τής βιταμίνης B<sub>1</sub> και ó προσδιορισμός αúτης βασίζεται επί τής κατά τήν επίδρασιν διαζωτωθέντος σουλφανιλικού όξέος έμφανιζομένης ροδοχρόου χροιάς.

Οι Kuhn, Wagner-Jauregg, van Klaveren και Vetter άπεμόνωσαν εκ τής ζύμης κιτρίνην χρωστικήν, παρουσιάζουσαν έν διαλύματι έντονον κυανούν φθορισμόν, τήν όποίαν εκάλεσαν θειόχρωμα. Ό τύπος του θειοχρώματος C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>ON<sub>4</sub>S διαφέρει του τής βιταμίνης B<sub>1</sub> κατά H<sub>2</sub>, ώς δ' άπεδείχθη δύναται τó θειόχρωμα νά θεωρηθῆ ώς δευδροβιταμίνη B<sub>1</sub>, ή βιταμίνη B<sub>1</sub> άντιθέτως ώς λευκοένωσις του θειοχρώματος. Η άπόσπασις του H<sub>2</sub> γίνεται μεταξύ τής άμινικής όμάδος του πυριμιδινικού δακτυλίου και του C<sub>2</sub> του θειαζολικού πυρῆνος. Ούτω διά τó θειόχρωμα έγένητο δεκτός ó κάτωθι τύπος περιέχων τρεις πυρῆνας.

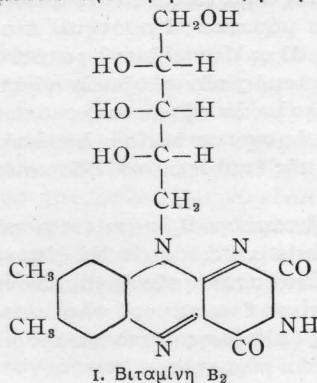


Όσον άφορᾷ εις τήν βιολογικήν ένέργειαν τής βιταμίνης B<sub>1</sub> αúτη δέν είναι έπακριβώς γνωστή, φαίνεται όμως ότι σχετίζεται στενώς με τήν έν τῷ οργανισμῷ άφομοίωσιν τῶν ύδατανθράκων. Ούτω κατά τας κατά τήν έλλειψιν βιταμίνης B<sub>1</sub> βαρείας άβιταμινώσεις, αίτινες συνοδεύονται υπό τετανικῶν συμπτωμάτων, άνευρίσκεται γλυκογόνον εις μεγάλας ποσότητας, άποτιθέμενον ιδίως έν τῷ ήπατι.

Η πολυνευρίτις τῶν περιστερῶν και ή beri-beri έμφανίζονται ταχύτερον και υπό βαρυτέραν μορφήν κατά τήν σίτισιν διά τροφῶν πλουσίων εις ύδατανθρακας και πτωχῶν εις λίπη. Όσον μεγαλυτέρα συνεπὼς είναι ή έν τῇ τροφῇ ποσότης τῶν ύδατανθράκων, τόσον μεγαλυτέρα και ή ποσότης τής υπό του οργανισμού άπαιτουμένης βιταμίνης B<sub>1</sub>. Ό Peters και συνεργάται αúτου εὑρον εις τόν μυελόν περιστερῶν, εις τας όποίας τεχνητῶς προεκλήθη πολυνευρίτις, μεγάλας ποσότητας γαλακτικού όξέος. Η φυσιολογική ικανότης τής όξειδώσεως τής γλυκόζης κατά τήν έμφάνισιν τής άβιταμινώσεως είναι κατά πολὺ ήλαττωμένη. Τά άνωτέρω και άνάλογα φυσιολογικά φαινόμενα, σχετιζόμενα με τήν άναπνοήν κ.λ. δύναται νά έπαναληφθῶσιν έτι καταφανέστερον in vitro. Διά προσθήκης κρυσταλλικής βιταμίνης B<sub>1</sub> επανέρχονται αί φυσιολογικαί ιδιότητες όξειδώσεως τής γλυκόζης, έξαφανιζομένου και του γαλακτικού όξέος. Έν τούτοις ή βιταμίνη B<sub>1</sub> δέν άποτελεῖ ώς υπετέθη τó συμφύραμα τής γαλακτικής ζυμώσεως, διότι ούτε καθαρά κρυσταλλική βιταμίνη B<sub>1</sub> άντικαθιστᾷ τó συμφύραμα του συστήματος γαλακτικόν όξύ-δευδράση, ούτε τó συμφύραμα αúτό τουτο δεικνύει οίανδήποτε βιολογικήν δράσιν, άνάλογον πρòς τήν τής βιταμίνης B<sub>1</sub>. Κατά Peters και Thomson ή βιταμίνη B<sub>1</sub> άποτελεῖ τó συμφύραμα τής ζυμώσεως του πυροσταφυλικού όξέος και πράγματι κατά τήν εκ τής τροφῆς έλλειψιν ταύτης έμφανίζονται εις τó αίμα μεγάλα ποσά πυροσταφυλικού όξέος. Φωσφορικὸς έσθῆρ τής βιταμίνης B<sub>1</sub> φαίνεται κατά νεωτέρας έρεύνας ότι ταυτίζεται πρòς τήν συνκαρβοξυλάσην.

Βιταμίνη B<sub>2</sub>. Η βιταμίνη B<sub>2</sub> ή βιταμίνη G ή λακτοφλαβίνη εὑρηται λίαν διαδεδομένη τόσον εις τó ζωϊκόν όσον και εις τó φυτικόν βασίλειον. Ιδιαιτέρως πλούσια είναι ώρισμένα βακτήρια, ή ζυθοζύμη κ.λ. Πλήν τής κυρίως λακτοφλαβίνης, τής εκ του γάλακτος τó πρώτον ληφθείσης, έξ οδ και τó όνομα, άπεμονώθησαν και άλλαι φλαβίναι, αίτινες άναλόγως τής προελεύσεως καλούνται ουροφλαβίνη, ήπατοφλαβίνη κ.λ. Ό όρος φλαβίνη κατόπιν προτάσεως του Kuhn σημαίνει τόν τρικυκλικόν σκελετόν τής ισοαλλοξαζίνης. Γενικῶς διά τήν τάξιν τῶν φλαβινῶν χρησιμοποιεῖται ó όρος λυοχρώματα, δι' οὗ υποδηλοῦται άφ' ένός μεν τó κεχρωσμένον αúτῶν, άφ' έτέρου τó ύδατοδιαλυτόν (έν άντιθέσει πρòς τά λιποχρώματα, καροτίνη κ.λ.).

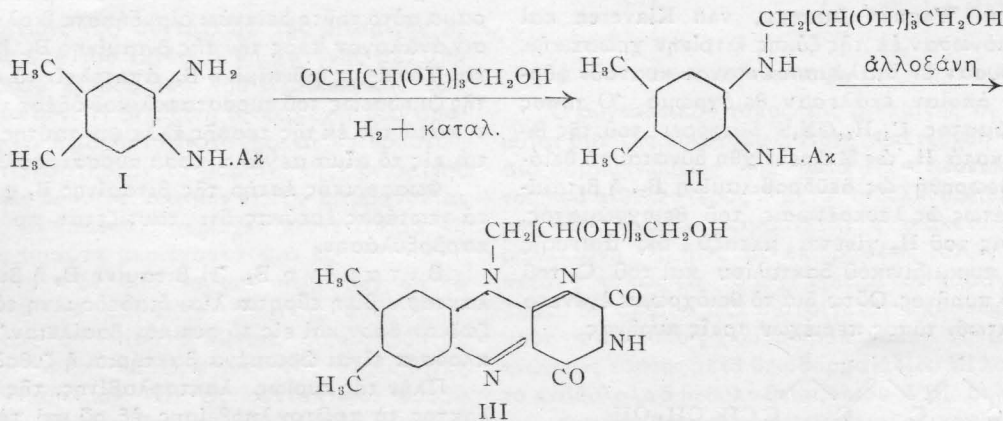
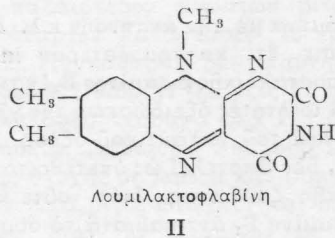
Η βιταμίνη B<sub>2</sub> κέκτηται τόν συντακτικόν τύπον τής 6,7-διμεθυλο-9(1'-d-ριβιτυλο)-ισοαλλοξαζίνης ή άλλως 6,7-διμεθυλο-9(1'-d-ριβιτυλο)-φλαβίνης I.





Ἡ διεκρίνισις τῆς συντάξεως καὶ ἡ συνθετικὴ παρασκευὴ τῆς βιταμίνης B<sub>2</sub> ὀφείλεται κυρίως εἰς τὰς ἐργασίας τοῦ Kuhn καὶ τοῦ Karrer μετὰ τῶν συνεργατῶν των.

Καὶ ἡ μὲν σύνταξις διεκρινίσθη, βάσει τῆς ιδιότητος τῆς βιταμίνης B<sub>2</sub> ὅπως διασπᾶται διὰ φωτισμοῦ κυρίως δι' ὑπεριωδῶν ἀκτίνων, ὅτε ἐν ἀλκαλικῷ μὲν διαλύματι ὡς προϊόν διασπάσεως ἐμφανίζεται ἡ λουμιλακτοφλαβίνη II, ἐν ὀξίνῳ δὲ τὸ λουμίχρωμα III.

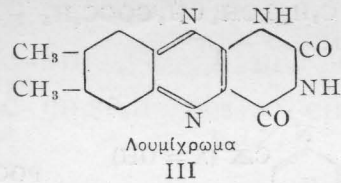


Ἡ διεκρίνισις τέλος τῆς πλευρικῆς ἀλύσεως τοῦ σακχάρου ὡς d-ριβόζης ἐπετεύχθη τόσον ἐκ διαφόρων φυσικῶν καὶ χημικῶν σταθερῶν, ὅσον καὶ ἐκ τῆς βιολογικῆς συμπεριφορᾶς.

Ἡ λακτοφλαβίνη κρυσταλλοῦται εἰς πορτοκαλοχρόους βελόνας, τηκομένης εἰς 293° ὑπὸ ἀποσύνθεσιν. Χαρακτηριστικὸς εἶναι ὁ πρασινοκίτρινος φθορισμὸς τῶν οὐδετέρων ὑδατικῶν αὐτῆς διαλυμάτων, ὅστις ἐξαφανίζεται τῇ ἐπιδράσει ὀξέων ἢ ἀλκαλίων. Ἐν ἀλκαλικῷ διαλύματι στρέφει τὸ ἐπίπεδον τοῦ πεπολωμένου φωτὸς ἀριστερῶς. Εἶναι σταθερὰ πρὸς ὕδατος, ὀξειδωτικὰ μέσα καὶ θερμότητα. Διασπᾶται εὐκόλως ὑπὸ τῶν ἀλκαλίων καὶ τοῦ φωτός.

Ὁ προσδιορισμὸς τῶν φλαβινῶν γίνεται διὰ φωτισμοῦ τῶν ἀλκαλικῶν αὐτῶν διαλυμάτων, παραλαβῆς διὰ CHCl<sub>3</sub> τῆς σχηματισθείσης λουμιφλαβίνης καὶ προσδιορισμοῦ τῆς ἐντάσεως τοῦ φθορισμοῦ τοῦ διαλύματος.

Πρὸς τὴν βιταμίνη B<sub>2</sub> σχετίζεται τὸ ὑπὸ τῶν Warburg καὶ Christian ἀπομονωθὲν κίτρινον φύραμα ὀξειδώσεως. Τοῦτο κατόπιν τῶν ἐργασιῶν τοῦ Theorell ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι ἕνωσις τοῦ φλαβινοφωσφορικοῦ ὀξέος, ἑστέρος φλαβίνης μετὰ φωσφορικοῦ ὀξέος, πρὸς λεύκωμά τι.



Τὰ σώματα ταῦτα παρεσκευάσθησαν καὶ συνθετικῶς οὕτως, ὥστε ἡ σύνταξις αὐτῶν εἶναι πλέον ἀπολύτως καθωρισμένη.

Ἄλλὰ καὶ τῆς βιταμίνης B<sub>2</sub> ἐπετεύχθη ἡ συνθετικὴ παρασκευὴ καὶ δὴ κατὰ διαφόρους μεθόδους. Παραθέτομεν κατωτέρω τὴν ὑπὸ τοῦ Karrer καὶ συνεργατῶν ἐπιτευχθεῖσαν συνθετικὴν παρασκευὴν.

Ἐποκατεστημένη Ν-μονο-ἄκυλο ο-φαινυλενοδιαμίνη I συμπυκνῶται ἀναγωγικῶς παρουσίᾳ καταλύτου μετὰ σακχάρων, ὅτε λαμβάνονται ὑποκατεστημένοι πεντίται τοῦ τύπου II οἷτινες διὰ περαιτέρω συμπυκνώσεως μετ' ἄλλοξανῆς δίδουν τὰς φλαβίνας III.

Ὁ τρόπος καθ' ὃν ἡ φλαβίνη δρᾷ ἐν τῷ ὀργανισμῷ δὲν εἶναι ἐξηκριβωμένος, ἀσφαλῶς ὅμως συμμετέχει εἰς τὰς ἐν αὐτῷ ἐπιτελουμένας ὀξειδώσεις καὶ ἀναγωγάς. Φαίνεται δ' ὅτι ἡ μὲν φλαβοπρωτεΐνη, ἕνωσις τῆς φλαβίνης μετὰ λευκάματος, καὶ τὸ κίτρινον φύραμα ὀξειδώσεως τοῦ Warburg δρᾶσι καὶ ὡς φορεῖς ὀξυγόνου καὶ ὡς δέκται ὑδρογόνου, ἐνῶ αἱ ἐλεύθεραι φλαβίνας μόνον ὡς δέκται ὑδρογόνου.

Ἡ φλαβίνη ἀνάγεται εὐκόλως πρὸς λευκοφλαβίνη, ἥτις εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦται ἐκ νέου πρὸς φλαβίνη οὕτως, ὥστε τὸ σύστημα φλαβίνη-λευκοφλαβίνη ἀποτελεῖ γνήσιον ἀντιστρεπτόν ὀξειδοαναγωγικόν σύστημα. Ἐν τῷ ζωϊκῷ ὀργανισμῷ ἡ φλαβίνη χρησιμοποιεῖται ὡς ἐξῆς περίπου κατὰ v. Euler: ἡ μετὰ τῆς τροφῆς ἐν τῷ ὀργανισμῷ εἰσαγομένη φλαβίνη ἀπορροφεῖται ἐκ τοῦ ἐντέρου. Προκειμένου περὶ φλαβοπρωτεΐνης ἐλευθεροῦται κατὰ πρῶτον ἡ φλαβίνη, ἥτις εἶτα ἀπορροφεῖται. Κατὰ τὴν τοιαύτην ἀπορρόφησιν καὶ τὴν δίοδον διὰ τοῦ ἐντερικοῦ τοιχώματος ἐπέρχεται ἑστεροποίησις τῆς φλαβίνης μετὰ φωσφορικοῦ ὀξέος. Τὸ φλαβινοφωσφορικόν ὀξύ φερόμενον εἰς τοὺς ἴστους ἐνοῦται μετὰ εἰδικῶν φορέα πρωτεϊνικῆς φύσεως, τὸν ὁποῖον παρασκευάζει ὁ ὀργανισμὸς, λαμβάνον οὕτω τὴν μορφήν, ὑφ' ἣν κυρίως δρᾷ τὴν τοῦ





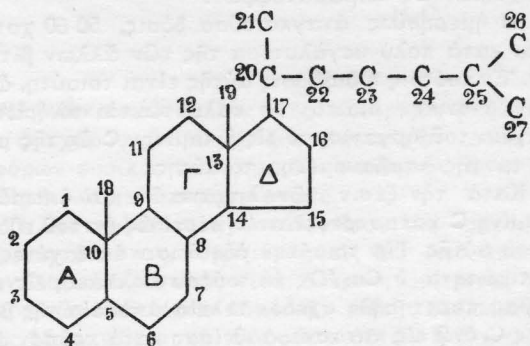
Και ταύτης ή βιολογική ενέργεια δέν έχει έξακριβωθή. Πιθανώτατα συμμετέχει εις τας έν τῷ ὄργανισμῷ ἐπιτελουμένας ὀξειδώσεις και ἀναγωγάς. Ἐπίσης πιθανῶς ἐνεργοποιεῖ τας πρωτεάσας.

Κατά τήν διά βιταμίνης C ὑπερβιταμίνωσιν παρατηρεῖται χαρακτηριστική ὑπογλυκαιμία.

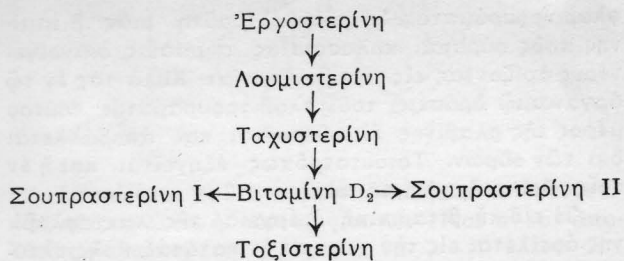
Βιταμίνη D. Ἡ βιταμίνη D ή ἀντιραχίτικη βιταμίνη εἶναι μία ἐκ τῶν σπουδαιοτέρων ἀλλά και τῶν μᾶλλον ἐνδιαφερουσῶν ἀπό χημικῆς ἀπόψεως βιταμινῶν. Καί τοῦτο ἀφ' ἐνός μὲν λόγω τῆς συγγενείας αὐτῆς πρὸς τας σεξουαλικὰς ὁρμόνας, ἀφ' ἑτέρου λόγω τῶν δυσκολιῶν, αἵτινες παρουσιάσθησαν κατά τήν διευκρίνισιν τῆς συντάξεως αὐτῆς.

Ἡ βιταμίνη D εις τήν παλαιότεραν βιβλιογραφίαν πολλάκις συγγέεται ἐν μέρει πρὸς τήν βιταμίνην A μετὰ τῆς ὁποίας παρουσιάζει κοινὰς τήν παρουσίαν εις τὰ ἰχθυέλαια και τήν διαλυτότητα εις λίπη. Ἐν τούτοις ἐκ τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν ή διάκρισις εἶναι σήμερον εὐκολος.

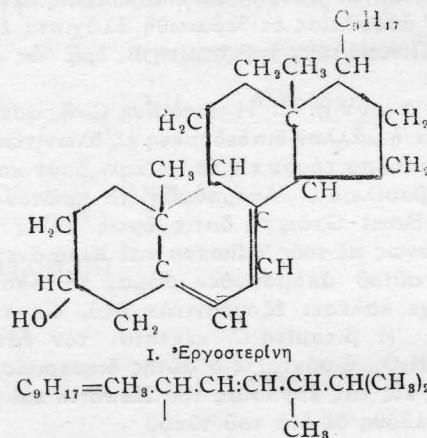
Ἀπό 25ετίας ἤδη παρατηρήθη ή ἀντιραχίτικη δράσις τῶν ἡλιακῶν ὡς και τῶν ὑπεριωδῶν ἀκτίνων εἴτε δι' ἀμέσου ἐπιδράσεως ἐπὶ τῶν ἀσθενῶν εἴτε δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τῶν τροφῶν αὐτῶν. Ὡς συμπέρασμα τῶν παρατηρήσεων τούτων προκύπτει ὅτι τὸσον ἐν τῷ ὄργανισμῷ, ὅσον και εις τας τροφὰς ὑπάρχει προβαθμῆς τις, ήτις διὰ τοῦ φωτισμοῦ ἐνεργοποιεῖται παρέχουσα προϊόντα ἀντιραχίτικῆς ἐνεργείας. Ἡ μᾶλλον αἱ προβαθμίδες αὗται ἀπεδείχθη ὅτι σχετίζονται πρὸς τας στερίνας. Ὁ σκελετὸς τῶν στερινῶν ἀπαντῶμενος και εις τὰ χολικά ὀξέα, τας σεξουαλικὰς ὁρμόνας κ.ἄ. εἶναι ὁ ἐξῆς:



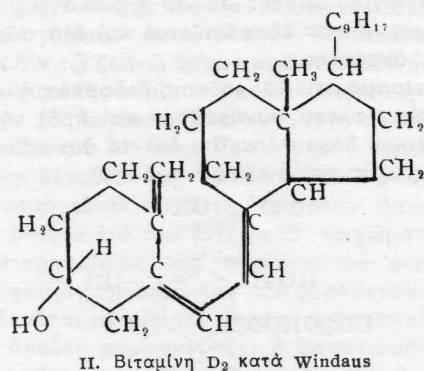
Διὰ φωτισμοῦ ἐργοστερίνης δι' ὑπεριωδῶν ἀκτίνων ἐλήφθησαν ἀρχικῶς ὑπὸ τοῦ Windaus αἱ σουπραστερίναι, κρυσταλλικαὶ στερούμεναι ἀντιραχίτικῆς ἐνεργείας. Βιολογικῶς ἐνεργὰ προϊόντα ἔλαβον πρῶτοι οἱ Bourdillon και Webster, βραδύτερον δὲ (1931) ὁ Windaus τήν ὑπ' αὐτοῦ κληθεῖσαν βιταμίνην D<sub>1</sub>. Ὁ Linsert (1932) ἀπεμόνωσε τήν βιολογικῶς ἰσχυροτέραν βιταμίνην D<sub>2</sub> ὀνομασθεῖσαν ἐν Ἀγγλίᾳ καλσιφερόλην. Μοριακῆ ἔνωσις ἐνός μορίου βιταμίνης D<sub>2</sub> και ἐνός μορίου λουμιστερίνης ἀποτελοῦν τήν βιταμίνην D<sub>1</sub>. Ἡ λουμιστερίνη ὡς και ή ταχυστερίνη ἀποτελοῦν ἐνδιάμεσα προϊόντα τοῦ φωτισμοῦ τῆς ἐργοστερίνης. Τὰ διάφορα διὰ φωτισμοῦ τῆς ἐργοστερίνης λαμβανόμενα προϊόντα παρίστανται σχηματικῶς εις τὸν κάτωθι πίνακα:



Ἡ ἐργοστερίνη ἀπεμονώθη τὸ πρῶτον ἐκ τῆς ἐρυσιβώδους ὀλύρας, παρασκευάζεται ὁμως σήμερον κυρίως ἐκ τῆς ζύμης. Ὁ ἐμπειρικός αὐτῆς τύπος εἶναι C<sub>28</sub>H<sub>44</sub>O, περιέχει δὲ τρεῖς διπλοῦς δεσμοὺς και τέσσαρας δακτυλίους. Ὁ συντακτικὸς αὐτῆς τύπος I ἀπεδείχθη διὰ τῶν ἐργασιῶν τοῦ Chuang και τοῦ Windaus.



Ἐκ τῶν προϊόντων τοῦ φωτισμοῦ τῆς ἐργοστερίνης ή λουμιστερίνη περιέχει ὁμοίως τρεῖς διπλοῦς δεσμοὺς, ἐξ ὧν τὸν ἕνα μὲν εις τήν πλευρικὴν ἀλύσειν εις τήν αὐτὴν θέσιν εις ἣν και ή ἐργοστερίνη, τοὺς ἄλλους δύο δὲ ἐν τῷ πυρῆνι B και δὴ εις τας θέσεις 6, 7 και 8, 9. Ἡ ταχυστερίνη ὁμως και ή βιταμίνη D<sub>2</sub> περιέχουν τέσσαρας διπλοῦς δεσμοὺς, ὧν ἕνα ἐν τῇ πλευρικῇ ἀλύσει, τοὺς τρεῖς ἄλλους δὲ ἐν τῷ πυρῆνι B εις συζυγιακὴν θέσιν. Κατόπιν σειρᾶς ἐργασιῶν ή ἀνάπτυξις τῶν ὁποίων θὰ ὠδήγει πολὺ μακρὰν ἐγένετο δεκτὸς διὰ τήν βιταμίνην D<sub>2</sub> ὁ ἐξῆς τύπος II κατὰ Windaus :



Ὀὗτως ή βιταμίνη D<sub>2</sub> περιέχει τέσσαρας διπλοῦς δε-



σμούς και τρεις δακτυλίους, ο σκελετός δ' αὐτῆς διαφέρει τοῦ τυπικοῦ σκελετοῦ τῶν στερινικῶν σωμάτων και συνεπῶς κατὰ τὴν διὰ Se ἀφυδρογόνωσιν δὲν δίδει μεθυλο-κυκλοπεντενο-φαινανθρένιον  $C_{18}H_{16}$ .

Ἡ συνθετικῶς παρασκευασθεῖσα βιταμίνη D<sub>2</sub> ὑπετέθη ὅτι ταυτίζεται πρὸς τὴν μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης μὴ ἀπομονωθεῖσαν φυσικὴν βιταμίνην D. Ἐν τούτοις ὠρισμένοι διαφοραὶ τόσον φυσικαί, ὅσον και κυρίως τοιαῦται βιολογικῆς δράσεως κατέδειξαν ὅτι ἡ φυσικὴ βιταμίνη D παρουσιάζει μὲν μεγάλην ἀναλογίαν πρὸς τὴν καλσιφερόλην δὲν ταυτίζεται ὅμως πρὸς ταύτην.

Ὁ Windaus και οἱ συνεργάται αὐτοῦ μελετῶντες συστηματικῶς τὴν σχέσιν τῆς χημικῆς συστάσεως σωμάτων φωτιζομένων και τῆς μετὰ τὸν φωτισμὸν ἐμφανιζομένης ἀντιρραχτικῆς ιδιότητος εἶδον ὅτι διὰ φωτισμοῦ τῆς 7,8 δεϋδροχοληστερίνης λαμβάνεται προῖον ἐξόχου ἀντιρραχτικῆς ἐνεργείας, τὸ ὁποῖον, ὡς ὀλίγον βραδύτερον ἀπεδείχθη, ταυτίζεται ἀπολύτως πρὸς τὴν φυσικὴν βιταμίνην D, ἀπομονωθεῖσαν ἐν τῷ μεταξὺ ὑπὸ τοῦ Brockmann τῆ βοήθειᾳ τῆς χρωματογραφικῆς ἀναλύσεως. Ἡ νέα αὕτη βιταμίνη D ὠνομάσθη βιταμίνη D<sub>3</sub>.

Διὰ τὴν ἐμφάνισιν βιολογικῆς ἐνεργείας μετὰ τὸν φωτισμὸν εἶναι ἀπαραίτητοι οἱ δύο συζυγιοκοὶ διπλοὶ δεσμοὶ μεταξὺ C5 - C6 και C7 - C8, ἐνῶ ὁ τῆς πλευρικῆς ἀλύσεως στερεῖται μεγάλης σημασίας. Εἰς τὴν ἔλλειψιν ἀκριβῶς τοῦ διπλοῦ τούτου δεσμοῦ και τῆς μεθυλικῆς δμάδος εἰς τὸν C24, μόναι διαφοραὶ μεταξὺ τῶν βιταμινῶν D<sub>2</sub> και D<sub>3</sub> ἀποδίδονται αἱ μεταξὺ των παρατηρούμεναι βιολογικαὶ διαφοραὶ ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν ἀντιρραχτικὴν δράσιν εἰς νεοσσούς ἀφ' ἑνός, εἰς ποντικούς ἀφ' ἑτέρου.

Ἡ καλσιφερόλη τήκεται εἰς 115 - 117°, ἡ βιταμίνη D<sub>3</sub> εἰς 82 - 84°. Ἀμφότεραι εἶναι ὀπτικῶς ἐνεργοὶ και δὴ δεξιόστρόφοι. Σημαντικὰς χημικὰς διαφορὰς δὲν παρουσιάζουν τὰ δύο σώματα. Διὰ θερμάνσεως εἰς 180 - 200° ἐπὶ 4 ὥρας καθίστανται βιολογικῶς ἀνεργοί. Δὲν καθιζάνονται ὑπὸ διγιτονίνης (διαφορὰ ἀπὸ τῶν στερινῶν). Εἶναι σταθεραὶ πρὸς ἀλκάλια, σχετικῶς ὅμως εὐαίσθητοι πρὸς τὸ ὀξυγόνο.

Μετὰ διαλύματος  $SbCl_5$  ἐν χλωροφορμῷ παρέχουν ἀμφότεραι πορτοκαλλοκιτρίνην χροιάν. Χαρακτηριστικὰς χρώσεις παρέχουν μεθ' ὕδατικοῦ διαλύματος 2% σεληνιώδους νατρίου, ὡς και μετὰ διαλύματος πυρογαλλόλης και ἀλκοολικοῦ διαλύματος ἀνύδρου  $AlCl_3$ . Αἱ μέθοδοι αὗται δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν και διὰ τὸν ποσοτικὸν προσδιορισμὸν τῆς βιταμίνης D. Οἷτος ὅμως ἐπιτελεῖται κυρίως βιολογικῶς τῆ βοήθειᾳ πειραματοζῶων.

Πλείονα ὅσα ἰσομερῆ παρεσκευάσθησαν ἐκ τῶν διαφόρων στερινῶν ἢτοι ἐργοστερίνης, χοληστερίνης, στιγμαστερίνης και σιτοστερίνης παρουσιάζοντα περὶωρισμένην ἀντιρραχτικὴν δράσιν.

Αἱ βιταμῖναι D κανονίζουν τὸν ἐν τῷ ὄργανισμῷ σχηματισμὸν και τὴν ἀπόθεσιν τῶν ἀλάτων τοῦ Ca και τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος, οὐδὲν ὅμως θετικὸν εἶναι εἰσέτι γνωστὸν ἐπὶ τοῦ μηχανισμοῦ τῆς βιολογικῆς

ταύτης ἐνεργείας. Κατ' ἄλλους αὗται αὐξάνουν τὸ ΡΗ τοῦ αἵματος, διευκολυνομένης οὕτω τῆς ἀποθέσεως τοῦ Ca, κατ' ἄλλους αὐξάνουν τὴν περατότητα τῶν κυτταρικῶν μεμβρανῶν, ἐνῶ κατ' ἄλλους τέλος ἐλευθεροῦν ἀπ' εὐθείας ἐκ τῶν φωσφατιδίων τὸ φωσφορικὸν ὀξύ.

Πλὴν πρὸς πρόληψιν και θεραπείαν τῆς ραχίτιδος ἐπροτάθη ἡ χρησιμοποίησις τῆς βιταμίνης D και πρὸς καταπολέμησιν ἄλλων ἀσθενειῶν, ἰδίως τῆς φυματιώσεως.

**Βιταμίνη Ε.** Ἡ βιταμίνη Ε ἢ βιταμίνη ἀναπαραγωγῆς ἢ τοκοφερόλη ἀποτελεῖ τὴν ὀλιγώτερον σχετικῶς μελετηθεῖσαν μέχρι σήμερον βιταμίνην. Ἀνήκει μετὰ τῶν βιταμινῶν Α και D εἰς τὰς εἰς λίπη διαλυτὰς βιταμῖνας. Ἀνευρέθη εἰς τὸ ἔλαιον τῶν φλοιῶν και τῶν σπερμάτων τῆς ὀρύζης, εἰς τὸν σῖτον, τὸ βούτυρον κ.ά. Κατὰ σχετικὴν ἔρευναν τῶν Randoin και Netter ἡ βιταμίνη Ε περιέχεται ὀπωσδήποτε μόνον εἰς κεχρωσμένα προϊόντα.

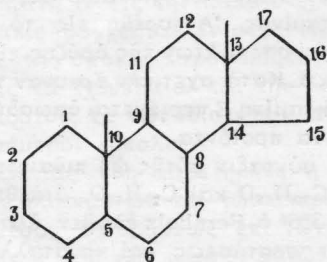
Διὰ τὴν σύνταξιν αὐτῆς ὡς πιθανώτεροι φέρονται οἱ τύποι  $C_{29}H_{48}O$  και  $C_{29}H_{50}O$ . Διὰ θερμικῆς διασπάσεως εἰς 355° ὁ Fernholz ἔλαβεν ἐλαιώδες προῖον ἀγνώστου συστάσεως και κρυσταλλικὸν τοιοῦτον, τὸ ὁποῖον ἀπεδείχθη ὡς δουροϋδροκινόνη. Ὀπωσδήποτε φαίνεται ὅτι ἡ βιταμίνη Ε κέκτηται πολυπυρηνικὸν σκελετὸν και ὅτι σχετίζεται πρὸς τὰς στερίνας και τὰς σεξουαλικὰς ὁρμόνας. Εἶναι ἀνθεκτικὴ πρὸς τὴν θερμότητα και τὸ φῶς. Καταστρέφεται δι'  $KMnO_4$  και Br, οὐχὶ ὅμως και δι' ἡπίας ὀξειδώσεως ἢ καταλυτικῆς ὕδρογνώσεως. Ἡ ἔλλειψις αὐτῆς προκαλεῖ διακοπὴν τοῦ γενετησίου κύκλου, στειρότητα, ἐκφύλισιν τῶν ἀδένων και ἰδίως τῶν ὄρχεων. Τέλος εἰς τὰ θήλεα παρεμποδίζεται ἡ κανονικὴ ἔκβασις τοῦ τοκετοῦ μὴ ἀναπτυσσομένου τοῦ ἐμβρύου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηρεῖται κυρίως εἰς τοὺς ποντικούς.

## II. Ὁρμόναι.

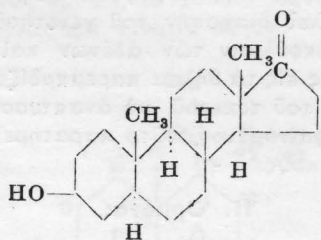
Ἡ τάξις τῶν ὁρμονῶν παρουσιάζει πλείστους ἀντιπροσώπους, ἐξ ὧν ἄλλοι μὲν ἔχουν ἀπὸ μακροῦ πλήρως ἀπὸ χημικῆς τουλάχιστον ἀπόψεως μελετηθῆ, ἄλλοι μόνον κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἐμελετήθησαν, συνεχίζεται δ' ἐντατικῶς ἡ μελέτη αὐτῶν, ἐνῶ τέλος δι' ἄλλους αἱ σημεριναὶ γνώσεις ἡμῶν εἶναι ἀτελέσταται. Μεταξὺ τῶν ἀντιπροσώπων τῆς πρώτης τάξεως περιλαμβάνονται ἡ ἀδρεναλίνη και ἡ θυροξίνη αἱ ὁρμόναι τῶν ἐπινεφριδίων και τοῦ θυροειδοῦς ἀδένου. Αὗται περιλαμβάνονται εἰς οἰονδήποτε ἐγγεῖριδιον Ὁργανικῆς Χημείας. Αἱ σεξουαλικά ὁρμόναι ἀποτελοῦν τοὺς κυριώτερους ἀντιπροσώπους τῆς δευτέρας τάξεως. Εἰς τὴν τρίτην τέλος τάξιν περιλαμβάνεται ὁ μεγαλύτερος ἀριθμὸς τῶν ὁρμονῶν ὡς ἡ ἰνσουλίνη, ἡ ὁρμόνη τοῦ παγκρέατος, ἡ προλάλη και ἄλλαι ὁρμόναι τῆς ὑποφύσεως κ.λ. Αἱ περὶ τούτων γνώσεις ἡμῶν εἶναι ἀκόμη λίαν ἀτελεῖς. Οὕτω διὰ τὴν ἰνσουλίνην π.χ. γνωρίζομεν ὅτι εἶναι πρωτεϊνικῆς φύσεως, ὅτι περιέχει S, οὐδὲν ὅμως πληρέστερον εἰσέτι ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως. Κατωτέρω θὰ περιορισθῶ μόνον εἰς τὰς σεξουαλικάς ὁρμόνας.

Ἀ ν δ ρ ι κ α ἰ σ ε ξ ο υ α λ ι κ α ἰ ὁ ρ μ ὶ ν α ἰ .

Από ιστορικής άποψως είναι ενδιαφέρον ότι, η πρώτη παρατήρησης ότι ὄργανά τινά κέκτηνται ἐπίδρασιν ἐπὶ ἄλλων ἀπομεμακρυσμένων ὄργάνων ἐγένετο ἐπὶ τῶν ἀνδρικών σεξουαλικῶν ὁρμονῶν ὑπὸ τοῦ Berthold ἤδη τῷ 1849. Τὰ πειράματα ἐπανελήφθησαν ἐκ νέου μόλις τῷ 1913, ἡ χημικὴ ὁμῶς ἀποψως τοῦ ζητήματος ἤρχισε κυρίως νὰ μελετᾶται, ἀφ' ἧς ὁ Butenandt ἐν ἔτει 1931 ἐπέτυχε τὴν ἐκ τῶν οὐρῶν ἀπομόνωσιν σώματός τινος τοῦ τύπου  $C_{19}H_{30}O_2$ , τὸ ὁποῖον ἐκάλεσεν ἀνδροστερόνη. Ἡ ἀνδροστερόνη, ὡς καὶ αἱ ἄλλαι συγγενεῖς ὁρμόναι κέκτηνται τὸν κάτωθι σκελετόν, ἀνάλογον τοῦ τῶν στερινῶν καὶ τῆς βιταμίνης D, στερούμενον ὁμῶς τῆς πλευρικῆς ἀλύσεως.



Εἰς τὴν ἀνδροστερόνην ἀπεδόθη ὁ κάτωθι τύπος ἐπιβεβαιωθεὶς ὄχι διὰ τῆς διευκρινίσεως τῆς συντάξεως, ἡ ὁποία καθίσταται ἀδύνατος ὡς ἐκ τῆς ἐλαχίστης ποσότητος ἀνδροστερόνης τὴν ὁποῖαν διέθετον οἱ ἔρευνηταί, ἀλλὰ διὰ συνθέσεως τὴν ὁποῖαν ἐπέτυχεν ὁ Ruzicka.



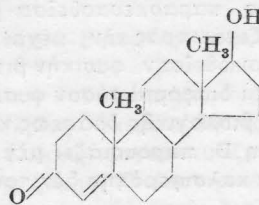
Πράγματι δι' ὀξειδώσεως τοῦ ἀκετυλιωμένου παραγώγου τῆς ἐπι-διυδροχοληστερίνης διὰ  $C_1O_3$  ἐν ψυχρῷ ἐλήφθη ἡ ἀνδροστερόνη. Ἐνδιαφέρον εἶναι ὅτι αὕτη προέρχεται ἐκ τῆς *cis*-μορφῆς τῶν στερινῶν, ἐνῶ συνήθως ἐν τῇ φύσει ἀπαντῶσιν αἱ τῆς *trans*.

Δευτέρα ὁρμόνη ἀπαντῶσα εἰς ἴσην σχεδὸν ποσότητα εἰς τὰ οὐρά τοῦ ἀνδρός εἶναι ἡ *trans*-Δ-5,6-δεϋδροανδροστερόνη. Αὕτη διαφέρει τῆς ἀνδροστερόνης ἀφ' ἐνὸς μὲν ἐκ τοῦ ὅτι περιέχει διπλοῦν δεσμόν εἰς τὰς C5-C6, ἀφ' ἑτέρου δ' ὅτι ἀνήκει εἰς τὴν *trans* μορφήν.

Ἡ ἀνδροστερόνη δὲν κατωρθώθη ἐν τούτοις ν' ἀπομονωθῇ ἐκ τῶν ὄρχεων, ἐκχυλίσματα τῶν ὁποίων ἐμφανίζονται εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις περισσότερο βιολογικῶς ἐνεργά. Τὰ ἐκχυλίσματα ταῦτα δι' ἀλκαλίων καὶ  $KMnO_4$  χάνουν τὴν βιολογικὴν αὐτῶν ἐνέργειαν, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐδείκνυε καρβονύλιον CO εἰς συζυγιακὴν θέσιν πρὸς διπλοῦν δεσμόν.

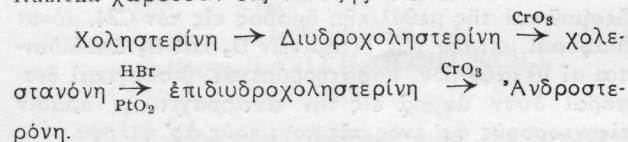
Οὕτως ὡς πιθανὴ σύστασις τῆς ὁρμόνης τῶν ὄρχεων προτείνεται ἡ τῆς ἀνδροστενο-17-όνης-3 ἢ τῆς ἀνδροστενο-διόνης-3,17. Ἐκ τούτων ἡ πρώτη

παρασκευασθεῖσα συνθετικῶς ὑπὸ τοῦ Ruzicka ἀπεδείχθη ὅτι ταυτίζεται πρὸς τὴν ὁρμόνην τῶν ὄρχεων, ἀπομονωθεῖσαν ἐν τῷ μεταξὺ ἐκ τῶν οὐρῶν ὑπὸ τοῦ Butenandt καὶ κληθεῖσαν τεστοστερόνην.



Δι' ὀξειδώσεως τόσον ἡ φυσικὴ, ὅσον καὶ ἡ συνθετικὴ τεστοστερόνη παρέχουν τὴν ἀνδροστενο-διόνην-3,17.

**Ἀνδροστερόνη.** Ἡ ἀνδροστερόνη ἀπεμονώθη διὰ συμπυκνώσεως ὀξεινοσθέντων οὐρῶν, ἐκχυλίσεως διὰ χλωροφορμίου, κατεργασίας δι' ἀλκαλίων σαπωνοποιήσεως καὶ συστηματικῆς ἀπομακρύνσεως τῶν συνοδῶν ὑλῶν ὑπὸ τὴν μορφήν τῆς ὀξίμης αὐτῆς. Ἐκ ταύτης διὰ διασπάσεως ἐλήφθη ἡ ἀνδροστερόνη, καθαρὴ ὁμῶς δι' ἐξαχνώσεως ἢ ἀνακρυσταλλώσεως. Μακρὰ βελόναι σ.τ. 184°. Στρέφει τὸ πεπολωμένον φῶς δεξιῶς. Παρέχει μετὰ μδινιτροβενζολίου ἐν ἀλκαλικῷ διαλύματι ἰώδη χροιάν. Ἡ ἀνδροστερόνη παρεσκευάσθη συνθετικῶς κατὰ πλείονας τῆς μιᾶς μεθόδους. Ἐκ τῶν μεθόδων τούτων ἀναφέρω τὴν τοῦ Ruzicka χωροῦσαν εἰς τὰ ἐξῆς στάδια :



**Trans-Δ-5,6-Δεϋδροανδροστερόνη.** Ἀναλόγως τοῦ μέσου, ἐξ οὗ κρυσταλλοῦται παρουσιάζεται ὑπὸ διαφόρους μορφάς, διαφόρου σ.τ. Εἶναι εὐδιάλυτος εἰς ὄλα τὰ διαλυτικὰ ὑγρά, ἐξαιρέσει τοῦ τετραχλωράνθρακος καὶ τοῦ πετρελαϊκοῦ αἰθέρος. Καθιζάνει μετὰ διγλιτονίνης (χαρακτηριστικὴν τῆς κανονικῆς *trans* μορφῆς τῶν στερινῶν). Παρεσκευάσθη ὁμοίως συνθετικῶς. Βιολογικῶς παρουσιάζει τὸ ἐνδιαφέρον ὅτι δρᾷ τόσον ὡς γυναικεία, ὅσον καὶ ὡς ἀνδρική ὁρμόνη. Δρᾷ ἐν τούτοις κατὰ 100 φ. ρὰς ἀσθενέστερον τῆς τεστοστερόνης καὶ κατὰ 1000 φ. ρὰς ἀσθενέστερον τῆς οἰστρόνης.

**Τεστοστερόνη** Εἶναι ἀδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὰ πλείστα ὄργανικὰ διαλυτικὰ μέσα, σ.τ. 154°. Πρὸς ὀξέα καὶ ἀλκάλια ἐν θερμῷ εἶναι σταθερά, δι' ἐστεροποιήσεως χάνει τὴν βιολογικὴν αὐτῆς δρᾶσιν. Εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων ἐμφανίζεται βιολογικῶς δραστικώτερα τῆς ἀνδροστερόνης.

Συνθετικῶς παρεσκευάσθησαν πλείστα ὅσα προΐοντα ἀναλόγου καὶ παρεμφεροῦς συστάσεως, τινὰ τῶν ὁποίων παρουσιάζουν ἰσχυροτάτην βιολογικὴν ἐνέργειαν.

Ἡ ἔλλειψις τῶν ὁρμονῶν τούτων προκαλουμένη εἴτε ἐκ τῆς ἀπουσίας τῶν παραγόντων ταύτας ἀδέων, εἴτε ἐκ κακῆς αὐτῶν λειτουργίας, πλὴν βεβαίως ἀνικανότητος, προκαλεῖ ἐξαφάνισιν τῶν ἰδιαζόντων



δευτερευόντων χαρακτηριστικῶν τοῦ ἄρρενος φύλου. Εἰς τὰ καπόνια π. χ. τοῦ λαμπροῦ πτερώματος, τοῦ λειριού, τῆς φωνῆς κ.λ., ὅποτε ταῦτα λαμβάνουν τὴν ἐξωτερικὴν μορφήν ὄρνιθος. Ἀνάλογα φαινόμενα παρατηροῦνται καὶ εἰς ἄλλα ζῶα καὶ εἰς τὸν ἄνθρωπον.

Γυναικεῖαι σεξουαλικά ὁρμόνια. Αἱ γυναικεῖαι σεξουαλικά ὁρμόνια ἀπὸ χρονολογικῆς ἀπόψεως τῆς χημικῆς ἐρεύνης προηγούνται τῶν ἀνδρικών. Ὁ ἀριθμὸς τῶν βιολογικῶς ἐνεργῶν σωμάτων εἶναι μεγαλύτερος. Τὰς γυναικεῖας σεξουαλικὰς ὁρμόνας δυνάμεθα νὰ διαιρέσωμεν εἰς δύο μεγάλας τάξεις: α') τὰς ὁρμόνας τοῦ ὄχρου σωματίου καὶ β') τὰς ὁρμόνας τῶν φθοθυλακίων.

α') Ὁρμόνια τοῦ ὄχρου σωματίου. Ἡ ὁρμόνη τοῦ ὄχρου σωματίου (corpus luteum) ἀπεμονώθη εἰς σχετικῶς καθαρὰν κατάστασιν τοῦ 1921 ὑπὸ τῶν Corner καὶ Allen. Τελείως καθαρὰν τοιαύτην ἐπέτυχεν πρῶτος ὁ Butenandt (1934). Ἡ διευκρίνισις τῆς συντάξεως τῆς ὁρμόνης, τοῦ ὄχρου σωματίου, τῆς προγεστερόνης ὡς ὀνομάζεται σήμερον, διηκολύνθη διὰ τῆς ὑπὸ τοῦ Butenandt ἐκ τῶν οὐρῶν ἀπομονωθεῖσης πρεγνανδιόλης, ἥτις ἀποτελεῖ τὴν μορφήν, ὑφ' ἣν ἀποβάλλεται διὰ τῶν οὐρῶν ἡ προγεστερόνη.

Προγεστερόνη I. Ἡ προγεστερόνη ἀπεμονώθη ἐκ τῶν φαρίων ἢ τοῦ ὄχρου σωματίου διὰ σειρᾶς κατεργασιῶν, αἵτινες σκοπὸν ἔχουν τὴν ἀπομάκρυνσιν ἀφ' ἑνὸς μὲν τῶν ξένων προσμείξεων, ἀφ' ἑτέρου δὲ τῆς ὀπωσδήποτε συνυπαρχούσης ὁρμόνης τῶν φθοθυλακίων.

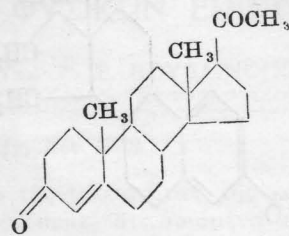
Ἡ σύνταξις αὐτῆς διευκρινισθεῖσα τόσον διὰ τῆς συστηματικῆς ὀξειδώσεως, ὅσον καὶ διὰ τῆς συνθέσεως, ἥτις ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς στιγμαστερίνης, ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν τῆς Δ-4,5-πρεγνανοδιόνης-3,20. Ἀνευρίσκειται ὑπὸ δύο μορφᾶς χαρακτηριζομένης ὡς α- καὶ β- διακρινόμενης ἐκ τοῦ βαθμοῦ τήξεως καὶ ἄλλων φυσικῶν ἰδιοτήτων. Ἡ ἰσομερῆς πρὸς τὴν προγεστερόνην Δ-1,2-πρεγνανοδιόνη, διακρινόμενη ὡς πρὸς τὴν θέσιν μόνον τοῦ διπλοῦ δεσμοῦ, πάντως ἐν συζυγιακῇ θέσει πρὸς τὸ CO, ἥτις σύνταξις εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν φυσιολογικὴν τῆς ὁρμόνης δράσιν, εἶναι βιολογικῶς ἀδρανῆς. Ἐκ τούτου καταφαίνεται ἡ ἀπόλυτος εἰδικότης καὶ ἐκλεκτικότης τῆς προγεστερόνης.

Πρεγνανδιόλη II. Ἀπεμονώθη ἐκ τῶν οὐρῶν τῶν ἐγκύων φορβάδων ὑπὸ τῶν Marrian καὶ Butenandt ἔνθα ἀνευρίσκειται συνεζευγμένη μετὰ γλυκουρυνικοῦ ὀξέος, σ. τ. 234°.

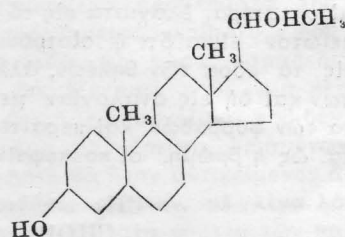
Συνθετικῶς παρεσκευάσθησαν πληθώρα ὄλων σωμάτων προϊόντων ἀναγωγῆς, ὀξειδώσεως κ.λ. τῆς προγεστερόνης, ὧν τινὰ ἀνευρέθησαν καὶ ἐν τῷ ζῶντι ὀργανισμῷ. Ὡρισμένα τούτων κέκτηνται φυσιολογικὴν δράσιν. Ἡ φυσιολογικὴ δράσις τῆς προγεστερόνης συνίσταται εἰς τὴν προσκόλλησιν τοῦ γονιμοποιηθέντος ὠαρίου εἰς τὸν βλεννογόνον τῆς μήτρας. (Βλέπε τύπους ἐπομένης στήλης).

β') Ὁρμόνια τῶν φθοθυλακίων. Αἱ πρῶται ἐργασίαι ἐπὶ τῆς ὁρμόνης τῶν φθοθυλακίων ἀνάγονται εἰς τοὺς Allen καὶ Doisy, οἵτινες παρετήρησαν ὅτι ὑγρὸν τῶν φθοθυλακίων ἀποκαθιστᾷ τὸν

γενετήσιον κύκλον εἰς εὐνουχισθέντας θήλειαις ποντικούς. Τὴν αὐτὴν ἰδιότητα παρουσιάζουν κατὰ Zondek-Aschheim καὶ τὰ οὐρα ἐγκύων γυναικῶν. Ἐκ τῶν τοιούτων οὐρῶν ἀπεμόνωσαν διάφοροι ἐρευνη-

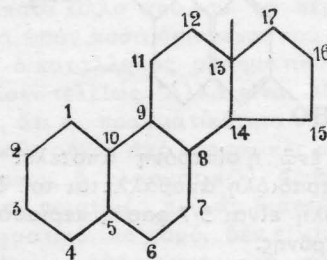


I



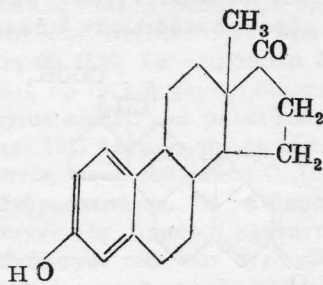
II

ταὶ βιολογικῶς ἐνεργὰ προϊόντα κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον καθαρὰ. Τελείως καθαρὰν ὁρμόνην ἐπέτυχεν ὁ Doisy τῷ 1929, ἀμέσως δὲ κατόπιν οἱ Butenandt καὶ Laqueur. Ἡ μελέτη τῆς ὁρμόνης ταύτης διηκολύνθη σημαντικώτατα ἐκ τῆς ὑπὸ τοῦ Doisy γενομένης παρατηρήσεως ὅτι οὐρα ἐγκύων φορβάδων περιέχουν 10-40 φορές περισσοτέραν ὁρμόνην ἢ τὰ οὐρα τῶν γυναικῶν. Ἐξ αὐτῶν μετὰ πρόηγουμένην ὑδρόλυσιν ἐλήφθη ἡ ὁρμόνη τῶν φθοθυλακίων (οἰστρόνη, φολλικουλίνη), συγχρόνως δὲ καὶ ἄλλα ὁμοίως βιολογικῶς ἐνεργὰ σώματα, ἡ ἐκουιλίνη καὶ ἡ ἐκουιλενίνη. Ὅλα τὰ σώματα ταῦτα κέκτηνται τὸν σκελετὸν τῶν στερινῶν. Εἰς τὴν ὀνομασίαν τῶν ὁρμονῶν τούτων παρετηρήθη ἀρχικῶς μεγάλη σύγχυσις. Κατόπιν κοινῆς συμφωνίας ὄλων τῶν ἐρευνητῶν αἱ ὁρμόναι αὗται θεωροῦνται σήμερον ὡς προερχόμεναι ἐκ τοῦ ὑποθετικοῦ κεκορεσμένου ὑδρογονάνθρακος, ὁ ὁποῖος ἐκλήθη οἰστράνιον. Ἐξ αὐτοῦ ὀνοματίζονται αἱ διάφοροι ὁρμόναι.



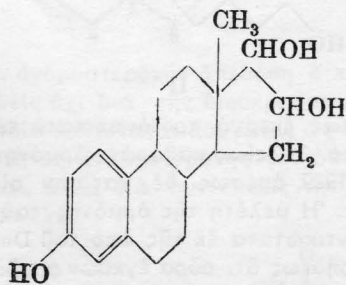
Οἰστρόνη (οἰστρίνη, φολλικουλίνη). 3-ὀξυ-οἰστρατριενο-1,3,5-όνη-17. Ἀπεμονώθη ἐκ τῶν οὐρῶν τῶν ἐγκύων γυναικῶν καὶ φορβάδων. Παρουσιάζεται εἰς τρεῖς κρυσταλλικὰς μορφᾶς, μίαν ρομβικὴν σταθερὰν σ.τ. 259° καὶ δύο ἀσταθεῖς ρομβικὴν σ.τ. 254°

καί μονοκλινή σ.τ. 256°. Υπό πίεσιν 0.002 mm Hg αποστάζει αναλλοίωτος εις 150-200°. Διαλύεται



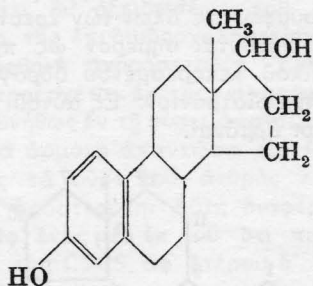
μάλλον εύκόλως έν άλκοόλη, άκετόνη, χλωροφορμύ, βενζολίω, όλίγον εις αιθέρα, πετρελαϊκόν αιθέρα και όξικόν αιθυλεστέρα, έλάχιστα εις τό ύδωρ.

Άξιοσημείωτον είναι ότι ή οιστρόνη άνευρέθη όχι μόνον εις τά ούρα των θηλέων, αλλά και των άρρένων ίπων και δη εις άναλογίαν μεγαλύτεραν ή εις τά ούρα των φορβάδων και περαιτέρω εις φυτικά προϊόντα, ώς ή βρώμη, οι κοκκοφοίνικες κ. ά.



**Οιστρόνη.** Άποτελεί τον ύδρίτην της οιστρόνης, είναι γλυκόλη. Άνευρέθη όμοίως εις τά ούρα έγκύων γυναικών και φορβάδων. Άποτελεί την βιολογικώς δραστικώτεραν όρμόνην.

**Οιστραδιόλη** (Διυδροφολλικουλίνη),  $C_{18}H_{24}O_2$ . Είναι ή πρός την κετόνην οιστρόνην άντιστοιχούσα άλκοόλη. Αύτη είναι ή πραγματική όρμόνη των

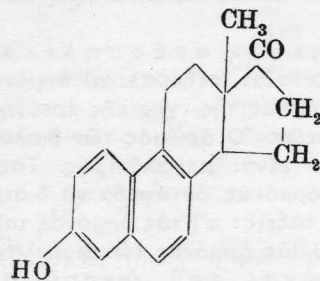


φοθυλακίων, ένφ ή οιστρόνη αποτελεί την μορφήν, ύφ' ήν ή οιστραδιόλη αποβάλλεται του όργανισμου. Η οιστραδιόλη είναι 5-7 φορές περισσότερο ενεργός της οιστρόνης.

**Έκουιλίνη**  $C_{18}H_{20}O_2$ . Άπεμονώθη έκ των ούρων των φορβάδων, σ.τ. 238-240°. Δεξιοστρόφος. Η σύνταξις αύτης είναι προσομοία της της έκουιλενίνης. Η θέσις ένός διπλου δεσμού δέν έχει εισέτι έξα κριβωθή.

**Έκουιλενίνη**  $C_{18}H_{18}O_2$ . Άπεμονώθη και αύτη έκ των ούρων των έγκύων φορβάδων, σ.τ. 258-259°. Δεξιοστρόφος. Θερμαινομένη έν άπουσία άέρος

μεταβάλλεται εις έρυθρόν σώμα σ.τ. 245°, διαλυόμενον εις άλκάλια μετά κυανοπρασίνης χροιάς. Η ιδιότης αύτη χρησιμοποιείται διά την άνίχνευσιν και τον ποσοτικόν προσδιορισμόν της έκουιλενίνης.



Ό ρμόνοι του φλοιού των έπινεφριδίων. Άναλογίαν πρός τάς σεξουαλικάς όρμόνας παρουσιάζουν οι όρμόνοι του φλοιού των έπινεφριδίων, άπομονωθείσαι κυρίως υπό του Reichstein. Πρός άπομόνωσιν τούτων ό Reichstein μετεχειρίσθη την μέθοδον Gerard και Sandulesco καταλλήλως τροποποιηθείσαν. Αύτη βασίζεται εις τον σχηματισμόν έκ κετονικών σωμάτων ύδραζιδίων περιεχόντων και τεταρτοταγές άμμωνιακόν άζωτον. Αι ένώσεις αύται είναι διαλυταί εις ύδωρ, άδιάλυτοι δέ εις όργανικά μέσα μη περιέχοντα OH. Η όρμόνη, κληθείσα υπό του Reichstein κορτικοστερόνη έχει πιθανώτατα σύνταξιν άπολύτως άνάλογον πρός την τεστοστερόνην περιέχει όμως εις την θέσιν 17 αντί OH την ομάδα  $-CO.CH_2OH$ .

Πάντως ή έρευνα αύτης τόσον επί της χημικής συστάσεως, όσον και επί της βιολογικής δράσεως συνεχίζεται. Έκ των έπινεφριδίων άπεμονώθη περαιτέρω σώμα παρουσιάζον ιδιότητας άνδρικής σεξουαλικής όρμόνης.

Εις την σύντομον αύτην σκιαγραφίαν άσφαλώς δέν έξαντλείται ή χημεία των βιταμινών και όρμονών. Η χημική και βιολογική έρευνα έχουν προχωρήσει ήδη άρκετά, περισσότερο άσφαλώς ή πρώτη άφου σήμερα γνωρίζομεν την σύνταξιν των περισσότερων βιταμινών και όρμονών και δυνάμεθα και συνθετικώς νά παρασκευάσωμεν αύτάς, καθιστάμενοι ούτως άνεξάρτητοι των φυσικών προϊόντων, τά όποια είναι τόσον πτωχά εις τάς πολυτίμους ταύτας ύλας. Άλλ' άκριβώς άπό τουδεν διανοίγονται νέοι εύρεϊς όρίζοντες εις την χημείαν των σωμάτων αυτών. Η άποδειχθείσα ήδη στενή σχέση εις μεταξύ βιταμινών και όρμονών άφ' ένός, βιταμινών και φυραμάτων άφ' έτέρου, ή διαπίστωσις της ύπάρξεως και φυτικών όρμονών, των αυξινών, ώς και άλλων μη έπαρκώς εισέτι μελετηθέντων βιολογικώς, έπωφελώς ή έπιβλαβώς δρώντων συντελεστών και όχι τελευταίον ή εις ένια ιδίως σώματα παρατηρηθείσα άποκλειστική έκλεκτικότης, ίσως όδηγήση εις τό έγγύς ή άπώτερον μέλλον εις την διευκρίνισιν του βασικώτερου προβλήματος, τό όποιον άψησχόλησε μέχρι σήμερα τον άνθρωπον και τό όποιον άνωφελώς έπεχείρησαν νά λύσουν μέχρι σήμερα τόσον ή φιλοσοφία, όσον και ή Ιατρική, όσον και ή Άλχημεία: του προβλήματος της ζωής. Και άσφαλώς ό ρόλος της χημείας εις τό κατόρθωμα αυτό δέν θα είναι ό μικρότερος.



## ΜΙΚΡΟΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ Η ΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Υπό Γ. Σ. ΒΟΥΒΛΙΝΟΠΟΥΛΟΥ  
Χημικού του Κεντρ. Έδαφολογικού Έργαστηρίου

Όμιλία γενομένη κατά την συνεδρίαν της 12ης Απριλίου 1938.

Πολύ καιρό ήδη γίνεται λόγος για κρίση στις φυσικές επιστήμες και όλοι λίγο πολύ πιστέψαμε και πιστεύουμε ακόμη σ' αυτήν. Ίσως να μην είναι άσκοπο να εξετάσουμε το ζήτημα αυτό, όσο θεωρητικό κι' αν φαίνεται, γιατί δεν είναι υπερβολικό αν πεί κανείς, ότι παραμένει μια κρυφή ανησυχία μέσα μας, όσο τουλάχιστο δεν καθορίζουμε ακριβώς την έκταση και τη σημασία της κρίσης αυτής.

Σε κάθε επιστήμη, μπορούμε να διακρίνουμε δυο περιπτώσεις κρίσης: κρίση αντικειμένου και κρίση μεθόδου. Όταν για το αντικείμενο της επιστήμης αμφιβάλλουμε, έχουμε κρίση αντικειμένου· όταν η μέθοδος που χρησιμοποιούμε δεν επαρκεί, έχουμε κρίση μεθόδου. Το αντικείμενο των φυσικών επιστημών, είναι το φυσικό δεδομένο της πραγματικότητας, ή όπως λέμε, τα φυσικά φαινόμενα. Για να υπάρξει κρίση αντικειμένου, θα πρέπει να είναι δυνατό να συγχωνευθούν δυο διαφορετικές μορφές της πραγματικότητας σε μία, τα φυσικά φαινόμενα με τα χημικά λ.χ., ή τα φυσικά με τα βιολογικά κ.ο.κ. Άλλα μια τέτοια περίπτωση, ως τώρα τουλάχιστο, δεν παρουσιάστηκε, κι' αν ακόμη όλες οι ένδειξεις των μεθοδολογικών γνώσεών μας τείνουν στην δυνατότητα μιας μελλοντικής ενιαίας μορφής στα δεδομένα της πραγματικότητας. Ωστε αυτή τη στιγμή, δεν μπορούμε να μιλήσουμε για κρίση αντικειμένου στις φυσικές επιστήμες.

Μέθοδος είναι έκλογη ενός τρόπου γνώσης· έκλογη όμως όχι τυχαία αλλά όρισμένη, μέσα στο σύνολο των δυνατών τρόπων γνώσης της πραγματικότητας, που προέρχεται πάντα από το υποκείμενο, τον επιστήμονα λ.χ. άσχετα αν αναφέρεται στο ίδιο ή άλλο υποκείμενο, ή σε αντικείμενο, γι' αυτό είναι υποκειμενική ως προς την προέλευση, υποκειμενική ή αντικειμενική ως προς τον σκοπό. Ούτως ή άλλως, το εκφραστικό όργανο μιας μεθόδου είναι ή γλώσσα, ή κοινή, ή διμιλουμένη στην αρχή, ή ειδική, ή τεχνική αργότερα. Γιατί είναι εύκολο να καταλάβουμε, πως όσο προχωρούμε στην τελειότητα της γνώσης του αντικειμένου, τόσο και η μέθοδος που χρησιμοποιούμε και το όργανο που μ' αυτό εκφράζεται, είναι ανάγκη να τελειοποιούνται. Στην αρχή ή τεχνική γλώσσα με τους τεχνικούς της όρους, επαρκούσε στην ανάγκη αυτήν. Αργότερα, με την πρόοδο των δεδομένων των επιστημών και ή τεχνική γλώσσα δεν επαρκούσε πιά, γι' αυτό στο καθαρά γλωσσικό εκφραστικό μέσο, προσετέθη ο μαθηματικός λογισμός και όρισμένα τεχνικά σύμβολα. Ο λόγος, ή τελειοποίηση της μεθόδου, ώστε να επαρκεί άπολύτως

στην εξέλιξη της τελειότητας της γνώσης του αντικειμένου. Νομίζουμε, ότι όρισμένα προβλήματα που έχουν τεθεί τελευταίως, πρό όλίγων δεκάδων μόλις ετών, από την ανακάλυψη των ακτινεργών και κυρίως από όρισμένα προβλήματα της μικροφυσικής και της μικροχημείας, καθιστούν ήδη φανερή την ανεπάρκεια των ως τώρα παραδεδεγμένων μεθόδων. Δεν θα εξετάσω κάθε μια περίπτωση χωριστά, που ακριβώς επαρκεί και που δεν επαρκεί ή παλαιά μέθοδος στην έρευνα όρισμένων φυσικών φαινομένων. Αυτό θα ήταν αντικείμενο άλλης μελέτης· θα προσπαθήσω μάλλον, με λίγα λόγια, να δείξω ποιά είναι τα αδύνατα σημεία των παλαιότερων μεθόδων, με ένα τρόπο γενικό.

Βασική προϋπόθεση, στην εφαρμογή των παλαιών μεθόδων, είναι ότι α) ότι τα φυσικά φαινόμενα υπακούουν στον νόμον της αναγκαιότητας, και β) οι σχέσεις που έρμηνεύουν αυτά, είναι σχέσεις ποσοτικές. Άς έμβαθύνουμε στις δυο αυτές περιπτώσεις.

α) Τα φυσικά φαινόμενα υπακούουν στον νόμον της αναγκαιότητας· δηλαδή, για να εκδηλωθεί το φυσικό φαινόμενο, πρέπει να προηγηθεί μια αίτια, έξω από το φαινόμενο, στον χώρο, και πριν, από το φαινόμενο, στον χρόνο. Άλλ' αυτή ή ντετερμινιστική άποψη των φαινομένων, είναι μάλλον ανεπαρκής, γιατί δεν άργησε να δημιουργηθεί ή δυσχέρεια και παραμένει ακόμα πρόβλημα, πως μπορεί να έννοηθεί μια αίτια έξω από όρισμένα φυσικά φαινόμενα και πριν απ' αυτά, όταν λ.χ. μεταξύ αίτιας και άποτελέσματος δεν υπάρχει αναγκαία συνέπεια, όταν λ.χ. μεταξύ δύο διαδοχικών στιγμών έχουμε πιθανότητα.

β) Οι σχέσεις που έρμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα είναι ποσοτικές, δηλαδή οι νόμοι που καθορίζουν την γένεση και την πορεία των φαινομένων, δεν κάνουν τίποτα άλλο από το να πέρνουν τα φαινόμενα αυτά ως αν ποσά όρισμένα, που δεν μένει παρά να βρεθεί ο κατάλληλος μαθηματικός τύπος για να τα καθορίσει τελείως. Άλλα είναι εύκολο να αντιληφθούμε, ότι ή πραγματικότητα δεν άποτελείται ούτε μερικώς μόνον από ποσοτικές σχέσεις, με μορφήν άκέραιων ή κλασματικών άριθμών, άλλ' από σχέσεις και ποιοτικές, που αν διαφεύγουν τον σημερινό μαθηματικό λογισμό, δεν είναι για τον λόγον αυτό λιγώτερον ουσιαστικές στη σύσταση των φυσικών φαινομένων.

Τις δυσχέρειες αυτές, που προκύπτουν από τον νόμο τον αίτιοκρατικό, προσάθησαν να υπερπηδήσουν, με την στατιστική. Τις δυσχέρειες που προέκυψαν από τα ποιοτικά στοιχεία των φυσικών φαινομέ-

ων, προσπάθησαν να υπερπηδήσουν, με τις ποιοτικές εξισώσεις. Στην πρώτη περίπτωση γίνεται το σφάλμα, ότι ζητούν από την στατιστική την εξήγηση όρισμένων φαινομένων, ενώ η στατιστική είναι το πολύ μια διαπίστωση και ποτέ μια βέβαιη εξήγηση. "Όσο για τις ποιοτικές εξισώσεις, οι δυσχέρειες φαίνονται ανυπερέβλητες, αν δεν δοθεί προηγουμένως, ένα άλλο περιεχόμενο, στον όρο εξίσωση, που προϋποθέτει έστω και για μια στιγμή, μόνο, σταθερή σχέση μεταξύ των στοιχείων που εξισώνονται κι' αμφιβάλλουμε, αν έτσι μπορεί να εκφρασθεί μια οποιαδήποτε ποιοτική σχέση.

Οι παρατηρήσεις μου ως εδώ, προϋποθέτουν βέβαια, γνωστά τα φαινόμενα σ' όσα αναφέρομε' ότι είναι γνωστή ή νέα μηχανική, ή κατεύθυνση της κβαντικής φυσικής κ.λ. και ότι όλες αυτές οι νέες τάσεις καθιστούν ακόμη πιο φανερή την ανεπάρκεια των παλαιών μεθόδων, για μια όρισμένη κατηγορία φαινομένων τουλάχιστον' και όπως θέτουμε το ζήτημα προκύπτουν τα εξής δύο προβλήματα :

α') Εάν η φυσική των κβάντα, ή νεώτερη μηχανική, δημιουργούν ένα νέον είδος μεθόδου στις φυσικές επιστήμες.

β') Είναι δυνατό να συνυπάρχουν δυο μηχανικές λ.χ., ή μια να αναφέρεται στο μακροφαινόμενο και ή άλλη στο μικροφαινόμενο ;

Οι απαντήσεις δεν είναι και τόσο εύκολες και κυρίως, γιατί οι νέες αυτές κατευθύνσεις είναι ακόμη στην περίοδο της έρευνας. Μά μπορεί κανείς από τώρα να σημειώσει την επιτυχία στην εφαρμογή των νέων αυτών μεθόδων, όσον αφορά τουλάχιστον ένα μέρος των νεώτερων προβλημάτων, αλλά και δεν πρέπει ν' αποσιωπήσει την αποτυχία τους σε μια άλλη σειρά φαινομένων. Και το βασικότερο μειονέκτημα είναι, ότι προχωρώντας έτσι με την νέα μεθοδολογική αντίληψη, δημιουργούμε ένα άλλο τρόπο έρευνας και μελέτης των φυσικών φαινομένων, άσχετο με τον προηγούμενο, όποτε έρχεται μόνο του το πρόβλημα, πώς θα συνδέσουμε τις δύο αυτές κατευθύνσεις, ώστε να έχουμε τελικώς μια ενιαία επιστήμη. Γιατί όλοι καταλαβαίνουμε λ.χ. πώς δεν μπορούμε να έχουμε δυο διάφορες μηχανικές, ή μια να εξηγεί την γεωμετρική οπτική και ή άλλη όρισμένες περιπτώσεις από την φυσική οπτική κ.λ. Και μολονότι θα ίκανοποιούσεν ίσως ή απάντηση, αν θα συμφωνούσαμε με την μια ή την άλλη άποψη, δυστυχώς μια τέτοια απάντηση δεν μπορούμε ακόμη να δώσουμε και πολύ φοβόμαστε, πώς δεν θα μπορέσουμε και για πολύ αργότερα, γιατί γίνεται ένα βασικό σφάλμα.

'Αμφιβάλλουμε για τον νόμο τον αιτιοκρατικό των φυσικών φαινομένων και τα πέρνουμε σαν ποσά, καθώς είδαμε' και είτε με την παλαιά μέθοδο, είτε με την νέα, αμφιβάλλουμε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο' αλλά τότε πώς μπορούμε να πούμε ότι άλλαξε και σε τί άλλαξε ή νεώτερη μεθοδολογία στις θετικές επιστήμες ;

Με την έρώτηση αυτή θέλω να δείξω, πώς ή εξέλιξη των θετικών επιστημών, μάς έφερε προστά σε μια κατηγορία φαινομένων που διαφέρουν βασικά,

έτσι τουλάχιστον φαίνεται, από όσα ως τώρα ξέραμε. Και ή αλλαγή αυτή προεκάλεσεν ένα νέο προσανατολισμό, στη μέθοδο που ως τώρα είχαμε, για τη μελέτη τους. Μά ο νέος αυτός προσανατολισμός, δεν είναι τίποτε παρά πάνω από μια διεύρυνση παλαιών θεωριών' δεν έχει μέσα του στοιχείο μιας «κατά βάσιν» άλλης μεθοδολογίας. Και εδώ ακριβώς ήθελα να φθάσω' τί έννοούμε μεθοδολογία και πώς θα έννοήσουμε μια νεώτερη μεθοδολογία ;

Όπως ο όρος έχει καθιερωθεί, μεθοδολογία είναι ή επιστήμη, που κάνει λόγο για τη μέθοδο που χρησιμοποιεί κάθε επιστήμη χωριστά και που προσπαθεί να καταλήξει σε μια ευρύτερη άποψη ενιαίας μεθόδου, στην ανθρώπινη γνώση.

'Από την άποψη αυτή, βλέπουμε για δεύτερη φορά, πώς αν νεώτερες θεωρίες έχουν γίνει, ώστε να περιληφθούν σ' αυτές, όλες οι περιπτώσεις των φυσικών φαινομένων, αυτές όμως οι ίδιες, σαν ένας όρισμένος τρόπος γνώσης, δεν διαφέρουν από τον προηγούμενο, ούτε το εκφραστικό μέσο άλλαξε και το χειρότερο, στηρίζονται άπάνω στο σφάλμα, ότι αν μπορούμε ποτέ να αμφιβάλλουμε για τον αιτιοκρατικό νόμο, το γεγονός αυτό δεν αναφέρεται καθόλου στη φύση των έξωτερικών φαινομένων, αλλά στη φύση της λειτουργίας της δικής μας σκέψης' και άλλο πράγμα, αν στην μέθοδο που χρησιμοποιούμε, στις φυσικές επιστήμες, ίσχυει ή δεν ίσχυει ο αιτιοκρατικός νόμος και άλλο, όπως κακώς γίνεται λόγος, αν αυτά τα νέα φυσικά φαινόμενα έχουν ως νέο στοιχείο έντελώς διαφορετικά γνωρίσματα από εκείνα που ως τώρα γνωρίζαμε.

Στην κατεύθυνση αυτή μου δόθηκε ή ευκαιρία να εργασθώ και ελπίζω σύντομα να έχω την τύχη να σας παρουσιάσω τα πορίσματά μου. Προς το παρόν, θα σας παρακαλέσω να μου επιτρέψετε, να σας παρουσιάσω, σε γενικές γραμμές τα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει ή νέα μεθοδολογία ή διαστατική γεωμετρία, από τον τρόπο που εκφράζεται.

'Έρευνα Α'. Τί είναι μακροφαινόμενο και τί μικροφαινόμενο, ή τί μακροεπιστήμη και τί μικροεπιστήμη, εάν ή πρώτη διάκριση γίνει δεκτή. Για να απαντήσουμε στο έρώτημα αυτό, σας παρακαλώ να δεχθείτε να κάνουμε ένα είδος ιστορικής έρευνας άπάνω στο αντικείμενο το βασικό των θετικών επιστημών, που είναι το πρόβλημα της ύλης. Στην αρχή ή ύλη ένδιέφερε, αν θεράπευε λ.χ. ή αν σε μια τέτοια ή διαφορετική μορφή μπορούσε να πάρει μυθώδη αξία. Αυτή ή υπόθεση όσο πρωτόγονη και αν μάς φαίνεται τώρα, όμως δεν βάσταξε και λίγο. Μ' άλλα λόγια, δεν ένδιέφερε τότε, τί πράγμα ήταν αυτή ή ίδια ή ύλη, που την έβλεπαν μάλλον σαν ένα μέσο παρά σαν ένα σκοπό, στις έρευνές τους. Πολύ αργότερα ή ύλη ένδιέφερε ή ίδια, αλλά και πάλι, ως τώρα τελευταία που βγήκαν, τα άκτινεργά, δεν δόθηκε ή ευκαιρία να στοχασθούν οι επιστήμονες πέραν από ό,τι φαίνονταν στις σχέσεις που προέκυπταν από τις διάφορες μορφές της ύλης. 'Η φυσική και ή χημεία, μέχρι τον 20ον σχεδόν αιώνα, είναι άναμφισβήτητα επιστήμες των μορφών της ύλης. Μά ή άκτινοβολία, ή μεταστοιχείωση και άλλες άνάλο-



γες ἐκδηλώσεις τῆς ὕλης, ἀνάγκασαν τοὺς ἐπιστήμονες νὰ μὴ μποροῦν νὰ περιορίζονται σ' ὅ,τι μονάχα φαινόνταν, μὰ κυρίως καὶ σὲ ὅ,τι γίνονταν. Γιατί ἄλλο πράγμα εἶναι νὰ ἔχω μιὰ ὀρισμένη μορφή τῆς ὕλης καὶ νὰ θέλω νὰ τὴν γνωρίσω ἢ καὶ περισσότερες καὶ νὰ θέλω νὰ ἀνεύρω ὀρισμένες σχέσεις ἀναμεταξύ τους καὶ ἄλλο νὰ βρίσκουμαι μπροστὰ σὲ περιπτώσεις γένεσης καὶ θανάτου αὐτῆς τῆς ἴδιας τῆς ὕλης· γιατί μεταστοιχείωση δὲν θὰ πεῖ τίποτα ἄλλο παρὰ ζωὴ τῆς ὕλης, σὲ μιὰ τελείως καθορισμένη χρονικὴ περίοδο, ἀπὸ τὴν μιὰ τὴν γενεσιουργὸ μορφή τῆς ὡς τὴν τελικὴ, ἂν ἡ λέξις τελικὴ, ἀποδίδει ἀκριβῶς, ὅ,τι πρέπει νὰ ἐννοοῦμε στὴν περίπτωση αὐτῆ. Τὴν φυσικὴ καὶ τὴν χημειὰ τῶν στατικών, τῶν νεκρῶν μορφῶν τῆς ὕλης, διαδέχεται ἡ φυσικὴ καὶ ἡ χημειὰ τῆς δημιουργίας· γιατί τί ἄλλο εἶναι ἡ δημιουργία, παρὰ ἡ ἐμφάνιση νέων μορφῶν, νέων ἐκδηλώσεων, νέων καταστάσεων καὶ μ' ἕνα γενικώτατο τρόπο, ὅ,τι τὸ τελείως νέον, ὅπουδῆποτε ἐκδηλώνεται καὶ ὀπωσδήποτε κι' ἂν πραγματοποιεῖται. Μὲ δυὸ λόγια, τὸ «φαίνεσθαι» ἔδωσε τὴ θέσι στὸ «γίγνεσθαι».

Μ' αὐτὴ τὴ σύντομη διάκριση ποὺ κάνουμε, δὲν εἶναι δύσκολο νὰ ἀντιληφθεῖ κανεὶς, πῶς μιὰ τόσο ριζικὴ μεταβολὴ στὸ πρόβλημα τῆς ὕλης, ἀπὸ πρόβλημα φαινομενικὸ σὲ πρόβλημα οὐσιαστικὸ, δημιουργεῖ χωρὶς ἄλλο καὶ τὴν μεταβολὴ τῶν μεθόδων, ἐκεῖνες ποὺ χρησιμοποιοῦμε ἄλλοτε, μ' αὐτὲς ποὺ πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦμε σήμερα.

Τὸν πρῶτο τύπο τοῦ προβλήματος τῆς ὕλης καλοῦμε μακροφαινομενικὸ καὶ τὰ ἀντίστοιχα φαινόμενα μακροφαινόμενα, τὸν δεύτερο τύπο μικροφαινομενικὸ καὶ τὰ ἀντίστοιχα φαινόμενα μικροφαινόμενα. Ἡ ἐπιστήμη ποὺ μελετᾷ τὰ φαινόμενα τοῦ πρῶτου τύπου, μακροεπιστήμη, ἢ τοῦ δευτέρου τύπου, μικροεπιστήμη.

Αὐτὰ ἔχω νὰ πῶ στὴν πρώτη ἔρευνα, σ' ὅ,τι ἀφορᾷ τὸ ἀντικείμενον· δυὸ λόγια καὶ γιὰ τὴν μέθοδο τὴν ἀντίστοιχὴν μακρομεθοδολογία καὶ μικρομεθοδολογία· ποιά ἢ διαφορὰ;

Στὴν πρώτη περίπτωση, ἔστω α μιὰ γνωστὴ μορφή τῆς ὕλης καὶ χ μιὰ ἄγνωστη μορφή· τὰ προβλήματα εἶναι τὰ ἑξῆς: ἀπὸ τὸ α (γνωστὸ), νὰ φθάσω στὴ γνώση τοῦ ἀγνωστοῦ χ, ἢ γνωρίζοντας τὸ α καὶ τὸ χ, νὰ ἀποκαταστήσω τὴν ἄγνωστη σχέση ποὺ ὑπάρχει μεταξὺ τους. Ἡ μακρομεθοδολογία περιορίζεται ὡς ἐδῶ.

Στὴ δεύτερη περίπτωση, τὸ α δὲν ὑπάρχει ὡς «τετελεσμένον ὄλον», ὅπως εἶναι μιὰ ὀρισμένη μορφή, τὸ α ἐδῶ εἶναι ἡ δυνατότητα μιᾶς μορφῆς, ἢ ἑνὸς ὄρου συνθηκῶν, μιᾶς πιθανῆς δημιουργίας. Καὶ ἡ νέα μορφή, ἢ ἡ νέα κατάσταση, τὸ χ αὐτό, εἶναι τὸ α τὸ ἴδιο, ἢ στὸ ἴδιο, ὥστε ἡ σχέση μεταξὺ τῶν δύο, νὰ εἶναι ἀπλούστατα τὸ ποῖο μιᾶς δυνατότητας.

Τώρα μποροῦμε νὰ καταλάβουμε τὰ μεθοδολογικὰ σφάλματα ποὺ ἀνέφερα στὴν ἀρχή, μιλώντας γιὰ τὸν αἰτιοκρατικὸ νόμο καὶ γιὰ τὴν ἀντιμετώπιση τῶν συγχρόνων προβλημάτων μονάχα στὶς ποσοτικὲς τους σχέσεις, ἀφοῦ τότε καὶ μόνον μπορεῖ νὰ γίνεται λόγος γιὰ αἰτιοκρατικὸ νόμο, ὅταν εἶναι δυνατό νὰ ἀποκαταστήσουμε μιὰ ὀποιαδήποτε σχέση, μεταξὺ

φαινομένων καὶ ὅταν ὀπωσδήποτε, γιὰ μιὰ τουλάχιστον μορφή, εἴμαστε ἀπολύτως βέβαιοι, ὅτι εἶναι κατὰ τὸ ὀριστικῶς τετελεσμένον, γιὰ τὴν μορφή ὅπου θὰ ἀναφέρουμε τὶς σχέσεις ποὺ ἐπιδιώκουμε, ἢ τὸ φαινόμενο ποὺ ἀναζητοῦμε καὶ τότε μόνον θὰ μπορούσαμε νὰ περιοριστοῦμε ἀποκλειστικὰ στὰ καθαρῶς ποσοτικὰ δεδομένα τῆς φαινομενικότητας τῆς ὕλης.

\*Ἐρευνα Β'. Προσπάθησα, ὅσο μοῦ εἶταν δυνατό, νὰ δεῖξω τὴν διαφορὰ τῶν δύο μεθόδων, τὴν μακρομεθοδολογικὴ καὶ τὴν μικρομεθοδολογικὴ, στηρίζοντας τὴν διάκριση στὴ διαφορὰ τοῦ ἀντικειμένου, καθὼς προέκυψε τελευταίως, τῆς κάθε μιᾶς μεθόδου χωριστά. Μοῦ μένει νὰ ἐξετάσω τὴν μέθοδο, ὄχι πιά σχετικὰ μὲ τὸ ἀντικείμενό της, ἀλλὰ σχετικὰ μ' αὐτὴν τὴν ἴδια. Καὶ σὰς ζητῶ συγγνώμη προκαταβολικῶς, ἂν γιὰ λίγο θὰ βρεθῶ στὴν ἀνάγκη νὰ ἐπεκταθῶ καὶ σὲ φιλοσοφικὰ δεδομένα· μὰ δὲν διστάζω νὰ το. νίσω — αὐτὸ ἄλλωστε ὅλοι τὸ ἔχουμε αἰσθανθεῖ — ὅτι ἡ ἐξέλιξη τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν, εἶναι τέτοια ὥστε γιὰ κείνον τὸν ἐπιστήμονα ποὺ θὰ ἤθελε νὰ ἀσχοληθεῖ πέραν ἀπὸ τὴν καθαρὰ ἐφηρμοσμένη ἐπιστήμη, εἴτε ὡς ἀναλύτης, εἴτε ὡς οἰνολόγος, εἴτε ὀπωσδήποτε ἄλλως, δὲν τίθεται πιά γι' αὐτὸν ζήτημα ἀποκλειστικὰ καὶ μόνον ἐπιστημονικὸ, ἀλλὰ καὶ ὀλοκληρωτικὰ φιλοσοφημένο.

Ἡ μικρομεθοδολογία, σὰν ἕνας νέος τρόπος ἔρευνας καὶ μελέτης τῶν μικροφαινομένων, συναντᾷ μέσο τῆς νέας αὐτῆς μεθόδου; Γιατί κάθε μέθοδος ἔχει κι' ἕνα ὄργανο ποὺ σύμφωνα μ' αὐτὸ ἐκφράζεται. Δὲν θὰ ἐπιμείνω στὴν γλωσσικὴν ἀνεπάρκεια, ἂν ἀκόμη δεχτοῦμε τὴν τεχνικὴ γλῶσσα, ἕνα εἶδος τελειότερο. Θὰ ἐπιμείνω μᾶλλον στὴ μαθηματικὴ συμβολή. Εἶναι γνωστὸ καὶ τὸ ἀνέφερα ἤδη, ὅτι ὁ μαθηματικὸς λογισμὸς ἦρθε καὶ ἔρχεται πολλὰς φορὲς σ' ἐπικουρία, ὅταν τὸ γλωσσικὸ ὄργανο, καταντᾷ πρωτόγονο καὶ ἀνεπαρκές. Ἀλλὰ τί εἶναι αὐτὸς ὁ μαθηματικὸς λογισμὸς; Τὸ κύριο γνώρισμά του εἶναι ἡ ποσοτικὴ πράξις, δηλαδὴ ἡ λειτουργία ἑνὸς συστήματος ἐκφραστικοῦ στοιχείων ποὺ ἀναφέρονται ἢ ἀνάγονται, χωρὶς μεγάλες παραμορφώσεις σὲ συγκεκριμένα καὶ διακριτὰ δεδομένα. Κι' αὐτὸ σημαίνει ὅτι ὁ μαθηματικὸς λογισμὸς ἔχει τὴ δύναμή του στὴν ποσοποίηση καὶ τὴν συγκεκριμενοποίηση τῶν δεδομένων του. Καὶ τὰ στοιχεῖα ποὺ χρησιμοποιεῖ ὁ μαθηματικὸς λογισμὸς γιὰ τὸν σκοπὸν αὐτόν, εἶναι ὁ ἀριθμὸς καὶ τὸ σχῆμα. Ἡ μικρομεθοδολογία παρατηρεῖ, ὅτι ὁ ἀριθμὸς ἀνταποκρίνεται στὴν ποσοποίηση καὶ τὸ σχῆμα στὴν συγκεκριμενοποίηση τῶν μεθοδολογικῶν δεδομένων, ὅσο παραμένουμε στὴν μακρομετρικὴ κλίμακα. Στὴν μικρομετρικὴ ὅμως κλίμακα, ἡ ποσοποίηση καὶ ἡ συγκεκριμενοποίηση αὐτὴ δὲν ἰσχύει, γι' αὐτὸ εἶναι ἀναγκασμένη νὰ καταφύγει σὲ ἄλλα μέσα ἀπλούστερα καὶ νὰ δώσει στὸν ἀριθμὸ καὶ κυρίως στὸ σχῆμα ἕνα εὐρύτερο περιεχόμενο. Γι' αὐτὸ καταφεύγει σὲ ἕνα νέον ὄρισμὸ τῶν θεμελιωδῶν ἀρχῶν τῆς γεωμετρίας, μὲ βάση τὴν ἐννοια τῶν διαστάσεων· ἀπ' αὐτῶν δὲ καὶ τὸ ὄνομα στὴν μικρομεθοδολογία, τῆς διαστατικῆς γεωμετρίας.

## ΣΥΖΗΤΗΣΙΣ

Τῆς ἀνωτέρω ὁμιλίας ἐπηκολούθησεν ἡ ἐπομένη συζήτηση :

**Κ. Δόσιος.** Δὲν συμφωνῶ εἰς τὴν ἰδέαν ὅτι ἡ Φυσικὴ διατρέχει κρίσιν οὐσιαστικὴν· ἡ κρίσις δύναται μᾶλλον νὰ χαρακτηρισθῇ ὡς φραστικὴ. Τὸ γλωσσικὸν ὄργανον διεμορφώθη ἐκ τῆς ἐπαφῆς τοῦ ἀνθρώπου μὲ τὸ κοσμικὸν περιβάλλον. Προκειμένου περὶ τῆς μηχανικῆς τοῦ μακροκόσμου ὑπῆρχε πρὸς διατύπωσιν τῶν ἀρχῶν τῆς, σχετικῶς ἔτοιμον πλοῦσιον γλωσσικὸν ὕλικόν· τοιοῦτοτρόπως ἐδανείσθημεν, καθορίσαντες εἰδικὴν σημασίαν εἰς αὐτούς, τοὺς ὄρους δύναμις, ἔργον, ἀδράνεια κ. λ. καὶ γνωρίζομεν ὅλοι τὰς ἀνωμαλίας σκέψεων, αἱ ὁποῖαι προέκυψαν πρὸ τῆς γενικῆς ἀναγνωρίσεως καὶ ἀφομοιώσεως τοῦ τοιούτου καθορισμοῦ. Καὶ ἰδοὺ ἀκόμη εἶχομεν δυσκολίας ὅταν ἀπεμακρύνθημεν πολὺ τῆς κοινῆς κρατούσης σημασίας, ὅπως λ. χ. συνέβη διὰ τὸν ὄρον δρᾶσις.

Ἡ προσπέλασις τοῦ μικροκόσμου μᾶς εἶρε γλωσσικῶς γυμνοὺς καὶ αἱ φανερωθεῖσαι ἐντελῶς ξένοι πρὸς τὸ ἀπτόν περιβάλλον ἔννοιαί ἐδημιούργησαν τὴν ἀνάγκην ἐξευρέσεως νέων ἐκφράσεων· εὐρέθη τότε ἀναγκαστικῶς προσφορώτερον νὰ μεταχειρισθῶμεν τὰς μαθηματικὰς συναρτήσεις, ἀντὶ λέξεων. Δὲν πρέπει νὰ λησμονῶμεν ὅτι αὗται εἶναι νοητικαὶ παραστάσεις, δηλαδὴ εἰκόνες καὶ ὅτι ἡ μαθηματικὴ λογικὴ δὲν εἶναι ξένη πρὸς τὴν ἐπαφὴν μᾶς μὲ τὸν κόσμον· περιλαμβάνουν δηλαδὴ στοιχεῖα πείρας, ὅπως καὶ αἱ λέξεις, τὴν ἰσχὺν τῶν ὁποίων ἐπὶ τοῦ ἐκάστοτε προκειμένου πρέπει ἐπιμελῶς νὰ ἐλέγχωμεν.

Ὁ ἔλεγχος οὗτος εἶναι πολλακίς δυσχερὴς καὶ ἐκ τούτου ἡ καταχρηστικὴ ἐκφραζομένη ἰδέα τῆς κρίσεως εἰς τὴν φυσικὴν.

**Γ. Βουβλινόπουλος.** Ὅσο παραμένουμε στὸ ἐπίπεδο τῆς πρακτικῆς ἐφαρμογῆς τῶν στοιχειωδῶν καθημερινῶν ἀναγκῶν μᾶς

ἡ κρίσις δὲν γίνεται αἰσθητὴ ἀλλὰ ἡ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα δὲν σταματᾷ ὡς ἐδῶ. Γιὰ τὴν ἀτομικὴ φυσικὴ καὶ χημεία ἡ παλαιὰ κλασικὴ μορφή εἶναι ἀνεπαρκής. Ἡ κρίσις τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν δὲν προέκυψε ἀπὸ τὴν ἐπέμβαση τῶν φιλοσόφων, ἀλλ' ἀπ' αὐτὴ τὴν ἐξέλιξή τους. Ἦδη ἀπὸ τὸ 1879 ὁ Ε. Boutroux ἐξετάζει τὴν συμπτωματοκίτητα τῶν φυσικῶν νόμων. Κατὰ τὸ 1900 ὁ Η. Poincaré ἔρευνᾷ τὸ πρόβλημα τῆς κρίσεως τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Κι' ἀκόμη δὲν εἶχεν ἐκδηλωθεῖ ἡ πραγματικὴ κρίσις ποῦ δημιουργήθηκε ἀργότερα ἀπὸ τὴν ἀνακάλυψη τῶν ἀκτινεργῶν καὶ ἄλλων συναφῶν προβλημάτων τῆς ἐνδοατομικῆς ὑπόστασης τῆς ὕλης. Ἀμέσως τότε ἔγινε κατὰδηλὴ ἡ ἀνεπάρκεια τῆς κλασικῆς μηχανικῆς, ποῦ τὴν διεδέχθησαν νεώτερες, μὲ ἀφετηρίαν τὴ θεωρίαν τῆς σχετικότητος καὶ μετὰ τὴν ἐμφάνιση τῶν κβάντα στῆ φυσικῆ. Ἔτσι δημιουργήθηκε ἡ κυματομηχανικὴ τοῦ Schrödinger, ἡ κβαντομηχανικὴ τοῦ Heisenberg, ἡ θεωρία τοῦ Pauli, τοῦ Dirac, ἡ ὑπόθεση τῶν Uhlenbeck καὶ Goudsmit κ. λ. Ἀκριβῶς γιὰ τὴν δὲν ἐπαρκούσε ἡ κλασικὴ μηχανικὴ στὴν ἐξήγησιν τῶν μικροφαινομένων. Καὶ ὅλη αὕτη ἡ νέα κατεύθυνση τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν, δὲν εἶναι ἔργον τῶν φιλοσόφων. Ἀφίνω, ποῦ κι' ἂν ἀκόμη ἦταν ἔτσι, δὲν εἶναι λόγος αὐτὸς γιὰ ν' ἀδιαφορήσουν οἱ ἐπιστήμονες γιὰ τὴν κρίσιν τῆς ἐπιστήμης τους, ἀφοῦ κρίσις ὑπάρχει, κρίσις μεθόδου, ὅπως προσπάθησα νὰ δείξω. Μ' αὐτὴ τὴν ἀποψη συμφωνεῖ καὶ ὁ καθηγητὴς τῆς Φυσικῆς κ. Γ. Ἀθανασιάδης, ποῦ στὸν πρόλογο τοῦ βιβλίου τοῦ κ. Κ. Παλαιολόγου «Εἰσαγωγή εἰς τὴν φυσικὴν τοῦ ἀτόμου, 1933» γράφει : Ἡ φυσικὴ ἐν τῇ ραγδαίᾳ ἐξελίξει αὐτῆς διέρχεται ἀξιοσημείωτον κρίσιν, ἥτις, ἤρξατο ἐκδηλουμένη ἀπὸ τριακονταετίας, ἀναφερομένη πρὸ πάντων εἰς τὴν θεωρίαν τῆς σχετικότητος καὶ τὴν θεωρίαν τῶν κβάντα κ.λ.