

# ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΜΗΝΙΑΙΟΝ ΕΠΙΣΗΜΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ ΤΗΣ ΕΝΩΣΕΩΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

Διοικούσα Έπιτροπή:

Κ. Ασκητόπουλος, Μ. Δέφνερ, Μ. Βαρνάδας, Γ. Σκάλος, Α. Χατζημηναγ, Γ. Τσιρώνης, Γ. Δρίκος

## Ίστορικοί σταθμοί είς τήν εξέλιξιν τῆς ατομικῆς θεωρίας \*

Υπό τοῦ Καθηγοῦ κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ

Εἶναι πολὺ περίεργος ὁ τρόπος μετὸν ὁποῖον γεννῶνται καὶ διαδίδονται αἱ πνευματικαὶ κατακτήσεις. Ὁμοιάζουν κατὰ πολὺ πρὸς γέννησιν καὶ αὐξησιν βιολογικῶν ὀργανισμῶν, πρὸς τὴν βλάστησιν τῶν σπόρων, πρὸς τὴν ἀλματώδη, κουαντικήν ἐκδήλωσιν τῶν ατομικῶν φαινομένων ὅταν ἐπιτελεσθῇ τὸ ἐνεργητικὸν τῶν πληρωμα, ὅταν ἐπέλθῃ τὸ πληρωμα τοῦ χρόνου. Ἐπὶ δεκαετηρίδας, ἐπὶ ὀλοκλήρους αἰῶνας συντελοῦνται μετὰ ἀργὸν ρυθμὸν καὶ, οὕτως εἰπεῖν, ὑπὸ τὴν προστασίαν τοῦ σκότους καὶ τῆς ἀφανείας μεταβολαὶ πρὸς μίαν ὀρισμένην κατεύθυνσιν, πρὸς ἓνα ὀρισμένον σκοπὸν, συσσωρεύονται καὶ συσπειροῦνται περὶ ἓνα πυρῆνα διὰ τὰ ἔλθουν ἀποτόμως εἰς τὸ φῶς καὶ ἀλλοιώσων τελείως τὸν τρόπον μετὸν ὁποῖον ὁ ἄνθρωπος βλέπει τὴν φύσιν ἢ ὁποῖα τὸν περιβάλλει.

Μία τοιαύτη χρονικὴ στιγμή ὑπῆρξε καὶ ὁ ἔκτος π.Χ. αἰὼν, ἐποχὴ γενικῆς ἀφυπνήσεως διὰ τὴν ἀνθρωπότητα. Πρὸ τῆς ἐποχῆς αὐτῆς ἐπεκράτουν σκοτεινὰ ἀντιλήψεις περὶ τῆς φύσεως καὶ τῆς δομῆς τοῦ κόσμου ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει, περὶ τῆς θέσεως τοῦ ἀνθρώπου ἐν αὐτῷ, περὶ τῆς στάσεώς του ἔναντι τῆς θεότητος καὶ τῆς διαπιστώσεως ἢ μᾶλλον μαντεύσεως τῆς θελήσεώς της. Διὰ πρώτην φορὰν εἰς τὴν Κίναν ὁ Κονφούτσιος καὶ ὁ Lao-Tse ἔθεταν τὰς βάσεις μιᾶς θρησκείας ἣτις προσεπάθει νὰ ἀποτρέψῃ τοὺς ἀνθρώπους ἀπὸ τὴν δεισιδαιμονίαν καὶ τὴν μαγείαν.

Εἰς χώρας ἀπομεμακρυσμένας, αἰτινες οὐδεμίαν ἐπικοινωνίαν εἶχον μετὰ τῶν ἡρχισαν ὑπὸ τὴν ἡγεσίαν ὀλίγων ὑπερόχων πνευμάτων νὰ ἀκμάζουν αἱ ἐπιστήμαι καὶ θρησκευτικαὶ δοξασαί, ἀποβλέπουσαι εἰς τὸ αἰώνιον, ἀγωνιώδεις πρόβλημα τῆς ἀνθρωπότητος, τῆς κατανοήσεως τοῦ κόσμου ὅστις μᾶς περιβάλλει.

Εἰς τὰς Ἰνδίας ὁ Βουδδας, μετὰ ἐμβάθυσιν ἐπὶ τὰ ὀλοκλήρων ἐτῶν, ἐδέχθη σὲ μίαν καὶ μόνην νύκτα τὴν ἀποκάλυψιν τῆς θείας θελήσεως. Διὰ γυμνασμάτων ψυχικῆς συγκεντρώσεως καὶ ἐκστάσεως, διὰ τῆς ἀρνήσεως τῆς ἡδονῆς, δύναται ὁ ἄνθρωπος νὰ ἐξεύρῃ τὴν ὁδὸν πρὸς τὴν λύτρωσιν ἀπὸ τὰ δεινὰ τοῦ βίου καὶ πρὸς τὴν εὐδαιμονίαν.

Εἰς τὴν Ἑλλάδα ἡ ἀφύπνησις εἶχε ἄλλον, φυσικότερον καὶ πλέον γαλήνειον χαρακτήρα. Ἐδῶ, ὑπὸ τὸν αἴθριον καὶ φαιδρὸν οὐρανὸν τῆς, ἐγεννήθησαν τὰ δόγματα τῶν προσωκρατικῶν φιλοσόφων, τὰ ὁποῖα ἀνεφέροντο μὲν εἰς τὸν ὕλικὸν κόσμον, ἀπέβλεπον ὅμως πρὸς τὴν εὐζωίαν καὶ εὐδαιμονίαν τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ μέθοδος ἐξευρέσεώς των ὑπῆρξεν ἡ μέθοδος τοῦ καθαρῶν διανοητικῶν συλλογισμῶν. Ὁ Δημόκριτος, ὁ γελῶν φιλόσοφος, εἶναι ὁ δημιουργὸς τῆς ατομικῆς

θεωρίας, ὁ πρῶτος ὅστις ἔρριψε τὴν σκέψιν ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶναι δυνατόν νὰ τεμαχισθῇ ἐπ' ἀπειρον, ἀλλὰ μέχρι ὀρισμένων μικρῶν σωματιδίων, τῶν ἀτόμων. Δὲν φαίνεται νὰ ὑπάρχῃ προκάτοχος τῆς σκέψεως αὐτῆς, ἣτις ἔχει ὅλα τὰ χαρακτηριστικὰ ἐνός Ἑλληνικοῦ γεννήματος. Ἐὰν ἤθελε κανεὶς νὰ ἀνιχνεύσῃ τὰ ψυχολογικὰ κίνητρα, τὰ ὁποῖα ἔδωκαν ἀφορμὴν εἰς τὴν σύλληψιν τῆς ἰδέας αὐτῆς, θὰ ἀνεύρισκεν ὅτι ἀσφαλῶς ὁ φόβος πρὸ τοῦ ἀπείρου, τοῦ ἀπείρως μεγάλου ὅπως καὶ τοῦ ἀπείρως μικροῦ, ὑπῆρξε τὸ κυριώτερον ἐλατήριον διὰ τὸ συλλογιστικὸν συμπέρασμα τοῦ Δημοκρίτου, ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶναι δυνατόν νὰ τεμαχισθῇ ἐπ' ἀπειρον. Πᾶν ὅτι ὁ νοῦς δὲν δύναται νὰ συλλάβῃ, δικαίως ἐθεωρεῖτο ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων ὡς περιοχὴ τῆς θεότητος, τὴν ὁποῖαν ὁ ἄνθρωπος δὲν δύναται ἀτιμωρητῆ νὰ καταπατήσῃ. Τὸ μέτρον, ἡ συμμετρία, ἡ ἁρμονία καὶ ἡ γαλήνη εἶναι χαρακτηριστικὰ τῆς Ἑλληνικῆς νοστορίας ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ πνεῦμα τῆς Δύσεως, ὅπου κυρίως ἀνεπτύχθη ἡ ἔννοια τοῦ ἀπείρου (Giordano Bruno), ὅπου τὸ ρέον καὶ συνεχῶς μεταβαλλόμενον ἐξασκεῖ ἰδιαιτέραν γοητείαν ἐπὶ τῶν πνευμάτων.

Ὁ Δημόκριτος λοιπὸν ἐδίδασκεν, ὅτι ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄτομα ἄφθαρτα, αἰώνια, ἄχρσα καὶ ἄσομα. Τὰ πολυχρώμα φαινόμενα, τὰ ὁποῖα μᾶς περιβάλλουν, εἶναι ἀπατηλά, δὲν ὑφίστανται κατὰ βάθος, ἀλλὰ εἶναι ἀποτελέσματα συνδυασμοῦ τῶν ἀτόμων, τῶν ὁποίων ὑπάρχει μεγάλη πλυθὺς διαφορωτάτων εἰδῶν. Καὶ ψυχαὶ ὑπάρχουν καὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἐλαφρότατα, στρογγύλα καὶ ἄκρως λεῖα ἄτομα, τὰ ὁποῖα εἰσπνεόμενα διὰ τοῦ ἀέρος εἰσέρχονται εἰς τοὺς ὀργανισμούς. Ὑπάρχουν θεοὶ καὶ πνεύματα καὶ εἶναι τόσα ὅσα ἐπιτρέπουν οἱ συνδυασμοὶ τῶν ψυχικῶν ἀτόμων. Οἱ θεοὶ καὶ τὰ πνεύματα κυριαρχοῦν ἐπὶ τῆς ὕλης.

Ἀνεφέρα τὰς δοξασαίς αὐτὰς τοῦ Δημοκρίτου διὰ νὰ δείξω, ὅτι ὁ θεμελιωτῆς τῆς ατομικῆς θεωρίας κάθε ἄλλο παρὰ ὕλιστῆς ὑπῆρξεν ὑπὸ τὴν σημερινὴν σημασίαν τῆς λέξεως. Οἱ συλλογισμοὶ τοῦ ὅμως ἐχρησιμοποιοῦντο ἀπὸ τοὺς μετέπειτα διὰ τὴν ἐγκαθίδρυσιν τῆς ὕλιστικῆς, μηχανικῆς ἀντιλήψεως τοῦ σύμπαντος, κατὰ τὴν ὁποῖαν εἶναι κατ' ἀρχὴν δυνατόν νὰ ἐρμηνευθῶσιν ὅλα τὰ φυσικὰ φαινόμενα δι' ἀναγωγῆς αὐτῶν εἰς τὰς κινήσεις καὶ τοὺς συνδυασμοὺς τῶν ἀτόμων κατὰ τρόπον ἔξαντλητικόν, δηλαδὴ κατὰ τρόπον μὴ ἀφίνοντά τι τὸ ἀνεξήγητον ἢ καὶ ἄδηλον, ἀβέβαιον καὶ ἀκαθόριστον, μὴ ἀφίνον τῆς ὑπόλοιπον δι' ὑπερφυσικὴν τινὰ δύναμιν. Ὁ Θεὸς ἐξωρίζετο ἄριστικῶς, ὡς μὴ ἀναγκαῖος, ἀντικαθιστάμενος δι' ἐνός μηχανικοῦ αὐτοματισμοῦ. Διὰ μίαν ἀκόμη φορὰν ἐμφανίζεται ἐδῶ περίπτωσις τραγικῆς ἀντιθέσεως μετὰ τὸ ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον ἐπιδιώκει τις καὶ ἐκεῖνον τὸ ὁποῖον ἐπιτυγχάνει. Ἀλλὰ θὰ εἰδῶμεν πῶς ἡ νεωτῆ ἐξέλιξις τῆς ατομικῆς θεωρίας κατέδειξεν τὸ ἀδύνατον ἐνός πλήρους καὶ τελείου μηχανικοῦ καθορισμοῦ τῶν φυσικῶν φαινομένων καὶ καταδικάζει οὕτω τὴν ἐπιπολαίαν

\* Διάλεξις γενομένη τὴν 15ην Ἰουνίου 1952 εἰς τὸν ἐν Ζυρίχῃ Ὄικον τῶν φοιτητῶν διὰ τοὺς ἐν Ἑλβετίᾳ σπουδάζοντας Ἑλληνας φοιτητάς.

σπουδήν των ύλιστων του παρελθόντος αιώνας.

Ἡ ἀτομικὴ θεωρία ἐξήρσεν ἕνα βίον μᾶλλον λαμβάνοντα καὶ ἀφανῆ κατὰ τὸ διάστημα τῶν μετέπειτα αἰώνων, ἂν παραβλέψῃ κανεὶς μερικὰς ἀναλαμπὰς εἰς τὴν ἐποχὴν τῆς ἀναγεννήσεως, μεταξὺ τῶν ὁποίων βαρύνει πρωτίστως ἡ ἔνθερος καὶ ἐνθουσιώδης ἐρμηνεία τοῦ Pierre Gassendi εἰς τὴν Γαλλίαν. Ἡ κυριαρχία τῆς ἀτομικῆς θεωρίας ἐπὶ τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, ὡς αὐταὶ ἔχουν σήμερον, δύναται νὰ χρονολογηθῇ ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Dalton εἰς τὴν Ἀγγλίαν, ὅταν τὸ πρῶτον αὕτη ἐχρησιμοποίηθῃ διὰ τὴν ἐξήγησιν τοῦ χημικοῦ νόμου τῶν σταθερῶν καὶ πολλαπλῶν ἀναλογιῶν τῶν χημικῶν ἐνώσεων ἀπηλλαγμένη ἀπὸ φιλοσοφικά καὶ μεταφυσικά ἐξαρτήματα, μόνον ὡς ὑλικὸς σκελετός. Ὁ Dalton τὸ 1804 ἐξέφρασε τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι ὁ ἀπλοῦστερος τρόπος ἐρμηνείας τοῦ γεγονότος, ὅτι π.χ. δύο μέρη βάρους σιδήρου ἐνοῦνται μὲ 48 μέρη βάρους ὀξυγόνου, εἶναι ἡ παραδοχὴ, ὅτι ὁ σίδηρος καὶ τὸ ὀξυγόνον δὲν εἶναι ἐπ' ἀπειρον διαιρετὰ ἀλλὰ μέγρις μικροτάτων τινῶν σωματιδίων, τῶν ἀτόμων τοῦ Δημοκρίτου, τὰ ὁποῖα ἐν τῇ ἀναλογίᾳ δύο πρὸς τρία ἐνοῦνται διὰ νὰ σχηματίσῃ τὸ ὀξείδιον τοῦ σιδήρου. Κατόπιν ἡ ἐξέλιξις τῆς ἀτομικῆς ὑποθέσεως ὑπῆρξε ταχυτάτη. Περί τὰ τέλη τοῦ παρελθόντος αἰῶνος τὸ οἰκοδόμημα τῆς κινητικῆς θεωρίας τῶν ἀερίων, ἔχον ὡς βασικὸν θεμελιώδη λίθον τὴν ὑπόθεσιν τῆς ὑπάρξεως τῶν ἀτόμων, τὰ ὁποῖα ὡς μικρότατα συμπαγῆ σφαιρίδια ἀτάκτως κινούμενα καὶ ἀλληλοσυγκρουόμενα προκαλοῦν τὴν μακροσκοπικῶς γενομένην αἰσθητὴν πίεσιν τῶν ἀερίων, συνεπληρώθη διὰ τῆς κινητικῆς ἐρμηνείας τῆς ἐννοίας τῆς θερμοκρασίας, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς τελικὸν ἐπιστέγασμα τῆς περιόδου αὐτῆς τῆς μηχανικῆς ἀντιλήψεως. Ἄντι τῶν ἄλλωστε συγκεχυμένων περὶ θερμοκρασίας ἀντιλήψεων, ἡ κινητικὴ θεωρία ἐτοποθέτησε μίαν ἀπλήν ἐξίλωσιν:

$$T = \frac{2}{3} \frac{N}{R} \left( \frac{1}{2} m \cdot \bar{v}^2 \right)$$

κατὰ τὴν ὁποίαν θερμοκρασία εἶναι ἄτακτος κίνησις μιᾶς πληθῆος ἀτόμων, ἡ δὲ ἀπόλυτος αὐτῆς τιμὴ μετρεῖται διὰ τοῦ τετραγώνου τῆς μέσης τιμῆς τῆς ταχύτητος  $\bar{v}$  μὲ τὴν ὁποίαν κινεῖται τὰ άτομα. Τὸ βαθὺ αὐτὸ βλῆμα εἰς τὴν ἐσωτερικὴν κατασκευὴν τῆς ὕλης ἐπετεύχθη κυρίως ὑπὸ τῶν Clausius καὶ Boltzmann διὰ συνδυασμὸν τῶν νόμων τῆς μακροσκοπικῆς μηχανικῆς, ἧτις εἶναι καὶ ἡ μηχανικὴ τῶν οὐρανίων σωμάτων, μὲ τοὺς νόμους τῆς πιθανότητος. Διότι διεγνώσθη ταχυτάτα, ὅτι εἶναι ἀνθρώπινως ἀδύνατον νὰ ἐφαρμοσθῶν οἱ νόμοι τῆς μηχανικῆς ἐπὶ μιᾶς τόσοον μεγάλῃς πληθῆος ἀλληλοσυγκρουομένων σωμάτων, ὡς εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων εἰς τὸ ἐσωτερικὸν λ. χ. ἐνὸς ἰδανικοῦ ἀερίου, κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε ἐκ τῆς γνωστῆς θέσεως καὶ ταχύτητος ἐνὸς ἀτόμου εἰς μίαν ὀρισμένην χρονικὴν στιγμήν νὰ ὑπολογισθῇ ἡ θέσις καὶ ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἰς μίαν μελλοντικὴν χρονικὴν στιγμήν, ὡς τοῦτο εἶναι δυνατόν διὰ μεμονωμένα οὐράνια σώματα. Ἐὰν ὅμως παραιτηθῶμεν τῆς προθέσεως νὰ γνωρίσωμεν τὴν συμπεριφορὰν ἐνὸς ἐκάστου ἀτόμου καὶ περιουσιώμεν εἰς τὴν διὰ μακρὸν χρονικὸν διάστημα, κατὰ μέσον ὄρον συμπεριφορὰν τοῦ ἧ, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον εἶναι κατὰ βάθος τὸ αὐτό, ἔὰν ἀρκεσθῶμεν εἰς τὴν γνώσιν τῆς μέσης τιμῆς, τῆς ταχύτητος ἐνὸς μεγάλου ἀριθμοῦ ἀτόμων διὰ μίαν ὀρισμένην χρονικὴν στιγμήν, καταλήγομεν, μεταξὺ ἄλλων συμπερασμάτων, καὶ εἰς τὴν ἀνωτέρω ἐξίλωσιν τῆς ἀπολύτου θερμοκρασίας, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ σταθμὸν ἱστορικῆς σημασίας εἰς τὴν ἐξέλιξιν τῆς ἀτομικῆς θεωρίας. Διότι διὰ πρώτην φορὰν ἡ ἐννοία τῆς στατιστικῆς καὶ τῆς πιθανότητος εἰσέρχονται εἰς τὸν κύκλον τῶν θεωριῶν τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν καὶ δίδουν μίαν ἀπροσδόκητον ἐρμηνείαν διὰ τὴν θερμοκρασίαν. Ὅταν αὐξάνει ἡ ταχύτης ἀτάκτως κινουμένων ἀτόμων, τότε αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τοῦ *συνόλου* τῶν. Ἡ ἐννοία τῆς θερμοκρασίας φθίνει τόσοον περισσότε-

ρον ὅσον μικρότερος γίνεται ὁ ἀριθμὸς τῶν θεωρουμένων ἀτόμων. Δὲν ἔχει φυσικὴν τιμὴ ἐννοίαν νὰ ὀμιλῇ κανεὶς περὶ τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς καὶ μόνον σωματιδίου, ἢ καὶ περὶ τῆς θερμοκρασίας ἕστω καὶ ἐνὸς πολὺ μεγάλου ἀριθμοῦ ἀτόμων, ὅταν αὐτὰ κινεῖται ὁμοιομόρφως πρὸς μίαν κατεύθυνσιν.

Καίτοι διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν ἐξισώσεων τῆς κινητικῆς θεωρίας ἐγένετο εὐρυτάτη χρῆσις, ὡς ἤδη ἐλέγχθη, τῶν νόμων τῆς πιθανότητος, ἐν τούτοις ἐπιστεῦετο, ὅτι ἡ θέσις καὶ ἡ ταχύτης τῶν ἀτόμων εἶναι ἀπολύτως καθωρισμένη καὶ ὅτι *κατ' ἀρχὴν* θὰ ἦτο δυνατόν εἰς ἕνα τεραστίως ἱκανὸν μαθηματικὸν ἐγκέφαλον νὰ προὔπολογίσῃ τὴν μελλοντικὴν κατάστασιν ἐνὸς συστήματος ἐκ τῶν μηχανικῶν δεδομένων τῆς σημερινῆς του καταστάσεως. Θὰ ἦτο λ. χ. εἰς ἕνα τοιοῦτον ἐγκέφαλον δυνατόν ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως ἐνὸς μεγάλου ἀριθμοῦ λαχῶν καὶ τῶν δυνάμεων αἰτίνες κινεῖται αὐτοῦ ἐντὸς τῆς κάλπης νὰ προὔπολογίσῃ ποῖος θὰ εἶναι ὁ πρῶτος ἀριθμὸς ὅστις θὰ τύχῃ κληρώσεως. Ἡ σκέψις αὕτη ἐμπεριέχει τὴν σιωπηλὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἰσχύει ἀπολύτως νομιμότης ὅχι μόνον διὰ τὸ μακροσκοπικὸν σύνολον ἐνὸς μεγάλου ἀριθμοῦ ἀτόμων ἀλλὰ καὶ δι' ἕνα ἕκαστον τῶν στοιχειωδῶν φαινομένων ἐνὸς ἐκάστου ἀτόμου. Ὁ ἐγκέφαλος αὐτός, τὸν ὁποῖον ὁ Du Bois Reymond ἀπεκάλεσεν δαίμονα τοῦ Laplace, θὰ ἐγνωρίζεν οὕτως εἶπεν τὰ πάντα, διότι θὰ ἦτο εἰς θέσιν νὰ προὔπολογίσῃ τὰ πάντα.

Ἐὰν παρακολουθῶμεν τὴν σκέψιν αὕτην, τῆς ἀπολύτου νομιμότητος καὶ τῶν στοιχειωδῶν ἀτομικῶν φαινομένων, ἧτις εἶναι καὶ μία πλευρὰ τῆς ὑλιστικῆς, μηχανικῆς ἀντιλήψεως τοῦ σύμπαντος, μέχρι τῶν τελευταίων τῆς συνεπειῶν, θὰ ἀντιληφθῶμεν ὁποῖαν τρομακτικὴν ὄψιν λαμβάνει ὁ κόσμος, τόσοον ὅ ἄψυχος ὅσον καὶ ὀργανικός. Αὐτὸς ἐμφανίζεται ὡς μία σκὰρὰ ἄλυσις συμβεβηκότων καὶ συμβαινόμενων ἀκραδάντως μεταξὺ τῶν συνδεδεμένων κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε τὸ νῦν ἐπισυμβαῖνον νὰ ἔχῃ ὡς αἴτιον προηγηθέν τι φαινόμενον, ταυτοχρόνως δὲ νὰ εἶναι καὶ ἡ αἰτία διὰ μελλοντικὸν φαινόμενον τὸ ὁποῖον ἀναποφεύκτως θέλει συμβῆ. Ἡ πορεία ὄλων τῶν φαινομένων, καὶ συνεπῶς καὶ ἡ ἔκβασις τῆς ἱστορίας τῆς ἀνθρωπότητος, ἐμφανίζεται προδιαγεγραμμένη, ἡ πορεία τῆς ἀναποτρέπτως καθωρισμένη ἐκ μιᾶς ἀρχικῆς καταστάσεως. Καὶ ἐπειδὴ οὐδὲν, ἕστω καὶ τὸ ἀφανέστερον μέρος, δὲν δύναται νὰ παραληφθῇ ἀπὸ τὴν ἄλυσιν αὕτην χωρὶς νὰ μεταβληθῇ τὸ σύνολόν τῆς, προκύπτει περαιτέρω ὅτι τὸ κάθε τι θὰ εἶχεν, σύμφωνα μὲ τὴν ἀντιληψὴν αὕτην, καὶ κοσμοϊστορικὴν σημασίαν. Ἡ νίκη εἰς τὸν Μαραθῶνα π. χ. δὲν θὰ ἐπιτελεῖτο ἔὰν εἰς τὸ παρελθὸν δὲν εἶχε συμβῆ γεγονὸς τι ἄσχετον καὶ ἀσήμαντον. ὡς λ.χ. ἡ βύθισις ξένου τινος πλοίου, ἡ ἡ πτήσις σμήνους πτηνῶν πρὸς ὀρισμένην κατεύθυνσιν. Καί, ἔὰν ἐπεκτείνωμεν τὴν ἰσχύν τῆς αὐστηρᾶς ἀκολουθίας τοῦ αἰτίου καὶ τοῦ ἀποτελέσματος καὶ εἰς τὸν ὀργανικὸν καὶ ἔμψυχον κόσμον, θὰ καταλήξωμεν ἀναποφεύκτως εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι καὶ ὁ ἀνθρώπινος βίος εἶναι προκαθορισμένος καὶ ὅτι μηδὲ ἐλευθερία βουλήσεως ὑπάρχει μηδὲ εἶναι κἀν δυνατόν δι' οἰασθήποτε προσπάθειαν καὶ ἐργασίαν νὰ διακυβερνήσωμεν τὴν ζωὴν μας. Μὲ τὸν ἀφόρητον αὐτὸν φαταλισμὸν, ὅστις εἶναι τελευταία συνέπεια τοῦ μηχανικοῦ ὕλισμοῦ τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, καὶ ὁ ξηρότερος μαθηματικὸς ἐγκέφαλος δύσκολα συμφιλιούται, πολὺ ὀλιγώτερον δὲ τὸ ἀνθρώπινον αἴσθημα καὶ ἡ ἀνθρώπινη ψυχὴ, ἡ ὁποία παντοῦ διασθάνεται διὰ μέσου εὐτυχίας ἢ δυστυχίας, διὰ μέσου ἐξυψώσεως ἢ ταπεινώσεως τὴν δρᾶσιν μιᾶς ἀνωτέρας βουλήσεως ἧτις κατευθύνει τὰς ἀνθρώπιννας τύχας, ὡς καὶ τὴν τύχην τοῦ σύμπαντος, πρὸς ἀκτὰς τὰς ὁποίας ἡμεῖς δὲν δυνάμεθα νὰ διαβλέψωμεν εἰς τὸν ὀρίζοντα.

Θὰ ἴδωμεν πῶς ἡ νεωστῆ ἐξέλιξις τῆς κουαντικῆς μηχανικῆς, διὰ τῆς συνεποδῆς ἐπεκτάσεως τῆς ἀτομικῆς ἀντιλήψεως ἐπὶ τῆς ἐνεργείας καὶ δράσεως αἰρεῖ τὴν αὐστηρότητα τοῦ νόμου τῆς αἰτιότητος διὰ τὰ ἀτομικά φαινόμενα, ἀντικαθιστῶσα αὐτὸν διὰ τῆς πι-

θανότητας, ήτις έξικνεΐται μέχρι και αυτού του άβε-  
βαιού και άκαθορίστου. Τοϋτο σημαίνει άπελευθέρωσιν  
άπό τόν κλιόν τής αύστηράς νομιμότητος, άπό τήν  
άνένδοτον άλυσιν τοϋ αίτιου και άποτελέσματος.

**Υπάρχουν τὰ άτομα ;**

Ο Δημόκριτος έπίστευεν ότι ή θέλησις τών θεών  
έκδηλοϋται εις τούς ανθρώπους δι' εικών, άμυδρών  
άντανακλασμάτων μιās τρομακτικής πραγματικότητος.  
Οϋτω και μέχρι τέλους τοϋ παρελθόντος αΐωνος δέν  
άπεδίδετο εις τὰ άτομα υπό τών φυσικών και χημικών  
βαθύτερα τις σημασία ειμή ή σημασία εικονικών πα-  
ραστάσεων χρησίμων προς περιγραφήν τής άπροσίτου  
πραγματικότητος.

Όταν όμως κατορθώθη νά υπολογισθί ή αριθμός  
των άτόμων όστις περιέχεται εις έκαστον γραμμομό-  
ριον και νά εύρεθί, έστω και όταν αϊ μέθοδοι προσ-  
διορισμοϋ αύτου οϋδεμίαν είχον έσωτερικήν σχέσιν με-  
ταξύ των, πάντοτε ή αριθμός 6,06 · 10<sup>23</sup>, τότε οι  
Φυσικοί ήρχισαν νά πιστεύουν εις τήν πραγματικήν  
ύπαρξιν των άτόμων, ώς σωματιδίων έχόντων άντικει-  
μενικήν ύπόστασιν. Ο υπολογισμός τοϋ αριθμοϋ τοϋ  
Loschmidt άποτελεί νέον Ιστορικών σταθμόν εις τήν  
έξέλιξιν τής ατομικής θεωρίας. Διά νά δείξωμεν τό  
άνεξάρτητον των μεθόδων άναφέρομεν μερικώς έξ αυ-  
τών :

Ακολουθοϋντες τήν πρότασιν τοϋ Perrin, παρα-  
σκευάζομεν αιώρημα μαστίχης τής οποίας τὰ σταγο-  
νίδια έχουσι κατά τό δυνατόν τό αύτό μέγεθος, πράγμα  
τό όποιον έπιτυγχάνεται διά κλασματικών φυγοκρή-  
σεων. Όταν τό αιώρημα αύτό άφεθί νά ήρημίση άπο-  
καθίσταται έν αυτώ κατάστασις Ισορροπίας, κατά  
τήν όποίαν τὰ κατώτερα στρώματα περιέχουσι μεγα-  
λύτερον αριθμόν σταγονιδίων κατά κυβικόν έκαστοστόν  
έν συγκρίσει προς τὰ άνωτερα. Η κατάστασις αύτή  
όμοιάζει τελείως μέ τήν Ισορροπίαν των αερίων στοι-  
βάδων τής άτμοσφαιρας, όπου ή πίεσις εις τὰ κάτω  
στρώματα είναι μεγαλυτέρα τής πίεσεως των άνω  
στρώματων, ώστε νά δυνάμεθα νά έφαρμόσωμεν και  
έδω τήν ύψομετρικήν έξίσωσιν τοϋ Laplace :

$$\ln \frac{p_1}{p_2} = \frac{N m g}{R T} \cdot (h_1 - h_2)$$

Αφοϋ μετρήσωμεν δι' ενός μικροσκοπίου τόν  
αριθμόν των σωματιδίων εις τήν μονάδα τοϋ χώρου  
εις διάφορα άπό τοϋ πυθμόνος τοϋ δοχείου ύψη h  
προσδιορίζομεν τόν αριθμόν τοϋ Loschmidt μέ τήν  
βοήθειαν τής άνω έξίσώσεως, διότι τό βάρος ενός έκά-  
στου σωματιδίου είναι προσδιορίσιμον έκ τοϋ μεγέθους  
τοϋ σωματιδίου και τοϋ ειδικοϋ βάρους τής μαστίχης.

Αλλά και έκ τής έντάσεως τοϋ διαχύτου φωτός  
τοϋ οϋρανοϋ είναι δυνατόν νά προσδιορισθί ή αριθ-  
μός τοϋ Loschmidt. Διότι ή έντασις τοϋ σκεδασμοϋ έ-  
ξαρτάται άπό τό μέσον τετράγωνον των φυσικών, δηλ.  
λόγω τής θερμικής κινήσεως, διακυμάνσεων τής πυ-  
κνότητος τής άτμοσφαιρας α<sup>2</sup>, μέ τό όποιον τετράγω-  
νον ή αριθμός τοϋ Loschmidt πάλιν συνδέεται διά τής  
έξίσώσεως :

$$\alpha^2 = \frac{1}{Nm}$$

Και ή μέθοδος αύτή, οϋδεμίαν έσωτερικήν σχέσιν  
έχουσα μέ τήν τοϋ Perrin, φέρει προς τήν αύτήν άρι-  
θμητικήν τιμήν 6,06 · 10<sup>23</sup>.

Χωρίς νά αναπτύξωμεν λεπτομερώς τό περιεχόμε-  
νον των άλλων μεθόδων άναφέρομεν, ότι έκ τής έξα-  
πλώσεως λιπαρών όξέων επί τής έπιφανείας καθαροϋ  
ύδατος υπό σχηματισμόν μονομοριακών στοιβάδων,  
διά προσδιορισμοϋ τοϋ στοιχειώδους όγκου έτεροπο-  
λικών κρυστάλλων δι' ακτίνων Roentgen, διά τοϋ θα-  
λάμου τοϋ Wilson, διά των άπαριθμητών Geiger-Mül-  
ler, είναι έξ Ίσου δυνατόν νά προσδιορίσωμεν τόν ά-  
ριθμόν των άτόμων κατά γραμμομόριον, εύρίσκοντες  
πάντοτε τήν αύτήν αριθμητικήν τιμήν. Και εάν ή άρ-  
μονική συμφωνία των άποτελεσμάτων αυτών έτυχε νά

άφήση άκόμη άμφιβολίας ώς προς τήν πραγματικήν  
ύπαρξιν των άτόμων, αύται τελείως διελεύθησαν κατό-  
πιν ενός ώραιστάτου πειράματος γενομένου πρό όλίγων  
μόλις έτών υπό τοϋ Müller.

Ο Müller χρησιμοποίη ένα καθοδικόν κυματο-  
γράφον ώς μικροσκοπίον τεραστίας μεγεθύνσεως,  
διά τοϋ έξής τεχνάσματος : Ός πηγήν καθοδικών  
ακτίνων χρησιμοποίη μεταλλικήν σφαίραν έκ βολ-  
φραμίου μικροτάτης ακτίνος — 10<sup>-4</sup> cm — τήν όποίαν  
τοποθετεί εις άπόστασιν περίπου 10 cm άπό τής φθο-  
ρίζουσής όθόνης, ή όποία έπίσης έχει κύρτωσιν. Αϊ  
άπό τής έπιφανείας τής σφαίρας τοϋ βολφραμίου έξερ-  
χόμεναι ήλεκτρονικαί ακτίνες ακολουθοϋσιν άποκλι-  
νούσας τροχιάς, όπως ακτίνες φωτός έξαπλούμεναι  
άπό σημειακής τινος φωτεινής πηγής, και ρίπτουν επί  
τής όθόνης τήν σκιάν παντός μικροτάτου άντικειμένου  
τό όποιον κείται επί τής έπιφανείας τοϋ βολφραμίου  
διά τεραστίαν μεγέθυνσιν. Η μεγέθυνσις υπολογίζεται  
ή διά τοϋ τετραγώνου τοϋ λόγου των δύο κυρτώσεων,  
τής κυρτώσεως τής σφαίρας τοϋ βολφραμίου και τής  
κυρτώσεως τής όθόνης, δύναται δε εύκόλως νά προσ-  
λάβη τιμάς Ίσας προς 10<sup>6</sup>. Έπειδή δε ή έπιφάνεια τοϋ  
βολφραμίου, τιθεμένη έντός Ισχυροϋ ήλεκτρικοϋ πεδίου,  
έκπέμπει ήλεκτρόνια μέ έντασιν οϋχι Ίσην δι' όλα τὰ  
σημεία τής έπιφανείας τής, μεγάλα άτομα ή μόρια  
προσοφημένα επί τής μεταλλικής έπιφανείας τοϋ βολ-  
φραμίου έμφανίζονται ως φωτεινά σημεία επί τής όθό-  
νης, και τοϋτο διότι τὰ ύψηλα σημεία τής προσροφη-  
σεως έχουσι μεγαλύτερον δυναμικόν και συνεπώς έκ-  
πέμποσι περισσότερα ήλεκτρόνια έν συγκρίσει μέ γει-  
τονικώς θέσεις τής υποβάθρου έπιφανείας. Μέ τό μι-  
κροσκοπίον αύτό κατορθώθη νά γίνωσιν όρατά άτομα  
μετάλλων προσροφημένων επί τής έπιφανείας τής κα-  
θόδου, ως και τὰ μεμονωμένα μόρια τοϋ φθαλοκυανι-  
ούχου χαλκοϋ, τοϋ όποίου όφθαλμοφανώς έμφανίζεται  
ή τετραγωνική συμμετρία γνωστή έκ τοϋ συντακτικοϋ  
αύτου τύπου.

**Τὰ ενεργειακά άτομα ή κουάντα.**

Αλλά τό μεγαλύτερον άλλα προς τήν ατομιστι-  
κήν άντίληψιν τής ύλης επέπρωτο νά γίνη εις τήν  
άρχην τοϋ εικοστοϋ αΐωνος, όταν ή Max Planck διά  
τής υποθέσεως ότι ή πρόσληψις, ή αύξησις ή έλλάτω-  
σις τής δράσεως στοιχειώδους τινός φαινομένου δέν  
γίνεται κατά τρόπον συνεχί, δηλαδή διά ποσών δυναμέ-  
νων νά προσλάβωσιν όλας τās δυνατάς τιμάς άπό τό μη-  
δέν μέχρι τό άπειρον, αλλά κατά τρόπον άλματικών, άσυ-  
νεχί, διά προσλήψεως ή άποβολής ενός στοιχειώδους  
ποσοϋ, Ίσου προς 6,27 · 10<sup>-27</sup> έργια Χ δευτερόλεπτα ή  
άκεραίου πολλαπλασίου αύτου. Τό στοιχειώδες αύτό πο-  
σόν h, κληθέν στοθερά τοϋ Planck, έχει τήν έννοιαν μιās  
παγκοσμίου, δηλαδή άνεξαρτήτου άπό τό κάθε μεμο-  
νωμένου, σταθεράς, τής οποίας ή σημασία είναι τόσον  
μεγάλη, ώστε και σήμεραν τὰ όρια τής δέν διαγρά-  
φονται άκόμη εις τόν έπιστημονικόν όρίζοντα. Η ύπό-  
θεσις αύτή τοϋ Planck ύπήρξεν αναπόφευκτος διά τήν  
έρμηνειαν τής ακτινοβολίας τοϋ μέλανος σώματος. Τό  
φάσμα έκπομπής τοϋ μέλανος σώματος διαγράφει,  
ώς γνωστόν, καμπύλην έμφανίζουσαν μέγιστον εις  
ώρισμένον μήκος κύματος, τοϋ όποίου ή θέσις  
μετατοπίζεται προς μικρά μήκη όσον ύψηλοτέρα  
είναι ή θερμοκρασία. Όλοι αϊ προσπάθειαι όπως άπο-  
δοθί ή πορεία αύτή τοϋ φάσματος επί τή βάσει των  
άρχων τής κλασσικής μηχανικής και πρωτίστως  
επί τή βάσει τής παραδοχής ότι ή έκπομπή ή πρόσληψις  
ένεργείας υπό ομάδων δονητών γίνεται κατά τρόπον  
σύμφωνον μέ τήν άρχην τής Ισοκατανομής τής ένερ-  
γείας, δηλαδή κατά τρόπον έπιβαρύνοντα ένα έκαστον  
των δονητών κατά τό αύτό ποσόν, κατέληξαν εις τήν  
έξίσωσιν :

$$E_{\lambda T} = \frac{c}{\lambda^4} kT$$

ή όποία όμως δέν άποδίδει καν τό μνημονευθέν μέγ-  
ιστον. Η έξίσωσις αύτή πολυ μάλλον άπαιτεί όπως ή

έκπεμπομένη ενέργεια συνεχώς αυξάνει έφόσον έλατ-  
τούνται τὰ μήκη κύματος.

Από τὸ ἀδιέξοδον αὐτὸ ἐξέρχεται κανείς διὰ τῆς  
ἐπαναστατικῆς διὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ 20 αἰῶνος ἀντιλή-  
ψεως, ὅτι μέσα σὲ μίαν ομάδα σωματιδίων δονουμένων  
μὲ διάφορον συχνότητα, ἡ ἐνέργεια δὲν κατανέμεται  
ἐξ ἴσου μεταξύ αὐτῶν, ἀλλὰ ἀναλόγως πρὸς τὴν συχ-  
νότητα μετ' ἧς αὐτὰ δονοῦνται, ὅπου ὁ συντελεστὴς ἀνα-  
λογίας εἶναι ἡ προαναφερθεῖσα σταθερὰ τοῦ Planck  
 $h$ . Τότε ἡ ἐξίσωσις τοῦ μέλανος σώματος λαμβάνει  
τὴν μορφήν :

$$E_{\lambda T} = \frac{c}{\lambda^4} \cdot \frac{h\nu}{e \frac{h\nu}{kT} - 1}$$

ἣτις ἀποδίδει μετὰ μεγάλης ἀκριβείας τὴν ἐμπειρικῶς  
διαπιστωθεῖσαν ἐξάρτησιν τῆς ἐντάσεως τῆς ἀκτινο-  
βολίας ἀπὸ τὴν συχνότητα. Μὲ ἄλλους λόγους, ὅταν  
ἓνα σωματίον δονῆται μὲ μίαν ὠρισμένην συχνότητα  
δὲν δύναται νὰ προσλάβῃ οἰαδήποτε ποσὰ ἐνεργείας,  
ἀλλὰ μόνον ἀκέραια πολλαπλάσια ἐνὸς ἐλαχίστου  
στοιχειώδους ποσοῦ  $e$ , τοῦ ὁποῦ τοῦ μέγεθος ὀρίζει ἡ  
συχνότης μὲ τὴν ὁποίαν δονεῖται τὸ σωματίον αὐτὸ  
καὶ ἡ παγκόσμιος σταθερὰ τῆς δράσεως, δηλαδή :

$$e = h\nu$$

Τὰ ἐλάχιστα ἐνεργειακὰ ποσὰ ἢ κουάντα προκύπτουν  
ἐκ τῆς σταθερᾶς  $h$  καὶ δὲν εἶναι αὐτὰ καθ' ἑαυτὰ  
σταθερά, ἀλλὰ μεταβάλλονται σύμφωνα μὲ τὴν συχ-  
νότητα τοῦ στοιχειώδους φαινομένου. Ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον  
εἶναι παγκοσμίως σταθερὸν, δηλ. ἀνεξάρτητον ἀπὸ τὸ  
ἐκάστοτε θεωρούμενον φαινόμενον, εἶναι ἡ *δράσις*.

Ἡ ἐφαρμογὴ τῆς κουαντικῆς ἀντιλήψεως τῶν στοι-  
χειῶδων φαινομένων εἰς τὴν θεωρίαν τοῦ ἀτόμου ἐπρο-  
κάλεσε ραγδαίαν ἐξέλιξιν εἰς τὴν κατανόησιν καὶ ἐρ-  
μηνείαν σωρείας φαινομένων τελείως ἀνεξηγήτων διὰ  
τῆς κλασικῆς μηχανικῆς. Τὸ γραμμικὸν φάσμα ἐκ-  
πομπῆς π. χ. τοῦ ὑδρογόνου εἶναι δυνατόν, κατὰ τὸ  
πρότυπον τοῦ Bohr, νὰ ὑπολογισθῇ μετὰ ἀστρονομι-  
κῆς ἀκριβείας. Καὶ τοῦτο μόνον διὰ τοῦ περιορισμοῦ, τὸν  
ὁποῖον ἐπιβάλλει ἡ κουαντικὴ ἀντιλήψις εἰς τὴν δρᾶ-  
σιν τοῦ περὶ ἓνα θετικὸν πυρῆνα περιστρεφόμενου ἡ-  
λεκτρονίου, τοῦτέστιν ὅπως αὕτη εἶναι ἀκέραιον πολ-  
πλασίων τοῦ στοιχειώδους, μὴ δυναμένου πλέον νὰ  
ὑποδιαιρεθῇ, ποσοῦ τοῦ Planck  $h$ . Καὶ μόνον μὲ τὴν  
ἀσυνεχῆ ἀντιλήψιν τῆς ἐνεργείας εἶναι δυνατόν νὰ  
κατανοηθῶν αἱ κανονικότητες τοῦ φωτοηλεκτρικοῦ  
φαινομένου, ὅπως ἔδειξεν ὁ Einstein. Διότι θὰ ἐπερί-  
μενε κανεὶς ὅτι δι' αὐξήσεως τῆς ἐντάσεως τοῦ φω-  
τός, τὸ ὁποῖον ἐκτοξεύει ἀπὸ μίαν μεταλλικὴν ἐπιφά-  
νειαν ἠλεκτρόνια, θὰ ἦτο δυνατόν νὰ αὐξηθῇ ἡ ταχύ-  
της μὲ τὴν ὁποίαν αὐτὰ ἐγκαταλείπουν τὴν ἐπιφάνειαν  
τοῦ μετάλλου. Δὲν συμβαίνει ὅμως τοῦτο. Ἡ ἐνταση  
τοῦ προσπίπτοντος φωτός αὐξάνει μόνον τὸ ποσοῦ τῶν  
ἐξερχομένων ἠλεκτρονίων. Αὐξήσις τῆς ταχύτητος αὐ-  
τῶν ἐπιτυγχάνεται μόνον δι' αὐξήσεως τῆς συχνότη-  
τος τοῦ φωτός. Καὶ τοῦτο εὐχερῶς ἐξηγεῖ ἡ θεωρία  
τῶν κουάντων, διότι πρὸς τὴν συχνότητα τοῦ φωτός  
εἶναι ἀκριβῶς ἀνάλογος ἡ ἐνέργεια ἐνὸς φωτονίου, τὸ  
ὁποῖον ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῆς μεταλλικῆς ἐπιφά-  
νειας μετατρέπεται εἰς κινητικὴν ἐνέργειαν τοῦ τὴν  
μεταλλικὴν ἐπιφάνειαν ἐγκαταλείποντος ἠλεκτρονίου:

$$h\nu = P + \frac{1}{2} m v^2$$

Εἰς διάστημα δύο καὶ μόνον δεκαετηρίδων ἡ κου-  
αντικὴ θεωρία κατέκτησεν ὅλα τὰ πεδία τὰ ἀσχολού-  
μενα μὲ φαινόμενα ἀτομικὰ ἢ μοριακὰ δι' εἰσαγωγῆς  
τοῦ στοιχείου τῆς δράσεως. Τὸ ὅτι εἰς τὰ μακροσκο-  
πικὰ φαινόμενα τοῦ καθημερινοῦ μας βίου δὲν ἐμφα-  
νίζεται ἀσυνέχεια τις προσλήψεως ἢ ἀποδόσεως ἐνε-  
ργείας εἶναι τελείως φαινομενικὸν καὶ ὀφείλεται εἰς  
τὴν μικρότητα τῆς σταθερᾶς τῆς δράσεως ὡς καὶ εἰς  
τὸν μεγάλον ἀριθμὸν τῶν κουάντων τὰ ὁποῖα μετα-  
τρέπονται κατὰ τὰς μακροσκοπικὰς ἀλλοιώσεις τῶν

σωμάτων, ὅστις συγκαλύπτει τὴν πραγματικὴν ἀσυνέ-  
χειαν. Ἀκριβῶς ὅπως ἡ ὕλη φαίνεται νὰ πληροῖ τὸν  
χώρον κατὰ τρόπον συνεχῆ ὅταν θεωρεῖται μακρο-  
σκοπικῶς ἐνῶ εἰς τὴν μικροσκοπικὴν τῆς πραγματικό-  
τητα πληροῖ αὐτὸν ἀσυνεχῶς διὰ τῆς ἀκολουθίας ἄτο-  
μου - κενόν, ἄτομου - κενόν. Εἶναι δὲ δυνατόν καὶ εἰς  
μακροσκοπικὰ ἀντικείμενα νὰ καταστῇ πρόδηλος ἡ ἀ-  
συνέχεια τῆς προσλήψεως ἢ ἀποδόσεως ἐνεργείας, ὅ-  
ταν τὰ μετατρεπόμενα ποσὰ εἶναι μικρά. Τοῦτο συμ-  
βαίνει εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας. Πράγματι τὸ φαι-  
νόμενον ὅτι γενικῶς αἱ εἰδικαὶ θερμοότητες ὄλων τῶν  
σωμάτων πίπτουν ταπεινουμένης τῆς θερμοκρασίας μὲ  
ρυθμὸν ἐξαρτώμενον ἀπὸ τὴν ἴδιαν συχνότητα μὲ τὴν  
ὁποίαν τὰ ἄτομα δονοῦνται εἰς τὸ κρυσταλλικὸν πλέ-  
γμα, δύναται μόνον, ὡς ἔδειξεν ὁ Einstein, νὰ ἐρμηνευ-  
θῇ διὰ τῆς εἰσαγωγῆς τῆς ἀσυνεχοῦς, κουαντικῆς  
ἀντιλήψεως διὰ τὴν πρόσληψιν τῆς ἐνεργείας ἢ ὁποῖα,  
καθὼς φαίνεται ἀπὸ τὸν τύπον τοῦ Planck, ἐξαρτᾶται  
ἀπὸ τὴν ἀπλότυον θερμοκρασίαν.

#### Διαδισμός, σωματίον καὶ κύμα.

Παρὰ τὰς μεγάλας ἐπιτυχίας τῆς κουαντικῆς θεωρίας  
εἰς τὴν ἐσωτερικὴν δομὴν τῆς ὕλης, ἐν τούτοις ὁ τρό-  
πος μὲ τὸν ὁποῖον ἡ ἀτομιστικὴ ἀντιλήψις τῆς ἐνεργείας  
εἰσῆχθη εἰς τὰ ἀτομικὰ φαινόμενα δὲν εἶχεν τὸν χα-  
ρακτῆρα μᾶς ἐκ τῶν ἔσω ἐξυγιάνσεως, ἀλλὰ μᾶλλον  
μᾶς διορθώσεως τῆς κλασικῆς μηχανικῆς διὰ τῆς  
ἐπιβολῆς κουαντικῶν περιορισμῶν. Πολὺ δὲ σύντομα  
ἤρχισαν νὰ διαγράφονται τὰ ὅρια τῆς νέας μεθοδου.  
Δὲν κατέστη λ. χ. δυνατόν, παρὰ τὰς πολλὰς προσπα-  
θείας, νὰ ὑπολογισθῇ τὸ γραμμικὸν φάσμα πολυπλοκο-  
τέρων ἀτόμων ἀπ' ὅτι εἶναι τὸ ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου,  
μηδὲ νὰ δοθῇ ἱκανοποιητικὴ τις ἐρμηνεία διὰ τὴν  
ἐν γένει ὑπαρξιν ἐνὸς ὁμοιοπολικοῦ δεσμοῦ. Ὅχι δὲ  
μόνον τοῦτο ἀλλὰ καὶ ἡ ἐπιτυχία τῆς κουαντικῆς ὑπο-  
θέσεως εἰς τὴν ἐξηγήσιν τοῦ φωτοηλεκτρικοῦ φαινομέ-  
νου ἔφερεν ἐκ νέου ἐπὶ τάπητος τὸ παλαιὸν πρόβλημα  
ὡς πρὸς τὴν φύσιν τοῦ φωτός. Διότι ἀφ' ἐνὸς μὲν τὰ  
φαινόμενα περιθλάσεως καὶ συμβολῆς ἐπιβάλλουν τὴν  
σκέψιν, ὅτι τὸ φῶς εἶναι κύματα, ἀφ' ἑτέρου ὅμως  
τὸ φωτοηλεκτρικὸν φαινόμενον, τὸ φαινόμενον τοῦ  
Compton, ἐξηγοῦνται ἱκανοποιητικῶς μόνον διὰ τῆς  
σχετικῆς, ὅτι τὸ φωτόνιον εἶναι σωματίον - βλήμα,  
ἔχον μᾶζαν ὀριζομένην ὑπὸ τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ καὶ,  
κατὰ κουαντικὴν συνέπειαν, ὑπὸ τῆς συχνότητός του  
κατὰ τὸν τύπον :

$$h\nu = m c^2$$

Ἐπὶ τὴν χρονικὴ στιγμή, κατὰ τὴν ὁποίαν πολλοὶ  
φυσικοὶ ἐνόμιζαν ὅτι οὐδέποτε θὰ καταστῇ δυνατόν  
νὰ εὐρεθῇ ἡ λύσις τῆς βαθυτάτης αὐτῆς ἀντιθέσεως,  
μέχρις ὅτου ὁ de Broglie, ἔχων ὡς ἀφαιτηρίαν τυπι-  
κᾶς, μαθηματικῆς ὁμοιότητος μεταξύ τῆς μηχανικῆς  
ἀρχῆς τῆς ἐλαχίστης δράσεως καὶ τῆς ὀπτικῆς ἀρχῆς  
τοῦ Fermat, ἔρριψε διὰ πρώτην φοράν τὴν ρηξικέλευ-  
τον σκέψιν, ὅτι τὰ κύματα καὶ τὰ σωματῆα, μακρὰν  
τοῦ νὰ ἀποτελοῦν ἀντιθέσεις, εἶναι δύο διάφοροι  
πλευραὶ τῆς αὐτῆς πραγματικότητος. Ὅπως εἰς τὴν  
περίπτωσιν τοῦ φωτός, ὅπου πρέπει νὰ παραδεχθῶμεν  
τὴν διττὴν τοῦ φύσιν, τὴν τοῦ σωματιδίου ἀφ' ἐνὸς  
καὶ τοῦ κύματος ἀφ' ἑτέρου, ἀναλόγως πρὸς τὴν πει-  
ραματικὴν διάταξιν μὲ τὴν ὁποίαν ζητοῦμεν νὰ προσ-  
πελάσωμεν τὴν ἐσωτερικὴν του δομὴν, ἔτσι καὶ διὰ τὰ  
ὕλικά σωματῆα πρέπει νὰ ὑπάρχῃ μία συνομοταξία  
μεταξὺ τοῦ ἀτόμου - βλήματος, ὡς μέχρι τοῦδε εἰμεθα  
συνηθισμένοι νὰ θεωροῦμεν τὴν ὕλην καὶ μᾶς κυμάν-  
σεως, τῆς ὁποίας ἡ συχνότης ὀρίζεται κατὰ τὸν ἀκό-  
λουθον τρόπον :

Τὸ ποσοῦ τῆς κινήσεως σωματιδίου τινος  $p$ , συμ-  
φῶνως μὲ τὰς ἀρχὰς τῆς εἰδικῆς θεωρίας τῆς σχετικό-  
τητος, παρίσταται διὰ τῆς ἐκφράσεως,

$$p = \frac{m v}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{W v}{c^2}$$

Ένθα  $m$  είναι ή μάζα του,  $v$  ή ταχύτης,  $W$  ή ενέργεια του και  $c$  ή ταχύτης διαδόσεως του φωτός. Έπειδή κατά την κουαντική αντίληψιν της ενέργειας πρέπει να ισχύει:  $W = hv$ , και ή φυσική ταχύτης διαδόσεως της υποτιθεμένης ύλικης κυμάνσεως θά είναι:

$$v = \frac{c^2}{u}$$

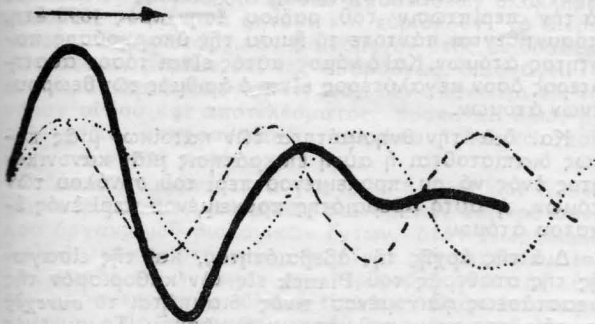
προκύπτει διά τὸ ποσὸν τῆς κινήσεως,

$$p = \frac{hv}{c}$$

και διά τὸ μήκος κύματος τῆς ύλικῆς κυμάνσεως

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Σύμφωνα με την παράστασιν αυτήν του de Broglie εμφανίζεται τὸ σωματίον ὡς συνιστάμενον ἐκ μιάς ὁμάδος κυμάτων, τῶν ὁποίων αἱ συχνότητες ὀλίγον διαφέρουν μεταξύ των. Ἔτσι ἔχει κανείς μίαν εἰκόνα παραστατικὴν διὰ τὴν συνύπαρξιν σωματιδίου κινουμένου μετὰ ταχύτητος τινὸς  $v$  καὶ κύματος ὠρισμένης συχνότητος  $\nu$ . Εἰς δέσμην κυμάτων ὀλίγον μόνον διαφερόντων κατὰ τὸ μήκος των, συγκεντροῦνται ὡς γνωστόν ή κύμανσις περί ἓν καὶ μόνον σημεῖον προχωροῦν πρὸς τὴν κατεύθυνσιν διαδόσεως τῆς κυματικῆς διαταραχῆς μετὰ τὴν ὁμαδικὴν ταχύτητα  $V$ , ἣτις εἶναι διάφορος τῆς ταχύτητος τῆς ἐξαπλώσεως τῶν μεμονωμένων κυμάτων. Ἐκατέρωθεν τοῦ σημείου αὐτοῦ ή κυματικὴ διαταραχὴ ἀποσβέννυται ταχύτατα διὰ τῆς συμβολῆς τῶν ὀλίγων μόνον διαφερόντων μηκῶν τὰ ὅποια ἐμπεριέχει ή ὁμάς. (Σχημ. 1). Τὸ φαινόμενον αὐτὸ δύναται κανεῖς πολὺ συχνὰ νὰ παρατηρήσῃ εἰς τὰ θαλάσσια κύματα.



Σχ. 1

Πράγματι, τὰ πειράματα τῶν Davisson καὶ Germer εἰς τὴν Νέαν Ὑόρκην, τοῦ G. P. Thomson εἰς τὴν Ἀγγλίαν καὶ τοῦ Rupp εἰς τὴν Γερμανίαν ἔδειξαν, ὅτι μία δέσμη ἠλεκτρονίων, διὰ τὰ ὅποια εἰς τὸν παρελθόντα αἰῶνα ἀπεδείχθη ή σωματικὴ γων ὕψη, συμπεριφέρονται ὡς κύματα, διότι δεικνύουν ὅλα τὰ φαινόμενα περιθλάσεως καὶ συμβολῆς, ὅταν προσπέσουν ἐπὶ κρυσταλλικῆς τινος ἐπιφανείας ή ἐπὶ λεπτοτάτου διαφράγματος. Μετὰ τὴν πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῆς δυαδικῆς φύσεως τῶν ἠλεκτρονίων ἐχαράχθη νέα πλέον ὁδὸς εἰς τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν, ἣτις ἔχει ὡς βᾶσιν τὴν ἀναπτυχθεῖσαν θεωρίαν τοῦ de Broglie.

Καίτοι ή προαναφερθεῖσα εἰκὼν, ή παριστάσασ τὴν συνύπαρξιν σωματιδίου καὶ κύματος, δὲν εἶναι γενικῶς ἐφαρμοσίμος καὶ ή παραστατικότης μᾶς ἐγκαταλείπει, ἐν τούτοις εἶναι δυνατόν διὰ τοῦ μαθηματικοῦ λογισμοῦ  $\nu'$  ἀκολουθήσῃ κανεῖς τὴν σκέψιν αὐτὴν μέχρι τῶν τελευταίων τῆς συνεπειῶν. Τὴν ὁδὸν αὐτὴν ἠκολούθησεν ὁ Schroedinger, θέσας διὰ τῆς περιφήμου του ἐξισώσεως τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου τὴν βᾶσιν διὰ τὴν μεγάλην σύνθεσιν μεταξὺ τῆς μηχανικῆς καὶ τῆς θεωρίας τῶν κυμάνσεων:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \psi = 0$$

Εἰς τὴν διαφορικὴν αὐτὴν ἐξίσωσιν σημαίνει  $E$  τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν,  $V$  τὴν δυναμικὴν ἐνέργειαν τοῦ ἠλεκτρονίου καὶ  $\psi$  τὴν κυματικὴν συνάρτησιν ἐνὸς «κάτι» τὸ ὅποιον κυμαίνεται εἰς τὸ ἄτομον.

Εἶναι δυνατόν νὰ ἐφαρμόσῃ κανεῖς τὴν ἐξίσωσιν τοῦ Schroedinger λίαν ἐπιτυχῶς χωρὶς νὰ ὑπάρχῃ πλήρης καὶ σαφὴς γνώσις τοῦ τι ἀκριβῶς παριστᾷ τὸ  $\psi$ , καίτοι κατὰ τὸν ἴδιον Schroedinger ή φυσικὴ σημασία αὐτοῦ εἶναι ή τῆς ἠλεκτρικῆς πυκνότητος εἰς θέσιν τινὰ τοῦ χώρου, ή ἀκριβέστερον αὐτὴ παριστάται διὰ τοῦ τετραγώνου τοῦ εὗρους τῆς κυμάνσεως τοῦ  $\psi$ .

Ὁ τρόπος μετὰ τὸν ὅποιον ή κυματομηχανικὴ ἐξίσωσις ἐπιλύει τὸ πρόβλημά τοῦ ὑδρογόνου, δηλαδὴ περιγράφει καὶ ὑπολογίζει τὴν θέσιν τῶν φασματικῶν του γραμμῶν, ὑπῆρξε πολὺ ἰδιόρρυθμος καὶ χαρακτηριστικὸς διὰ τὴν ἀντικατάστασιν τῶν παραστατικῶν εἰκόνων τῆς κλασσικῆς φυσικῆς, διὰ τοῦ μαθηματικοῦ φορμαλισμοῦ τῆς σημερινῆς Φυσικῆς. Ἡ λύσις τῆς ἐξισώσεως εἶναι μόνον τότε δυνατὴ, ὅταν ὠρισμένοι παράμετροι προσλάβουν τιμὰς ἀκεραίων ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4, ... ἄλλως ή συνάρτησις γίνεται εἴτε ἀσυνεχῆς εἴτε πλειωνότιμος, εἴτε ἀπειρος. Αἱ διὰ τοὺς ἀναφερθέντας ἀκεραίους ἀριθμοὺς προκύπτουσαι τιμαὶ τῶν συναρτήσεων ὀνομάσθησαν ἴδιαι τιμαὶ τῆς συναρτήσεως καὶ ἔχουσι τὴν σημασίαν τῶν διαφορῶν ἐνεργητικῶν σταθμῶν τῶν ὁποίας δύναται νὰ προσλάβῃ τὸ ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου διὰ διαφορῶς κουαντικῶς ἀριθμῶν, οἵτινες προφανῶς εἶναι οἱ προαναφερθέντες ἀκεραῖοι ἀριθμοὶ 1, 2, 3, 4, ... κ.τ.λ. Τὸ φάσμα τοῦ ὑδρογόνου, δηλαδὴ τὸ ἀσυνεχὲς τῆς ἐκπομπῆς καὶ προσλήψεως τῆς ἀκτινοβολίας, ἀποδίδεται πληρέστατα διὰ τοῦ κυματομηχανικοῦ αὐτοῦ προτύπου τοῦ Schroedinger.

Ἄλλὰ καὶ ή ὑπαρξις τοῦ ὁμοιοπολικῶ δμοιο, τὸν ὅποιον ματαίως μέχρι τοῦδε προσεπάθησαν νὰ ἐρμηνεύσουν, προκύπτει ὡς συνέπεια ἐνὸς νέου εἶδους δυνάμεων, τῶν ὀνομασθεῖσῶν δυνάμεων κυματομηχανικῆς ἐναλλαγῆς, ὅπως ἔδειξαν οἱ London καὶ Heitler διὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ μορίου τοῦ ὑδρογόνου. Ἡ κυματομηχανικὴ ἐξίσωσις δεικνύει, ὅτι ὅταν δύο ἄτομα ὑδρογόνου τῶν ὁποίων τὰ ἠλεκτρόνια ἔχουσι ἀντίρροπον ἴδιαν περιστροφὴν, πλησιάζουσιν πρὸς ἀλλήλα μέχρι ὠρισμένης τινὸς ἀποστάσεως, ή δυναμικὴ ἐνέργεια τοῦ ὅλου συστήματος ἐμφανίζει ἓνα ἐλάχιστον, τὸ ὅποιον σημαίνει σταθεροποίησιν τοῦ συστήματος περί μίαν θέσιν ἰσορροπίας, δηλαδὴ σχηματισμὸν τοῦ ὁμοιοπολικῶ μορίου τοῦ ὑδρογόνου. Τὸ φαινόμενον λαμβάνει χώραν εἰς τὸν μὴ-εὐκλείδιον χώρον, ἐξ οὗ προκύπτει ἀφ' ἑαυτῆς ή ἀπαγόρευσις οἰασδήποτε παραστατικῆς, μηχανικῆς εἰκόνας ὡς πρὸς τὸν τρόπον τῆς δράσεως τῶν «κυματομηχανικῶν δυνάμεων ἐναλλαγῆς» Καὶ ἀκόμη λεπτοτέρας ἰδιότητος τοῦ μορίου τοῦ ὑδρογόνου περιγράφουσιν αἱ κυματομηχανικαὶ ἐξισώσεις, αἵτινες ἤγαγον εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῶν δύο μορφῶν τοῦ μορίου τοῦ ὀρθο-καὶ παρα-ὑδρογόνου. Εἶναι δυνατόν, καὶ χωρὶς τὴν κυματομηχανικὴν, νὰ φαντασθῆ κανεῖς ὅτι τὸ μόριον τοῦ ὑδρογόνου δύναται νὰ παρουσιασθῆ εἰς δύο μορφὰς ἀναλόγως τοῦ γεγονότος κατὰ πόσον ή ἴδια περιστροφὴ τῶν δύο πυρήνων τοῦ μορίου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ὁμόρροπος ή ἀντίρροπος. Αἱ ἐνεργητικαὶ ὁμως διαφοραὶ δύο τοιούτων μορίων θά ἦσαν σχεδὸν ἀσήμαντοι σύμφωνα μετὰ τὸν κλασσικόν, τουτέστιν μὴ κυματομηχανικόν, τρόπον ὑπολογισμοῦ. Ἀντιθέτως αἱ κυματομηχανικαὶ ἐξισώσεις ἀπαιτοῦν ὅπως τὸ ὀρθο-ὑδρογόνον μετὰ τὰς ὁμόρροπους περιστροφὰς τῶν δύο πυρήνων ἔχει κουαντικῶς ἀριθμοὺς ἰδίας περιστροφῆς 1, 3, 5, ... δηλαδὴ περιττοὺς ἀριθμοὺς, ἐνῶ τὸ παρα-ὑδρογόνον, μετὰ ἀντιρρόπως περιστρεφόμενους πυρήνας, περιγράφεται ὑπὸ κυματομηχανικῶν ἐξισώσεων αἵτινες διὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ὅλου μορίου ἀπαιτοῦν τὴν σειρὰν τῶν κουαντικῶν ἀριθμῶν 0, 2, 4, 6, ... τουτέστιν ἀρτίους ἀριθμοὺς. Τὸ ἐνεργητικὸν ὁμως ἄλλα 0, 2 εἶναι σχετικῶς μεγαλύτερον τοῦ ἄλλοτος 1, 3, τὸ ὅποιον σημαίνει, ὅτι ή θερμικῶς διὰ τὴν περιστροφὴν τοῦ ὅλου μορίου προσλαμβάνομε-

νη ενέργεια θα είναι μεγαλύτερα δια τὸ παρα-ὑδρογόνον. Αἱ διαφοραὶ αὐταὶ πράγματι ὑφίστανται καὶ ἦγαγον εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῶν μορίων τοῦ ὑδρογόνου. Εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας αἱ εἰδικαὶ θερμότητες τῶν δύο μορίων ὑδρογόνου παρουσιάζουν τὰς ὑπὸ τῆς κυματομηχανικῆς προβλεπομένης διαφορᾶς. Πρέπει νὰ τονισθῆ, ὅτι ἡ συσχέτισις τῆς κουαντικής περιστροφῆς τοῦ ὄλου μορίου μετὰ τὴν ἰδίαν περιστροφὴν τῶν πυρῶν μόνον ὑπὸ τῆς κυματομηχανικῆς ἀντιλήψεως προβλέπεται, εἶναι δὲ τελειῶς ἀγνωστος εἰς τὴν κλασσικὴν ἀτομικὴν θεωρίαν.

Δυστυχῶς αἱ μαθηματικαὶ δυσχέρειαι διὰ τὴν ἐπίλυσιν τῶν διαφορικῶν ἐξισώσεων τῆς κυματομηχανικῆς αὐξάνουν πολὺ ταχέως καὶ καθίστανται ἀνυπερβλητοὶ ὅταν ἐπιχειρήσῃ τις τὴν ἐπεξεργασίαν πολυπλοκωτέρων μορίων.

### Ἡ ἀρχὴ τῆς ἀβεβαιότητος.

Ἐνα διανοητικὸν πείραμα τοῦ Heisenberg ἐπέπρωτο νὰ κατευθύνῃ τὴν ἔρευναν τοῦ ἀτόμου πρὸς νέας ὁδοὺς ταυτοχρόνως δὲ νὰ ἀποσαφηνίσῃ τὸ πρόβλημα τοῦ αἰτίου καὶ ἀποτελέσματος καὶ νὰ καθορίσῃ τὰ ὅρια τῆς ἰσχύος αὐτοῦ εἰς τὰς μικροσκοπικὰς περιοχὰς. Ὁ Heisenberg διὰ συλλογισμοῦ ἔδωκε ἀπάντησιν εἰς τὰ ἐρωτήματα ἐάν εἶναι δυνατόν νὰ ἀυξήσῃ κανεὶς ἐπ' ἀπειρον τὴν ἀκρίβειαν προσδιορισμοῦ τῶν συντεταγμένων σωματιδίου τινὸς μεμονωμένου οὕτως ὥστε ἡ θέσις αὐτοῦ ἐν τῷ χώρῳ καὶ ἡ ταχύτης του νὰ καθορισθῶν μετὰ ἀπολύτου, δηλαδὴ σημειακῆς οὕτως εἰπεῖν ἰδανικῆς ἀκρίβειας. Καὶ τὸ ἀποτέλεσμα τῶν συλλογισμῶν ὑπῆρξε ἀπροσδόκητον, διότι κατέληξεν εἰς τὸ ἀναγκαῖον συμπέρασμα, ὅτι λόγω τῆς ἀπαραιτήτου ἐπιθέσεως μέτρου τινὸς διὰ τὴν ἐξακρίβωσιν τῆς θέσεως καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἀτόμου, αἱ μεταβληταὶ αὐταὶ ἀλλοιοῦνται καὶ καθίστανται, ἐντὸς σαφῶς διαγεγραμμένων ὁρίων, ἀβεβαιοί. Τὸ γινόμενον τῶν λαθῶν, δηλ. τῆς ἀβεβαιότητος δύο ἀντιστοιχῶν συντεταγμένων τουτέστιν δύο συντεταγμένων ἐπαρκῶν καὶ ἀναγκαίων διὰ τὸν πλήρη καθορισμὸν τῆς καταστάσεως ἐνὸς ἀτόμου, εὐρέθῃ νὰ ἴσονται πάντοτε μετὰ τὴν σταθερὰν τοῦ Planck:

$$\Delta p \cdot \Delta q = h.$$

Ἐάν θελήσωμεν ν' αὐξήσωμεν τὴν ἀκρίβειαν προσδιορισμοῦ τῆς θέσεως τοῦ ἀτόμου ἢ ταχύτητος αὐτοῦ καθίσταται ἀβεβαιοὶ καὶ ἀντιστρόφως. Τοῦτο δὲ δὲν εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἀτελείας τῶν φυσικῶν ὀργάνων προσδιορισμοῦ, διὰ τὰ ὁποῖα εἰς τὸ διανοητικὸν τοῦ πείραμα ὁ Heisenberg παραδέχεται ἰδανικὴν τελειότητα, ἀλλὰ ἔγκειται εἰς αὐτὴν ταύτην τὴν φύσιν τῶν πραγμάτων, διότι δὲν εἶναι νοητὴ ἐπιθεσις μέτρου τινος καὶ τοῦ ἠπιωτέρου μέσου, ὡς εἶναι τὰ φωτόνια, χωρὶς νὰ μεταβληθῆ ἡ θέσις καὶ ἡ ταχύτης τοῦ καταμετρούμενου ἀντικειμένου. Καὶ ναὶ μὲν αἱ μεταβολαὶ αὐταὶ εἶναι τελειῶς παραμελητέαι διὰ σώματα μακροσκοπικῶν διαστάσεων, διὰ μεμονωμένα ὅμως ἄτομα αἱ ἀλλοιώσεις εἶναι πολὺ μεγάλα, ὡς προκύπτει ἐκ τοῦ ἀνωτέρου τύπου. Καὶ τοῦτο δὲν περιορίζεται μόνον εἰς τὰς δύο συντεταγμένας θέσεις—ταχύτης, ἀλλὰ γενικῶς εἰς ὅλας τὰς ἀντιστοιχοῦς μεταβλητὰς τῶν ὁποίων τὸ γινόμενον εἶναι ἴσον πρὸς τὴν δρᾶσιν.

Ἡ ἀρχὴ τοῦ Heisenberg ἔτυχε πολλῶν πειραματικῶν ἐπιβεβαιώσεων, μετὰξὺ τῶν ὁποίων ἡ πλέον ἐνδιαφέρουσα εἶναι ἡ ἐρμηνεία τῶν φασμάτων προδιαστάσεως. 1) Ἀπο θεωρητικῆς ἀπόψεως ἡ ἀρχὴ αὐτὴ εἶχεν ἐπαναστατικὰς συνεπείας διὰ τὸν τρόπον τοῦ βλέπειν τὰ φυσικὰ φαινόμενα. Διότι ἀντικαθιστᾷ εἰς τὸν κόσμον τῶν ἠλεκτρονίων, ἀτόμων, μορίων κ.λ.π. τὴν αὐστηρὰν νομιμότητα τῆς ἀκολουθίας τοῦ αἰτίου καὶ ἀποτελέσματος διὰ μίαν πιθανότητος τῆς ὁποίας τὰ ὅρια ἐξικονοῦνται μέχρι τελείας ἀβεβαιότητος, ἀναλόγως μετὰ τὴν ἀκρίβειαν μετὰ τὴν ὁποίαν προσπαθοῦμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἀντίστοιχον μεταβλητὴν. Ἡ

γνώσις συνεπῶς ἐνὸς μεμονωμένου, ἀτομικοῦ, στοιχειώδους φαινομένου καὶ ἡ πρόγνωσις τῆς ἐκβάσεως αὐτοῦ παραμένει, ἐντὸς σαφῶς καθορισμένων περιοχῶν, ἀκαθόριστος, καὶ ἀβεβαία. Ὁ νόμος τοῦ αἰτίου καὶ ἀποτελέσματος χάνει τὴν αὐστηρότητά του διὰ τὰς περιοχὰς ἀτομικῶν διαστάσεων καὶ προκειμένου περὶ μεμονωμένων στοιχειωδῶν φαινομένων. Δυνάμεθα μόνον μετὰ μίαν ὀριζμένην πιθανότητα νὰ προείπωμεν πρὸς ποῖαν κατεύθυνσιν θὰ γίνῃ ἡ ἐκβασίς φαινομένου τινός.

Τὸ ὅτι ὑπάρχουν νόμοι καὶ ἀκολουθοῦνται μετὰ μεγάλης αὐστηρότητος εἶναι φαινόμενον μακροσκοπικόν, δηλ. φαινόμενον ἀποκαθιστάμενον τὸ πρῶτον διὰ συμβολῆς μίαν πληθῶς μεμονωμένων ἀτομικῶν φαινομένων. Ἐνα παράδειγμα θὰ δεῖξῃ τὴν στατιστικὴν αὐτὴν δρᾶσιν τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ ὡς πρὸς τὴν ἀποκατάστασιν ἐνὸς νόμου, τὸ ὁποῖον παράδειγμα δὲν ἐμπεριέχει κἄν ἀκόμη τὴν ἀναπτυχθεῖσαν ἀρχὴν τῆς ἀβεβαιότητος.

Ἄς θεωρήσωμεν μὲν ἄρα τινὰ ἀριθμὸν ἀκτινερῶν ἀτόμων ραδίου. Εἶναι σχεδὸν ἀδύνατον νὰ προείπωμεν ποῖον ἐκ τῶν τελειῶς ὁμοιομόρφων ἀτόμων τοῦ ραδίου θέλει ἀποσυντεθῆ τὴν ἐπομένην χρονικὴν στιγμὴν. Τὸ ἄτομον αὐτὸ δυνατόν νὰ ἀποσυντεθῆ μετὰ ὀλίγα μόνον δευτερόλεπτα, ἐξ ἴσου ὅμως δυνατόν εἶναι νὰ ἀποσυντεθῆ μετὰ 2000 ἔτη. Εἰς τὰ μάτια μας ἐμφανίζεται ὡς τελειῶς τυχαῖον, καὶ προφέρομεν τὴν λέξιν αὐτὴν μετὰ ἐνδειασμοῦ τινός, καὶ ἄνευ κανονικότητος τινός τὸ φαινόμενον τῆς ἀποσυνθέσεως ἐνὸς ἐκάστου μεμονωμένου ἀτόμου. Ἐάν ὅμως θεωρήσωμεν τὸ σύνολον τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων καὶ καταγράψωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τὰ ὁποῖα ἀποσυντίθενται εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι ἐντὸς ὀρισμένης χρονικῆς περιόδου, διὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ ραδίου ἴσων πρὸς 1690 ἔτη, ἀποσυντίθενται πάντοτε τὸ ἴσιον τῆς ὑπαρχούσης ποσότητος ἀτόμων. Καὶ ὁ νόμος αὐτὸς εἶναι τὸσον αὐστηρότερος ὅσον μεγαλύτερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν θεωρουμένων ἀτόμων.

Καὶ διὰ τὴν θνησιμότητα τῶν κατοίκων μίς πόλεως διαπιστοῦται ἡ αὐτὴ ἐπικράτησις μίς κανονικότητος ἐνὸς νόμου, προκειμένου περὶ τοῦ συνόλου τῶν ἀτόμων, ἢ αὐτῆς ἀβεβαιότητος προκειμένου περὶ ἐνὸς ἐκάστου ἀτόμου.

Διὰ τῆς ἀρχῆς τῆς ἀβεβαιότητος, καὶ τῆς εἰσαγωγῆς τῆς σταθερᾶς τοῦ Planck εἰς τὸν καθορισμὸν τῆς καταστάσεως φαινομένου τινὸς διασπᾶται τὸ συνεχές εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἀτομικοῦ κόσμου. Τὸ συνεχές δὲ εἶναι τὸ κύριον αἶτιον δι' ἐπικράτησιν μίς νομιμότητος, τῆς ἀκολουθίας αἰτίου καὶ ἀποτελέσματος εἰς τὸν μακροσκοπικὸν κόσμον. Καὶ τοῦτο διότι τὸ μέγεθος τῆς σταθερᾶς εἶναι μικρότατον ἐν συγκρίσει μετὰ τὰ ἐνεργητικὰ ποσὰ τὰ ὁποῖα μετατρέπονται εἰς τὰς μακροσκοπικὰς μᾶς ἀνθρωπίνους διαστάσεις. Ἐφ' ὅσον ὅμως ἐγκαταλείπομεν τὰς μεγάλας διαστάσεις καὶ προχωροῦμεν πρὸς τὸν κόσμον τῶν μεμονωμένων ἀτόμων βλέπομεν νὰ καταρρῆ ἡ αὐστηρὰ νομιμότης. Διότι ἡ παρατήρησις τοῦ μικροῦ ἀντικειμένου σημαίνει ἐπέμβασιν εἰς τὰ ἐσωτερικὰ του καὶ συνεπῶς ἀνασπυρῶνται ἀλλοίωσιν τῆς καταστάσεώς του. Τὰ μετατρέπομενα ποσὰ ἐνεργείας γίνονται τῆς αὐτῆς τάξεως μεγέθους μετὰ τὴν σταθερὰν τοῦ Planck ἢ τῆς πλέον ἀπολύτως κυριαρχεῖ καὶ εἰσάγει ἀσυνέχειαν εἰς τὴν ἐκτύλιξιν τῶν φαινομένων. Ἡ ἀκριβὴς τῶν γνῶσις καὶ ἡ πρόγνωσις τῆς ἐκβάσεως αὐτῶν καθίσταται ἀκαθόριστος καὶ ἀβεβαία.

### Ἡ κουαντικὴ Φυσικὴ καὶ τὰ βιολογικὰ φαινόμενα.

Ἐκ πρώτης ὄψεως θὰ ἔλεγε κανεὶς ὅτι αἱ νέαι πνευματικὰ κατακτήσεις τῆς ἀτομικῆς φυσικῆς, ὡς ἀναφερόμεναι εἰς τὸν ἀτομικὸν κόσμον, δὲν ἐπηρεάζουν τὰ μακροσκοπικὰ φαινόμενα, μετὰ τὰ ὁποῖα εἰς τὸν καθημερινὸν μας βίον ἔχουμεν νὰ κάνωμεν. Διὰ τῆς μεγάλης πληθῶς τῶν ἀτόμων εἰμῶθα, οὕτως εἰ-

1) Βλ. π. Γ. Καραγκούνη, Φυσικοχημεία σελ. 336

πείν, προφυλαγμένοι δι' ενός στατιστικού παραπετά-  
ματος από το άβέβαιον και ακαθόριστον των μεμο-  
νωμένων άτομικων φαινομένων. Τοῦτο άσφαλώς οὔ-  
τως έχει προκειμένου περί των φαινομένων τοῦ άνοργ-  
άνου κόσμου ένθα, πολλά άτομα, όμοια και ίσοτίμα,  
δρῶσιν πρὸς μίαν και τήν αὐτήν κατεύθυνσιν, δημιουρ-  
γούντα οὕτως τήν μακροσκοπικήν συνέχειαν. Τελείως  
διάφορος όμως είναι ή κατάσταση προκειμένου περί  
των βιολογικών οργανισμῶν. Αὐτοί αποτελούνται μὲν  
ἀπὸ ένα πολὺ μεγάλον ἀριθμὸν ἀτόμων, ἀλλὰ τὰ άτο-  
μα αὐτά, ἐπειδὴ εἶναι ένσωματωμένα εἰς συγκροτήματα  
ἐξασκούντα διαφοροτάτας λειτουργίας, δὲν εἶναι κἄν με-  
ταξὺ των ίσοτίμα και κατά συνέπειαν ή μεγάλη πληθὺς  
χάνει τήν ὁμοιομορφίαν της. Ἐπὶ πλέον δύο ἄλλα γε-  
γονότα συντελοῦν ὅπως τὸ ακαθόριστον των στοιχειω-  
δων φαινομένων ἐξικνεῖται μέχρι των βιολογικών μακ-  
ροσκοπικῶν διαστάσεων. Καί αὐτά εἶναι ἀφ' ενός  
μὲν ή *τεραστία ἐπάθεια* των βιολογικῶν οργανισμῶν  
δι' ἐξωτερικὰς ἐπιδράσεις, ἀφ' ἑτέρου δὲ ή διακυβέρ-  
νησις τοῦ συνόλου οργανισμοῦ ὑπὸ μεμονωμένων τι-  
νῶν ἀντιδράσεων, εἰς τὰς ὁποίας ἀντιδράσεις, λόγω  
τῆς προαναφερθείσης εὐπαθείας αὐτῶν και τῆς λεπτο-  
τάτης διαφοροποιήσεως των λειτουργειῶν των, ἐλάχι-  
στα μόνον άτομα λαμβάνουν μέρος. Γνωστὴ εἶναι ή  
μεγάλη εὐαισθησία των ζῶων δι' ὀρισμένας ὁσμὰς.  
Φθάνει πλειστάκις μέχρι ὀλίγων μόνον μορίων ή ἀνι-  
χνευτικὴ ἱκανότης τῆς ὀσφύσεως δι' οὐσίας τινάς.  
Τοῦτο σημαίνει διττὸ ἐλάχιστον μόνον μόρια, των ὁποίων  
ή μεμονωμένη δρᾶσις, ὅπως εἶδομεν, δὲν ὑπόκειται  
εἰς τήν αὐστηρότητα τοῦ νόμου τοῦ αἰτίου και ἀποτε-  
λέσματος, εἶναι ἱκανὰ νὰ προκαλέσουν τήν κίνησιν  
ένδος ὀλοκλήρου οργανισμοῦ, ὅπως συμβαίνει ὅταν  
σκύλος ἀναζητεῖ τὸ θήραμα, ή ὅταν εἰς τήν ἐπο-  
χήν τοῦ ὄργασμοῦ διὰ μέσου ἀποστάσεων ὀλοκλήρων  
χιλιομέτρων τὰ ζῶα ζητοῦν και εὐρίσκουν τὸ ἕτερον  
γένος. Τὸ πρωταρχικὸν φαινόμενον τῆς ἐπιδράσεως  
των ὀλίγων μορίων ἐπὶ τῆς ὀσφύσεως, διαφέρει τὸν  
αὐστηρὸν προὔπολογισμόν, διότι δὲν ὑπόκειται εἰς τὸν  
νόμον αἰτίου και ἀποτελέσματος, προκαλεῖ όμως με-  
τακινήσεις μακροσκοπικῶν σωμάτων, διὰ τὰ ὁποία  
ισχύει ὁ νόμος αὐτός.

Ἄκόμη ἐμφανεστέρα γίνεται ή δρᾶσις των ἀσυνε-  
χῶν στοιχειωδῶν, ἀτομικῶν φαινομένων ἐπὶ τοῦ συνό-  
λου οργανισμοῦ βιολογικῶν ὄντων, ὅταν θεωρήσωμεν  
ἀπλούστερα συστήματα, ὡς εἶναι τὰ κύτταρα. Πολ-  
λὰς φορές συναντῶμεν συμπεριφορὰν γνωστὴν ὑπὸ  
τὸν χαρακτηρισμὸν «ἄλα ή τίποτε». Ὄταν ἐκθέσωμεν  
κύτταρα εἰς μονοχρωματικὴν τινα ἀκτινοβολίαν, ή  
ἀπορρόφησις τοῦ φωτός συντελεῖται κατά τὸν ἀκό-  
λουθον μηχανισμόν: *Ἐν* και μόνον φωτόνιον προσ-  
λαμβάνεται *καθολοκληρίαν* ή δὲν προσλαμβάνεται  
*καθόλου* ὑφ' ενός και μόνου κυττάρου. Καί ή ἀπορρό-  
φησις δύναται νὰ προκαλέσῃ τὸν θάνατον τοῦ κυττά-  
ρου. Ἡ εἰς τήν περίπτωσιν των γενετησίων κυττάρων  
τὴν προσβολὴν των φορέων των κληρονομικῶν ἰδιο-  
τήτων κατά τοιοῦτον τρόπον, ὥστε ή ἀπορρόφησις τοῦ  
ένδος φωτονίου νὰ προκαλέσῃ τὰς λεγομένας μετα-  
λλαγὰς, δηλαδὴ τήν γέννησιν νέας φυλῆς με ἰδιότητας  
τελείως διαφορετικὰς των ἰδιοτήτων τοῦ ἀρχικοῦ κυτ-  
τάρου. Τὸ ἀσυνεχὲς και διὰ τοῦτο ἀβέβαιον και ἴσως  
τελείως ακαθόριστον πρωταρχικὸν φαινόμενον τῆς  
ἀπορρόφσεως ἑνός και μόνου φωτονίου δίδει ἀφορ-  
μὴν, διὰ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τοῦ προσβληθέντος  
και μεταλλαγθέντος κυττάρου, εἰς τήν ἐμφάνισιν ὀλο-  
κλήρου φυλῆς εἰς ποσότητας μακροσκοπικὰς.

Τὰ κέντρα τῆς ζωῆς φθάνουν εἰς ὄλους σχεδὸν  
τοὺς βιολογικοὺς οργανισμοὺς μέχρι μικροφυσικῶν,  
ἀτομικῶν διαστάσεων, εἰς δὲ τὰς ἀντιδράσεις των  
λαμβάνει μέρος μόνον ἄριθμὸς ἀτόμων. Οὕτω  
ή ἀβεβαιότης, τὸ ακαθόριστον ὑπεισέρχεται εἰς τὰ  
βιολογικὰ φαινόμενα, τὰ διακυβερνόντα τὸν συνολι-  
κὸν και μακροσκοπικὸν οργανισμόν. Συνεπῶς οἱ ζῶν-  
τες οργανισμοὶ δεικνύουν συμπεριφορὰν, ή ὁποία δὲν  
εἶναι δυνατόν νὰ προὔπολογισθῇ και ἀνταποκρίνεται  
οὕτω πληρέστερα εἰς τήν παλαιότερον γνωστὴν διάθε-

σίν των, ὅπως πολὺ συχνὰ λάβωσι ἀπροσδοκίτους  
ἀποφάσεις, ἐξελισσόμενοι πρὸς ἀνεπιόστους κατευ-  
θύνσεις. Βασικαί τινες ἀντιδράσεις εἰς τήν περιοχὴν  
τοῦ μικροκόσμου δρῶσι μεγεθυντικὰς, ὡς ἕνας πελώ-  
ριος μοχλοβραχείων, μεταφέρουσι τὸ ἀνυπολόγι-  
στον των ἀτομικῶν φαινομένων μέχρι των μακροσκο-  
πικῶν διαστάσεων και θέτουσι ἐκτὸς δρᾶσεως τὸ στα-  
τιστικὸν παραπέτασμα τῆς μεγάλης πληθὺς των ἀτό-  
μων, ή ὁποία, ὡς ἀνεπιτόχη, δημιουργεῖ τὸ συνεχὲς  
και κατά συνέπειαν τήν αὐστηρὰν αἰτιότητα.

**Νόμος και τύχη.**

Τὸ νὰ εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ προὔπολογίσωμεν τήν  
ἐκβασιν φαινομένου τινός σημαίνει κυριαρχίαν ἐπὶ τῆς  
Φύσεως. Ἡ κλασσικὴ Φυσικὴ ἐπίστευεν ὅτι εἶναι *κατ'*  
*ἀρχὴν* δυνατόν δι' ἐφαρμογῆς των νόμων τῆς μηχανι-  
κῆς νὰ προὔπολογισθῇ οἰονδήποτε φαινόμενον, ἐπί-  
στευεν ὅτι *κατ' ἀρχὴν κάθε φαινόμενον εἶναι προὔπο-  
λογίσιμον*. Καί τοῦτο διότι ἐχρησιμοποίησε ὡς ἀφετη-  
ρίαν τήν ἀδιάλειπτον συνέχειαν τοῦ μακροκόσμου,  
ήτις σὲ κάθε αἴτιον κατατάσσει και ἕνα ἀποτελεσμα.  
Ἡ μηχανικὴ των κουάντων όμως δεικνύει ὅτι διὰ τῆς  
κυριαρχίας τῆς σταθερᾶς τοῦ Planck εἰς τὸν ἀτομικὸν  
κόσμον αἴρεται τὸ συνεχὲς και κατά συνέπειαν ή ἐκ-  
βασις φαινομένου τινός δὲν εἶναι πλέον αὐστηρῶς  
προὔπολογίσιμος, ἀλλὰ μόνον μετὰ ἀβεβαιότητος τινός,  
ή ὁποία δύναται νὰ φθάσῃ μέχρις ἀβεβαιότητος.

Τὰ συμπεράσματα τὰ ὁποία ἀπορρέουν ἀπὸ τήν  
πνευματικὴν αὐτὴν κατάκτησιν τῆς νεωτέρας Φυσικῆς  
εἶναι ἄκρως ἐπαναστατικὰ διὰ τὴν εἰκόνα τοῦ κόσμου  
εἰς τὸν ὁποῖον ζῶμεν. Εἶναι ἕνα σάλπισμα ἀπελευθε-  
ρώσεως ἀπὸ τὸν ἀδυσώπητον κλοιὸν τοῦ μηχανικοῦ  
νόμου εἰς τὸν ὁποῖον ὁ παρελθὼν αἰὼν ἠθέλησε νὰ  
περικλείσῃ τήν ἀνθρωπότητα. Ὁ κόσμος δὲν εἶναι ἕνα  
μηχανικὸν αὐτόματον τοῦ ὁποῖου ή πορεία εἶναι τε-  
λείως και αὐστηρῶς προδιαγεγραμμένη ἐκ μιᾶς προ-  
γενεστέρως καταστάσεως με τήν ὁποίαν συνδέεται ἡ  
διαρῆκτις διὰ τῆς αἰτιότητος. Πολὺ μᾶλλον ὁ κόσμος  
ἐμφανίζεται ὡς ἕνα μηχανικὸν συγκρότημα τοῦ ὁποῖου  
ὅμως ή πορεία δὲν εἶναι *ἀναγκαστικῶς* συνδεδεμένη με  
μίαν προγενεστέρων του κατάστασιν, ἀλλὰ *δύναται*  
διὰ τῆς δρᾶσεως ἀτομικῶν φαινομένων, ἰδίως εἰς τοὺς  
βιολογικοὺς οργανισμοὺς, νὰ ἀκολουθήσουν ἀπροσ-  
δοκίτους κατευθύνσεις και ἀποφάσεις, διότι ή ἐκβα-  
σις των στοιχειωδῶν φαινομένων δὲν εἶναι ὑπολογίσι-  
μος ἀλλὰ τυχαία. Προφέροντες όμως τήν λέξιν «τυχαία»  
δὲν εἶναι δυνατόν παρά νὰ προκαλέσωμεν σκέψεις  
μεταφυσικὰς, θεολογικὰς. Διότι ἀγνωρίζοντες τὸ  
*κατ' ἀρχὴν* δι' ἡμᾶς ακαθόριστον των στοιχειωδῶν ἀ-  
τομικῶν φαινομένων παραχωροῦμεν εἰς ὑπεράνθρωπον  
τινὰ δύναμιν τοῦλάχιστον τήν δυνατότητα καθορισμοῦ  
ἐκείνου τοῦ ὁποῖου ἡμεῖς ἀκαλοῦμεν τυχαίον. Ἡ  
ἀκριβέστερον, δὲν δύναμεθα εὐλόγως νὰ ἀποκλείσω-  
μεν τήν δυνατότητα τῆς ὑπάρξεώς της, ἐνῶ ἀκριβῶς  
ὁ μηχανικὸς ὕλισμός ἠρνήτο τήν ὑπάρξιν της διότι εἰς  
τὸ κοσμοειδωλὸν του οὐδαμοῦ ὑπῆρχε θεοσις δι' αὐτήν.

Ἄλλοι, μὴ Φυσικοὶ και μὴ γνώσται τῆς ἀτομικῆς  
θεωρίας, κατέληξαν ἀπὸ πολλοῦ εἰς τὸ αὐτὸ συμπέ-  
ρασμα. Ὁ Georges Bernanos εἰς τὸ δρᾶμα του «ὁ ἐμ-  
πνευσμένος φόβος» ἀφίνει μίαν μοναχὴν, ὀλίγον πρὸ  
τῆς κατατομήσεώς της κατά τήν γαλλικὴν ἐπανάστα-  
σιν, νὰ εἴπῃ τοὺς λόγους: «Ἴσως ή τύχη νὰ εἶναι ή  
λογικὴ τοῦ Θεοῦ». Τὸν αὐτὸν ὀρίζοντα ἀνοίγει και ή  
κουαντικὴ μηχανικὴ, διὰ τὸν μὴ φανατικῶς ἐσφηνομέ-  
νον εἰς ἀπρηχαιομένας ἀντιλήψεις, ὅταν ἀφίνει περι-  
θῆριον καθορισμοῦ ἐκείνου τοῦ ὁποῖου δι' ἡμᾶς ἄπαξ  
διὰ παντός παραμένει ακαθόριστον. Κατὰ τὸν τρόπον  
αὐτὸν ἀποκαθίσταται και πάλιν μία ἱεραρχία γεγονό-  
των και ἀξίω. Διότι ἐνῶ κατά τὸν μηχανικὸν ντετε-  
ρμινισμόν πᾶν φαινόμενον και γεγονὸς εἶναι ἀπαραί-  
τητον διὰ τήν ἐπίτευξιν μελλοντικοῦ τινός γεγονότος  
και συνεπῶς ἐξ ἴσου βαρύνει ἐπὶ τῆς ἱστορικῆς πλά-  
στιγγος ὁσονδήποτε ἀσήμαντον και ἂν εἶναι, ή νεωτέ-  
ρα ἀντίληψις ἀφήνει ἐλευθέραν τήν διακυβέρνησιν τοῦ  
κόσμου διὰ τῆς ἐμφανίσεως ἀπροσδοκίτου τινός κατευ-  
θύνσεως, ήτις εἴτε προέκυψε ἐξ ἀτομικοῦ τινός, δι' ή-

μάς άκαθορίστου, φαινομένου, είτε δια τής λήψεως άποφάσεων έξ έλευθέρας βουλήσεως. Ούτω και πάλιν άποκαθίσταται ή δυνατότης τής δράσεως τής έλευθέρας βουλήσεως.

Ποίος δέ, κατά τήν άλάνθαστον άνθρωπίνην διαίσθησιν, διακυβερνᾷ, και κυριαρχεί εις τήν άμέτρητον περιοχήν του άκαθορίστου, έξέφρασεν έν τραγική έξάρσει ο μέγας άναζητητής του Θεου ο Nietzsche, εις τόν Ζαρατούστρα:

Άκαθόριστε, Κρυμμένε, Τρομερέ!  
Σύ, κυνηγέ, πίσω άπ' τά σύννεφα, ρίχνεις  
[σαν άστραπή  
τό βλέμμα, περιπαικτικά, πού άπ' τό σκοτάδι  
[μέ θωρεϊ.

"Ετσι, πέφτω χάμω, λυγίζω,  
βασανισμένος άπ' όλα τά αιώνια μαρτύρια,  
κτυπημένος από Σένα, πετρόκαρδε κυνηγέ,  
"Άγνωστε σύ, Θεέ

.....

Μακρυά

Τότε, έφυγεν αυτός

ο τελευταίος, ο μοναδικός μου σύντροφος,

ο μεγάλος μου έχθρός,

ο άγνωστός μου,

ο δήμιός μου - ο Θεός. \*)

Ο μηχανικός ύλισμός ένεταφιάσθη. Όχι δέ από εκείνους οι όποιοι ευθύς έξ αρχής τόν κατεπολέμησαν, αλλά από εκείνους οιτινες τόν έγκαθίδρυσαν, από

\*) Μετάφρασις Έερ. I. Κοτσώνη εις τό σύγγραμμα: Παύλος του I. Holtner.

τους Φυσικούς και Χημικούς. Και εάν σήμερα τὰ άποτελέσματα των έρευνών των τους άναγκάζουν νά τραπούν και πρὸς τήν Θεολογίαν, τούτο κατά μέγα μέρος όφείλεται εις τό ότι εις τό παρελθόν ήμέλησαν νά καλλιεργήσουν τήν φιλοσοφικήν διάθεσιν.

"Ετσι ή μηχανική των κουάντων περιγράφει σημερινήν τήν εικόνα του κόσμου ως ένα μίγμα καθορισμένου και άκαθορίστου, στατιστικού νόμου και τυχαίου άτομικού φαινομένου, τό όποϊον είναι εις θέσιν νά διατρήση τόν φλοιόν του στατιστικού νόμου και νά δώση εις τό σύνολον νέαν μέχρι τουδε μη χαραχθείσαν κατεύθυνσιν. Και αυτή είναι μία εικών ήτις μάς διδει πιστοτέραν περιγραφήν τής ζωής, όπως τήν γνωρίζομεν από τόν καθημερινόν μας βίον, ως ένα κρᾶμμα μάς μακρᾶς άλύσου εκ κανονικοτήτων ήτις από καιρού εις καιρόν διασπᾶται δια τής εμφάνισεως άπροσδοκῆτων, μη προύπολογισίμων, γεγονότων.

Και ποίος δέν θά έκαμε τώρα πλέον τόν άκόλουθον παραλληλισμόν, ότι δηλαδή ή κουαντική μηχανική έχει τήν αυτήν σχέση πρὸς τήν κλασσικήν μηχανικήν τήν όποιαν έχει ή Νέα Διαθήκη πρὸς τήν Παλαιάν; Διότι ο Χριστιανισμός χωρίς νά καταργή πλήρως τόν νόμον τής Παλαιᾶς Διαθήκης, όστις ειχεν άπονεκρωθῆ, διότι μετ'άμετακλήτου φανατισμοῦ έφηρμόζετο υπό τών Ίουδαίων χωρίς νά λαμβάνεται ύπ' όψιν ή Ζωή και ή συνείδησις τής έξέλιξις, διασπᾶ αυτόν δια τής χριστιανικής αγάπης, ήτις τὰ πάντα έννοεί, συμπληρώνει αυτόν δια του νόμου τής καρδιάς ήτις άποφαίνεται από περιπτώσεως εις περιπτώσιν, δια τής Χάριτος ήτις άπελευθερώνει και προωθεϊ, και ή όποία έμπεριέχει τό μυστικόν τής αιώνιου Ζωής.

## Μείωσις μέχρι σχεδόν έξουδετερώσεως τής έλευθέρας όξύτητος των ύπερφωσφορικῶν λιπασμάτων \*

Υπό ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ Γ. ΠΑΪΖΗ, Χημικό

Ο κ. Βίκτωρ Έερ. Άκύλας, μηχανικός-μεταλλειολόγος και τέως Έπιθεωρητής Μεταλλείων παρά τῷ Έπουργείῳ Έθνικής Οικονομίας, ως εκ τής Δημοσίας ταύτης θέσεώς του, έσχε τήν ευκαιρίαν νά μελετήσῃ τās διαφόρους περιοχάς τής Έλλάδος, έδαφολογικῶς και μεταλλευτικῶς.

Έκ των πολυετών τούτων μελετῶν του και παρατηρήσεων ήχθη εις τās έξῆς διαπιστώσεις:

1) "Οτι ύφίστανται έν Έλλάδι *μεγάλοι ποσότητες μεταλλεύματος λευκολίθου* (μαγνησίτου), αϊ όποια δέν είναι έμπορεύσιμοι, ύφ' οίαν φυσικήν κατάστασηιν εύρηται σήμερα, ως περιέχουσαι σχετικῶς μεγάλα ποσοστά ξένων προσμίξεων, ως πυριτικόν οξύ, άσβεστον κλπ. και

2) "Οτι εις έκτεταμένης περιοχάς τής Έλλάδος ύπάρχουν ζώναι μαγνησιακῶν πετρωμάτων, οίον όφίτου, περιδοτίτου κλπ., δια τὰ όποια μέχρις ώρας δέν εύρέθη τρόπος βιομηχανικής χρησιμοποίησεώς.

Θά ήτο όθεν πρὸς σημαντικόν όφελος τής Έθνικής μας Οικονομίας, εάν κατεβάλλετο ποιά τις προσπάθεια πρὸς έξεύρεσιν τρόπου χρησιμοποίησεως τής πολυτίμου ταύτης ύλης.

Έργασθεις πρὸς τήν κατεύθυνσιν ταύτην, ο κ. Άκύλας συνέλαβε τήν ιδέαν νά χρησιμοποιήσῃ τās μαγνησιούχους ταύτας ούσίας πρὸς *έξουδετέρωσιν τής έλευθέρας όξύτητος* των ύπερφωσφορικῶν λιπασμάτων,

(\*) Τήν παρούσαν μελέτην συμπληρώνουν 5 έκτενεϊς πίνακες, περιλαμβάνοντες αναλυτικῶς τὰ πειραματικά άποτελέσματα τής διεξαχθείσης εργασίας. Οι πίνακες οὔτοι συνετύχθησαν εις τόν δημοσιευόμενον περιληπτικόν, ίνα μη ή έκτασις τής δημοσιεύσεως υπερβῆ τόν υπό του περιοδικού διατιθέμενον χῶρον.

συνεπεία τής όποιας μέγισται ζημία προκαλοῦνται εις τήν Έθνικήν οικονομίαν, ως εκ τής άχρηστεύσεως εκατοντάδων χιλιάδων σάκκων κατ'έτος, ένῶ συγχρόνως τό μαγνησίον θά προσεφέρετο οὔτω και ως έτερον λιπαντικόν στοιχείον, γνωστοῦ όντος ότι τούτο είναι άπαραίτητον δια τόν σχηματισμόν τής χλωροφύλλης και συνεπῶς δια τήν επιτέλεσιν των διαφόρων λειτουργιῶν του φυτοῦ.

Οὔτω ο κ. Άκύλας έξήτησε και έλαβε τό ύπ' αριθμ. 11879/1948 προνόμιον εύρεσιτεχνίας, έν τῷ όποίῳ έκτίθενται έν πάση λεπτομερείᾳ αϊ άναλογίαι προσμίξεως διαφόρων μαγνησιούχων ούσιων μετά διαφόρων τύπων χημικῶν ύπερφωσφορικῶν λιπασμάτων και αϊ κατ' αυτόν, λαμβάνουσαι χῶραν κατά τήν πρόσμιξιν χημικᾶ αντιδράσεις.

Είναι γνωστόν ότι διάφοροι τρόποι και μέθοδοι προϋτάθησαν δια τήν κατά τό δυνατόν έξουδετέρωσιν τής έλευθέρας όξύτητος των έν λόγω λιπασμάτων και συνεπῶς τήν άποφυγήν των ζημιῶν, τās όποιās αύτη προκαλεϊ, οὔδεμία όμως έξ αυτών έσχεν, έξ όσων τουλάχιστον γνωρίζομεν, πρακτικόν και ώφέλιμον άποτελεσμα.

Η ύπ' όψιν μέθοδος τακτοποιεί τό ζήτημα τούτο, καθ' όσον ή πρόσμιξις μαγνησιούχων ούσιων μετά ύπερφωσφορικῶν λιπασμάτων διδει προϊόν, τό όποϊον έχει σχεδόν οὔδετέραν αντίδρασιν.

Βεβαίως ή μείωσις τής όξύτητος θά ήτο ὡς δυνατή δι' άναμίξεως του λιπάσματος και με άλλας βασικᾶς ούσίας, όμως δέν νά τονισθῆ ιδιαιτέρως ότι ή σημάσια και ή αξία τής δια μαγνησιούχων ούσιων προσμίξεως έγκειται εις τό ότι ή προστιθέμενη ούσία





Ἄλλ' ἐν τῇ προκειμένῃ περίπτωσει δὲν ἐνδιέφερον ὁ ἀπόλυτος ἀριθμὸς, ὁ ἐκφράζων τὴν ἐλευθέραν ὀξύτητα τοῦ λιπάσματος ἢ τοῦ δειγματος, ἀλλ' οἱ ἀριθμοί, ἐκ τῆς σχέσεως τῶν ὁποίων θὰ ἐγένετο ἡ σύγκρισις ὡς πρὸς τὴν πρόδοον τῆς ἀντιδράσεως καὶ συνεπῶς τοῦ βαθμοῦ μειώσεως τῆς ὀξύτητος.

Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἀκριβῶς ἐκφράζομεν τὰ ἀποτελέσματα εἰς τὸν παρατιθέμενον πίνακα εἰς κυβ. ἐκ. Ν/το ΚΟΗ, καταναλωθέντα πρὸς ἐξουδετέρωσιν 5 γραμ. οὐσίας.

Ἐπειδὴ ἐκ πρώτης ὄψεως ἡ ἀξία τῶν ἀριθμῶν, τῶν ἐκφραζόντων τὰ καταναλωθέντα κυβ. ἐκ. Ν/το ΚΟΗ δὲν εἶναι εὐκόλον νὰ γίνῃ ἀντιληπτή, δεδομένου ὅτι ἡ κατὰ διαφόρους ἀναλογίας ἀνάμιξις λιπάσματος καὶ μαγνησιούχου οὐσίας προκαλεῖ αὐτὴ αὐτὴ καὶ ἄνευ οὐδεμιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως τὴν μείωσιν ὁποσδήποτε τῆς ὀξύτητος, ἀνάγομεν τὰ καταναλισκόμενα κυβ. ἐκ. Ν/το ΚΟΗ διὰ 5 γραμ. οὐσίας, εἰς ὅσα θὰ κατηναλίσκοντο διὰ 5 γραμ. λιπάσματος, ἐξουδετερομένου καθ' ὃν βαθμὸν ἔχει ἐξουδετερωθεῖ τοῦτο εἰς τὸ δείγμα καὶ ἐκ τῆς σχέσεως τῶν ἀριθμῶν τούτων μὲ ἐκεῖνον, ὅστις ἐκφράζει τὰ καταναλωθέντα κυβ. ἐκ. Ν/το ΚΟΗ διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν 5 γραμ. αὐτοῦσιου λιπάσματος, ἐξάγωμεν τὸ ποσοστὸν, καθ' ὃ ἐμειώθη ἡ ὀξύτης.

Βεβαίως ἐν τῇ πράξει ἐνδιεφέρει μόνον ἡ ὀξύτης τοῦ μίγματος (λίπασμα + μαγνησιούχος οὐσία), καθ' ὅσον τὸ προϊόν τοῦτο θὰ χρησιμοποιηθῇ ὡς λίπασμα καὶ φυσικῶ τῷ λόγῳ ἡ ὀξύτης τούτου εἶναι ἔτι μᾶλλον μειωμένη.

Κατὰ τὰς μετρήσεις ἐχρησιμοποίησαμεν, ὡς ἐκχυλιστικά μὲν ὕγρα, ἀπεσταγμένον ὕδωρ καὶ ἀκετόνην ἐξουδετερωμένην, ὡς δείκτιν δὲ φαινολοφθαλεῖνην.

Σημαντικὸν εἶναι νὰ σημειώσωμεν ἐνταῦθα ὅτι προέβημεν καὶ εἰς συγκριτικὸς προσδιορισμοὺς τοῦ ὕδατοκιτροδιαλυτοῦ  $P_2O_5$  τόσοσιν εἰς τὸ ἀρχικὸν λίπασμα, ὅσον καὶ εἰς τὸ διὰ τῶν μαγνησιούχων οὐσιῶν ἐξουδετερωθὲν μίγμα.

Οἱ ἐν λόγῳ προσδιορισμοὶ ἔδωσαν διὰ τὰ ἐξετασθέντα ἐξουδετερωμένα μίγματα τὰ κάτωθι ἀποτελέσματα, παρὰ τὰ ὁποῖα σημειοῦμεν πρὸς σύγκρισιν καὶ τὴν θεωρητικῶς εὐρισκομένην περιεκτικότητα τῶν μιγμάτων εἰς ὕδατοκιτροδιαλυτὸν  $P_2O_5$ , βάσει τοῦ εἰς τὸ χρησιμοποιηθὲν λίπασμα προσδιορισθέντος.

| *Αποτελέσματα ἀναλύσεως | *Ἐξ ὑπολογισμοῦ περιεκτικότητος |
|-------------------------|---------------------------------|
| 11,86                   | 11,85                           |
| 11,20                   | 11,40                           |
| 26,85                   | 26,65                           |
| 24,60                   | 25,80                           |

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀποτελεσμάτων ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ σύνολον τοῦ ὕδατοδιαλυτοῦ  $P_2O_5$  οὐδεμίαν μεταβολὴν ὑφίσταται ἢ ἄλλως κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν ταύτην τῶν ὑπερφωσφορικῶν λιπασμάτων οὐδεμίαν ἀδιαλυτοποίησιν τοῦ  $P_2O_5$  λαμβάνει χώραν.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

##### 1) Ἐκχύλισις δι' ὕδατος.

**Α' Πειράματα ἐν ξηρῷ.** Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην τῶν πειραμάτων τὰ ἀποτελέσματα ὑπῆρξαν μέτρια. Μετὰ παραμονὴν τῶν κατὰ διαφόρους ἀναλογίας λιπάσματος καὶ μαγνησιούχου οὐσίας παρασκευασθέντων δειγμάτων ἐπὶ χρονικὸν διάστημα 40 περίπου ἡμερῶν παρετηρήθη τελικῶς μείωσις τῆς ὀξύτητος τῶν μὲν δειγμάτων μὲ λευκόλιθον 30—41,5% ἢ ἀνηγμένης, ὡς ἀνωτέρω ἀναφέρεται, εἰς τὸ λίπασμα 6,3 ἕως 9,3%, τῶν δὲ μὲ ὀφίτην ἀντιστοίχως 52—57% ἢ 23,5—33% (βάσις τὸ λίπασμα 0—40/42—0=100). Ἐξ ἄλλου μὲ βάσιν τὸ λίπασμα 0—16—0=100 τῶν μὲ λευκόλιθον δειγμάτων ἐσημειώθη μείωσις τῆς ὀξύτητος κατὰ 31—42% ἢ ἀνηγμένης 20,5—22,5%, τῶν δὲ μὲ ὀφίτην ἀντιστοίχως κατὰ 43—50% ἢ 27,2—35%.

**Β' Πειράματα ἐν θερμῷ.** Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην τῶν πειραμάτων, καθ' ἣν ἡ παραμονὴ τῶν δειγμάτων ὑπὸ θερμοκρασίαν 70—80° διήρκεσεν ἐπὶ 18 περίπου ὥρας, ἐσημειώσαμεν περαιτέρω μείωσιν τῆς ὀξύτητος κατὰ 8—9% εἰς τὰ δείγματα λευκόλιθου μὲ λίπασμα 0—16—0 ἢ ἀνηγμένης κατὰ 2,5%, εἰς δὲ τὰ δείγματα τοῦ ἴδιου λιπάσματος μὲ ὀφίτην ἀντιστοίχως 10% ἢ 12%.

**Γ' Πειράματα διὰ προσθήκης ὕδατος.** Τέλος ἐπειραματίσθημεν ἀυξάνοντες τὴν ὑγρασίαν τῶν δειγμάτων διὰ προσθήκης 10—15% ἀπεσταγμένου ὕδατος καὶ ἀφίνοντες ἀκολουθῶς ταῦτα, μετὰ προηγουμένην τελείαν ἀνάμιξιν, νὰ παραμείνουν ὑπὸ θερμοκρασίαν 75—85° ἐπὶ χρονικὸν διάστημα ἀπὸ 3 μέχρις 7 ὥρων. Ἡ περίοδος αὕτη τῶν πειραμάτων ὑπῆρξεν ἡ πλέον πλουσία εἰς ἀποτελέσματα, ἐπιβεβαιούντα τὰ ἐν τῇ ἐν ἀρχῇ ἀναφερθεῖσιν εὐρεσιτεχνίᾳ ἐκτιθέμενα.

Οὕτω μετὰ τὴν πρώτην προσθήκην ὕδατος καὶ παραμονὴν τῶν δειγμάτων ἐν θερμῷ, ἡ μείωσις τῆς ὀξύτητος ὑπῆρξεν καταφανεστάτη, ἐξιχθεῖσα κατ' ἀνωτάτων ὄριον τῶν δειγμάτων 0—40/42—0 λευκόλιθος μέχρις 97% (ἀνηγμένη 95%), τῶν δειγμάτων 0—40/42—0/ὀφίτης μέχρις 85,5—97% (ἀνηγμένη 78,5—95%), τῶν δειγμάτων 0—16—0 λευκόλιθος μέχρις 79—85% (ἀνηγμένη 72—82%) καὶ τέλος τῶν δειγμάτων 0—16—0 ὀφίτης 87—95% (ἀνηγμένη 84—93%).

Νέα προσθήκη ὕδατος καὶ νέα παραμονὴ ἐν θερμῷ προεκάλεσεν εἰς πολλὰς περιπτώσεις ἔτι μεγαλύτεραν μείωσιν τῆς ὀξύτητος, ἥτις ἐφθόσεν εἰς δείγμα 0/40/42—0 ὀφίτης 98,7% (ἀνηγμένη 89%).

Βεβαίως ἡ μείωσις τῆς ὀξύτητος ἐκυμαίνετο καὶ ἐξηρτάτο ἐκ τοῦ ἐκάστοτε ἐν ἀνάμειξις ποσοῦ τοῦ λευκόλιθου ἢ τοῦ ὀφίτου.

##### 2) Ἐκχύλισις δι' ἀκετόνης.

Ἡ ἐργασία κατὰ τὴν δι' ἀκετόνης ἐκχύλισιν διεξήγετο ὡς ἑξῆς :

2 γραμ. οὐσίας (λιπάσματος ἢ μίγματος) καλῶς λειοτριβημένα, εἰσῆγοντο ἐντὸς ὀγκομετρικῆς φιάλης τῶν 100 κυβ. ἐκ., ἥτις ἐπληροῦτο μὲ καθαρὰν ἐξουδετερωμένην ἀκετόνην μέχρι τῆς γραμμῆς. Τὸ περιεχόμενον ἀνεκινεῖτο ἐντόνως ἐπὶ 30' καὶ ὀφῆνετο νὰ ἠρεμήσῃ. Ἐκ τοῦ ὑπερθεῖν τῆς οὐσίας ὕγρου ἐλαμβάνοντο διὰ σιφώνιου 50 κυβ. ἐκ. καὶ ἐγένετο ὀξυμέτρησις διὰ Ν/το ΚΟΗ.

Κατὰ τὰς μετρήσεις τῆς ὀξύτητος τῶν διὰ ἀκετόνης ἐκχυλισμάτων παρετηρήθησαν ὠρισμένα ἀνωμαλία, κυρίως εἰς τὰ δείγματα τῶν μιγμάτων λιπάσματος μετὰ λευκόλιθου. Ἐνῶ δηλ. μετὰ τὴν πρώτην προσθήκην ὕδατος καὶ παραμονὴν ἐν θερμῷ παρετηρήθη μείωσις τῆς ἐλευθέρως ὀξύτητος, μετὰ τὴν δευτέραν προσθήκην ὕδατος παρετηρήθη αὐξήσις τῆς προηγουμένως μετρηθείσης· εἰς ἄλλο δείγμα παρετηρήθη ἡ αὐξήσις εὐθύς μετὰ τὴν πρώτην προσθήκην τοῦ ὕδατος. Σημειοῦμεν ὅτι τὸ ὕδατικὸν ἐκχύλισμα τοῦ ἴδιου δειγματος ἐδείκνυε πάντοτε μείωσιν τῆς ὀξύτητος.

Πάντως τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων, τῶν μέχρι τοῦ σημείου, ἀπὸ τοῦ ὁποίου ἀρχίζουσι αἱ ἐν λόγῳ ἀνωμαλία, δεικνύουσιν μείωσιν τῆς ἐλευθέρως ὀξύτητος διὰ μὲν τὰ δείγματα τῶν μιγμάτων μὲ λευκόλιθον κατὰ 52—54% (ἀνηγμένη 36,5—47%), διὰ δὲ τὰ δείγματα τῶν μιγμάτων μὲ ὀφίτην κατὰ 80—94% (ἀνηγμένη 75—91,5%).

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ἐκ τῆς ἐργασίας, τὴν ὁποίαν ἐξετελέσαμεν, δύνανται νὰ ἐξαχθοῦν τὰ κάτωθι συμπεράσματα :

1) Ὁ προσφορώτερος τρόπος, ἀπαιτῶν καὶ ἐλάχιστον σχετικῶς χρόνον πρὸς ἐπίτευξιν τῶν σκοπῶν, εἰς οὗς ἀποβλέπει ἡ μέθοδος, εἶναι ἡ λεπτινὴ λειοτρίβησις τῶν πρὸς ἀνάμιξιν ὑλῶν, ἢ προσθήκη 10—15% ὕδατος, ἀκολουθῶς ἢ τελεία ἀνάμιξις καὶ ἡ παραμονὴ κατόπιν τοῦ μίγματος ὑπὸ θερμοκρασίαν 70°—80° ἐπὶ 6—8 ὥρας.

Ἐν προκειμένῳ τὸν λόγον ἔχουν οἱ Τεχνικοὶ τῆς

Βιομηχανίας των Λιπασμάτων περί του κατά ποίαν στιγμήν τής παρασκευής του λιπάσματος είναι έφικτόν να εφαρμοσθῆ ἡ ἀναφερομένη ἀνωτέρω διαδικασία τῆς μίξεως τούτου μετὰ τῆς μαγνησιοῦ οὐσίας καὶ ἐπίτευξιν τοῦ ἐπίδιωκομένου σκοποῦ.

2) Ἡ ἐκ νέου προσθήκη ὕδατος καὶ ἐπανάληψις τῆς ἀνωτέρω διαδικασίας ἔχει πάντοτε ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἔτι περαιτέρω μείωσιν τῆς ὀξύτητος.

3) Εἰς τὸ ὕδατικὸν ἐκχύλισμα ἐνυπάρχουν τὰ ἐν τῷ λιπάσματι ἐλεύθερα ὀξέα, τὸ φωσφορικὸν μονασβέσιον ( $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ ) καὶ τὸ διὰ τῆς ὑδρολύσεως τούτου ἐλευθερούμενον φωσφορικὸν ὀξύ. Συνεπῶς ἡ ἐλάττωσις τῆς ὀξύτητος τῶν ὕδατικῶν ἐκχυλισμάτων δεικνύει ἢ μείωσιν τῶν ἐλευθέρων ὀξέων ἢ μείωσιν τοῦ διαλυτοῦ εἰς τὸ ὕδωρ φωσφορικὸν μονασβεστίου ἢ καὶ ἀμφότερα.

Ἡ πιθανοτάτη μείωσις τοῦ  $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$  θὰ ἦτο δυνατόν νὰ ἐξηγηθῆ διὰ τῆς μετατροπῆς του εἰς ἔνωσιν ἀσβεστομαγνησιοῦχον (ἴσως  $\text{CaMgH}_2(\text{PO}_4)_2$ ) ἀνάλογον πρὸς τὸ φωσφορικὸν διασβέσιον ( $\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$ ) ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ διαλυτὸν ὡς ἐκεῖνο, εἰς ἀлкаλικὸν διάλυμα κητρικοῦ ἀμμωνίου.

Ἡ σημασία τῆς τοιαύτης μετατροπῆς εἶναι ἀξιωματική.

Διότι ἐνῶ ἀφ' ἑνὸς δὲν μειοῦται ἡ λιπαντικὴ ἀξία τοῦ λιπάσματος, ἀφ' ἑτέρου μέρος τοῦ εὐδιαλύτου εἰς

ὕδωρ  $\text{P}_2\text{O}_5$ , τὸ ὁποῖον θὰ παρεσῦρετο ὑπὸ τῶν ὀμβρίων ὑδάτων εἰς ὀρίζοντας πολὺ κάτω τῶν ριζῶν, θὰ παραμένει ἤδη ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ κητροδιαλυτοῦ ἄλατος παρ' αὐτάς καὶ θὰ ἀφομοιοῦται κατὰ τὴν ταχύτητα, τοῦ ἀπαιτοῦν αἰ ἀνάγκαι τοῦ φυτοῦ.

Ἡ δυσδιαλυτότης ἄλλωστε, ὡς εἶναι γνωστὸν, τῶν διαφόρων ἀλάτων ἐξασφαλίζει τὴν θρέψιν τῶν φυτῶν καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ζωῆς των, διὰ τῆς διαλύσεως τῶν ἀλάτων τούτων ὑπὸ τῶν ὀξέων, αἵτινα ἐκκρίνουν τὰ τριχίδια τῶν ριζῶν τοῦ φυτοῦ.

Περαίνοντες ἐπιθυμοῦμεν νὰ τονίσωμεν ὅτι ἡ παροῦσα μελέτη δὲν ἀξιοῖ νὰ θεωρηθῆ ὅτι δίδει τὴν ὀριστικὴν μορφήν τοῦ θέματος καὶ τὴν ὀριστικὴν λύσιν τοῦ προβλήματος.

Φιλοδοξοῦμεν ὅπως τὰ ὀλίγα στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα διδομεν, χρησιμεύσουν ὡς ἀπαρχὴ διὰ πλεόν συστηματικὴν μελέτην τοῦ ζητήματος παρὰ περισσότερον ἡμῶν ἐιδικῶν ἐπιστημόνων, οἵτινες καὶ τὰς ἐιδικὰς γνώσεις καὶ τὰ κατάλληλα μέσα πλουσιώτερον ἢ ἡμεῖς θὰ διαθέτουν.

Εὐχόμεθα τέλος ὅπως τὰ ἀποτελέσματα καὶ τὰ συμπεράσματα τῶν μελετῶν αὐτῶν ὀδηγήσουν, κατὰ τὸ δυνατόν συντομώτερον, εἰς τὴν πρακτικὴν ἐν μεγάλῳ ἐφαρμογῇ τὸσον πρὸς ὄφελος τῆς Γεωργίας, ὅσον καὶ τῆς Ἑθνικῆς Οἰκονομίας, ἧτις ποικιλοτρόπως, ὡς ἐξετέθη ἤδη, θὰ ὠφεληθῆ.

## ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΙΣ ΞΕΝΟΥ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

**Ταχεία μέθοδος ποσοτικῆς προσδιορισμοῦ θρωμικοῦ καλίου εἰς τὸ ἄλευρον.** Ὑπὸ *Howe Marjorie*. *Ind. Chimie* τόμ. 66 σ. 684 (1951).

Ἐντὸς φιάλης Erlenmeyer 500cm<sup>3</sup> φέρομεν 10 γρ. ἄλευρου, 0,5 γρ. διηθητικοῦ χάρτου, καὶ προσθέτομεν 200cm<sup>3</sup> ὕδατος. Ἡ φιάλη πωματίζεται καὶ ἀνακινεῖται ἐπὶ 2' φροντίζοντες ὥστε νὰ ποραχθῆ ὅσον τὸ δυνατόν ὀλιγώτερος ἀφρός. Μετὰ ταῦτα ἀφίεται ἐν ἡμερῶν ἐπὶ 10-15'. Κατόπιν προστίθενται 25cm<sup>3</sup> διαλύματος 0,18 N θειικοῦ ψευδαργύρου καὶ 25cm<sup>3</sup> διαλύματος  $\text{NaOH}$  0,18 N καὶ ἀφίεται 5-10' νὰ διαυγασθῆ τὸ ὑγρὸν. Διηθοῦμεν καὶ εἰς 50cm<sup>3</sup> διηθήματος προσθέτομεν 10cm<sup>3</sup>  $\text{H}_2\text{SO}_4$  10%, 3cm<sup>3</sup> διαλύματος 30% καὶ 1cm<sup>3</sup> διαλύματος ἀμύλου ὅτε ὀγκομετροῦμεν μὲ διάλυμα 0,011 N  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Ἡ μέθοδος εἶναι μὲν ἀκριβῆς, ἀλλὰ δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθῆ παρουσία ἄλλων ὀξειδωτικῶν, ἰωδικῶν καὶ ὑπεριωδικῶν ἀλάτων.

ΑΠ ΒΕΝΙΕΡΗΣ

**Παρασκευὴ δερμάτων μὲ βελτιωμένης μηχανικῆς ιδιότητος δι' ἐφαρμογῆς τάσεως κατὰ τὴν δέψιν.**

Ὑπὸ *R. G. Milton* καὶ *E. F. Natras*. *J. Soc. Leather Trade Chemists* 3L, 299 (1950) ἀπὸ *C. A. LS.* 3177 (1951).

Ἀντίστοιχα τεμάχια τοῦ ἄνω καὶ τοῦ κάτω μέρους δέρματος μόσχου, ὑπεβλήθησαν εἰς τὰς διαφόρους συνήθεις μεθόδους δέψεως μετὰ καὶ ἄνευ ἐφαρμογῆς τάσεως (περίπου 3 Kg/cm<sup>2</sup>). Τὰ ὑπὸ τὰς παρασκευασθέντα δέρματα παρεβλήθησαν μὲ τὰ συνήθη τοιαῦτα, ὅσον ἀφορᾷ τὴν ἀντοχὴν των εἰς τὰς ἐφαρμοζομένην εἴτε παραλλήλως πρὸς τὴν κατὰ τὴν δέψιν ἐφαρμοσθείσαν, εἴτε καθέτως πρὸς αὐτήν. Κατὰ τὴν παράλληλον διεύθυνσιν, ἡ ἀντοχὴ τῶν ὑποστάντων δέψιν ὑπὸ τὰς δερμάτων εὐρέθη κατὰ 38 ἕως 62% μεγαλύτερα τῆς τῶν συνήθων τοιούτων, κατὰ τὴν κάθετον δὲ 20 ἕως 35%. Συγχρόνως ἠυξήθη καὶ ἡ ἐλαστικότης τῶν δερμάτων κατὰ 40 ἕως 60%. Ὁ τρόπος κατὰ τὸν ὁποῖον ἐπετεύχθη τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἄγει εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι αἱ Ἴνες ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς κατὰ τὴν δέψιν ἐφαρμοσθείσης τάσεως ὑπέστησαν μεταβολὴν τινὰ, προφανῶς δὲ προσανατολισμὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς τάσεως.

Κ. Α. ΚΑΜΠΙΤΣΗΣ

**Χρησιμοποίησις προστατευτικῶν κολλοειδῶν κατὰ τὸν ὀγκομετρικὸν προσδιορισμὸν τῶν χλωριόντων.** Ὑπὸ *Robert F. Stalzer*, *Edith Stapf Dillon* καὶ *W. C. Vospiug*. *Anal Chem* 22, 952 (1950).

Οἱ συγγραφεῖς ἐμελέτησαν τὴν ἐπωφελεῆ ἐπίδρασιν τῶν προστατευτικῶν κολλοειδῶν κατὰ τὸν ὀγκομετρικὸν προσδιορισμὸν τῶν χλωριόντων μὲ ἰόντα ἀργύρου, ἢ ὁποῖα ἐπίδρασις συνίσταται εἰς τὴν παρεμπόδισιν τῆς θρομβώσεως τοῦ  $\text{AgCl}$  καὶ τὴν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον σαφεστέραν κατάδειξιν τοῦ πέρατος τῆς ὀγκομετρήσεως. Ὡς προστατευτικὰ κολλοειδῆ ἐχρησιμοποίηθησαν διαλύματα 1% ἀραβικοῦ κόμμεος, ζελατίνης, δεξτρίνης καὶ agar-agar, προσετέθησαν δὲ 5 κ. ἐ. διαλύματος κολλοειδοῦς ἀνά 100 κ. ἐ. ὀγκομετρούμενου διαλύματος. Καὶ τὰ τέσσαρα προστατευτικὰ κολλοειδῆ, δοκιμασθέντα ἐφ' ὄλων τῶν γνωστῶν μεθόδων ὀγκομετρικοῦ προσδιορισμοῦ τῶν χλωριόντων, ἔδωκαν ἴσως ἰκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα. Ἐκ τῶν τεσσάρων κολλοειδῶν, προτιμητέον εἶναι κατὰ τοὺς συγγραφεῖς τὸ ἀραβικὸν κόμμι, μὲ τὸ ὁποῖον ἐλήφθησαν ἀκριβέστατα ἐξαγόμενα, ἰδίᾳ δὲ κατὰ τὴν ὀγκομέτρησιν μὲ δείκτην διχλωροφλουορεσκεΐνην.

Κ. Α. ΚΑΜΠΙΤΣΗΣ

**Ταχεία μέθοδος προσδιορισμοῦ φθοριόντων εἰς τὸ ὕδωρ.** Ὑπὸ *W. E. Thrun*. *Anal. Chem* 22 σ. 918 (1950).

Ἡ μέθοδος βασίζεται εἰς τὴν σύγκρισιν τοῦ χρώματος, ὅπερ παρέχουν τὰ φθοριόντα μὲ τὴν μετ' ἀργιλίου λάκκαν τῆς ἐριοχρωμοκυανίνης, πρὸς τὸ ἀντίστοιχον χρῶμα προτύπων διαλυμάτων γνωστῆς περιεκτικότητος εἰς φθοριόντα.

**Χρησιμοποιούμενα διαλύματα.** 1) Δύο σειραὶ προτύπων διαλυμάτων  $\text{NaF}$ , ἢ μὲν πρώτη μὲ περιεκτικότητα εἰς φθοριόντα ἀπὸ 0,1 ἕως 1,2 μέρη εἰς τὸ ἑκατομμύριον, ἢ δὲ δευτέρα ἀπὸ 1 ἕως 6 μέρη εἰς τὸ ἑκατομμύριον. Ἐκαστον τῶν διαλυμάτων τῆς πρώτης σειρᾶς διαφέρει τοῦ προηγουμένου του κατὰ 0,1 ἢ καὶ 0,05 μέρη εἰς τὸ ἑκατομμύριον, τῆς δὲ δευτέρας κατὰ 0,5 ἢ καὶ 0,25 μέρη εἰς τὸ ἑκατομμύριον.

2) Ὑδατικὸν διάλυμα 5% ἐριοχρωμοκυανίνης (Α). Δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν τὰ προϊόντα «Eriochrome

mecyanine R. C.» του Οίκου Geigy & Co., Inc (τέφρα 61%) ή «Alizarol Cyanine R. C.» του Οίκου National Anilin Division of the Allied Chemical & Dye Corporation (τέφρα 59%).

3) Διάλυμα χλωριούχου άργιλλίου (B). 0,447 γρ. κρυσταλ.  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  εις λίτρον διαλύματος.

4) Ρυθμιστικόν διάλυμα (Γ). 50 γρ. όξικου άμμωνίου και 1 γρ. βενζοϊκού άμμωνίου διαλύονται εις 100 κ. έ. ύδατος και προστίθενται 3 κ. έ. όξικου όξεος glacial. 1 κ. έ. του διαλύματος άραιούμενον εις 20πλάσιον όγκον δέον να έχη PH 5,4 έως 5,6.

5) Μεικτόν διάλειμα (Δ). Παρασκευάζεται δι' άναμείξεως 3 όγκων του διαλύματος Α, 2 όγκων του διαλύματος Γ και 1 όγκου διαλύματος άραβικού κόμμεος 1%.

6) Πυκνόν διάλυμα λάκκας (Ε). Άναμειγνύονται 50 κ. έ. του διαλύματος Δ, 50 κ. έ. του διαλύματος Β και 5 κ. έ. ύδατος και θερμαίνονται εις 65° - 70° επί 10' υπό συνεχή άνάδευσιν. Το διάλυμα δύναται να διατηρηθί επί τετράμηνον τουλάχιστον.

7) Άραιόν διάλυμα λάκκας (ΣΤ). Άναμειγνύονται 10 κ. έ. του διαλύματος Ε, 90 κ. έ. ύδατος και 10 κ. έ. του διαλύματος Γ.

**Διεξαγωγή του προσδιορισμού.** Έάν το προς έξεταση διάλυμα είναι άλκαλικόν, καθίσταται έλαφρώς όξινον δι' όλίγων σταγόνων άραιου HCl.

Έπί περιεκτικότητας εις φθοριόντα από 0,1 έως 1,1 μέρη εις το έκατομ. φέρονται έντός σωλήνων συγκρίσεως ανά 10 κ. έ. εκ του εξεταζόμενου διαλύματος και των προτύπων διαλυμάτων της άντιστοίχου σειράς. Εις έκαστον σωλήνα προστίθενται ανά 2 κ. έ. του διαλύματος ΣΤ και άναταράσσεται ό σωλήν. Η σύγκρισις του χρώματος λαμβάνει χώραν μετά παρέλευσιν 10' - 15'.

Έπί περιεκτικότητας εις φθοριόντα από 1 έως 6 μέρη εις το έκατομ. λαμβάνονται άντιστοιχώς ανά 5 κ.έ. του εξεταζόμενου διαλύματος και των προτύπων τοιούτων και προστίθενται 5 κ. έ. του διαλύματος ΣΤ.

Κ. Α. ΚΑΜΠΙΤΣΗΣ

## ΕΠΙΣΤΟΛΑΙ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΣΥΝΤΑΞΙΝ

Έν Αθήναις τή 26 Φεβρ. 1952

Πρός την Δ. Ε. των «ΧΗΜΙΚΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ»

Κύριε Πρόεδρε,

Έπανέρχομαι επί της επί ύφηγεσία διατριβής του συνεδέλφου κ. Α. Νιννή δια να άπαντήσω κατά το συντομώτερον δυνατόν επί των κυριωτέρων σημείων της από 23 Μαρτίου 1952 προς ύμάς έπιστολής του.

Δέν πταίω έγώ εάν ό κ. Ν. έπεξετάθη εις την διατριβήν του και επί της συστάσεως του έλαιοκάρπου και του έλαιολάδου. Έφ' όσον όμως έπεξετάθη δέν έδικαιοϋτο να παραβλέψη και την σχετικήν βιβλιογραφίαν και ιδιαιτέρως την έλληνικήν τοιαύτην.

Διά την άγγλικήν ονοματολογίαν του πυρηνελαίου τον παρακαλώ να άνατρέξη και πάλιν εις το υπό του ίδιου άναφερόμενον σύγγραμμα του Hilditch 1945 σελ. 119 όπου θα ίδι ή ότι κάθε άλλο παρά ταυτοσημους θεωρεί ό συγγραφεύς τους όρους Olive Kernel Oil και Sulfur Oil. Έπίσης θα τον παρακαλέσω να άνατρέξη και εις την σελ. 44 Hefter-Schönfeld πού ό ίδιος άναφέρει, όπου σαφώς άναφέρεται ότι επί πυρηνελαίων μεγάλης όξύτητος είναι συμφερωτέρα ή άπ' εύθείας άνασύνθεσις άνευ προηγουμένης άποστάξεως των όξέων, δηλαδή το αντίθετον εκείνου πού ύποστηρίζει. Έξ άλλου εις το τέλος της έπιστολής του ό κ. Ν. έπικαλείται ένα τύπον του Altschul, ό όποιος πρέπει να διδη την δυνατότητα ύπολογισμού του σημείου κινητικής ίσορροπίας της ύδρολυτικής άντιδράσεως. Περιέργως όμως ό τύπος αυτός δέν δίδει σημείον ίσορροπίας αλλά, όπως και ό συγγραφεύς άναφέρει εις το σύγγραμμά του Bailey «Cottonseed and Cottonseed products» σελ. 189, την σταθεράν K της ταχύτητος άντιδράσεως.

Έπί λέξει άναφέρει τα έξής : «άπαξ προσδιορισθείς της τιμής του K είναι δυνατόν να χαράξωμεν την καμπύλην της λιπολύσεως και, έντός λογικών όρίων, να πρωείπωμεν το έκατοστιαίον ποσοστόν έλευθέρων λιπαρών όξέων πού θα άναπτυχθί εάν ή άποθήκευσις παραταθί επί οιονδήποτε δεδομενον χρόνον». Αυτά λέγει ό Altschul και όχι ποία θα είναι ή ίσορροπία της άντιδράσεως.

Είναι περιέργον ότι και εις τας τρεις βιβλιογραφικάς παραπομπάς πού έπικαλείται ό κ. Ν. οι συγγραφείς λέγουν τα αντίθετα εκείνων πού έπεθύμει να ύποστηρίξη.

Κατά τα λοιπά ή έπιστολή του κ. Ν. δέν άνατρέπει κατά τίποτε την γνώμην πού εξέφρασα εις την από 20 Φεβρ. 1952 έπιστολήν μου, ότι ή επί ύφηγεσία

διατριβή του δέν περιέχει τίποτε το νέον, πλην ίσως την σχέσηιν μεταξύ πυκνότητος γλυκερίνης και όξύτητος.

Άλλά επί του σημείου αυτού ύπάρχει μία έργασία των Sturm και Frei δημοσιευθείσα εις το περιοδικόν Fette und Seifen 45 (1938) σελ. 219-223, εις την όποιαν άναφέρεται τύπος δια του όποιου είναι δυνατόν να ύπολογισθί ό όριακός βαθμός διασπάσεως ένός έλαίου από την άναλογίαν του συνυπάρχοντος ύδατος και από τον άριθμόν σαπωνοποιήσεως του έλαίου. Ό τύπος αυτός, τον όποιον θεωρώ περιττόν να επαναλάβω, δίδει με ίκανήν προσέγγισιν, όπως φαίνεται και από προσφάτους έργασίας, το έπιτυχανόμενον όριον ύδρολύσεως δια διαφόρους λιπαράς ούσιας και από έλεγχον πού εξέτέλεσα καταφαίνεται ότι το άποτέλεσμα του κ. Ν. δια το πυρηνέλαιον εύρίσκειται έντός των όρίων των προσεγγίσεων. Άρα και έδω ούδέν νεώτερον.

Όσον άφορά εις όσα γράφει δια το β' θερμοδυναμικόν άξίωμα, τον νόμον δράσεως των μαζών, την κινητικήν των χημικών αντιδράσεων, την έποχήν του Παστέρ, κλπ. κλπ., θα άπαντήσω εις τον κ. Ν., ότι με τας άντιλήψεις του θα ήτο αδύνατος ή σύνθεσις εις την φύσιν των λιπαρών ούσιων από λιπαρά όξέα και γλυκερίνην και μάλιστα εις περιβάλλοντα πλουσιώτατα εις ύδωρ. Και όμως γίνεται.

Τέλος έπιθυμώ να παρατηρήσω ότι εις την διατριβήν του ό κ. Ν. άναφέρει κάτι περι πειραμάτων δια να καθορισθί ή εύνοική πυκνότης ίόντων ύδρογόνου δια την δράσιν του φυράματος. Τα πειράματα αυτά σταματουδν χωρίς να δίδεται καμμία συνέχεια και καμμία έξήγησις και χωρίς να έξάγεται κανένα συμπέρασμα. Διατί;

Ό κ. Ν. επανειλημμένως εις την έπιστολήν του επανέρχεται επί της έργασίας μου επί των άλλωύσεων του πυρηνελαίου και προσπαθεί να χαρακτηρίση ως έσφαλμένα τα συμπεράσματά μου. Άντι τούτου θα ήτο προτιμώτερον να προσπαθήση να την έλέγη πειραματικώς, επαναλαμβάνων ταύτην. Είμαι πρόθυμος και να τον βοηθήσω προς τούτο.

Με την παράκλησιν όπως δημοσιευθί και ή παρούσα μου και εύχαριστών δια την φιλοξενίαν.

Διατελώ μετά πάσης τιμής

ΑΝΑΣΤ. ΚΩΝΣΤΑΣ

Ό κ. Νιννής ύπ' όψιν του όποιου έτέθη ή άνωτέρω έπιστολή έδήλωσεν ότι το περιεχόμενον ταύτης δέν παρουσιάζει ούδέν νέον έπιστημονικόν στοιχείον ώστε να χρήξη άπαντήσεως.

Σ. Σ. Κατόπιν των άνωτέρω, ή Δ.Ε. των Χημικών Χρονικών θεωρεί το προκύψαν ζήτημα έξαντληθέν και λήξαν.