

## ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΔΥΣΙΝ ΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ;

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΤΙΚΟΥ Κ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗ

Μακαριώτατε,  
Κύριε Πρόεδρε,  
Κυρίες καὶ Κύριοι,

Εἰς τὴν ὁμιλίαν μου θὰ προσπαθήσω 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; Ἐκ 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 διατρέχον 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 ἑνὸς 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 Ἄβδηρα, (460 - 370 π.Χ.) εἰς τὰς Ἀθήνας, τελείως ἄγνωστος, μόνον μὲ τὴν ζωηρὰν ὁρμὴν 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, δηλαδὴ 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. Ἐκ 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, ἄνευ 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 σφραγίδα μιᾶς καθαρῶς ἐλληνικῆς νοοτροπίας. Ἴσως δὲν εἶναι τυχαῖον ὅτι ἡ ἀτομικὴ θεωρία ἐγεννήθη ὀλίγας μόνον δεκαετίας μετὰ τοὺς Περσικοὺς πολέμους. Προχωρῶν εἰς τὸν λεπτομερεῖ χαρακτηρισμὸν τῶν ἀτόμων παραδέχεται ὅτι τὰ ἄτομα εἶναι συμπαγῆ, δὲν ἔχουν χρῶμα, οὔτε ὄσμην οὔτε γεῦσιν. Αἱ ιδιότητες αὐταὶ εἶναι δευτερογενεῖς, προκαλούμεναι 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 καρεῖς μαθάνων, ὅτι ἦτο ὁ πρῶτος ὅστις ἐχρησιμοποίησε τὴν λέξιν «συνείδησις» μετὰ 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 Σχολὴν του ἔκαμε εὐρυτάτην χρῆσιν συλλογισμῶν καὶ σκέψεων τοῦ Δημοκρίτου, αἵτινες διὰ τοῦ ποιήματος τοῦ Δημοκρητίου *De Rerum Natura* εἰσηλθόντες 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 ἀρητικὴν στάσιν τοῦ Ἀριστοτέλους (384 - 322 π.Χ.), ἀσκήσαντος 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 κινουῦνται 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 σημερινὸς φυσικο-χημικούς ἢ ἀναβιώσις 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 καθορίζον τὰς βασικὰς ἀρχὰς τῆς ἀτομικῆς του θεωρίας. Τὰ ἀόρατα ἄτομα τοῦ *Δημοκρίτου* παίζον ἕναν πρωτεύοντα ρόλον. Ὁ *Dalton* ἤρμηνευσε 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 ἡ ἀφορμὴ διὰ τὴν δημιουργίαν τοῦ ἐπιβλητικοῦ οἰκοδομῆματος 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 ὕπαρξιν τῶν ἀτόμων ἦτο μικρός, ὡς ἄλλωστε ἐμφαίνεται καὶ ἀπὸ τὸν τίτλον τοῦ βιβλίου τοῦ *Δάλτωνος* «*Νέον Σύστημα Χημικῆς Φιλοσοφίας*», δηλαδὴ τὰ ἄτομα ἦσαν ἀφορμὴ διὰ φιλοσοφικὸς συλλογισμὸς 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 ὕψην τῆς ὕλης. Ἡ μία εἶναι ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ἡ λ ε κ τ ρ ο ν ἰ ο υ 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, δηλαδὴ δὲν παρουσιάζει ἐσωτερικὴν δομὴν.

Ἀφ' ἑτέρου ὁ Max. Planck, εἰς τὴν προσπάθειάν του νὰ ἐρμηνεύσῃ τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ μέλανος σώματος, εὔρεν ὅτι αὐτὴ δύναται τότε μόνον νὰ ἀποδοθῆ ποσοτικῶς, ὅταν παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ δρᾶσις, δηλαδὴ τὸ γινόμενον τῆς ἐνεργείας ἐπὶ τὸν χρόνον, μεταβάλλεται εἰς τὰς ἀτομικὰς περιοχὰς ἀσυνεχῶς κατὰ ἓνα ὠρισμένον 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 ἀξιοπεριεργον ἄνευ μεγάλης σημασίας. Σήμερον ὅμως γνωρίζομεν, ὅτι ἡ σύγχρονος Φυσικὴ δὲν εἶναι κἄν 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  $6.06 \times 10^{23}$ . 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 δηλαδὴ 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 ἀθόρυμτον 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 ὑψισύχρον ἠλεκτρομαγνητικῆς ἀκτινοβολίας, τῆς ἀκτινοβολίας  $\gamma$ . Αἱ ἐκπομπαὶ αὗται ἦσαν ἡ ἀφορμὴ διὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς ραδιενεργείας. Ἡ Madame Curie διὰ κλασσικῶν ἀναλυτικῶν μεθόδων ἀπε-



μόνωσεν ἀπὸ ὀρυκτὰ τοῦ οὐρανίου, οὐσίαν τῆς ὁποίας ἡ ραδιενέργεια ἦτο ἓνα ἑκατομμύριον φορές ἰσχυροτέρα τῆς τῶν ἀλάτων τοῦ οὐρανίου. Ἐξ αὐτῆς παρεσκευάσθη τὸ μεταλλικὸν ράδιον. Μὲ τὰς ραδιενεργὰς μεταστοιχειώσεις ἀπεδεικνύετο ταῦτο-χρόνως, ὅτι τὰ ἄτομα εἶναι σὺ ν θ ε τ α δυνάμενα νὰ ἀποσυντεθοῦν εἰς ἀπλούστερα συστατικά.

Ἀρχικῶς ἐνομίζετο ὅτι ἡ ραδιενέργεια εἶναι σπάνιον φαινόμενον τὸ ὁποῖον χαρακτηρίζει μόνον τὰ βαρέα 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 φορές 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 ρ α δ ι ε ν ε ρ γ ῶ ν ἰ σ ο τ ὀ π ω ν. Ἐνῶ πρὸ τοῦ 1938 μόνον 1000 Curie<sup>1</sup> 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 βλῆμα, τὰ διπλῶς φορτισμένα ἄτομα ἠλίου, τὰς ἀκτίνων α - α τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν διερεύνησιν τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ἀτόμου καὶ εἰδικώτερον διὰ τὸν κατακερματισμὸν ἀτομικῶν πυρήνων.

Τὸ ἔτος 1911 ὁ Rutherford εἰς ἓνα πείραμα, τὸ ὁποῖον ἀπέβη σταθμὸς εἰς τὴν ἐξέλιξιν τῆς ἀτομικῆς θεωρίας, προσέβαλε λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ μὲ ἀκτίνων 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 κ α τ α π λ η κ τ ι κ ὀ ν. Μόνον ἓνα ἐλάχιστον μέρος τοῦ συνολικοῦ ὄγκου τοῦ ἀτόμου ἐμπεριέχει ὕλην, ὁ μεγαλύτερος ὄγκος εἶναι τελείως κενός. Ἡ ὕλη συγκεντρῶται εἰς μίαν μικροτάτην περιοχὴν, μικροτέραν τοῦ  $3 \cdot 10^{-13}$  τοῦ ἑκατοστοῦ.

Ἡ πρώτη ἐντύπωσις αὐτοῦ τοῦ πειράματος ἦτο κ α τ α θ λ ι π τ ι κ ῆ. 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' ἐνὸς ἀντιστοίχου ἀριθμοῦ ἠλεκτρονίων εἰς ἀπόστασιν  $10^{-8}$  τοῦ ἑκατοστοῦ, οὕτως ὥστε τὰ ἄτομα νὰ ἐμφανίζωνται μακρόθεν οὐδέτερα.

Ὁ σχεδιασμὸς ἐνὸς ἀτομικοῦ προτύπου ἐξελίσσειται τώρα μὲ αἰτιοκρατικὴν ἀναγκαιότητα. Τὸ ἠλεκτρόνιον τίθεται εἰς ταχυτάτην περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν θετικῶς φορτισμένον πυρῆνα, ἵνα ἀντισταθμισθῇ ἡ ἰσχυρὰ του ἔλξις διὰ τῆς ἀναπτυσσομένης φυγοκέντρον δυνάμεως. Ἄλλως θὰ ἐπήρχετο εἰς βραχύτατον χρόνον ἐξουδετέρωσις τῶν φορτίων καὶ καταστροφὴ τοῦ ἀτόμου. Ἄλλὰ 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 τροχιάς, 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 ἐκεῖνους 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 ἣ 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 τοῦ 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 τοὺς διὰ τὰ 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 μορίου τοῦ ὕδρογονου. Ὅλαι 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 ὑπωπετεύοντο 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 ἀπαίσιμα 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 προσπάθειαις τινῶν τῶν Φυσικῶν νὰ ἐφαρμόζον παρὰστατικὰς εἰκόνας τοῦ καθημερινοῦ μας βίου εἰς φαινόμενα ἀτομικὰ καὶ ὑποατομικά.

Τί ἐμεσολάβησεν εἰς τὰ προσηγηθέντα 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 λήξῃ 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 δίκτυ, 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 δυαδισμοῦ, θὰ φορέσωμεν πρὸς στιγμὴν τὸν φαιδὸν τριβωνάτων φιλοσόφων, 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 κᾶν 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 ἀπόρριπτον 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 παρῆλθαι 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 *ὕλικὸν κῦμα*. 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 χαρακτηρισθῇ 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 ἔχαιρεν 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' ἀσχοληθῇ μὲ τὸ ἐρώτημα ποίαν φύσιν ἔχει ἡ κύμανσις, καταγράφει τὴν διαφορικὴν ἐξίσωσιν τῆς κυμάνσεως, ἀφοῦ εἰσαγάγει, ὡς ὁριακὰς 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 ὁρισμένοι 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 τόσων 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 ἔρευναν 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  $h$ .

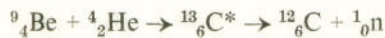
Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ἀτομικοῦ πυρῆνος ὑπὸ τοῦ Rutherford τὸ ἔτος 1911 οἱ ἐρευνῆται ἐστράφησαν πρὸς τὴν σπουδὴν τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ἀτόμου.

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 δυνάμικότερον.

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

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

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



Τὸ νετρόνιον εἶναι ἓνα μόνιμον συστατικὸν σχεδὸν ὅλων τῶν ἀτομικῶν πυρηνῶν. Εἶναι δὲ ἓνα σταθερὸν συστατικόν, ἐφόσον εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ δυναμικοῦ περιβλήματος τῶν πυρηνῶν. Μετὰ τὴν ἐξοδὸν 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  $\mu \acute{\iota} \alpha \delta \acute{\iota} \delta \upsilon \mu \omicron \varsigma \gamma \acute{\epsilon} \nu \epsilon \sigma \iota \varsigma$  δύο ὑλικῶν  
 σωματιδίων, σώματος καὶ ἀντισώματος, ἀφοῦ ἠλεκτρόνιον καὶ ποζιτρόνιον ἔχουν  
 μίαν συγκεκριμένην μᾶζαν. Πρόκειται δηλ. περὶ  $\mu \acute{\iota} \alpha \varsigma \upsilon \lambda \omicron \rho \omicron \iota \acute{\iota} \sigma \epsilon \omega \varsigma$  τοῦ  
 $\varphi \omega \tau \acute{\omicron} \varsigma$  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  $\varphi \alpha \iota \nu \omicron \mu \epsilon \nu \iota \kappa \acute{\omega} \nu$   
 ἀσυμφωνιῶν κατὰ τὰς β-ραδιενεργὰς ἀποσυνθέσεις, ἐνθα πρέπει νὰ  
 διατηροῦνται αἱ μᾶζαι, αἱ ἐνέργειαι, αἱ ῥοπαὶ ἀδρανείας καὶ ὠρισμένοι κβαντικοὶ  
 ἀριθμοί. Κατ' αὐτὰς παρατηρήθη τὸ ἐξῆς  $\epsilon \nu \omicron \chi \lambda \eta \tau \iota \kappa \acute{\omicron} \nu$ . . . Ἐνεφανίζοντο ἠλε-  
 κτρόνια μὲ  $\mu \epsilon \gamma \acute{\alpha} \lambda \omicron \nu \epsilon \nu \epsilon \rho \gamma \epsilon \iota \alpha \kappa \acute{\omicron} \nu \epsilon \lambda \lambda \epsilon \iota \mu \mu \alpha$ . Τί ἀπεγίνετο ἡ διαφορὰ  
 ἐνεργείας ὡς πρὸς τὴν θεωρητικὴν τιμὴν;

Ἐπειδὴ ἡ ἀοχή 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  $\acute{\alpha} \pi \omicron \delta \rho \acute{\alpha}$  συναποκομίζον τὸ ἔλλειμμα τῆς ἐνεργείας.  
 Τὸ σωματίον αὐτὸ πρέπει νὰ ἔχη μᾶζαν μηδέν, φορτίον μηδέν, νὰ κινῆται μὲ ταχύ-  
 τηταν φωτὸς καὶ νὰ εἶναι ἀόρατον δηλ. νὰ μὴν ἀφήνῃ ἴχνος τῆς τροχιάς του εἰς τὸν  
 θάλαμον Wilson.

Ἡ διατομὴ τοῦ νετρονίου εὐρέθῃ ἐξαιρετικῶς μικρὴ  $10^{-42} \text{ cm}^2$ , ἡ ἐπαφή του μὲ  
 τὸ περιβάλλον εἶναι μηδαμνὴ, θὰ ἠδύνατο  $10^{12}$  νετρίνια νὰ περάσουν ἀνενόχλητα  
 ὀλόκληρον τὴν γῆν χωρὶς νὰ ὑποστοῦν τὴν ἐλαχίστην ἀπόκλισιν. 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 ἰσχυρότερον στοιχειωδῶν σωματιδίων.

Εἰς τὸ *Brookheaven* ὑπάρχει τηλεοπτικὴ διάταξις πρὸς παρατήρησιν τῶν ἐντὸς τοῦ ἡλίου παραγομένων νετρονίων, προϊόντων θερμοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ἣτις εἶναι τοποθετημένη 1500 μέτρα ἐντὸς τῆς γῆς. Τὰ νετρόνια διαπεροῦν τὸ ὑπερκείμενον στρώμα 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 ὕλικά βλήματα τὰ ὁποῖα εἴτε προσέχονται 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  $4 \cdot 10^{11}$  ev.

Διὰ νὰ γίνῃ ἀντιληπτὸν τὸ ἀναγκαῖον ὕψηλόν 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 συντομῇ, 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 ὕψηλοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου  $8,2 \cdot 10^{11}$  ev. ἀποκτοῦν μεγάλας ἐπιταχύνσεις ἀντιθέτου φορᾶς. Τὰ πρωτόνια καὶ τὰ ἠλεκτρόνια τίθενται εἰς κίνησιν ἐντὸς δύο ξεχωριστῶν κυκλικῶν σηράγγων, περιμέτρον 6,3 χιλιομέτρων καὶ διαμέτρον 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 κενροῦ. 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 ἀρχὴν εἰς κατάστασιν ὑπεραγωγιμότητος διὰ ψύξεως εἰς  $-268^{\circ}$  διὰ ὑδροποιημένου 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 πολὺν 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 φωτοεπαθῆ 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 ὑπαρξιν προεῖπεν ὁ Ἰάπων φυσικός Yukawa 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 ἀξανατόμενον δυναμικόν, δηλαδὴ δημιουργοῦντες σωματῖα μὲ ὄλοεν μεγαλυτέρας ταχύτητος, εἶναι, λόγῳ τοῦ δυαδισμοῦ σωματίου - 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 ἐλπίζομεν νὰ παρατηρήσομεν ἀποστάσεις 10.000 φορὰς μικροτέρας, δηλ. νὰ «ἴδωμεν» 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 ἀφορώντων εἰς τὸ ἰσοζύγιον τῶν ἀντιδράσεων, οἱ ὁποῖοι κανόνες διαφυλάττονται μετὰ μεγίστης ἀστηρότητος. Εἶναι δὲ οἱ ἀκόλουθοι:

1ον. Διατήρησις τοῦ συνόλου ἐνεργείας καὶ μάζης.

2ον. Διατήρησις τοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου.

3ον. Διατήρησις τῆς ροπῆς ἀδραναείας 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 απαίτησις τής σταθερότητος και διατηρήσεως τών κουναντικῶν ἀριθμῶν και ἐν γένει πόσον καθοδηγητική είναι ή δρᾶσις τών κανόνων διατηρήσεως, μᾶς δείχνει ή σταθερότης τοῦ πρωτονίου.

Τὸ πρωτόνιον είναι ἕνας σταθερὸς πυρήν, καίτοι είναι σύνθετος, περιέχων τρία κουόρκς, ἀφοῦ και πειράματα μεγάλης εὐπαθείας δὲν κατώρθωσαν νὰ διαπιστώσουν, ἔστω και ἴγνη ραδιενεργοῦς δρᾶσεως. Ἡ τυχὸν ὑπάρχουσα ραδιενέργεια θὰ ἀντιστοιχοῦσε εἰς  $10^{30}$  ἔτη, δηλαδή ἕνας χρόνος πολὺ μεγαλύτερος τής διάρκειας ζωῆς τοῦ σύμπαντος, ὅστις είναι  $10^{10}$  ἔτη.

Πόθεν προέροχεται αὐτή ή σταθερότης; Αὐτή ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι δὲν ὑπάρχει στοιχειῶδες σωμάτιον εἰς τὸ ὁποῖον θὰ ἠδύνατο δι' ἀποσυνθέσεως νὰ μεταπέση τὸ πρωτόνιον ὑπὸ ταυτόχρονον διατήρησιν τών κουναντικῶν ἀριθμῶν. Ἐὰν ὁμως εἰς ἕνα διανοητικὸν πείραμα παραδεχθοῦμεν, ὅτι ὁ κουναντικὸς ἀριθμὸς διὰ τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον δὲν ἀξάνει σύμφωνα μὲ τὴν σειρὰν 1, 2, 3, 4. . . ἀλλὰ κατὰ  $4/3, 1/3 - 2/3$ . . . τοῦ φορτίου τοῦ ἠλεκτρονίου, ὅπου τὸ ἄλμα παραμένει ὡς πρότερον ἴσον μὲ τὴν μονάδα, τότε τὰ 3 κουόρκς τοῦ πρωτονίου θὰ ἠδύνατο νὰ μεταπέσουν εἰς μεσόνια, ἀντιλεπτόνια, ἢ και εἰς ἄλλα σωμάτια ὁπότε τὸ πρωτόνιον θὰ ἐγένετο ραδιενεργόν. Αἱ συνέπειαι θὰ ἦσαν ἀνυπολόγιστοι. Σταθερὰ στοιχεῖα θὰ ἐγένοντο ἀσταθῆ, ἐνῶ τὰ ἄλλα τὰ ραδιενεργὰ θὰ ἐσταθεροποιῶντο, ἢ ὅπως τοῦ κόσμου θὰ μετεβάλλετο ἐκ βάθρων. Πλησιάζομεν πολὺ πρὸς Πευθαγόρειον μυστικισμόν: Οἱ ἀριθμοὶ εἶναι ή φύσις τῶν ὄντων.

Τὰ μέχρι σήμερα παρατηρηθέντα 100 στοιχειῶδη σωμάτια φέρουν τὰς ὀνομασίας λεπτόνια, ἀδρόνια, βαριόνια, ὑπερόνια, μεζόνια, ταξινομημένα σύμφωνα μὲ τὴν μᾶζαν των, ἢ και σύμφωνα μὲ τὰς δυνάμεις τὰς ὁποίας αὐτὰ ἐξασκοῦν, ὅταν συμβληθοῦν μὲ ἄλλα σωμάτια, διὰ νὰ σχηματίσουν ἕναν ἀτομικὸν πυρήνα.

Ἡ πληθωρική ἀνακάλυψις νέων σωματιδίων ἐδημιούργησε πρόβλημα εἰς τὴν ἀνέυρεσιν καταλλήλων και καλοῖχων ὀνομασιῶν. Ἡ γλωσσική εὐαισθησία ἦτο ἄλλοτε πολὺ ἀνεπτυγμένη. Λέγεται, ὅτι ὁ Πλάτων, ὅταν τὸ πρῶτον ἐδημιούργησε τὴν λέξιν ποιοτής, ἐζήτησε συγγνώμην ἀπὸ τὸ ἀκροατήριόν του διὰ τὸ βάροβαρον τής κατασκευῆς αὐτῆς, ὡς αὐτὸς ἐξεφράσθη.

Τὰ σωματίδια αὐτὰ δὲν είναι συγκρίσιμα μὲ τὰ σωμάτια τών γνωστῶν μαχημικῶν στοιχείων. Πρέπει νὰ χαρακτηρισθοῦν ὡς λίαν βραχύβιοι ὑπαρξιακαὶ καταστάσεις τής ὕλης, ἀφοῦ ή διάρκεια τής ζωῆς των κυμαίνεται μεταξὺ  $10^{-6}$  και  $10^{-23}$  τοῦ δευτερολέπτου. Ὁ καθορισμὸς ὁμως τής ταυτότητός των είναι ἀύστηροδς και γίνεται μὲ τὴν βοήθειαν οὐχὶ ὀλιγωτέρων τών 17 φυσικῶν μεγεθῶν.

Τὸ ἔτος 1963 ὁ Gellman ἐπρότεινεν ἕνα 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 μόνις εἰς  $10^{-24}$  τοῦ δευτερολέπτου. Τὰ κουόρκς δὲν παρετηρήθησαν ποτὲ ἐλεύθερα, δηλαδὴ ἐκτὸς τοῦ δυναμικοῦ περιβλήματος τοῦ πυρήνος.

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 χρωμα. 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 ἀνικουόρκ τοῦ συμπληρωματικοῦ χρώματος. Οὕτω μὲ τὴν βοήθειαν τῶν κουόρκ 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-χρωματοδυναμικὴν, τῆς ὁποίας τὸ ὄνομα ἐδῶ ἀπλῶς θὰ ἀναφέρωμεν. Τὸ κουόρκς παίζουσι εἰς τὴν χρωματοδυναμικὴν ἕνα ἀνάλογον ρόλον μὲ τὸν ρόλον τῶν ἠλεκτρονίων εἰς τὴν ἠλεκτροδυναμικὴν.

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 αὕτη αὕτη ἡ ἕλη, ὡς ὄντογενετικὸν στοιχεῖον δὲν φαίνεται νὰ εἶναι αἰωνίας ὑπάρξεως.



Κύριε Πρόεδρε,

Ἐφθάσαμεν εἰς τὴν εἴσοδον τοῦ πυρηνικοῦ λαβυρίθου. Ἐπιβάλλεται εἰς ἡμᾶς 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, δηλαδή διὰ τὴν ὑπαρξιν τῶν ἀτόμων, προέρχεται ἀπὸ ἄλλην πλευράν. Ἡ ἐπικίνδυνος βολὴ εἶναι ἡ διαπίστωσις, ὅτι τὴν φύσιν τῶν σωματιδίων οὐρίζει ἀποφασιστικῶς τὸ περιβάλλον, ὁ παρατηρῶν καὶ ἐπεμβαίνων ἐρευνητής.

Ἐπιτρέπατέ μου εἰς τὸ σημεῖον αὐτό, μίαν ἐπεξηγηματικὴν παραβολήν. Ὅλοι γνωρίζομεν τὸν τύπον τοῦ Ἑλληνοῦ βοσκῆ, ὁ ὁποῖος ζῆ εἰς τὴν ὑπαιθρον βίον εἰς μεγάλον βαθμὸν ἐλευθέρου καὶ ἀνεξάρτητου. Ὁ τρόπος τῆς ζωῆς του ἔχει διαμορφώσει εἰς αὐτὸν μίαν προσωπικότητα, ἡ ὁποία μὲ τὴν ἀπλότητά της προοδεῖ μίαν ἤρεμον αὐτοπεποιθήσιν 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 πολὺ 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, ἔνθα αἱ δρῶσαι δυνάμεις εἶναι ἓνα τοῦλάχιστον ἑκατομμύριον φορὰς ἰσχυρότεροι τῶν δυνάμεων τοῦ καθημερινοῦ μας βίου, αἱ ἀλλοιώσεις τῶν ὀρίων τῶν σωματιδίων λαμβάνουν ριζικωτάτας διαστάσεις, 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 ὁμῶς ἀγχώδεις διαστάσεις μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας, ἀπὸ τὴν θαρρατεφόρον δρᾶσιν τῆς ὁποίας μᾶς χωρίζει μόνον μία λεπτὴ ἀτμόσφαιρα ὠρῖσμένης χημικῆς συνθέσεως. Ἀλλὰ καὶ ἡ δρᾶσις τῶν ὀργανισμῶν, ἀφοῦ δὲν εἶναι μόνον συγκροτήματα σωματιδίων ἀλλὰ καὶ συγκροτήματα κυμάτων, φθάνει μακρὰ εἰς τὸ διάστημα. Ὑστερα ἀπὸ αὐτὰ τὰ ἀποτελέσματα φαίνεται σὰν νὰ ἀκούγεται ἀπὸ μακρὰ, ἀπὸ πολὺ μακρὰ, ὅτι καὶ αὐτὴ ἡ ἀστρολογία θέλει ἴσως τύχει ὠρισμένης δικαιοσύνης. Καὶ ἐνθυμούμεθα τοὺς λόγους τοῦ Dostojevski «Δὲν ὑπάρχει τίποτε τὸ πιὸ φαντασιῶδες 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 μυστικιστῶν. Θὰ ἀρκεσθοῦμε εἰς τὴν περιγραφὴν ἑνὸς 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 Pauli.*

Ἐὰν ὁμως λεχθῆ, ὅτι ἡ ἀρχὴ αὐτὴ εἶναι ὄργανον μιᾶς ἐνδομύχου βουλήσεως ἐν τῇ φύσει, ἣτις στοχεύει εἰς τὴν δημιουργίαν ἐνὸς ὕλικου κόσμου, τῆς χημικῆς συνθέσεως τοῦ κόσμου εἰς τὸν ὁποῖον ἐμεῖς σήμερον ζῶμεν, τότε ἡ διατύπωσις αὐτῆ, σκανδαλίζει μὲν τινὰς τῶν ὀρθολογιστῶν, ἱκανοποιεῖ ὁμως 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 ἓνα ἥπιον: ὄχι ἀκριβῶς. Μία πρὸ 2500 ἐτῶν ἐκφρασθεῖσα θεωρία, ἣτις λίαν ἐπιτυχῶς ἐφηηρόσθη μέχρι τοῦδε, καλεῖται νὰ ἐνθυμηθῆ ἐπὶ τῇ βάσει ποίων τότε γνωστῶν φαινομένων καὶ ποίων προϋποθέσεων ἐγεννήθη, καλεῖται νὰ χαράξῃ ἐκ νέου τὰ ὅρια τῆς ὑπάρξεώς της, λαμβάνουσα ὑπ' ὄψιν τὴν ἐν τῷ μεταξὺ τελεσθεῖσαν τεραστίαν διεύρυσιν τοῦ πεδίου τῶν γνώσεών μας.

Ἡ σημερινὴ θέσις τῆς ἐρεῦνης 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 κῶμα. Σωμάτια καὶ κόματα εἶναι αἱ δύο, ἀλληλοσυμπληρούμεναι 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 ῶ ς ὁμως 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 συνθήκαι, 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. Ὅταν 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 ἱκρίώματα 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 ὅλοεν 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 ζωντανὴν πηγὴν μιᾶς ἀστειρευτοῦ ζωῆς.

Ἡ ἐπίγνωσις πόσον παροδικαὶ καὶ φευγαλέαι εἶναι αἱ δοξασταὶ ὡς πρὸς τὴν δομὴν τοῦ κόσμου, πόσον ἀνήμπορος 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 κυριαρχήσῃ σταθερῶς, ἡ ἐνθουσιώδης ἐκείνη μετριοφροσύνη, ἣτις χαρακτηρίζει τοὺς πραγματικούς, τοὺς ἀτειχίστως τετειχισμένους χριστιανούς καὶ πλημμυρίζει τὴν καρδιά τους μὲ πεποίθησιν καὶ ἀγάπην.