

ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΔΥΣΙΝ ΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ;

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΓΓΚΟΥ Κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ

Μακαριώτατε,
Κύριε Πρόεδρε,
Κυρίες και Κύριοι,

Εἰς τὴν ὁμιλίαν μου θὰ προσπαθῶ νὰ περιγράψω τὴν ἐξέλιξιν τῆς θεωρίας τοῦ ἀτόμου ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τῆς γενέσεώς της μέχρι σήμερον, ἀπαντῶν εἰς τὸ ἐρώτημα: Βαίνομεν πρὸς τὴν Δύσιν τῆς ἀτομιστικῆς ἀντιλήψεως τῆς ὕλης; Ἀπὸ τὸ εὐρὸν φάσμα θεμάτων Φυσικοχημείας ἐξέλεξα ἀκριβῶς τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν διότι αὐτὴ ἀντικατοπτρίζει, κατὰ τρόπον χαρακτηριστικόν, τὴν γενικὴν πορείαν τῆς ἐξελλίξεως τῶν Φυσικῶν Ἐπιστημῶν.

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι διατρέχουν σήμερον, ὡς συνήθως, μίαν κρίσιν. Κρίσεις ἐμφανίζονται εἰς τὰς Φυσικὰς ἐπιστῆμας πάντοτε ὅταν ἐξακολουθοῦμεν νὰ χρησιμοποιοῦμεν ἐννοίας παρελθόντων κοσμοειδώλων εἰς μίαν μεταβληθεῖσαν σύγχρονον πραγματικότητα. Εἰς τὴν ἀφήγησίν μου θὰ ἀναφερθῶ εἰς ἐκείνας μόνον τὰς ἀνακαλύψεις, αἵτινες ἀπέβησαν ὀριστικαὶ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῆς ἀτομικῆς θεωρίας.

Τὸ ἱστορικὸν τῆς ἀρχῆς ἐνὸς μεγάλου γεγονότος ἔχει πάντοτε τὴν δροσερότητα τῆς νεότητος. Ἦτο περὶ τὰ μέσα τοῦ 5ου π.Χ. αἰῶνος, ἐποχὴν γενικῆς πνευματικῆς ἀφρηνίσεως, ὅταν ὁ Δημόκριτος ἦλθεν ἀπὸ τὸν τόπον τῆς γεννήσεώς του, τὰ Ἀβδηρα, (460 - 370 π.Χ.) εἰς τὰς Ἀθήνας, τελείως ἄγνωστος, μόνον μὲ τὴν ζωηρὰν ὀρμὴν πρὸς μάθησιν καὶ ἔρευναν. Ὁ πόθος του ἦτο νὰ ἀνακαλύψῃ ἔστω καὶ μίαν μόνον αἰτιοκρατικὴν συσχέτισιν μεταξὺ τῶν φυσικῶν φαινομένων, προτιμῶν αὐτὸ ἀπὸ τοῦ νὰ ἦτο ἀκόμη καὶ βασιλεὺς τῶν Περσῶν. Ἐδῶ εἰς στιγμὰς πρωτοφανοῦς ἐνορατικότητος, ἄνευ οὐδενὸς πειράματος, συνέλαβε τὴν βασικὴν ἰδέαν τῆς ἀτομικῆς θεωρίας, δηλαδή τῆς ἀσυνεχοῦς πληρώσεως τοῦ κενοῦ χώρου μὲ μικρότατας, ἀοράτους, ὕλικὰς ὀντότητας, αἵτινες δὲν δύνανται νὰ ὑποδιαιεθεοῦν καὶ τὰς ὁποίας ὀντότητας ἀπεκάλεσεν ἄτομα.

Δὲν ὑπάρχει ἄλλο τι εἰς τὸ Σύμπαν εἰ μὴ μόνον τὰ ἅτομα καὶ τὸ κενόν. Ἐς συγκρατήσωμεν τὴν βασικὴν αὐτὴν τοποθέτησιν τοῦ Δημοκρίτου. Διότι ἐκτὸς τῶν ἀτόμων καὶ τὸ κενὸν ἐπέπρωτο νὰ παίξῃ σημαντικὸν ρόλον εἰς τὴν σύγχρονον θεώρησιν τῶν στοιχειωδῶν φαινομένων ὡς τόπος γενέσεως δυνητικῶν σωματιδίων. Ὡς βασικὰς προϋποθέσεις τῆς ὑπάρξεως τῶν ἀτόμων ὁ Δημόκριτος ὀρίζει

ὅτι αὐτὰ κινουῦνται ἀενάως, ἀνευ οὐδενὸς συγκεκριμένου σκοποῦ, ὅτι εἶναι ἐ λ ε ῦ - θ ε ρ α καὶ ἀ ν ε ξ ά ρ τ η τ α. Πρόκειται περὶ μιᾶς σκέψεως, ἣ ὁποία φέρει τὴν σφραγιδα μιᾶς καθαρῶς ἐλληνικῆς νοοτροπίας. Ἴσως δὲν εἶναι τυχαῖον ὅτι ἡ ἀτομικὴ θεωρία ἐγεννήθη ὀλίγας μόνον δεκαετίας μετὰ τοὺς Περσικοὺς πολέμους. Προχωρῶν εἰς τὸν λεπτομερεῖ χαρακτήρισμόν τῶν ἀτόμων παραδέχεται ὅτι τὰ ἄτομα εἶναι συμπαγῆ, δὲν ἔχουν χρῶμα, οὔτε ὄσμην οὔτε γεῦσιν. Αἱ ιδιότητες αὐταὶ εἶναι δευτερογενεῖς, προκαλοῦμεναι διὰ τοῦ τρόπου συνδέσεως τῶν ἀτόμων εἰς μεγαλύτερα συγκροτήματα εἰς χημικὰς ἐνώσεις, ὡς θὰ ἐλέγαμε σήμερον. Μὲ τὰς προτάσεις αὐτάς, ὁ Δημόκριτος προδίδει μίαν ἔ μ φ υ τ ο ν ὀρθολογικὴν ἐπιστημονικότητα.

Ἡ ἀτομικὴ θεωρία τοῦ Δημοκρίτου δὲν εἶναι μία βραχύπνοος πνευματικὴ ἐμφάνισις εἰς τὴν ἱστορίαν τῆς ἀνθρωπότητος. Αἱ ὀλίγαι προτάσεις τῆς ἰσχύουν σχεδὸν ἀμεταβλήτως μέχρι σήμερον καὶ θὰ ἰσχύουν πιθανῶς ἐφ' ὅσον ὑπάρχουν φυσικαὶ ἐπιστῆμαι, καὶ ἐφ' ὅσον διατηροῦνται αἱ προϋποθέσεις τῆς ἀνεξαρτησίας καὶ ἐλευθερίας τῶν ἀτόμων.

Ὁ Δημόκριτος ἀπεμάκρυνε καὶ τὸ τελευταῖον ἴχνος ἀνθρωπομορφισμοῦ ἀπὸ τὰς κοσμογονικὰς θεωρίας τῆς ἐποχῆς του, ἦτο θερμὸς θιασώτης τῆς αἰτιοκρατίας, «αἱ ἀποτυχίαι δὲν εἶναι τυχαῖαι». Κατ' αὐτὸν ἡ ψυχὴ εἶναι ὁ συνολικὸς χαρακτηρισμὸς διὰ πύρινα σφαιρικὰ ἄτομα κατανεμημένα μεταξὺ τῶν ἄλλων εἰς ὀλόκληρον τὸ σῶμα καὶ εἶναι ὑπεύθυνα διὰ τὴν λειτουργίαν του. Ἡ ἐξάτμισις τῶν ἐπιφέρει τὸν θάνατον. Καίτοι ὁ Δημόκριτος δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς εἷς τῶν θεμελιωτῶν τοῦ ὕλιστικοῦ κοσμοειδώλου, θαυμάζει καεὶς μανθάνων, ὅτι ἦτο ὁ πρῶτος ὅστις ἐχρησιμοποίησε τὴν λέξιν «συνείδησις» μὲ τὴν σημερινήν τῆς σημασίαν. Τὸ αὐτὸ δηλοῖ καὶ τὸ ἀπόφθεγμα του: «Ἡ ἐπινοήσις τοῦ ὠραίου εἶναι δῶρον Θεοῦ Πνεύματος». Κύριον μέλημα τῆς φιλοσοφίας του ἦτο ἡ ἀπελευθέρωσις τοῦ ἀνθρώπου ἀπὸ πάσης φύσεως φόβου.

Κατὰ τοὺς μετ' ἔπειτα αἰῶνας ὁ Ἐπίκουρος (341 - 279 π.Χ.) εἰς τὴν Σχολίαν του ἔκαμε εὐρυτάτην χρῆσιν συλλογισμῶν καὶ σκέψεων τοῦ Δημοκρίτου, αἵτινες διὰ τοῦ ποιήματος τοῦ Δημοκρητίου *De Rerum Natura* εἰσηλθόν εἰς τὸν πνευματικὸν κόσμον τῶν Ῥωμαίων. Ἐν τούτοις ἡ ἀτομικὴ θεωρία, ἐ λ η σ μ ο ν ἡ θ η. Ἴσως τοῦτο ὠφείλετο εἰς τὴν ἀρνητικὴν στάσιν τοῦ Ἀριστοτέλους (384 - 322 π.Χ.), ἀσκῆσαντος ἔντονον κριτικὴν ἐναντίον τῆς ἀτομικῆς θεωρίας.

Ἀφήνομε νὰ περάσουν περίπου 2.000 χρόνια, μεταπηδῶντες εἰς τὸν 17ον αἰῶνα. Εἰς τὴν Δύσιν κυριαρχεῖ ἡ φυσιογνωμία τοῦ Ἀγγλοῦ φιλόσοφου *John Locke* (1632 - 1702), τοῦ ὁποίου αἱ πραγματεῖαι καὶ τὰ συγγράμματα διεμόρφωσαν τὴν πνευματικὴν δομὴν τῆς ἐποχῆς του. Εἰς τὴν πραγματείαν του *Essay Concerning Human Understanding* χρησιμοποιεῖ τὴν πρότασιν τοῦ Δημοκρίτου περὶ πρωτενου-

σῶν καὶ δευτερευουσῶν ιδιοτήτων τῆς ὕλης, ὡς ἀφετηρίαν διὰ τοὺς φιλοσοφικούς του συλλογισμούς. Μεταφέρει σκέψεις τῆς ἀτομικῆς θεωρίας εἰς τὴν κατάστασιν μιᾶς πολιτείας τῆς ὁποίας οἱ πολῖται πρέπει νὰ εἶναι ἐλεύθεροι καὶ ἀνεξάρτητοι. Ὅπως τὰ ἄτομα ἐνὸς ἀερίου εἶναι μεταξύ των ἴσα, ἀνεξάρτητα, καὶ κινεῦνται ἐλευθέρως οὕτως καὶ μεταξύ τῶν ἀτόμων μιᾶς κοινωνίας πρέπει νὰ κυριαρχῇ ἐλευθερία καὶ ἰσότης. Ὁ *John Locke* καλεῖ τοὺς ἔχοντας τὴν ἐξουσίαν ὅπως μὴ ἐφαρμόζον ἰδίους νόμους ἀλλὰ νὰ ἐφαρμόζον νόμους τοὺς ὁποίους ἔχει προδιαγράψει ἡ φύσις. Αἱ σκέψεις αὐταὶ ὑποστηρίζονται ὑπὸ τῆς προσωπικῆς του γοητείας, τὰ μέγιστα συνέβαλον εἰς τὴν διαμόρφωσιν τοῦ πνευματικοῦ κλίματος τῆς ἐποχῆς ἐκείνης.

Ὁ *Locke* θὰ ἦτο ἐπιφυλακτικώτερος, ἐὰν ἐγνώριζε τὰ σημερινὰ ἐπιτεύγματα τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Εἰς τὴν φύσιν δὲν ὑπάρχει ἰσοκατανομή ἐνεργείας.

Διὰ τοὺς σημερινούς φυσικο-χημικούς ἢ ἀναβίωσις τῆς ἀτομικῆς θεωρίας τοῦ *Δημοκρίτου* χρονολογεῖται ἀπὸ τὸ ἔτος 1808 ὅταν ὁ Ἕλληνας χημικὸς *Dalton* συνώψισε εἰς τὸ βιβλίον του *A New System for Chemical Philosophie* τὰ ἀποτελέσματα τῶν χημικῶν του ἐργασιῶν καθορίζων τὰς βασικὰς ἀρχὰς τῆς ἀτομικῆς του θεωρίας. Τὰ ἀόρατα ἄτομα τοῦ *Δημοκρίτου* παίζον ἕναν πρωτεύοντα ρόλον. Ὁ *Dalton* ἠρμήνευσε τὸν νόμον τῶν ἀπλῶν καὶ πολλαπλῶν ἀναλογιῶν μὲ τὰς ὁποίας ὠρισμένα βάρη τῶν στοιχείων ἀντιδρῶντα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων μὲ τὴν παραδοχὴν, ὅτι ὠρισμένος ἀριθμὸς ἀτόμων ἐνὸς στοιχείου ἐνοῦται μὲ ὠρισμένον ἀριθμὸν ἀτόμων ἐνὸς ἄλλου στοιχείου.

Ἡ ἀπλῆ αὐτὴ παραδοχὴ μεταφερθεῖσα εἰς τὸ ἄτομον τοῦ ἄνθρακος, τοῦ ὁποίου αἱ 4 μονάδες συγγενείας ἔχουν τετραεδρικήν κατεύθυνσιν εἰς τὸν χῶρον, ὑπῆρξε ἀπὸ τοῦ παρελθόντος αἰῶνος ἢ ἀφορμὴ διὰ τὴν δημιουργίαν τοῦ ἐπιβλητικοῦ οἰκοδομήματος τῆς ὀργανικῆς χημείας, διὰ τῆς συνθέσεως μιᾶς ὀλοκλήρου στρατιᾶς ὀργανικῶν ἐνώσεων μὲ βιομηχανικήν, βιολογικήν καὶ φαρμακευτικήν σπονδαιότητα.

Παρὰ ταῦτα ὅμως ὁ βαθμὸς τῆς πίστεως εἰς τὴν πραγματικήν, οὐσιαστικήν ὑπαρξιν τῶν ἀτόμων ἦτο μικρός, ὡς ἄλλωστε ἐμφαίνεται καὶ ἀπὸ τὸν τίτλον τοῦ βιβλίου τοῦ *Δάλτωνος* «*Νέον Σύστημα Χημικῆς Φιλοσοφίας*», δηλαδή τὰ ἄτομα ἦσαν ἀφορμὴ διὰ φιλοσοφικούς συλλογισμούς προσφέροντα μίαν ἀπλὴν παραστατικήν εἰκόνα τῆς χημικῆς συμπεριφορᾶς.

Ἀλλὰ ἡ ἀτομιστικὴ ἀντίληψις τῆς ὕλης ἐπροχώρησε διὰ τῆς ἀναπτύξεως ἄλλων παραλλήλων κλάδων τῆς Φυσικῆς. Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ παρόντος αἰῶνος, δύο νέαι ἀνακαλύψεις ἐρχονται νὰ ἐνισχύσουν τὴν ἀτομικὴν ὑφήν τῆς ὕλης. Ἡ μία εἶναι ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ἡλεκτρονίου ὑπὸ τοῦ *J. J. Thomson* καὶ ἡ ἄλλη ἡ ἀνακάλυψις τοῦ παγκοσμίου στοιχείου τῆς δρασέως ὑπὸ τοῦ *Max. Planck* (1901). Ὁ *Thomson*

δι' ἀκριβῶν μετρήσεων τῶν ἀποκλίσεων τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων εἰς ἓνα ἠλεκτρικὸν καὶ μαγνητικὸν πεδίου προσδιώρισε τὴν ἐλαχίστην δυνατὴν τιμὴν τῆς ἠλεκτρικῆς. Αὐτὴ συμπίπτει μὲ τὴν τιμὴν ἣ ὁποία συνάγεται ἀπὸ τὰς ἠλεκτρολύσεις. Συνεπῶς τὸ ἠλεκτρόνιον πρέπει νὰ θεωρηθῆ ὡς τὸ ἄτομον τῆς ἠλεκτρικῆς. Ἀνήκει εἰς τὴν τάξιν τῶν λεπτονίων καὶ φαίνεται νὰ εἶναι πράγματι στοιχειῶδες σωματίον. Μέχρις 10^{-16} τοῦ ἑκατοστοῦ συμπεριφέρεται ὡς μαθηματικὸν σημεῖον, δηλαδή δὲν παρουσιάζει ἐσωτερικὴν δομὴν.

Ἐξ ἑτέρου ὁ *Max. Planck*, εἰς τὴν προσπάθειάν του νὰ ἐξηγήσῃ τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ μέλανος σώματος, εὔρεν ὅτι αὐτὴ δύναται τότε μόνον νὰ ἀποδοθῆ ποσοτικῶς, ὅταν παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ δρᾶσις, δηλαδή τὸ γινόμενον τῆς ἐνεργείας ἐπὶ τὸν χρόνον, μεταβάλλεται εἰς τὰς ἀτομικὰς περιοχὰς ἀσυνεχῶς κατὰ ἓνα ὀρισμένον ἐλάχιστον ποσοστὸν τὸ ὁποῖον ὠνόμασε *στοιχειὸν δράσεως*, παριστάνων αὐτὸ διὰ τῆς σταθερᾶς *h*. Τότε εἰς τὰς ἀρχὰς τῆς ἀνακαλύψεως αὐτῆς, τὸ γεγονός αὐτὸ ἐθεωρήθη ὡς κάτι τὸ θεωρητικῶς ἀξιοπερίεργον ἄνευ μεγάλης σημασίας. Σήμερον ὅμως γνωρίζομεν, ὅτι ἡ σύγχρονος Φυσικὴ δὲν εἶναι κἂν νοητὴ χωρὶς τὴν σταθερὰν τῆς Παγκοσμίου Δράσεως *h*.

Ἡ πεποίθησις ὅτι τὰ ἀόρατα ἄτομα τοῦ Δημοκρίτου δὲν εἶναι μόνον βοθητικαί, παραστατικαὶ εἰκόνες πρὸς περιγραφὴν τῶν φαινομένων, ἀλλὰ ὅτι αὐτὰ οὐσιαστικῶς ὑπάρχουν, ἐδραιώθη κατόπιν τῶν προσόδων τῆς κινητικῆς θεωρίας τῶν ἀερίων. Διὰ αὐτῆς κατορθώθη ὁ ὑπολογισμὸς τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων, ὅστις ἐμπεριέχεται εἰς ἓνα γραμμάριον. Ἐφαρμόζοντες λίαν διαφόρους μεθόδους καταλήγομεν πάντοτε εἰς τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν 6.06×10^{23} . Τὸ πόσον διάφοροι εἶναι αἱ ἐφαρμοσθεῖσαι μέθοδοι θὰ φανῆ ἀπὸ μίαν σύντομον ἀπαρίθμησιν μερικῶν ἐξ αὐτῶν. Εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπολογισθῆ ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς ἀπὸ τὸ κνανοῦν χρῶμα τοῦ οὐρανοῦ, ἀπὸ τὸ ἰξῶδες δηλαδή τὴν ἐσωτερικὴν τριβὴν ἑνὸς ἀερίου, ἀπὸ τὴν ὑφομετρικὴν ἐξίσωσιν τοῦ *Laplace*, ἀπὸ τὰς σταθερὰς τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος διὰ τῶν ἀκτίνων *X* καὶ ἄλλας. Πάντοτε εὐρίσκεται ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς.

Ἐκεῖνο ὅμως τὸ ὁποῖον συνετέλεσεν εἰς τὸ νὰ ἐκλείψῃ κάθε ἀμφιβολία ὡς πρὸς τὴν πραγματικὴν ὑπαρξιν τῶν ἀτόμων, ἦτο ἡ σπουδὴ τοῦ φαινομένου τῆς *ραδιενεργείας*.

Τὸ φαινόμενον τῆς ραδιενεργείας, συνίσταται εἰς τὴν ἀθόρυμητον ἀποσύνθεσιν τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων μετατρεπομένων εἰς ἄλλα στοιχεῖα. Κατὰ τὴν μετατροπὴν αὐτὴν, λαμβάνει χώραν ἐκπομπὴ ταχυτάτων *α*-σωματιδίων δηλ. ἰόντων ἡλίου ὡς καὶ ἠλεκτρονίων ὑπὸ ταυτόχρονον ἐμφάνισιν ὑψισύχρου ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας, τῆς ἀκτινοβολίας *γ*. Αἱ ἐκπομπαὶ αὗται ἦσαν ἡ ἀφορμὴ διὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς ραδιενεργείας. Ἡ *Madame Curie* διὰ κλασσικῶν ἀναλυτικῶν μεθόδων ἀπε-

μόνωσην ἀπὸ ὀρυκτὰ τοῦ οὐρανίου, οὐσίαν τῆς ὁποίας ἡ ραδιενέργεια ἦτο ἓνα ἑκατομύριον φορὲς ἰσχυροτέρα τῆς τῶν ἀλάτων τοῦ οὐρανίου. Ἐξ αὐτῆς παρεσκευάσθη τὸ μεταλλικὸν ράδιον. Μὲ τὰς ραδιενεργὰς μεταστοιχειώσεις ἀπεδεικνύετο ταυτοχρόνως, ὅτι τὰ ἄτομα εἶναι σὺνθετα δυνάμενα νὰ ἀποσυντεθοῦν εἰς ἀπλούστερα συστατικά.

Ἀρχικῶς ἐνομίζετο ὅτι ἡ ραδιενέργεια εἶναι σπάνιον φαινόμενον τὸ ὁποῖον χαρακτηρίζει μόνον τὰ βαρῆα μέταλλα. Σήμερον γνωρίζομεν ὅτι ἡ ραδιενέργεια εἶναι κοινὸν χαρακτηριστικὸν ὅλων σχεδὸν τῶν στοιχείων μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι ἡ ταχύτης ἀποσυνθέσεώς της, κυμαίνεται μεταξὺ εὐρυμάτων ὁρίων ἀπὸ 10^{-7} τοῦ δευτερολέπτου μέχρι 10^{16} ἔτη, τὸ ὁποῖον σημαίνει 10 ἑκατομμύρια φορὲς περισσότερον ἀπὸ τὴν διάρκειαν τῆς ζωῆς τῆς γῆς.

Τὸ 1954 ἐπετεύχθη ἡ πρώτη τεχνητὴ ραδιενέργεια ἀπὸ τὸ ζεύγος Joliot καὶ Irène Curie. Ἐκτοτε δὲν ὑπάρχει κλάδος τῶν ἐφηρμοσμένων Φυσικῶν Ἐπιστημῶν ὅστις δὲν ἔτυχε μεγάλης προωθήσεως διὰ χρησιμοποίησεως τεχνητῶν ραδιενεργῶν στοιχείων τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων. Ἐνῶ πρὸ τοῦ 1938 μόνον 1000 Curie¹ ἐχρησιμοποιήθησαν εἰς ὅλα τὰ Νοσοκομεῖα τοῦ κόσμου, τὸ 1960 εἰς τὰς Ἡνωμένας Πολιτείας καὶ μόνον, ἡ χρῆσις τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἔφθασε εἰς 200.000 Curie. Οἱ μηχανισμοὶ χημικῶν καὶ πρωτίστως βιοχημικῶν ἀντιδράσεων ἐρευνῶνται διὰ χρησιμοποίησεως τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων ὡς ἀνιχνευτῶν.

Ἐνα ὀλιγώτερον γνωστὸν γεγονὸς εἶναι ὅτι ἡ ραδιενέργεια προσέφερεν εἰς τοὺς ἐρευνητὰς ἓνα ἰσχυρότατον βλήμα, τὰ διπλῶς φορτισμένα ἄτομα ἡλίου, τὰς ἀκτῖνας - α τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν διερεύνησιν τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ἀτόμου καὶ εἰδικώτερον διὰ τὸν κατακερματισμὸν ἀτομικῶν πυρῆνων.

Τὸ ἔτος 1911 ὁ Rutherford εἰς ἓνα πείραμα, τὸ ὁποῖον ἀπέβη σταθμὸς εἰς τὴν ἐξέλιξιν τῆς ἀτομικῆς θεωρίας, προσέβαλε λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ μὲ ἀκτῖνας α, μὲ τὴν δυναμικὴν πρόθεσιν, νὰ εἰσβάλλῃ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἀτόμου τοῦ χρυσοῦ καὶ νὰ ἴδῃ τί αὐτὸ ἐμπεριέχει. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ πειράματος ἦτο κατὰ πλῆκτικόν. Μόνον ἓνα ἐλάχιστον μέρος τοῦ συνολικοῦ ὄγκου τοῦ ἀτόμου ἐμπεριέχει ὕλην, ὁ μεγαλύτερος ὄγκος εἶναι τελείως κενός. Ἡ ὕλη συγκεντροῦται εἰς μίαν μικροτάτην περιοχὴν, μικροτέραν τοῦ $3 \cdot 10^{-13}$ τοῦ ἑκατοστοῦ.

Ἡ πρώτη ἐντύπωσις αὐτοῦ τοῦ πειράματος ἦτο κατὰ θλιπτικὴ. Ἦτο ὡς ἂν εἶχεν ἐπιχειρηθῆ μία εἰσβολὴ εἰς τὸ τέμενος μιᾶς θεότητος ἐν τῇ προσδοκίᾳ νὰ συναντήσῃ κανεὶς αὐτὴν καὶ νὰ ἴδῃ τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ναοῦ. Ἀλλὰ θεότητες δὲν ἀνέχονται τὴν προσέγγισιν θνητῶν. Φεύγουν, θέτουσαι τὸν εἰσβολέα ἀντιμέτωπον μὲ τὸ κενόν.

1. Curie εἶναι ἡ μονὰς τῆς ραδιενεργείας.

Τὸ πείραμα τοῦ Rutherford ἤγαγεν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ἀτομικοῦ πυρῆνος. Ὁλόκληρος σχεδὸν ἡ μᾶζα τοῦ ἀτόμου εἶναι συγκεντρωμένη ἐντὸς χώρου ἀκτίνος 3.10^{-13} τοῦ ἑκατοστοῦ, μὲ τὸ τεράστιον εἰδικὸν βᾶρος τῆς τάξεως 10^{14} γραμμάρια κατὰ ἑκατοστόν. Οἱ πυρῆνες φέρουν θετικὰ φορτία τὰ ὅποια ἐξουδετεροῦνται ὑφ' ἑνὸς ἀντιστοίχου ἀριθμοῦ ἠλεκτρονίων εἰς ἀπόστασιν 10^{-8} τοῦ ἑκατοστοῦ, οὕτως ὥστε τὰ ἄτομα νὰ ἐμφανίζωνται μακρόθεν οὐδέτερα.

Ὁ σχεδιασμός ἐνὸς ἀτομικοῦ προτύπου ἐξελίσσειται τώρα μὲ αἰτιοκρατικὴν ἀναγκαιότητα. Τὸ ἠλεκτρόνιον τίθεται εἰς ταχυτάτην περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν θετικῶς φορτισμένον πυρῆνα, ἵνα ἀνισταθμισθῇ ἡ ἰσχυρὰ του ἔλξις διὰ τῆς ἀναπτυσσομένης φυγοκέντρον δυνάμεως. Ἄλλως θὰ ἐπήρχετο εἰς βραχύτατον χρόνον ἐξουδετέρωσις τῶν φορτίων καὶ καταστροφὴ τοῦ ἀτόμου. Ἀλλὰ καὶ πάλιν ὁ κίνδυνος δὲν ἀπεσοβήθη, διότι σύμφωνα μὲ τοὺς νόμους τῆς ἠλεκτροδυναμικῆς, ἕνα ἐπιταχυνόμενον ἠλεκτρικὸν φορτίον ἀκτινοβολεῖ ἐνέργειαν καὶ κατὰ συνέπειαν τὸ ἠλεκτρόνιον, χάνον ταχύτητα, θὰ ἐπλησίαζε τὸν πυρῆνα καὶ ἐντὸς ὀλίγου θὰ συνέπιπτε μὲ αὐτόν.

Εἰς αὐτὸ ἀκριβῶς τὸ σημεῖον τῆς ἐξελίξεως ἐπεμβαίνει ὁ Δανὸς φυσικὸς Niels Bohr μὲ ἕνα μεγαλοφύεσ ἐγχείρημα εἰς τὴν διδακτορικὴν του διατριβήν· συνδυάζει τὴν κβαντικὴν θεωρίαν τῆς δράσεως μὲ αὐτὸ τὸ πλανητικὸν σύστημα τοῦ ἀτόμου, λέγων, τελείως ἀθαιρέτως καὶ ἐν συνειδητῇ ἀντιθέσει πρὸς τὴν ἠλεκτροδυναμικὴν, ὅτι ὅταν τὰ ἠλεκτρόνια κινουῦνται ἐπὶ μιᾶς τροχιᾶς, τῆς ὁποίας ἡ δρᾶσις εἶναι ἀκέραιον πολλαπλάσιον τοῦ παγκοσμίου στοιχείου τῆς δράσεως ἢ τοῦ Planck, τότε τὰ ἠλεκτρόνια δὲν ἀκτινοβολοῦν. Ἀκτινοβολία λαμβάνει χώραν μόνον κατὰ τὰς μεταβάσεις αὐτῶν ἀπὸ τῆς μιᾶς τῶν ἐπιτετραμμένων αὐτῶν τροχιῶν εἰς ἄλλην.

Ἐπαληθεύεται καὶ πάλιν, ὅτι ἡ τύχη χαρίζει εἰς ἐκείνους τὴν νίκην, οἱ ὅποιοι δὲν φοβοῦνται τὰς ἀντιφάσεις.

Τὸ πλανητικὸν πρότυπον τοῦ Niels Bohr ἀποδίδει μὲ ἀστρονομικὴν ἀκρίβειαν τὰς φασματικὰς γραμμὰς τοῦ ἀτομικοῦ ὕδρογόνου. Ἀκόμη καὶ ἡ λεπτὴ ὑφή τῶν γραμμῶν αὐτῶν ἀποδίδεται ὅταν ληφθοῦν ὑπ' ὄψιν διορθώσεις τὰς ὁποίας ἐπιβάλλει ἡ θεωρία τῆς σχετικότητος.

Ἡ ἐργασία αὐτὴ τοῦ Bohr ἐπροκάλεσε μεγάλον ἐνθουσιασμόν καὶ ἔπαρσιν. Οἱ φυσικοὶ ἄρχισαν νὰ κτίζουν τὸν πύργον τῆς Βαβέλ. Τὸ ἀκόλουθον περιστατικόν, μία ἄστοχος προφητεία τοῦ Rutherford, χαρακτηρίζει πλήρως τὴν ἀτμόσφαιραν ἡ ὁποία ἐπικρατοῦσε τὰ ἔτη ἐκεῖνα μετὰ τὴν δημοσίευσιν τῆς ἐργασίας τοῦ Niels Bohr. Ὁ Rutherford ὡς πρόεδρος μιᾶς ἐπιτροπῆς διὰ τὴν χορήγησιν ὑποτροφιῶν καὶ βοηθημάτων διὰ ἔρευναν, ἀπορρίπτει συλλήβδην τὰς αἰτήσεις τῶν χημικῶν, λέγων: «Μὰ ἔχει σκοπὸν νὰ σπουδάσῃ κανεὶς σήμερον Χημείαν ἢ καὶ νὰ

έρευνᾶ ἐπὶ χημικοῦ πεδίου τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ὁ *Niels Bohr* μὲ τὸ πλανητικὸν του πρότυπον θὰ ἐξηγήσῃ ἐντὸς ὀλίγου, ὅλας τὰς χημικὰς ιδιότητες καὶ θὰ προβλέψῃ τὴν συμπεριφορὰν των;» Ἀυτὰ ἐλέγοντο μαζὶ μὲ ἄλλας ἰσονοφεῖς προθέσεις. Ἀλλὰ διὰ τοὺς φιλοσοφοῦντας ἓνα ἐπιτυχὲς ἀποτέλεσμα δὲν ἀποτελεῖ ἀναγκαστικῶς ἀπόδειξιν διὰ τὴν ὀρθότητα τῶν προϋποθέσεων.

Ὅταν οἱ ἐρευνηταὶ ἐν τῷ ἐνθουσιασμῷ των διὰ γενομένης ἀνακαλύψεις ἀπλώνουν τὰ χέρια τους διὰ νὰ ἐναγκαλισθοῦν τὸ σύμπαν, τότε πάντοτε συμβαίνει κάτι τὸ ὁποῖον κατὰ δραματικὸν τρόπον τοὺς ἀνακαλεῖ εἰς τὴν τάξιν.

Πράγματι μετὰ πάροδον μόλις μιᾶς διετίας ἀπεδεικνύετο ὅτι ἐνῶ τὸ πλανητικὸν σύστημα τοῦ *Bohr* περιγράφει ἐξαντλητικῶς τὸ ἄτομον τοῦ ὕδρογονου, τὸ πρότυπον τοῦτο εἶναι τελείως ἀνεπαρκὲς διὰ τὴν περιγραφὴν τοῦ ἀμέσως πολυπλοκότερου συστήματος τοῦ *μ ο ρ ί ο υ* τοῦ ὕδρογονου. Ὅλοι αἱ προσπάθειαι νὰ ὑπολογισθῇ τὸ φάσμα τοῦ μορίου τοῦ ὕδρογονου, ἀπέβησαν ἄκαρποι καὶ ἀρνητικά. Ἀρχισαν νὰ ἐννοοῦν, ὅτι εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν δὲν ἐπρόκειτο περὶ μιᾶς συνήθους ἀποτυχίας, ὡς συμβαίνει πλειστάκις εἰς φυσικοχημικὰ ἐργαστήρια, ἀλλὰ ὅτι ἐνδογενῆ αἰτία εἶναι ὑπεύθυνα διὰ τὰς παρατηρούμενας ἀσυμφωνίας. Ἀπὸ καιροῦ ὑπωπεύοντο ὅτι τὸ σφάλμα ὠφείλετο εἰς τὴν μεταφορὰν τῶν μακροσκοπικῶν νόμων, τῶν νόμων τῆς μηχανικῆς τῶν οὐρανίων σωμάτων καὶ τοῦ καθημερινοῦ μας βίου, εἰς ἀτομικὰς καὶ ὑποατομικὰς διαστάσεις. Ἦδη μετὰ πάροδον ὀλίγων ἐτῶν ὁ *Schrödinger* κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς ζωηρᾶς ἐπιστημονικῆς συζητήσεως εἰς συνέδριον φυσικῶν ἀνεφώνησεν: «Ἀυτὰ τὰ ἀπαίσια χοροπηδήματα τῶν ἠλεκτρονίων ἀπὸ μιᾶς τροχιάς εἰς τὴν ἄλλην, ποῖος τὰ εἶδε, ποῖος τὰ πιστεύει;» Μὲ τὰ δυνατὰ αὐτὰ λόγια ὁ *Schrödinger* ἠθέλησε σαφῶς νὰ διαχωρίσῃ τὴν θέσιν του ἀπὸ τὰς προσπαθείαις τινῶν τῶν Φυσικῶν νὰ ἐφαρμόζον *π α ρ α σ τ α τ ι κ ᾶς ε ἰ κ ὄ ν α ς* τοῦ καθημερινοῦ μας βίου εἰς φαινόμενα ἀτομικὰ καὶ ὑποατομικά.

Τί ἐμεσολάβησεν εἰς τὰ προηγηθέντα ὀλίγα χρόνια, ὥστε νὰ προκαλέσῃ τὰ ὀργίλια αὐτὰ λόγια τοῦ *Schrödinger*;

Ἦτο ἡ δημοσίευσίς μιᾶς ἐργασίας τοῦ *Einstein* ἀφορώσης εἰς τὴν φύσιν τοῦ φωτός, ἣτις ἀνεβίωσεν τὴν παλαιὰν ἔριν μεταξὺ τῆς Σχολῆς τοῦ *Newton* καὶ τῆς Σχολῆς τοῦ *Huygens*, ὡς πρὸς τὴν φύσιν τοῦ φωτός. Κατὰ τὴν ἐρμηνείαν τοῦ *Newton* τὸ φῶς εἶναι ἐκπομπὴ σφαιριδίων, τῶν λεγομένων φωτονίων, ἐνῶ κατὰ τὸν *Huygens* τὸ φῶς εἶναι ἠλεκτρομαγνητικὴ κύμανσις. Ἡ διαμάχη αὐτὴ διήρκεσεν πολλὰς δεκαετίας καὶ εἶχε φαινομενικῶς λήξει μὲ τὴν νίκην τῆς σχολῆς τοῦ *Huygens*. Τὰ φαινόμενα εἰς τὰ ὁποῖα λαμβάνει ἐνεργὸν μέρος τὸ φῶς, διαχωρίζονται εἰς δύο ομάδας. Εἰς τὴν μίαν ἀνήκουν, τὸ φωτοηλεκτρικὸν φαινόμενον, ἡ πίεσις τοῦ φωτός, τὸ φαινόμενον *Compton* καὶ ἄλλα παρεμφερῆ, ὅπου τὸ φῶς συμπεριφέρεται ὡς ἐὰν συνί-

στατο ἀπὸ σωματία, σφαιρίδια, κινούμενα μὲ ταχύτητα διαδόσεως τοῦ φωτός. Εἰς τὴν ἄλλην ομάδα ἀνήκουν τὰ φαινόμενα περιθάψεως καὶ συμβολῆς, τὸ φῶς, συμπεριφέρεται ὡς ἐὰν ἦτο κῶμα. Αἱ πειραματικαὶ διαπιστώσεις καὶ τῶν δύο πλευρῶν εἶναι ἀναμφισβήτητοι, τὸ πρόβλημα ἔγκειται εἰς τὸ πῶς θὰ προσαρμόσουμε τὰς σκέψεις μας εἰς τὰ πειραματικὰ ἀποτελέσματα. Ἐὰν ἐτίθετο εἰς τὸ σύστημα τὸ ἀνυπόμονον ἐρώτημα: «Ἐπὶ τέλους τί εἶσαι, σωματίον ἢ κῶμα;», αὐτὸ θὰ ἀπύρτα: «Αὐτὸ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μὲ τί μέσον μὲ πλησιάζεις διὰ τὴν ἐξακριβώσῃς τὴν φύσιν μου. Ἐὰν φράξης τὸν δρόμον μου μὲ ἓνα πικρὸ δίκτυον, ἐγὼ γίνομαι κῶμα καὶ περνῶ, ἐὰν ἀρχίσῃς νὰ μὲ πετροβολᾷς, ἐγὼ γίνομαι πέτρα καὶ ἀπαντῶ».

Διὰ τὴν ἐξαντλήσωμεν καὶ τὰς τελευταίας συνεπειὰς τοῦ περιέργου αὐτοῦ διαισμοῦ, θὰ φορέσωμεν πρὸς στιγμὴν τὸν φαιδὸν τριβωνάτων φιλοσόφον, προβαίνοντες εἰς κλιμακούμενας διαπιστώσεις τῶν παρατηρήσεων αὐτῶν.

- α. ἡ φύσις τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν ἀντικειμένου εἶναι συνάρτησις τοῦ ἀμέσου περιβάλλοντος.
- β. ἡ ὄντοτης τοῦ ἀντικειμένου διαμορφοῦται τὸ πρῶτον διὰ τῆς ἐπαφῆς του μὲ τὸ ἐξετάζον ὄργανον.
- γ. τὸ ἀντικείμενον δὲν ἔχει κἄν ἰδίαν ὄντοτητα, ἀνεξάρτητον τοῦ παρατηροῦντος ἀνθρώπου καὶ ἐὰν ἔχη, αὐτὴ θὰ ἀνήκῃ εἰς τὴν κατηγορίαν τοῦ καθ' ἑαυτοῦ ὄντος τοῦ Ding an sich, κατηγορίαν τελείως ἀπρόσιτον εἰς τὸν ἄνθρωπον.

Ὁ Niels Bohr ἐτοποθέτησε τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ ἐντὸς ἐνὸς γενικωτέρου πλαισίου γενομένου γνωστοῦ ὑπὸ τὴν ὀνομασίαν, ἀρχὴ τῆς συμπεληρωματικότητος. Σωματία καὶ κύματα εἶναι δύο αἱ ἀληθεῖς ἀπόψεις τῆς αὐτῆς πραγματικότητος. Ἐνεποίησε μεγάλην ἐντύπωσιν εἰς τὸν Bohr ἡ μετέπειτα πληροφορία, ὅτι αἱ σκέψεις αὐταὶ ἐμπεριέχονται εἰς τὴν διδασκαλίαν τῆς ἀρχαίας κινεζικῆς φιλοσοφίας κατὰ τὴν ὁποίαν ὁ ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου συνειδητοποιούμενος βίος, τὸ ΤΑΟ, ταλαντοῦται μεταξὺ τῶν δύο πόλεων, τοῦ ὀρθολογικοῦ YEN καὶ τοῦ ἐνορατικοῦ YIN.

Μὲ τὰς διατυπώσεις αὐτὰς ἐπισημαίνομεν τὴν βαθυτέραν ἔννοιαν τοῦ δυαδισμοῦ σωματίον - κῶμα. Οἱ ἐρευνῆται κατενόησαν ὅτι εἶχεν παρέλθει ἀνεπιστρεπτὴ ἡ ἥρωικὴ ἐποχὴ καθ' ἣν τὰ ἀντικείμενα εἶχαν μίαν καὶ μόνην ταυτότητα.

Αὐτὴ ἦτο ἡ κατάστασις περὶ τὸ ἔτος 1920, μετέωρος, ἀποκαλυπτικὴ. Ἀλλὰ μιὰ τέτοια τολμηρὴ ἰσορροπία ἐγκυμονεῖ ραγδαίως ἐξελίξεις.

Πράγματι τὸ ἔτος 1923 ὁ φυσικὸς De Broglie ἐπεξέτεινε τὸν δυαδισμόν τοῦ φωτός εἰς ὅλα τὰ ὑλικά σωματία, θεσπίσας μίαν ἀνταπόκρισιν μεταξὺ σωματιδίων καὶ κύματος. Ὁ De Broglie κατατάσσει εἰς κάθε κινούμενον σωματίον ἓνα μῆκος κύμα-

τος τὸ ὁποῖον ὠνόμασε *φασικὸν ἢ ὑλικὸν κύμα*. Ὁ μαθηματικὸς σύνδεσμος μεταξὺ σωματιδίων καὶ κύματος εἶναι ἀπλούστατος.

Ἡ θεωρητικὴ αὐτὴ ἀπαίτησις τοῦ *De Broglie* ἐπαληθεύθη πειραματικῶς διὰ τὴν περίπτωσιν τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων, δηλαδὴ ἠλεκτρονίων καὶ τῶν ἀκτίνων πρωτονίων. Τώρα ἐγκαινιάζεται μιὰ νέα περίοδος εἰς τὴν ἔρευναν τοῦ ἀτόμου. Τὰ ἀναφερθέντα γεγονότα διαμορφοῦνται εἰς μίαν νέαν *κυματομηχανικὴν ἢ κβαντομηχανικὴν* ὑπὸ ἐρευνητῶν ὅπως εἶναι οἱ *Schrödinger, Heisenberg, Dirac, Born* καὶ ἄλλοι, οἵτινες ἐξοστρακίζουν κάθε πραγματικότητα εἰς τὴν διατύπωσιν τῶν ἀτομικῶν προτύπων, ἢ ὁποία τυχὸν θὰ ὑπενθύνιζε τὸν μακροσκοπικὸν κόσμον. Ἡ περίοδος αὐτὴ θὰ ἠδύνατο νὰ χαρακτηρισθῆ διὰ τῆς προσηλωσεως εἰς τὴν βιβλικὴν ρῆσιν: «οὐ ποιήσεις Θεὸν κατ' εἰκόνα καὶ ὁμοίωμα», μεταφερομένης εἰς τὸν χῶρον τῆς Φυσικῆς. Τὰ Μαθηματικά γίνονται ὁ καθοριστικὸς παράγων. Ὁ *Kant* θὰ ἔχαιρον ἀσφαλῶς χαρὰν μεγάλην ἐὰν εἶχεν ἐπιζήσει αὐτὴν τὴν ἐξέλιξιν, διότι κατ' αὐτὸν κάθε κλάδος γνώσεως ἔχει τὴν μόνην ἐπιστημονικότητα ὅσον εἶναι μαθηματικῶς ἐπεξεργάσιμος.

Ὁ *Schrödinger* ἀναχωρεῖ ἀπὸ τὴν σκέψιν, ὅτι σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωσιν τοῦ *De Broglie*, κάτι κυμαίνεται ἐντὸς τῆς ὕλης. Καὶ χωρὶς ν' ἀσχοληθῆ μὲ τὸ ἐρώτημα ποίαν φύσιν ἔχει ἡ κύμανσις, καταγράφει τὴν διαφορικὴν ἐξίσωσιν τῆς κυμάνσεως, ἀφοῦ εἰσαγάγει, ὡς ὀριακὰς συνθήκας, παραμέτρους ἐκ τῶν δεδομένων τοῦ πειράματος. Ἀποδεικνύεται, ὅτι ἡ λύσις τῶν διαφορικῶν αὐτῶν ἐξισώσεων, ὀδηγεῖ εἰς ἰδιοσυναρτήσεις αἱ ὁποῖαι ἔχουν τότε μόνον ἀποδεκτὰς δηλ. πραγματικὰς, πεπερασμένας, καὶ συνεχεῖς λύσεις, ὅταν ὀρισμένοι παράμετροι εἶναι οἱ ἀκέραιοι ἀριθμοί, 0, 1, 2, 3. . .

Ἐδῶ ἐμφανίζεται ἡ αἰνιγματώδης ἐκείνη συσχέτισις μεταξὺ Μαθηματικῶν καὶ Φυσικῆς, ὅτι δηλ. μίᾳ ιδιότητι Μαθηματικῶν ἐξισώσεων, ἀντικατοπτρίζεται εἰς φυσικὰς ιδιότητες τῶν ὑλικῶν σωμάτων. Ἐξ αὐτῶν προκύπτει ὅτι αἱ ἐνεργειακαὶ καταστάσεις τῶν ἀτόμων εἶναι ἀσυνεχεῖς, ὅπως ὑπαγορεύουν τὰ πειράματα.

Ὁ *Schiller* σ' ἓνα ποίημά του μᾶς διαβεβαιώνει: «Μὲ τὸ δαιμόνιον τοῦ πνεύματος ἡ Φύσις ἔχει ἓναν αἰώνιον δεσμόν. Ὅ,τι ἐκεῖνο ὑπόσχεται, αὐτὴ ἀσφαλῶς πραγματοποιοιεῖ».

Ἡ πανίσχυρος ἐξίσωσις τοῦ *Schrödinger* ἀπεδείχθη λίαν καρποφόρος. Χάρις εἰς αὐτὴν ὡς βᾶσιν, ἐκτὸς τῶσων ἄλλων ἐφαρμογῶν, ἐδημιουργήθη τὸ ἐπιβλητικὸν οἰκοδόμημα τῆς *κβαντικῆς Χημείας* διὰ τῆς ἐφαρμογῆς κβαντικῶν συλλογισμῶν εἰς τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις. Ἡ ὀργανικὴ Χημεία ἔπαυσε πλέον νὰ εἶναι μόνον ἡ πιστὴ μαγεύρισις εἰς τὸν μέγαν οἶκον τῆς Χημείας. Λαμβάνει σήμερον ἐνεργὸν μέρος εἰς τὴν θεωρητικὴν ἐξέλιξιν τῶν γνώσεών μας ἐπὶ τῆς δομῆς τῶν ὀργανικῶν - χημικῶν ἐνώσεων.

Με τὴν ἐξίσωσιν τοῦ Schrödinger ἐγκαινιάσθη μία νέα ἐποχὴ εἰς τὴν ἔρευραν τοῦ ἀτόμου, μία ἄλλῃ πραγματικότης εἰσρέει εἰς τὴν θεώρησιν τῶν φυσικῶν φαινομένων. Νέαι ἀρχαί, νέα καθοδηγητικὰ στοιχεῖα ἐμφανίζονται, ἄγνωστα εἰς τὴν κλασσικὴν μηχανικὴν ὅπως π.χ. τὸ ἰσοδομικὸν τῶν μαθηματικῶν συναρτήσεων, δηλαδὴ κατὰ πόσον μία δομὴ εἶναι συμμετρικὴ ἢ ἀντισυμμετρικὴ.

Μεταξὺ αὐτῶν τῶν νέων στοιχείων ἐξέχουσιν θέσιν κατέχει ἡ ἀρχὴ τῆς ἀβεβαιότητος τοῦ Heisenberg, διὰ τῆς ὁποίας γίνεται ἔκδηλος ἡ ἀναπόφευκτος σύνδεσις τοῦ παρατηρουμένου ἀντικειμένου μετὰ τὸν παρατηρητὴν, σύνδεσις ἣτις ἀναγκαστικῶς ἀλλοιώνει τὰς συντεταγμένας τοῦ ἀντικειμένου. Ὁ Heisenberg ἔδωσε μίαν μαθηματικὴν ἔκφρασιν εἰς τὴν σκέψιν αὐτὴν μετὰ μίαν ἀπλὴν ἐξίσωσιν, ἣτις λέγει ὅτι ἡ ἀβεβαιότης εἰς τὴν θέσιν λ.χ. ἐνὸς σωματιδίου ἐπὶ τὴν ἀβεβαιότητα εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ σωματιδίου εἶναι ἓνα σταθερὸν γινόμενον ἴσον πρὸς τὴν σταθερὰν τοῦ παγκοσμίου στοιχείου δράσεως h .

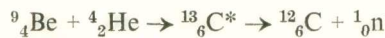
Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ἀτομικοῦ πυρῆνος ὑπὸ τοῦ Rutherford τὸ ἔτος 1911 οἱ ἐρευνηταὶ ἐστράφησαν πρὸς τὴν σπουδὴν τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ἀτόμου.

Ἐγκαταλείποντες τὴν ἐξωτερικὴν στοιβάδα τοῦ ἀτόμου, τὴν στοιβάδα τῶν ἀρνητικῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα ἐξουδετερώνουν τὸ θετικὸν φορτίον τοῦ πυρῆνος, διὰ τὴν εἰσχωρήσωμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἀτόμου, διαπιστώνομεν ὅτι τὸ κλίμα μεταβάλλεται ἀποτόμως ἐπὶ τὸ δυνάμικώτερον.

Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἀτόμου κινούμεθα εἰς διαστάσεις 10 ἑκατομμύρια φορὰς μικροτέρας τῶν διαστάσεων τῶν χημικῶν ἀτόμων. Αἱ ἐνέργειαι, αἵτινες ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ἐνεργειακοῦ περιεχομένου τοῦ πυρῆνος εἰς ὑψηλοτέραν στάθμην εἶναι τοῦλάχιστον 1 ἑκατομμύριον φορὰς μεγαλύτερες τῶν ἐνεργειῶν διεγέρσεως τῶν ἠλεκτρονίων τὰς ὁποίας γνωρίζομεν ἀπὸ τὴν Φυσικοχημίαν.

Ἡ ραγδαία ἐξέλιξις τῆς πυρηνικῆς φυσικῆς ἀρχίζει ὁμως μετὰ τὸ 1930, ὅταν κατὰ τὸ ἔτος 1932 ἀνεκαλύφθησαν τρία νέα βασικὰ σωματίδια, τὸ νετρόνιον, τὸ ποζιτρόνιον, καὶ τὸ νετρίνιον, ὡς καὶ τὰ ἀντίστοιχα ἀντισωματίδια.

Τὸ νετρόνιον ἔχει μᾶζαν ἴσην περίπου μετὰ τὴν μᾶζαν τοῦ πρωτονίου, εἶναι ὁμως οὐδέτερον, μὴ φέρον φορτίον καὶ ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Chadwick κατὰ τὸν κανονισμὸν τοῦ βερυλλίου μετὰ ἀκτῖνας α.



Τὸ νετρόνιον εἶναι ἓνα μόνιμον συστατικὸν σχεδὸν ὅλων τῶν ἀτομικῶν πυρήνων. Εἶναι δὲ ἓνα σταθερὸν συστατικόν, ἐφόσον εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ δυναμικοῦ περιβλήματος τῶν πυρήνων. Μετὰ τὴν ἔξοδόν του ἀπὸ αὐτό, ἀποσυντίθεται ραδιενεργῶς

μὲ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ 12 λεπτῶν. Τὰ βλήματα τῶν νετρονίων ὅμως εἶναι ἐν-
δεδειγμένα νὰ εἰσχωρήσουν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ἄλλων πυρήνων, καθ' ὅσον δὲν φέ-
ρουν φορτίον καὶ συνεπῶς δὲν ἀπωθοῦνται ἀπὸ τὸ θετικὸν φορτίον τῶν πυρήνων.
Μεταστοιχειώσεις τῇ βοήθειᾳ τῶν νετρονίων, ἐφαρμόζονται σήμερον εἰς εὐρυτάτην
κλίμακα. Ἀλλὰ καὶ συνθέσεις χημικῶν στοιχείων μὲ ἀτομικὸν ἀριθμὸν μεγαλύτε-
ρον τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ τοῦ οὐρανίου, τῶν ὀνομαζομένων Trans - οὐρανίων, κατορ-
θώθησαν διὰ κανονιοβολισμοῦ μὲ νετρόνια. Ὁ βαρύτερος μέχρι τοῦ 1983 συνθεθεῖς
ἀτομικὸς πυρὴν περιέχει 109 πρωτόνια δηλ. ἔχει ἀτομικὸν βάρος 109.

Τὴν ὑπαρξιν τοῦ ποζιτρονίου προέβλεψεν ὁ Dirac ἐπὶ τῇ βάσει θεωρητικῶν
συλλογισμῶν. Ἡ πειραματικὴ ἐπαλήθευσις ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Andersen τὸ ἔτος 1932,
ὅστις παρατήρησεν ὅτι τὸ ποζιτρόνιον ἐμφανίζεται ὡς προϊὸν τῆς δράσεως τῆς κο-
σμικῆς ἀκτινοβολίας. Ἐνα φωτόνιον ὑψηλῆς συχνότητος (γ-φωτόνιον) διερχόμενον
πλησίον τῆς ἐπιφανείας τοῦ πυρήνος ὑφίσταται $\sigma \chi \acute{\alpha} \sigma \iota \nu$ εἰς ἕνα ἠλεκτρόνιον καὶ
ἕνα ποζιτρόνιον, δηλ. λαμβάνει χώραν μία διδυμογενεσις δύο ὑλικῶν
σωματιδίων, σώματος καὶ ἀντισώματος, ἀφοῦ ἠλεκτρόνιον καὶ ποζιτρόνιον ἔχουν
μίαν συγκεκριμένην μᾶζαν. Πρόκειται δηλ. περὶ μιᾶς ὑλοποιήσεως τοῦ
φωτὸς ἐν πλήρει κυριολεξίᾳ τῆς λέξεως ὑλοποίησις. Φῶς μετατρέπεται εἰς ὕλην.

Τὸ τρίτον στοιχειῶδες σωματίον εἶναι τὸ ὑπὸ τοῦ Pauly ἐπίσης τὸ ἔτος 1932
προταθὲν νετρίνιον, τὸ ὁποῖον ὅμως μόλις μετὰ πάροδον 22 ἐτῶν ἐπαληθεύθη πει-
ραματικῶς. Τὸ νετρίνιον ἔχει μᾶζαν μηδέν, ἀλλὰ ἔχει ἐνέργειαν συγκρίσιμον μὲ
τὴν ἐνέργειαν ἐνὸς φωτονίου. Ἡ ἀνακάλυψις του προέκυψεν ἐκ μερικῶν φαινο-
μενικῶν ἀσυμφωνιῶν κατὰ τὰς β-ραδιενεργὰς ἀποσυνθέσεις, ἔνθα πρέπει νὰ
διατηροῦνται αἱ μᾶζαι, αἱ ἐνέργειαι, αἱ ῥοπαὶ ἀδρανείας καὶ ὠρισμένοι κβαντικοὶ
ἀριθμοί. Κατ' αὐτὰς παρατηρήθη τὸ ἐξῆς ἐνοχλητικόν. . . Ἐνεφανίζοντο ἠλε-
κτρόνια μὲ μεγάλον ἐνεργειακὸν ἔλλειμμα. Τί ἀπεγίνετο ἡ διαφορὰ
ἐνεργείας ὡς πρὸς τὴν θεωρητικὴν τιμὴν;

Ἐπειδὴ ἡ ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας πρέπει, πάσῃ θυσίᾳ, νὰ ἰσχύσῃ,
ὁ Pauly ἔκαμε τὴν παραδοχὴν, ὅτι καὶ ἕνα ἄλλο σωματίδιον γεννᾶται κατὰ τὴν β-
μεταστοιχειώσιν, τὸ ὁποῖον ἀποδρᾶ συναποκομίζον τὸ ἔλλειμμα τῆς ἐνεργείας.
Τὸ σωματίον αὐτὸ πρέπει νὰ ἔχῃ μᾶζαν μηδέν, φορτίον μηδέν, νὰ κινῆται μὲ ταχύ-
τητα φωτὸς καὶ νὰ εἶναι ἀόρατον δηλ. νὰ μὴν ἀφήνῃ ἴχνος τῆς τροχιάς του εἰς τὸν
θάλαμον Wilson.

Ἡ διατομὴ τοῦ νετρονίου εὐρέθῃ ἐξαιρετικῶς μικρὴ 10^{-42} cm², ἡ ἐπαφή του μὲ
τὸ περιβάλλον εἶναι μηδαμνὴ, θὰ ἠδύνατο 10^{12} νετρίνια νὰ περάσουν ἀνενόχλητα
ὀλόκληρον τὴν γῆν χωρὶς νὰ ὑποστοῦν τὴν ἐλαχίστην ἀπόκλιση. Τὸ νετρίνιον θὰ
ἠδύνατο νὰ ὀνομασθῇ σωματίον - φάντασμα.

Ἡ παρουσία του ὅμως εἶναι ἐξ ἴσου ἀναγκαία διὰ τὴν οἰκοδόμησιν τῶν πυρήνων ὅσον καὶ ἡ παρουσία τῶν ἰσχυροτέρων στοιχειωδῶν σωματιδίων.

Εἰς τὸ *Brookheaven* ὑπάρχει τηλεοπτικὴ διάταξις πρὸς παρατήρησιν τῶν ἐντὸς τοῦ ἡλίου παραγομένων νετρονίων, προϊόντων θερμοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ἥτις εἶναι τοποθετημένη 1500 μέτρα ἐντὸς τῆς γῆς. Τὰ νετρόνια διαπεροῦν τὸ ὑπερκείμενον στρῶμα τῆς γῆς καὶ μετατρέπουν ἐντὸς μεγάλων δεξαμενῶν τὸ τετραχλωροαιθυλαίνιον εἰς ἄλλας ἐνώσεις μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶναι καὶ ραδιενεργὸν ἀργόν. Ἐξ αὐτοῦ ὑπολογίζεται ἡ ἔντασις τῶν νετρονίων ἐντὸς τοῦ ἡλίου.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν νετρονίων ἀπετέλεσεν ὑπόδειγμα πρὸς μίμησιν. Ἐκτοτε, ὅταν κατὰ τὴν σπουδὴν μιᾶς πυρηνικῆς ἀντιδράσεως κινδυνεύει μία τῶν ἀρχῶν διατηρήσεως, ἐπιχειρεῖται ἡ σωτηρία τῆς διὰ τῆς παραδοχῆς νέου, ἀγνώστου σωματιδίου, τὸ ὁποῖον, ὡς ἀπὸ μηχανῆς θεός, σώζει τὴν κινδυνεύουσαν νομιμότητα.

Ἀπὸ πειραματικῆς ἀπόψεως αἱ γνώσεις μας περὶ τῆς ἐσωτερικῆς συνθέσεως τοῦ ἀτόμου μεγάλως ἐπλουτίσθησαν διὰ τῆς σπουδῆς τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας ἀφ' ἐνός, καὶ διὰ τῆς διερευνήσεως τῶν προϊόντων τεμαχισμοῦ τῶν ἀτόμων ὑπὸ τῶν βλημάτων μεγάλης ἐνεργείας, εἰς τοὺς ἐπιταχυντάς. Κατὰ βάθος, ἀμφότεραι αἱ μέθοδοι ἔχουν τὴν αὐτὴν κοινὴν βάσιν. Πρόκειται περὶ βομβαρδισμοῦ τῶν ἀτόμων μὲ ταχύτατα ὑλικά βλήματα τὰ ὁποῖα εἴτε προέρχονται ἀπὸ τὸ κοσμικὸν διάστημα ἢ δημιουργοῦνται τεχνητῶς ἐντὸς τῶν ἐπιταχυντῶν. Ἡ διαφορὰ ἔγκειται μόνον εἰς τὴν μεγάλην ἐνεργειακὴν ὑπεροχὴν τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων. Μεταξὺ αὐτῶν παρατηρήθησαν καὶ σωματῖα μὲ ἐνέργειαν ἴσην πρὸς 10^{18} ev., ἐνῶ ὁ ἰσχυρότερος ἐπιταχυντὴς φθάνει σήμερον μέχρι 4.10^{11} ev.

Διὰ νὰ γίνῃ ἀντιληπτὸν τὸ ἀναγκαῖον ὑψηλὸν τεχνολογικὸν ἐπίπεδον πρὸς τεμαχισμόν τῶν πυρήνων, διὰ νὰ σχηματίσωμεν μίαν εἰκόνα τοῦ τί ἀπαιτεῖται διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἓνας ἐπιταχυντὴς τοιαύτης ἰσχύος, θὰ περιγράψωμεν, ἐν ἄκρᾳ συντομῆς, τὸν ἐπιταχυντὴν *HERA*, ὅστις πρόκειται νὰ λειτουργήσῃ τὸ 1990. Ἡ διάταξις αὐτῆ, ὀνομασθεῖσα *HERA* διὰ μιᾶς συντμήσεως τῆς ὀνομασίας *Hardon - Electron - Ring - Anlage*, τὸ ὁποῖον σημαίνει, κυκλικὴ διάταξις ἀδρονίων - ἠλεκτρονίων, θέλει νὰ φέρῃ εἰς μετωπικὴν σύγκρουσιν δύο πυκνὰς δέσμες πρωτονίων καὶ ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα διερχόμενα δι' ἐνὸς ὑψηλοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου $8,2.10^{11}$ ev. ἀποκτοῦν μεγάλας ἐπιταχύνσεις ἀντιθέτου φορᾶς. Τὰ πρωτόνια καὶ τὰ ἠλεκτρόνια τίθενται εἰς κίνησιν ἐντὸς δύο ξεχωριστῶν κυκλικῶν σηράγγων, περιμέτρου 6,3 χιλιομέτρων καὶ διαμέτρου 3 μέτρων ἐκάστη, αἱ ὁποῖαι σήραγγες εἶναι τοποθετημέναι εἰς βάθος 10 - 20 μέτρων ἐντὸς τῆς γῆς.

Ἐπειδὴ ὅμως ἡ διατομὴ τῶν πρωτονίων καὶ ἠλεκτρονίων εἶναι πολὺ μικρὴ καὶ συνεπῶς ὀλίγα μόνον ἐξ αὐτῶν ἔρχονται εἰς στενὴν ἐπαφὴν, περὶ τὰ 100 δισεκατομμύ-

ρια ἐξ αὐτῶν ἐξαναγκάζονται μὲ τὴν βοήθειαν μαγνητικῶν πεδίων νὰ συγκρουσθοῦν ἕνα δισεκατομμύριον φορῆς κατὰ δευτερόλεπτον. Ταῦτα ὅλα συμβαίνουν ἐντὸς ὑψηλοτάτου κενοῦ. Περὶ τὸν τόπον τῆς συγκρούσεως εἶναι τοποθετημένα ὄργανα ἀνιχνεύσεως τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως. Οἱ χῶροι ἔχουν διερευνηθῆ εἰς ὑπογείους στοάς, ὅπου εἶναι ἐγκατεστημένα ὀλόκληρα ἐργαστήρια. Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἡ διάταξις αὐτὴ πρέπει ἐκάστη κυκλικὴ σῆραγξ νὰ εἶναι ὀπλισμένη μὲ χιλίους ἠλεκτρομαγνήτες, τῶν ὁποίων τὰ πηνία ἔχουν ἀχθῆ εἰς κατάστασιν ὑπεραγωγιμότητος διὰ ψύξεως εἰς -268° διὰ ὑγροποιημένου ἡλίου. Πρέπει νὰ ὑπάρχουν: μία διάταξις ὑψισύχρων ρευμάτων, ἕνα ἐργοστάσιον παραγωγῆς ὑγροῦ ἀζώτου, ἕνα ἠλεκτρονικὸν σύστημα συντονισμοῦ, πολλοὶ καταγραφεῖς, καὶ πολλοὶ ἐνθουσιώδεις νέοι ἐπιστήμονες ἀπὸ ὅλας τὰς χώρας τοῦ κόσμου. Ἡ δαπάνη κατασκευῆς ὑπελογίζετο τὸ 1980 εἰς 250 ἑκατομμύρια δολάρια, ἕνα σχετικῶς μικρὸν ποσὸν καὶ τοῦτο διότι πολλὰ τμήματα παλαιότερων ἐπιταχυντῶν θὰ χρησιμοποιηθοῦν εἰς τὸν ἐπιταχυντὴν HERA. Τὰ πρῶτα πειράματα θὰ διεξαχθοῦν τὸ ἔτος 1990.

Ἡ Σοβιετικὴ Ἐνωσις, κατασκευάζει εἰς τὸ Serpuchow ἕνα συγκροτόνιον ἀκόμῃ μεγαλυτέρας ἰσχύος 3.10^{12} ev., τὸ ὁποῖον προγραμματίζεται νὰ λειτουργήσῃ τὸ 1988.

Εἶναι προφανές, ὅτι ἡ διεξαγωγή μιᾶς ἐργασίας μὲ τόσον ὑψηλοὺς στόχους δύναται νὰ πραγματοποιηθῆ μόνον διὰ τῆς συνεργασίας πολλῶν. Ἡ ἐνθαρρυντικὴ διαπίστωσις ὅμως εἶναι, ὅτι ἡ πρωταρχικὴ σκέψις, τὸ δημιουργικὸν ἔνασμα προέρχεται πάντοτε ἀπὸ τὸ μεμονωμένον ἄτομον. Ἀκριβῶς εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν ὑπάρχει ἕνα χαρακτηριστικὸν γεγονός, τὸ ὁποῖον θὰ ἤθελα νὰ ἐξιστορήσω.

Ὁ φυσικὸς C. F. Powell (1902) ἐσκέφθη, ἀντὶ τῶν πολυδαπάνων ἐπιταχυντῶν πρὸς τεχνητὴν δημιουργίαν ταχυτάτων βλημάτων, νὰ χρησιμοποιήσῃ τὰ βλήματα τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας, τὰ ὁποῖα καὶ ἰσχυρότερα εἶναι τῶν τεχνητῶν βλημάτων καὶ τίθενται ἀτελῶς εἰς τὴν διάθεσιν τοῦ πειραματισμοῦ ἀπὸ τὸν διαστημικὸν χῶρον. Ἀντὶ δὲ τῶν πολυπλόκων ἀνιχνευτῶν, τῶν θαλάμων Wilson μὲ ὑπερκόρους ἀτμοὺς ἢ μὲ ὑπέρθερμον ὑγρὸν ὕδρογόνου, ὁ Powell χρησιμοποιεῖ φωτογραφικὰς πλάκας εἰδικῶς διὰ τὸν σκοπὸν αὐτὸν κατασκευασθείσας μὲ πολὺ βρωμιούχον ἄργυρον, τὰς ὁποίας στέλνει εἰς ὕψος περίπου 50 χιλιομέτρων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἐκεῖ παραμένουν ἐπὶ ἡμέρας ἐκτεθειμένα εἰς τὰ κοσμικὰ βλήματα, τὰ ὁποῖα εἰσδύουν εἰς τὴν φωτοευπαθεῆ στοιβάδα τῆς πλάκας ἐπιφέροντα σχεδὸν πυρηνικὴν ἐξάρτησιν τοῦ ἀργύρου. Τὰ ἀκτινεργὰ θρύμματα προκαλοῦν δευτερογενῶς νέας ραδιενεργὰς ἀποσυνθέσεις, ὥστε οὐχὶ σπανίως ἐμφανίζονται κλιμακωτοὶ καταγισμοὶ σωματιδίων. Τὰ πάντα ἀπεικονίζονται αὐτομάτως εἰς τὴν φωτογραφικὴν πλάκα. Μὲ τὴν μέθοδον αὐτὴν ὁ Powell διεπίστωσε (1947) τὴν ὑπαρξιν ἑνὸς σωματιδίου μὲ μᾶζαν ἐνδιάμεσον μεταξὺ πρωτονίου καὶ ἠλεκτρονίου δηλ. $273 Me$ καὶ χρόνον ζωῆς $1,8.10^{-1} sec$

τὸ π - μ ε ζ ὄ ν ι ο ν, τοῦ ὁποίου τὴν ὕπαρξιν προεῖπεν ὁ Ἰάπων φυσικός Yūkawa τὸ 1936. Τὸ π-μεζόνιον ἀποτελεῖ τὸν συνδετικὸν κρίκον μεταξὺ πρωτονίων καὶ νετρονίων ἐντὸς τῶν ἀτομικῶν πυρήνων, ἀποκαθιστῶν μεταξὺ αὐτῶν δυνάμεις κβαντομηχανικῆς ἐναλλαγῆς.

Διὰ τὴν ἐργασίαν αὐτὴν ἀπενεμήθη εἰς τὸν Powell τὸ 1949 τὸ βραβεῖον Nobel Φυσικῆς.

Μὲ τὴν βοήθειαν τῶν ἐπιταχυντῶν καὶ τῶν τεχνητῶν μεταστοιχειώσεων μὲ νετρόνια κατωρθώθη ἐντὸς τῶν τελευταίων δεκαετιῶν ἡ παρατήρησις ἄνω τῶν 100 νέων σωματιδίων. Τὰ σωματῖα αὐτά, καλῶς ἢ κακῶς, φέρουν τὴν ὀνομασίαν «στοιχειώδη σωματῖα» καὶ τοῦτο μέχρι τῆς ἡμέρας ὅπου θὰ ἀποδειχθῇ ὅτι καὶ αὐτά, ἴσως εἶναι σύνθετα.

Χρησιμοποιοῦντες ἐπιταχυντὰς μὲ ὄλοεν αὐξανόμενον δυναμικόν, δηλαδή δημιουργοῦντες σωματῖα μὲ ὄλοεν μεγαλυτέρας ταχύτητος, εἶναι, λόγῳ τοῦ δυαδισμοῦ σωματίων - κῶμα, ὡς ἐὰν κατασκευάζαμε μικροσκόπιον μὲ ὄλοεν μεγαλυτέραν μεγενθυντικὴν ἰκανότητα, ἀφοῦ ὡς γνωστὸν αὐτὴ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ μῆκος κύματος τοῦ χρησιμοποιουμένου φωτός.

Μὲ τὸν ἰσχυρότερον μέχρι σήμερον ὑπάρχοντα ἐπιταχυντὴν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ἀποστάσεις μέχρι 10^{-13} τοῦ ἑκατοστοῦ, δηλ. νὰ διακρίνωμεν μεμονωμένα πρωτόνια, ἐνῶ μὲ τὸν ὑπὸ κατασκευὴν ἐπιταχυντὴν HERA ἐλπίζουν νὰ παρατηρήσουν ἀποστάσεις 10.000 φορὰς μικροτέρας, δηλ. νὰ «ἴδουν» ὄχι μόνον τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πρωτονίου, ἀλλὰ καὶ τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ἀκόμη μικροτέρων σωματιδίων, τῶν κουόρκς, ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀπαρτίζεται τὸ πρωτόνιον.

Ὅλαι αἱ μεταστοιχειώσεις γίνονται ὑπὸ ταυτόχρονον τήρησιν ὠρισμένων κανόνων ἀφορῶντων εἰς τὸ ἰσοζύγιον τῶν ἀντιδράσεων, οἱ ὁποῖοι κανόνες διαφυλάττονται μετὰ μεγίστης ἀστηρότητας. Εἶναι δὲ οἱ ἀκόλουθοι:

1ον. Διατήρησις τοῦ συνόλου ἐνεργείας καὶ μάζης.

2ον. Διατήρησις τοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου.

3ον. Διατήρησις τῆς ροπῆς ἀδρανείας τῶν σωματιδίων.

4ον. Διατήρησις ὠρισμένων κβαντικῶν ἀριθμῶν.

3ον. Ἡ κατοπτρικὴ συμμετρία.

Ἡ ἰσχὺς τῶν ἀρχῶν αὐτῶν εἶναι τόσον δεσμευτικὴ, ὥστε εἰς περιπτώσιν μὴ τηρήσεώς των ἢ δὲν γίνεται κἂν ἡ θεωρουμένη ἀντίδρασις ἢ ἐὰν γίνεται ἡ παραβίασις τῶν ἀρχῶν αὐτῶν εἶναι μόνον φαινομενικὴ καὶ ὀφείλεται εἰς τὴν παρουσίαν ἐνὸς νέου, μέχρι τοῦδε ἀγνώστου, σωματιδίου τὸ ὁποῖον παρελήφθη εἰς τὸν ἰσολογισμόν τῆς ἀντιδράσεως. Ἡ ἀσυμφωνία αὐτὴ εἶναι δυνατὸν νὰ ὀδηγήσῃ εἰς τὴν ἀνακάλυψιν νέων σωματιδίων, ὡς ἐγένετο μὲ τὸ νετρίνιον.

Πόσον έπιτακτική είναι ή άπαιτήσις τής σταθερότητας και διατηρήσεως τών κουαντικών αριθμῶν και έν γένει πόσον καθοδηγητική είναι ή δράσις τών κανόνων διατηρήσεως, μās δείχνει ή σταθερότης τοῦ πρωτονίου.

Τὸ πρωτόνιον είναι ένας σταθερός πυρήν, καίτοι είναι σύνθετος, περιέχων τρία κουόρκς, άφοῦ και πειράματα μεγάλης εύπαθείας δέν κατώρθωσαν νά διαπιστώσουν, έστω και ίγνη ραδιενεργούς δράσεως. Ἡ τυχόν ύπάρχουσα ραδιενέργεια θά αντιστοιχοῦσε εις 10^{30} έτη, δηλαδή ένας χρόνος πολύ μεγαλύτερος τής διάρκειας ζωής τοῦ σύμπαντος, όστις είναι 10^{10} έτη.

Πόθεν προέρχεται αυτή ή σταθερότης; Αὐτή όφείλεται εις τὸ γεγονός ότι δέν ύπάρχει στοιχειῶδες σωμάτιον εις τὸ όποιον θά ήδύνατο δι' άποσυνθέσεως νά μεταπέση τὸ πρωτόνιον ύπό ταυτόχρονον διατήρησιν τών κουαντικών αριθμῶν. Ἐάν όμως εις ένα διανοητικόν πείραμα παραδεχθοῦμεν, ότι ό κουαντικός αριθμός διὰ τὸ ήλεκτρικόν φορτίον δέν αυξάνει σύμφωνα με τήν σειράν 1, 2, 3, 4. . . αλλά κατὰ $4/3, 1/3 - 2/3$. . . τοῦ φορτίου τοῦ ήλεκτρονίου, όπου τὸ άλμα παραμένει ως πρότερον ίσον με τήν μονάδα, τότε τὰ 3 κουόρκς τοῦ πρωτονίου θά ήδύναντο νά μεταπέσουν εις μεσόνια, αντιλεπτόνια, ή και εις άλλα σωμάτια όποτε τὸ πρωτόνιον θά έγένητο ραδιενεργόν. Αί συνέπειαι θά ήσαν ανυπολόγιστοι. Σταθερά στοιχεῖα θά έγέροντο άσταθῆ, ένῶ τὰ άλλα τὰ ραδιενεργά θά έσταθεροποιούντο, ή όψις τοῦ κόσμου θά μετεβάλλετο εκ βάθρων. Πλησιάζομεν πολύ πρὸς Πυθαγόρειον μυστικισμόν: *Οἱ αριθμοὶ εἶναι ή φύσις τῶν όντων.*

Τὰ μέχρι σήμεραν παρατηρηθέντα 100 στοιχειῶδη σωμάτια φέρουν τās όνομασίας λεπτόνια, άδρόνια, βαριόνια, ύπερόνια, μεζόνια, ταξινομημένα σύμφωνα με τήν μάζαν των, ή και σύμφωνα με τās δυνάμεις τās όποίας αυτὰ έξασκοῦν, όταν συμβληθοῦν με άλλα σωμάτια, διὰ νά σχηματίσουν έναν άτομικόν πυρήνα.

Ἡ πληθωρική ανακάλυψις νέων σωματιδίων έδημιούργησε πρόβλημα εις τήν ανεύρεσιν καταλλήλων και καλοήχων όνομασιῶν. Ἡ γλωσσική εύαισθησία ήτο άλλοτε πολύ ανεπτυγμένη. Λέγεται, ότι ό Πλάτων, όταν τὸ πρῶτον έδημιούργησε τήν λέξιν ποιοτής, έξήτησε συγγνώμην από τὸ άκροατήριόν του διὰ τὸ βάροβαρον τής κατασκευῆς αυτῆς, ως αυτὸς έξεφράσθη.

Τὰ σωματίδια αυτὰ δέν είναι συγκρίσιμα με τὰ σωμάτια τών γνωστῶν μαχημικῶν στοιχείων. Πρέπει νά χαρακτηρισθοῦν ως λίαν βραχύβιοι ύπαρξια και καταστάσεις τής ύλης, άφοῦ ή διάρκεια τής ζωής των κυμαίνεται μεταξὺ 10^{-6} και 10^{-23} τοῦ δευτερολέπτου. Ὁ καθορισμός όμως τής ταυτότητός των είναι άύστηροδς και γίνεται με τήν βοήθειαν οδχι όλιγωτέρων τών 17 φυσικῶν μεγεθῶν.

Τὸ έτος 1963 ό Gellman έπρότεινεν ένα τρόπον ταξινομήσεως τών σχετικῶς

βαρέων σωματιδίων τῶν ἀδρονίων, ὅπως εἶναι τὸ νετρόνιον, τὸ πρωτόνιον καὶ ἄλλα, βάσει ἀπλουστέρων συστατικῶν τὰ ὁποῖα ὠνόμασε *κουόρκς*. Ὑπάρχει ἕνας μεγάλος ἀριθμὸς ἀδρονίων, σχηματιζομένων κατὰ τὰς ἀτομικὰς συγκρούσεις εἰς τοὺς ἐπιταχυντάς. Ὁ βίος τῶν ὅμως εἶναι πολὺ βραχύς. Ἀνέρχεται μόλις εἰς 10^{-24} τοῦ δευτερολέπτου. Τὰ κουόρκς δὲν παρετηρήθησαν ποτὲ ἐλεύθερα, δηλαδὴ ἐκτὸς τοῦ δυναμικοῦ περιβλήματος τοῦ πυρῆνος.

Ἴνα διασωθῆ ἡ ἀπαγορευτικὴ ἀρχὴ τοῦ *Pauly*, ἐγένετο καὶ μία νέα διαφοροποίησις τῶν κουόρκς. Σύμφωνα μὲ αὐτὴν τὰ κουόρκς δύνανται νὰ ἐμφανισθοῦν εἰς διαφοροὺς καταστάσεις, μὲ τὸ αὐτὸ ἐνεργητικὸν περιεχόμενον. Μία τοιαύτη κατάστασις ὀνομάζεται εἰς τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν *ἐκφυλισμός*. Ὁ πρὸς περιγραφὴν αὐτοῦ τοῦ φαινομένου εἰσαχθεὶς κβαντικὸς ἀριθμὸς ὠνομάσθη *χρῶμα*. Ἐκαστον κουόρκ δύναται νὰ ἐμφανισθῆ εἰς τρία διάφορα χρώματα, ὅπου ταυτοχρόνως τὰ ἀντικουόρκς φέρουν τὰ συμπληρωματικὰ πρὸς αὐτὰ χρώματα. Τὰ βαριόνια π.χ. ἀποτελοῦνται ἀπὸ 3 χρώματα τὰ ὁποῖα συμπληροῦνται εἰς λευκόν, τὰ μεσόνια ἀπὸ ἕνα κουόρκ ὀρισμένου χρώματος καὶ ἕνα ἀντικουόρκ τοῦ συμπληρωματικοῦ χρώματος. Οὕτω μὲ τὴν βοήθειαν τῶν κουόρκς κατορθώθη μία ἱκανοποιητικὴ ταξινόμησις τῶν ἀδρονίων διὰ τῆς ἀναγωγῆς τῶν εἰς τρία στοιχειωδέστερα σωματῖα. Βεβαίως αὐτὸ δὲν σημαίνει ἐξήγησιν τῶν φαινομένων.

Τὰ κουόρκς καὶ τὰ λεπτόνια κατατάσσονται εἰς τρεῖς οἰκογενεῖας, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχουν σχέσεις καὶ οἰκογενειακὰ προβλήματα.

Διὰ χρησιμοποιήσεως τῶν κουόρκς ἐπῆλθε μία γενικὴ συστηματοποίησις ἐντὸς τῶν ομάδων τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων, ἣτις ὠδήγησεν εἰς τὴν δημιουργίαν ἐνὸς νέου κεφαλαίου τῆς Φυσικῆς εἰς τὴν *κβαντο-χρωματοδυναμικήν*, τῆς ὁποίας τὸ ὄνομα ἐδῶ ἀπλῶς θὰ ἀναφέρωμεν. Τὸ κουόρκς παίζουσι εἰς τὴν χρωματοδυναμικὴν ἕνα ἀνάλογον ρόλον μὲ τὸν ρόλον τῶν ἠλεκτρονίων εἰς τὴν ἠλεκτροδυναμικήν.

Τὰ λεπτόνια ἀφ' ἑτέρου, δηλ. τὸ ἠλεκτρόνιον, τὸ φωτόνιον, τὸ νετρόνιον καὶ τὰ ἀντίστοιχα ἀντισώματα, δὲν ἀποτελοῦνται ἀπὸ κουόρκς. Αὐτὰ φαίνεται νὰ εἶναι πράγματι στοιχειώδη σωματῖα.

Γίνονται μεγάλα θεωρητικὰ προσπάθειαι νὰ συνοψισθοῦν αἱ τέσσαρες γνωσταὶ δυνάμεις, ἡ ἠλεκτρομαγνητικὴ, ἡ τῆς βαρύτητος, αἱ ἰσχυραὶ πυρηνικαὶ καὶ αἱ ἀσθενεῖς πυρηνικαὶ ἀλληλοεπιδράσεις εἰς μίαν καὶ μόνην ἐνιαίαν θεωρίαν. Ἐὰν ἀκολουθήσωμεν τὸν *Georgi* εἰς τὰς σκέψεις του, τότε εἰς τὴν περιοχὴν τῶν 10^{-29} cm ἐπέρχεται μεγάλη ἀπλούστευσις εἰς τὸν ποικιλόχρωμον κόσμον τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων. Ἐκεῖ ὑπάρχει ἕν καὶ μόνον στοιχειῶδες σωματίον, μία καὶ μόνη δύναμις. Ταυτοχρόνως ὅμως διαγράφεται ὅτι αὐτὴ αὐτὴ ἡ ὕλη, ὡς ὄντογενετικὸν στοιχεῖον δὲν φαίνεται νὰ εἶναι αἰωνίας ὑπάρξεως.

Κύριε Πρόεδρε,

Ἐφθάσαμεν εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ πυρηνικοῦ λαβυρίθου. Ἐπιβάλλεται εἰς ἑμᾶς νὰ σταματήσωμεν εἰς τὴν εἴσοδον καὶ νὰ περιμένουμε τὴν ὠρίμανσιν τῶν ἐρευνῶν τῶν πρωτοπόρων ἐκείνων, οἵτινες εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ λαβυρίθου αὐτοῦ, μοχθοῦντες διὰ τὴν ἐπίλυσιν τῶν τόσων προβλημάτων.

Πρέπει νὰ ἐπανέλθωμεν εἰς τὸ ἀρχικῶς διὰ τὴν ὀμιλίαν αὐτὴν τεθὲν ἐρώτημα: Βαίνομεν πρὸς τὴν δύσιν τῆς ἀτομικῆς ἀντίληψεως τῆς ὕλης;

Ἐκ τῶν ὅσων ἐλέχθησαν εἶναι προφανές ὅτι τὰ ἐπιτεύγματα αὐτὰ τῆς ἐρεῦνης ἀποτελοῦν πλήγμα διὰ τὴν ἀτομιστικὴν ἀντίληψιν τῆς ὕλης. Ὅχι τὸ γεγονός ὅτι διεξάγονται πυρηνικαὶ διασπάσεις καὶ μεταστοιχειώσεις τῶν μέχρι τοῦδε θεωρουμένων ἀτόμων, ἀποτελεῖ ἐπιχείρημα ἐναντίον τῆς ἀτομικῆς θεωρίας. Ὁ Δημόκριτος θὰ ἔλεγε «ἐξακολουθήσατε νὰ τεμαχίζετε τὰ τεμάχια μὲ ὅσον τὸ δυνατόν ἰσχυρότερας δυνάμεις, δὲν ἐφθάσατε ἀκόμη εἰς τὰς διαστάσεις ἐκείνας, ὅπου ἐγὼ φαντάζομαι τὰ ἄτομα. Ὅταν δὲν μπορεῖτε πλέον νὰ τὰ τεμαχίσετε, τότε ἐφθάσατε εἰς τὴν περιοχὴν τῶν μὴ περαιτέρω τμητῶν ἀτόμων».

Ὁ κίνδυνος διὰ τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν, δηλαδὴ διὰ τὴν ὑπαρξιν τῶν ἀτόμων, προέρχεται ἀπὸ ἄλλην πλευράν. Ἡ ἐπικίνδυνος βολὴ εἶναι ἡ διαπίστωσις, ὅτι τὴν φύσιν τῶν σωματιδίων ὀρίζει ἀποφασιστικῶς τὸ περιβάλλον, ὁ παρατηρῶν καὶ ἐπεμβαίνων ἐρευνητής.

Ἐπιτρέπατέ μου εἰς τὸ σημεῖον αὐτό, μίαν ἐπεξηγηματικὴν παραβολήν. Ὅλοι γνωρίζομεν τὸν τύπον τοῦ Ἑλληνος βοσκοῦ, ὁ ὁποῖος ζῆ εἰς τὴν ὑπαιθρον βίον εἰς μεγάλον βαθμὸν ἐλεύθερον καὶ ἀνεξάρτητον. Ὁ τρόπος τῆς ζωῆς του ἔχει διαμορφώσει εἰς αὐτὸν μίαν προσωπικότητα, ἡ ὁποία μὲ τὴν ἀπλότητά της προοιδαίνει μίαν ἤρεμον αὐτοπεποίθησιν καὶ ἓνα ἐπιβλητικὸν ἀτομισμὸν.

Ἐὰν μεταφέρουμε τὸν βοσκὸν αὐτὸν ἀπὸ τὰ κορφοβούνια εἰς ἓνα τῶν κεντρικῶν δρόμων τῶν Ἀθηνῶν κατὰ τὰς ὥρας τῆς αἰχμῆς, γρήγορα αὐτὸς θὰ ἀντιληφθῆ ὅτι ἡ ἐλευθερία του, πρωτίστως ἡ ἐλευθερία τῶν κινήσεών του, ἔχει πολὺν περιορισθῆ, ὅτι ἡ προσωπικότης του ὀλοὲν φθίνει, ὅτι πρέπει νὰ ὑπακούσῃ εἰς τὰ προστάγματα τοῦ περιβάλλοντος, ἐὰν θέλῃ νὰ ἐπιζήσῃ. Μετ' ὀλίγον αἰσθάνεται ὅτι τὰ ὄρια τῆς ἀτομικότητός του καταργοῦνται, ὅτι καὶ αὐτὸς ἀκόμη ἀφομοιοῦται μὲ τὸ περιβάλλον.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν στοιχειωδῶν, ὑποατομικῶν σωματιδίων, ἔθνα αἱ δρῶσαι δυνάμεις εἶναι ἓνα τοῦλάχιστον ἑκατομμύριον φορὰς ἰσχυρότεροι τῶν δυνάμεων τοῦ καθημερινοῦ μας βίου, αἱ ἀλλοιώσεις τῶν ὀρίων τῶν σωματιδίων λαμβάνουν ριζικωτάτας διασπάσεις, ὥστε νὰ μὴν εἶναι ὑπερβολικὴ ἡ διατύπωσις, ὅτι ἡ Φύσις των διαμορφοῦται τῇ συνεργασίᾳ τοῦ παρατηροῦντος ὄργανου. Τὰ σωματίδια αὐτὰ δὲν

ἔχουν πλέον τίποτε τὸ σωματικόν. Εἶναι ἀμοιβαῖες σχέσεις φυσικῶν παραγόντων, αἵτινες δικτυωτῶς ἐπεκτείνονται πρὸς ἄλλας σχέσεις καὶ πρὸς τὸ ἄπειρον.

Ὁ ἀνήσυχος ἀναζητητῆς Heisenberg, συνοψίζει τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐρευνῶν ἐπὶ τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων λέγων: «Ἡ φύσις εἶναι ἓνα πολύπλοκον ὕφαντὸν γεγονότων μὲ συνεχῶς μεταβαλλομένας ἀλληλοεπιδράσεις αἱ ὁποῖαι ἀλληλοσυγκρούονται ἢ καὶ συνεργάζονται διὰ νὰ σχηματίσουν τὸ τελικὸν ὕφαντόν».

Ὁ κόσμος τῶν στοιχειωδῶν σωματιδίων εἶναι ἓνας αἰώνιος χορός, ἀλλὰ χωρὶς συγκεκριμένους χορευτάς.

Τὸ ἀπόφθεγμα τοῦ Ἡρακλείτου «τὰ πάντα ρεῖ» ἰσχύει σήμερα περισσότερον παρὰ ποτέ, ἀλλὰ δὲν ἐπαρκεῖ, πρέπει νὰ συμπληρωθῇ «τὰ πάντα ρεῖ καὶ τὰ πάντα εἶναι μετὰ τῶν πάντων συνδεδεμένα».

Εἶναι ἀδιαφιλονίκητον, ὅτι ἡ σύγχρονος Φυσικὴ, ἀφοῦ διέγνωσε τὰ ὅρια τῆς μηχανικῆς ἀντιλήψεως, καταλήγει εἰς μίαν ὀργανικὴν, οἰκολογικὴν θεώρησιν τοῦ κόσμου. Τὸ σύμπαν εἶναι ἓνα ὀργανικὸν πλέγμα συνεχῶς μεταβαλλομένων σχέσεων τὸ ὁποῖον συμπεριλαμβάνει καὶ τὴν ἀνθρωπίνην συναίσθησιν. Εἰς τὴν Φυσικὴν τοῦτο κατέστη ἔκδηλον τὸ πρῶτον ὅταν ἡ ἔρευνα κατῆλθεν εἰς ἀτομικὰς καὶ ὑποατομικὰς διαστάσεις.

Εἶναι ἀναντίρρητον, ὅτι ὁ ὀργανικὸς κόσμος εὐρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ κοσμικὸν διάστημα. Τὸ γεγονὸς αὐτὸ λαμβάνει ὅμως ἀρχώδεις διαστάσεις μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας, ἀπὸ τὴν θανατηφόρον δρᾶσιν τῆς ὁποίας μᾶς χωρίζει μόνον μία λεπτὴ ἀτμόσφαιρα ὠ ρ ι σ μ ἔ ν η ς χ η μ ι κ ῆ ς σ υ ν θ ἔ σ ε ω ς. Ἀλλὰ καὶ ἡ δρᾶσις τῶν ὀργανισμῶν, ἀφοῦ δὲν εἶναι μόνον συγκροτήματα σωματιδίων ἀλλὰ καὶ συγκροτήματα κινήσεων, φθάνει μακρὰ εἰς τὸ διάστημα. Ὑστερα ἀπὸ αὐτὰ τὰ ἀποτελέσματα φαίνεται σὰν νὰ ἀκούγεται ἀπὸ μακρὰ, ἀπὸ πολὺ μακρὰ, ὅτι καὶ αὐτὴ ἡ ἀ σ τ ρ ο λ ο γ ῖ α θέλει ἴσως τύχει ὠρισμένης δικαιοσύνης. Καὶ ἐνθυμούμεθα τοὺς λόγους τοῦ Dostojevski «Δὲν ὑπάρχει τίποτε τὸ πιὸ φαντασιώδες ἀπὸ τὴν πραγματικότητα».

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι ὕστερα ἀπὸ τόσας πνευματικὰς κατακτήσεις, ὑπὸ τὴν πίεσιν συγκεκριμένων γεγονότων, ἀρχίζουν δειλὰ νὰ ἀνοίγουν ἓνα παράθυρον πρὸς τὴν πλευρὰν τῶν μ υ σ τ ι κ ι σ τ ῶ ν. Θὰ ἀρκεσθοῦμε εἰς τὴν περιγραφὴν ἐνὸς μόνου περιστατικοῦ:

Πρόκειται περὶ τῆς ἀπαγορευτικῆς ἀρχῆς τοῦ Pauli, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποίαν εἰς ἓνα συγκροτήμα σωματιδίων δὲν εἶναι δυνατὸν δύο σωματῖα νὰ συμφωνοῦν καὶ εἰς τοὺς τέσσαρας κβαντικὸς ἀριθμούς. Μὲ βάσιν αὐτὴν, τὴν κατὰ βάθος ἀκατανόητον ἀρχὴν, εἶναι δυνατὸν νὰ ἐρμηνευθῇ τὸ περιοδικὸν σύστημα τῶν χημικῶν στοιχείων. Πῶς δηλαδὴ, ὕστερα ἀπὸ ἓνα ὠρισμένον ἀριθμὸν στοιχείων ἐμφανίζονται

στοιχεῖα μὲ ὁμοίας χημικὰς ιδιότητας ὡς τὰ ἀρχικά. Τὸ ὅτι εἰς μίαν νεωτέραν διατύπωσιν τῆς ἀρχῆς αὐτῆς, ὠρίσθη ὅτι οἱ τέσσαρες κβαντικοὶ ἀριθμοὶ πρέπει νὰ εἶναι τοιοῦτοι ὥστε αἱ ιδιοσυναρτήσεις τοῦ ὅλου συγκροτήματος νὰ εἶναι ἀσύμμετροι ὡς πρὸς τὰς συντεταγμένας, δὲν ἀποτελεῖ ἐρμηνείαν ἀλλὰ μόνον λογιωτέραν περιφρασιν τοῦ αὐτοῦ προβλήματος.

Δὲν ὑπάρχει ὀρθολογικὴ γέφυρα πρὸς κατανόησιν τῆς ἀπαγορευτικῆς τοῦ Paul y.

Ἐὰν ὅμως λεχθῆ, ὅτι ἡ ἀρχὴ αὐτὴ εἶναι ὄργανον μιᾶς ἐνδομύχου βουλήσεως ἐν τῇ φύσει, ἣτις στοχεύει εἰς τὴν δημιουργίαν ἐνὸς ὑλικοῦ κόσμου, τῆς χημικῆς συνθέσεως τοῦ κόσμου εἰς τὸν ὁποῖον ἐμεῖς σήμερον ζῶμεν, τότε ἡ διατύπωσις αὐτῆ, σκανδαλίζει μὲν τινὰς τῶν ὀρθολογιστῶν, ἱκανοποιεῖ ὅμως τὸ ἔνστικτον ἀναζητήσεως τῶν πολλῶν.

Πρέπει ἐν συμπεράσματι νὰ δώσωμεν μίαν σαφῆ ἀπάντησιν εἰς τὸ εἰσαγωγικῶς τεθὲν ἐρώτημα: Βαίνομεν πρὸς τὴν δύσιν τῆς ἀτομιστικῆς ἀντλήσεως τῆς ὕλης;

Πρέπει νὰ ἀπαντήσωμεν μὲ ἕνα ἥπιον: ὄχι ἀκριβῶς. Μία πρὸ 2500 ἐτῶν ἐκφρασθεῖσα θεωρία, ἣτις λίαν ἐπιτυχῶς ἐφηρημώσθη μέχρι τοῦδε, καλεῖται νὰ ἐνθυμηθῆ ἐπὶ τῇ βάσει ποίων τότε γνωστῶν φαινομένων καὶ ποίων προϋποθέσεων ἐγεννήθη, καλεῖται νὰ χαράξῃ ἐκ νέου τὰ ὄρια τῆς ὑπάρξεώς της, λαμβάνουσα ὑπ' ὄψιν τὴν ἐν τῷ μεταξὺ τελεσθεῖσαν τεραστίαν διεύρυνσιν τοῦ πεδίου τῶν γνώσεών μας.

Ἡ σημερινὴ θέσις τῆς ἐρεύνης εἶναι, ὅτι τὰ ἄτομα ὡς σωμάτια - σφαιρίδια δὲν εἶναι ἡ κ α θ ο λ ι κ ῆ ὄψις τοῦ κόσμου, ἀλλὰ μόνον ἡ μία πλευρὰ, τοῦ ὁποῖου ἡ ἄλλη συμπληρωματικὴ πλευρὰ εἶναι τὸ κῦμα. Σωμάτια καὶ κύματα εἶναι αἱ δύο, ἀλληλοσυμπληρούμενα ὄψεις τῆς αὐτῆς, πέραν πάσης ἐμπειρίας, μ ε τ α φ υ σ ι κ ῆ ς π ρ α γ μ α τ ι κ ὄ τ η τ ο ς. Εἰς ὑπατομικὰς, ἐνδοπυρηνικὰς διαστάσεις ὡς καὶ ἐντὸς τῶν διαπύρων κοσμικῶν σωμάτων, δὲν δύναται νὰ ὁμιλήσῃ κανεὶς περὶ συγκεκριμένων ἀτόμων, ἀλλὰ περὶ ἀμοιβαίων σχέσεων αἵτινες ἐπεκτείνονται εἰς ἄλλας σχέσεις. Εἰς μ ο ρ ι α κ ᾶ ς ὅμως περιοχὰς δηλ. ἀπὸ περιοχὰς ἀφορώσας τὰ ἐξωτερικὰ ἠλεκτρόνια, 10^{-8} τοῦ ἑκατοστοῦ, μέχρι τῶν διαστάσεων τοῦ καθημερινοῦ μας βίου, ὅπου αἱ δυνάμεις εἶναι ἥπια καὶ ὅπου κυριαρχοῦν συνθῆκαι, δι' ἐλεύθερα καὶ ἀνεξάρτητα ἄτομα, δυνάμεθα μετὰ μεγίστης προσεγγίσεως νὰ κάνουμε χρῆσιν τῶν ἀτόμων ὡς συγκεκριμένων σφαιριδίων, σωματιδίων.

Ἐφθασα εἰς τὸ τέλος τῆς ὁμιλίας μου.

Ὁ Goethe, ὅστις ἐντατικῶς ἠσχολήθη μὲ τὰς φυσικὰς ἐπιστήμας, εἶπε κάποτε: «Εἰς τὰς φυσικὰς ἐπιστήμας ὑποθέσεις καὶ θεωρίαι εἶναι ἰ κ ρ ι ὡ μ α τ α τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται πρὸς ἀνέγερσιν ἐνὸς κτιρίου. Ὄταν τελειώσῃ ἡ οἰκοδομὴ, τὰ ἰκρι-

ώματα απομακρύνονται. Δὲν πρέπει ἐπ' οὐδεμιᾷ στιγμή, νὰ ταυτίζονται αὐτὰ μὲ αὐτὸ τοῦτο τὸ κτίριον».

Ναί, ἀλλὰ ἡ ἀνοικοδόμησις αὐτοῦ τοῦ κτιρίου τὸ ὅποιον ἀποκαλοῦμεν «Κοσμο-εἶδωλον» δὲν τελειώνει ποτέ. Τὰ ἰκρίώματα τῆς ἀτομικῆς θεωρίας προσαρμοζόμενα εἰς τὰς ἐκάστοτε πρὸς ἀνοικοδόμησιν νέας πτέρυγας, δὲν πρέπει νὰ ἀπομακρυνθοῦν.

Ἡ ἔρευνα τοῦ ἀτόμου εἰς τὸν μακρὸν καὶ ἐπίπονον δρόμον τὸν ὅποιον διήρυσσε μέχρι σήμερον, ἔχει νὰ ἐπιδείξῃ μεγάλας προόδους, προχωροῦσα εἰς ὄλοεν λεπτοτέρας καὶ πλέον διαφοροποιημένας ἐννοίας. Ὑστερα ἀπὸ τόσας ἐπιτυχίας, τὸ ἀδιερεύνητον ὁμως ὀρθοῦται ἀκόμη πυκνότερον πρὸ ἡμῶν. Συναντῶμεν ἀκατανοήτους καταστάσεις, ἐρωτήματα, αἰνίγματα, ὅλα ἐκεῖνα τὰ ὅποια κατὰ βάθος ἀποτελοῦν τὴν ζωντανήν πηγὴν μιᾶς ἀστειρεύτου ζωῆς.

Ἡ ἐπίγνωσις πόσον παροδικαὶ καὶ φευγαλέαι εἶναι αἱ δοξασταὶ ὡς πρὸς τὴν δομὴν τοῦ κόσμου, πόσον ἀνῆμπορος εἶναι ὁ ἄνθρωπος νὰ δώσῃ μίαν μόνιμον λύσιν εἰς τὰ προβλήματα τῆς Φύσεως, μᾶς ἐπιβάλλει τὴν διαμόρφωσιν καὶ καλλιέργειαν μιᾶς ὠρισμένης ψυχικῆς διαθέσεως: Νὰ ὠριμάσῃ ἐντὸς ἡμῶν ἡ ἔντονος ἐπιθυμία, ὅσονδήποτε ἐπιτυχῆ καὶ ἂν εἶναι τὰ πειράματά μας, νὰ κυριαρχίσῃ σταθερῶς, ἡ ἐνθουσιώδης ἐκείνη μετριοφροσύνη, ἣτις χαρακτηρίζει τοὺς πραγματικούς, τοὺς ἀτειχίστως τετειχισμένους χριστιανούς καὶ πλημμυρίζει τὴν καρδιά τους μὲ πεποιθήσιν καὶ ἀγάπην.