

Τὸ κυκλοτρόνιον τοῦ Πανεπιστημίου τῆς Κολούμπια τὸ ὁποῖον ζυγίζει 2.500 τόννους. Ὁ μαγνήτης αὐτοῦ εἶναι ὁ ἰσχυρότερος τοῦ κόσμου. Δύνασθε νὰ σχηματίσητε μίαν ἰδέαν περὶ τοῦ τεραστίου μεγέθους τοῦ μηχανήματος τούτου τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν διάσπασιν τῶν ἀτόμων, συγκρίνοντες αὐτὸ μὲ τὸν ἄνθρωπον τὸν εὕρισκόμενον ἐπὶ τοῦ ἐξώσπου, εἰς τὸ κέντρον ἀριστερὰ τῆς εἰκόνας

ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΤΟΜΙΚΗΝ ΘΕΩΡΙΑΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΙΣ ΤΗΝ ΔΟΜΗΝ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

Ἰπὸ ΔΡΟΣ κ. Θ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
Ἐπιμ. Ἐργ. Φυσικοχημείας Ἐθν. Πανεπ.

Εἰς τὰ δύο προηγούμενα ἄρθρα, δὲν ἔθιγν τὸ πρόβλημα τῆς συστάσεως καὶ φύσεως τοῦ πυρῆνος. Διὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις δὲν εἶναι ἀπαραίτητοι αἱ περὶ τοῦ πυρῆνος γνώσεις μας.

Μία ἄλλη κατηγορία φαινομένων αἱ ραδιενεργοὶ μεταστοιχειώσεις, καὶ γενικώτερον αἱ πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις δὲν εἶναι δυνατόν νὰ κατανοηθοῦν ἄνευ τῆς γνώσεως τῆς δομῆς τοῦ πυρῆνος.

Ἐκ τοῦ ὄλου πολυπλόκου προβλήματος θὰ ἐξετάσωμεν κατὰ σειράν

καὶ κατὰ τρόπον κατὰ τὸ δυνατόν ἅπλὸν τὴν σύστασιν, τὴν εὐστάθειαν, τὴν ἐνεργοποίησιν καὶ τὴν διάσπασιν τούτου.

α. Σύστασις τοῦ πυρῆνος

Ἡ φυσικὴ ραδιενέργεια καὶ ἡ χρησιμοποίησις τοῦ ὑπὸ τοῦ Aston ἐφευρεθέντος φασματογράφου τῶν μαζῶν εἰς τὴν ἀνεύρεσιν καὶ μελέτην τῶν ἰσοτόπων, ἀνέστυραν τὴν παλαιὰν ὑπόθεσιν τοῦ Proust περὶ ἀκεραίων ἀτομικῶν βαρῶν. Οὕτω ἀποδεικνύεται διὰ τὴν ἀτομικὴν πυρῆνην τῶν διαφό-

ρων χημικών στοιχείων δύνανται νά θεωρηθῶσι ὡς ἀποτελούμενοι ἐξ ἀκεραίου ἀριθμοῦ πυρήνων ὑδρογόνου.

Ὁφείλεται εἰς τὸν Rutherford ἡ τελικὴ ἐπιβεβαίωσις τῆς συμμετοχῆς τῶν πρωτονίων εἰς τὴν δομὴν τοῦ ατόμου. Ὁ Rutherford ἐπέτυχεν τὴν ἀπόσπασιν τῶν πρωτονίων ἐξ εὐσταθῶν πυρήνων ὡς τοῦ ἀζώτου ἢ ἀλουμινίου δι' ἐντόνου ἀτομικοῦ βομβαρδισμού. Πρὸς ταῦτα ἐχρησιμοποίησε θραύσματα ἐκτοξευόμενα κατὰ τὴν αὐτόματον ραδιενεργὸν ἀποσύνθεσιν ἀσταθῶν πυρήνων. Τοιαῦτα θραύσματα ἦσαν αἱ οὕτω ὀνομαζόμεναι ἀκτίνες ἢ σωμάτια α, ἐκτοξευόμενα με ταχύτητα ἄνω τῶν 10.000 χιλιομέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ τὰ ὁποῖα ἀπεδείχθησαν πυρήνες τοῦ συνηθούς ατόμου τοῦ ἡλίου.

Τὸ γεγονός τῆς ἀποσπάσεως πρωτονίων ἐκ τῶν πυρήνων τῶν διαφόρων στοιχείων πιστοποιεῖ ἀσφαλῶς τὴν συμμετοχὴν τούτων εἰς τὴν δομὴν τοῦ πυρήνος.

Δὲν σημαίνει ὅμως ὅτι τὰ πρωτόνια εἶναι καὶ τὰ ἀποκλειστικὰ συστατικά τούτου.

Μία τοιαύτη παραδοχὴ θὰ μᾶς ἔφερεν εἰς ἀντίφασιν πρὸς τὰς γνώσεις μας περὶ τῆς μάζης καὶ τοῦ φορτίου τοῦ πυρήνος. Θὰ ἔπρεπε δηλαδὴ εἰς περίπτωσιν καθ' ἣν τὸ πρωτόνιον θὰ ἦτο τὸ μοναδικὸν συστατικὸν τοῦ πυρήνος νὰ συνέπιπεν ἡ μάζα καὶ τὸ φορτίον τούτου, δεδομένου ὅτι τοῦτο ἀποτελεῖ τὴν μονάδα φορτίου καὶ μάζης.

Εἶναι ὅμως γνωστὸν, με ἐξαιρέσιν τὸν πυρήνα τοῦ συνηθούς ὑδρογόνου, ὅτι εἰς τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα ἔχομεν σημαντικὴν ἀπόκλισιν μεταξύ φορτίου (ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ) καὶ ἀριθμοῦ μάζης. Οὕτω τὸ ὀξυγόνον ἔχει ἀτομικὸν ἀριθμὸν 8, ἀριθμὸν μάζης δὲ 16, ἐπομένως μόνον 8 πρωτόνια συμμετέχουν εἰς τὸν πυρήνα του.

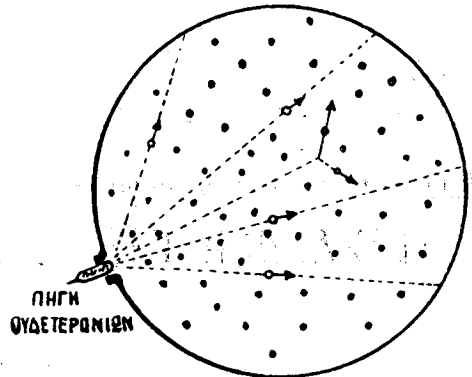
Διὰ νὰ καλυφθῇ ἡ διαφορὰ μεταξύ ἀριθμοῦ μάζης καὶ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ δεόν νὰ παραδεχθῶμεν τὴν συμμετο-

χὴν εἰς τὸν πυρήνα ἀναλόγου ἀριθμοῦ σωματιδίων τῆς αὐτῆς μὲν μάζης μὲ τὸ πρωτόνιον, ἀνευ ὅμως φορτίου, τῶν γνωστῶν σήμερον οὐδετερονίων.

Ἡ πειραματικὴ διαπίστωσις τῆς κατὰ τὸ 1920 διατυπωθείσης ὡς ἄνω περι οὐδετερονίων γνώμης ὑπὸ τοῦ Rutherford ἐγένετο κατὰ τὸ 1932 ὑπὸ τοῦ γερμανοῦ φυσικοῦ W. Bothe κατὰ τὴν μελέτην ἀκτινοβολίας ἐκπεμπομένης ὑπὸ τοῦ Βηρυλλίου εὐρισκομένου ὑπὸ τὴν ἀντίδρασιν α βομβαρδισμού.

Ἡ ὡς ἄνω ἐκπεμπομένη ἀκτινοβολία ὑπετέθη ὡς ἠλεκτρομαγνητικῆς φύσεως ἢ ὡς γ ἀκτινοβολία.

Διὰ τῶν ἐργασιῶν τῶν I. Curie καὶ F. Joliot, καὶ τέλος τοῦ I. Chadwick κατὰ τὸ 1933 ἐπέτυχαν νὰ ἀποδείξουν ὅτι ἐπρόκειτο περὶ ταχυτάτων ἠλεκτρικῶς οὐδετέρων σωματιδίων ταῦτι-



Σχῆμα 1.

Σχηματικὴ παράστασις τοῦ τρόπου παρατηρήσεως τῶν οὐδετερονίων εἰς τὸν θάλαμον Wilson.

ζομένων κατὰ τὰ ἄλλα μὲ τὰ πρωτόνια.

Οὐδετερόνια παραγόμενα ἐκ μίγματος Βηρυλλίου καὶ Ραδίου διατρέχουν τὸν θάλαμον ἀθέατα ἐστιγμέναι γραμμαί. Εἰς τὴν περίπτωσιν συγκρούσεως τῶν μὲ πυρήνα τοῦ ἀερίου τοῦ θαλάμου μεταδίδουν εἰς τούτους μεγάλην ταχύτητα ἢ δὲ τροχιά των γίνεται ἀντιληπτὴ λόγω τοῦ προ-

καλουμένου Ιονισμού. Δυνάμεθα οὖτω νά ἐπικοινωνήσωμεν τὴν τροχίαν τοῦ ἀθεάτου οὐδετερονίου ἐνώνοντες τὴν πηγὴν τῶν οὐδετερονίων μετὸ σημεῖον συγκρούσεως τῶν.

Ἡ πειραματικὴ διαπίστωσις τῶν οὐδετερονίων ἐγένετο διὰ τοῦ γνωστοῦ θαλάμου τοῦ Wilson.

Πρόκειται περὶ ἀπλουστάτης συσκευῆς ἢ ὁποῖα προσέφερε καὶ προσφέρει ἀνεκτιμήτους ὑπηρεσίας εἰς τὴν νεωτέραν φυσικὴν καθ' ὅσον διὰ ταύτης καθίσταται δυνατὴ ἢ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἢ διὰ φωτογραφίσεως πἀρακολούθησις τῆς τροχιάς καὶ τῶν συγκρούσεων μεταξὺ στοιχειωδῶν ἀτομικῶν σωματιδίων. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ κυλινδρικοῦ δοχείου φρασσομένου δι' ὑαλίνης πλακὸς καὶ περιέχοντος ἀέριον ὑπέρκορον μετ' ὕδατμοῦς. (Οἱ ὑπέρκοροι ὕδατμοὶ ἀπεικονίζουσι μετασταθῆ κατάστασιν εὐκόλως ἐπιτυγχανομένην ἔλλειψει πυρῆνων συμπυκνώσεως). Ἡ διέλευσις φορτισμένων σωματιδίων ὡς πρωτονίων, σωματιδίων κλπ. γίνεται ἀντιληπτὴ ἐκ τοῦ προκαλουμένου ἐξιονισμοῦ τοῦ ἀέρος μετ' σύγχρονον συμπύκνωσιν τῶν ὑπερκόρων ὕδατμῶν εἰς εἰς μικρὰ σταγονίδια κατὰ μῆκος τῆς τροχιάς τῶν. Δεδομένου ὅτι τὰ οὐδενερόνια εἶναι ἠλεκτρικῶς οὐδέτερα διέρχονται διὰ τῶν θαλάμων Wilson ἀθέατα.

Ἐάν ὁμῶς συμβῆ οὐδετερόνιον νά συγκρουσθῆ μετ' πυρῆνα τοῦ ἀερίου τοῦ πληροῦντος τὸν θάλαμον οὕτως ἐκτινάσσεται μετ' μεγάλην ταχύτητα, ἢ δὲ τροχία του γίνεται ἀντιληπτὴ εἰς τὸν θάλαμον.

Συνδέοντες τὸ σημεῖον τῆς πηγῆς τῶν οὐδετερονίων μετ' τὴν ἀρχὴν τῆς τροχιάς τοῦ ἐκτιναχθέντος πυρῆνος χαράσσομεν τὴν ἀθέατον τροχίαν τοῦ οὐδετερονίου.

Δεδομένου ὅτι αἱ συγκρούσεις μεταξὺ οὐδετερονίων καὶ ἀτομικῶν σωματιδίων ἀκολουθοῦν ἐπακριβῶς τοὺς νόμους τῶν μηχανικῶν συγκρούσεων μεταξὺ δύο ἐλαστικῶν σφαιρῶν (ὑπὸ

τὴν προϋπόθεσιν φυσικὰ ὅτι δὲν θά λάβῃ χώραν πυρηνικὴ ἀντίδρασις ὡς συνέπεια τῆς συγκρούσεως) δυνάμεθα ἐκ τῆς παρατηρήσεως τῆς τροχιάς τοῦ βομβαρδισθέντος πυρῆνος νά πληροφορηθῶμεν περὶ τῆς κατευθύνσεως τῆς κινήσεως καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ οὐδετερονίου πρὸ τῆς συγκρούσεως του.

Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ οὐδετερονίου συνεπλήρωσε τὰ βασικὰ συστατικὰ τῆς δομῆς τοῦ πυρῆνος (πρωτόνιον—οὐδετερόνιον) καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ ἀτόμου (ἠλεκτρόνιον—πρωτόνιον—οὐδετερόνιον).

Ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτονίων τοῦ πυρῆνος ἐνὸς ἀτόμου δίδεται ἐκ τοῦ ἀτομικοῦ του ἀριθμοῦ ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν οὐδετερονίων ἐκ τῆς διαφορᾶς ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ καὶ ἀριθμοῦ μάζης.

Οὕτω τὸ βαρύτερον τῶν ἐν τῇ φύσει ἀπαντῶντων στοιχείων τὸ οὐράνιον μετ' ἀτομικὸν ἀριθμὸν 92 καὶ ἀτομικὴν μάζαν 238 ἔχει πυρῆνα ἀποτελούμενον ἐξ 92 πρωτονίων καὶ 238—92=146 οὐδετερονίων. Τὸ ἀτομὸν του φυσικὰ ἀνοικοδομεῖται ἐξ 92 πρωτονίων, 146 οὐδετερονίων καὶ 92 ἠλεκτρονίων.

Δέον νά ὑπομνησθῆ ὅτι τὰ πρωτόνια καὶ οὐδετερόνια ἀποτελοῦντα ὡς ἐλέγχθη τὰ δύο βασικὰ σωματίδια ἐξ ὧν ἀνοικοδομεῖται ὁ πυρῆν δὲν ἀποτελοῦν συγχρόνως καὶ δύο ριζικῶς διάφορα στοιχεῖα.

Εἶναι δυνατόν καὶ ὑπάρχουν περιπτώσεις ἰδίαι εἰς τὴν συνοδεύουσαν τὴν τεχνητὴν μεταστοιχείωσιν ραδιενέργειαν λόγῳ πλεονασμοῦ τῶν οὐδετερονίων ἐναντι τῶν πρωτονίων ἢ ἀντιστροφῶς οἱ οὕτω παραγόμενοι ἀσταθεῖς πυρῆνες νά μεταπέσουν εἰς εὐσταθεστέρους δι' ἀμοιβαίας μεταπτώσεως τῶν οὐδετερονίων καὶ πρωτονίων κατὰ τὰ σχήματα:

Οὐδετερόνιον → πρωτόνιον + ἠλεκτρόνιον καὶ

Πρωτόνιον → οὐδετερόνιον + ποζιτρόνιον.

Τὸ εἰς τὸ ὡς ἄνω σχῆμα ἐμφανι-

ζόμενον ποζιτρόνιον ἢ ἄλλως θετικὸν ἠλεκτρόνιον προβλεθὲν ὑπὸ τῆς θεωρίας τοῦ Dirac (1928) ἀνεκαλύφθη τὸ 1932 ὑπὸ C. D. Anderson καὶ ἀποτελεῖ τὰ ἐλεύθερον συνήθους ὕλης θετικῶς φορτισμένον σωματίδιον. Ἀποτελεῖ δηλαδὴ τὸν ἀντίποδα τοῦ ἠλεκτρονίου.

Ἡ βραδύτης εἰς τὴν ἀνακάλυψιν του ἔναντι τοῦ ἠλεκτρονίου ὀφείλεται εἰς τὸ ἐξαιρετικῶς βραχύβιον τοῦτου.

Τὸ γεγονός ὅτι ἐκ τῶν στοιχειῶδων συστατικῶν τοῦ πυρῆνος τῶν διαφόρων στοιχείων, τὸ ἥμισυ σχεδὸν εἶναι πρωτόνια τὸ δὲ ἕτερον ἥμισυ οὐδετερόνια, πιστοποιεῖ τὴν ὑπαρξιν καταστάσεως ἰσορροπίας μεταξύ τῶν δύο τούτων βασικῶν συστατικῶν. Ἐάν καθ' ὁιονδήποτε τρόπον εἰς πυρηνικὴν ἀντίδρασιν προέκυψεν πυρὴν σχετικῶς πολὺ μεγαλυτέρου ἀριθμοῦ πρωτονίων ἔναντι οὐδετερονίων ἢ ἀντιστρόφως, ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται διὰ μετατροπῆς πρωτονίων εἰς οὐδετερόνια ἢ ἀντιστρόφως κατὰ τὰ ἤδη ἀναγραφέντα σχήματα. Οὕτω τελικῶς προκύπτει εὐσταθῆς πυρὴν.

β. Εὐστάθεια πυρῆνος.

Τὸ διατυπωθὲν γεγονός τῆς συγκροτήσεως τοῦ πυρῆνος ἐκ πρωτονίων καὶ οὐδετερονίων δὲν λύει τὸ πρόβλημα τῆς ἀμοιβαίας συγκρατήσεως τούτων.

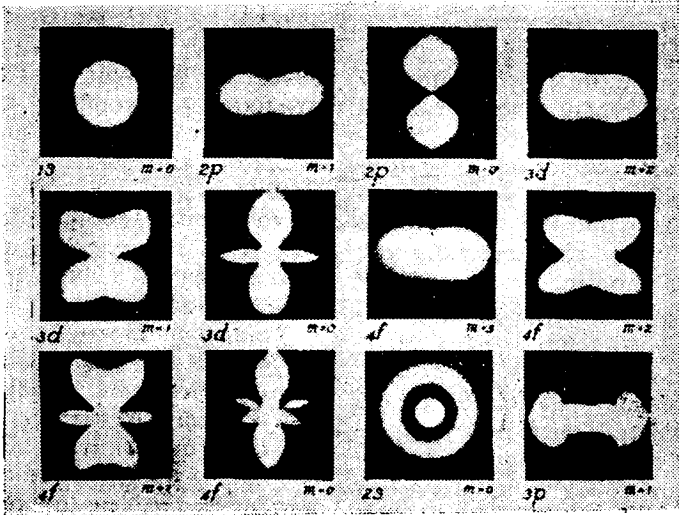
Γεννᾶται τὸ εὐλογον ἐρώτημα, κατὰ ποῖον τρόπον τὰ βασικά αὐτὰ συστατικά τοῦ πυρῆνος συγκρατοῦνται ἀμοιβαίως ἄλλοτε πρὸς λίαν εὐσταθῆς συγκρότημα καὶ ἄλλοτε πρὸς ἀσταθῆς τοιοῦτον με ἀποτέλεσμα τὴν αὐτόματον ἀποσύνθεσίν του, τὴν γνώστην ὡς φυσικὴν ραδιενέργειαν ἢ τὴν κατόπιν ἐξωτερικοῦ ἐρεθισμοῦ διάσπασίν του.

Ὅπως αἱ συνήθεις χημικαὶ ἀντιδράσεις οὕτω καὶ αἱ πυρηνικαὶ διασπάσεις καὶ γενικώτερον αἱ πυρηνικαὶ διασπάσεις συνοδεύονται ἀπὸ ἐνεργειακῆς μεταβολῆς. Εἰς τὴν τε-

λευταίαν δὲ περίπτωσιν αἱ συνοδεύουσαι τὰς πυρηνικὰς διασπάσεις ἐνεργειακαὶ μεταβολαὶ ὑπερβαίνουν κατὰ ἑκατομύρια φορές τὰς τῶν συνήθων χημικῶν ἀντιδράσεων.

Μία συνήθης μονὰς μετρήσεως ἐνεργείας εἰς τὴν φυσικὴν εἶναι τὸ ἔργον τὸ ὁποῖον ἰσοδυναμεῖ πρὸς τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν μάζης δύο γραμμαρίων με ταχύτητα ἑνὸς ἑκατοστομέτρου κατὰ δευτερόλεπτον.

Εἰς τὰς συνήθεις μας μετρήσεις, ἡ μονὰς αὕτη εἶναι πολὺ μικρά. Διὰ στοιχειώδεις ὅμως ἀτομικὰς λειτουργίας εἶναι πολὺ μεγάλη. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται τὸ μικροἔργον ποῦ εἶναι ἓν ἑκατομμύριον φορές μικρότερον ὅπως ἐπίσης τὸ μικρο-μικροἔργον ἓν ἑκατομμύριον φορές μικρότερον τοῦ προηγουμένου. Οὕτω κατὰ τὴν ἔνωσιν ἑνὸς ἀτόμου ἀνθρακος με δύο ἄτομα ὀξυγόνου ἐκλύονται 6,4 μικρο-μικρο-ἔργια. Ἀντιθέτως εἰς πυρηνικὰς στοιχειώδεις μεταβολὰς ἡ ἐκλυομένη ἐνέργεια ἀνέρχεται συνήθως εἰς μερικὰ ἢ ἀκόμη καὶ ἑκατοντάδας μικρο-ἔργια. Εἰς τὴν πυρηνικὴν φυσικὴν ὁμοῦς συνήθως χρησιμοποιεῖται ὡς μονὰς τὸ Volt-ἠλεκτρόνιον, σημειούμενον ὡς eV καὶ σνηθέστερον τὸ ἑκατομμυριοπλάσιον τοῦτου τὸ MeV. 1 MeV ἀντιστοιχεῖ πρὸς 1,6 μικρο-ἔργια. Ὁ ἀκριβὴς ὁρισμὸς τοῦ MeV εἶναι ἡ ἐνέργεια-ἢ συνυφασμένη με σωματίδιον φερτισμένον με τὴν μονάδα ἠλεκτρικοῦ φορτίου καὶ ἐπιταχυνθέντος εἰς πεδίον ἑνὸς ἑκατομμυρίου Volt. Διὰ νὰ ἀντιληφθῶμεν ὅτι ἐκλυομένη ἐνέργεια κατὰ μίαν στοιχειώδη πυρηνικὴν μεταβολὴν εἶναι τεραστία θὰ πρέπη νὰ ἀναφερθῶμεν ὄχι εἰς ἓν ἄτομον, ἀλλὰ εἰς τὸ γραμμομόριον ὕλης. Ἐάν π. χ. πρόκειται περὶ ἀτόμων ἀλουμινίου εὐκόλος ὑπολογισμὸς μᾶς λέγει ὅτι ἓν γραμμάριον ὕλης τοῦτου περιλαμβάνει τὸν τεράστιον ἀριθμὸν τῶν $2,2 \times 10^{22}$ ἀτόμων. Ἐάν διὰ τὴν πυρηνικὴν μετατροπὴν ἐκάστου τῶν ἀτόμων ἐκλύονται 3,7 μικρο-ἔργια, ἢ κατὰ



Τὰ άτομα τὰ ὁποῖα πρὸ ὀλίγων ἀκόμη ἐτῶν ἦσαν γνωστὰ μόνον εἰς περιορισμένον κύκλον ἐπιστημόνων, εὗρίσκονται σήμερον εἰς τὰ χεῖλη ὄλων. Τὰ άτομα καίτοι ἀόρατα, εἶναι δυνατόν νὰ ἀπεικονισθοῦν. Εἰς ὡς ἄνω εἰκόνα φαίνονται διάφοροι μορφαὶ ἀτόμων. Ἐφωτογραφήθησαν τῇ βοήθειᾳ μηχανικοῦ πρωτοτύπου.

γραμμάριον ἐκλυομένη ἐνέργεια θὰ ἀνέρχεται εἰς 6×10^{16} ἔργια. Εἰς ἀνάλογον περίπτωσιν τοῦ οὐρανίου ἢ κατὰ γραμμάριον ἐκλυομένη ἐνέργεια θὰ ἀνήρχετο εἰς 8×10^{17} ἔργια, δεδομένου ὅτι $4,185 \times 10^7$ ἔργια ἀντιστοιχοῦν πρὸς μίαν μικράν θερμίδα, 1.000 δὲ μικραὶ θερμίδες ἰσοδυναμοῦν πρὸς μίαν μεγάλην θερμίδα ἢ μετατροπῇ διὰ τὰς ὡς ἄνω πυρηνικὰς μεταβολὰς τῆς ἐκλυομένης ἐνεργείας εἰς μεγάλης θερμίδας θὰ ἔδιδεν 1,4 ἑκατομμύρια κατὰ γραμμάριον ἀλουμινίου ἢ 19.000.000 κατὰ γραμμάριον οὐρανίου.

Δεδομένου ὅτι εἰς τὰς συνήθεις χημικὰς μεταβολὰς ἢ ἐνεργειακῇ μεταβολῇ ἀντιστοιχεῖ μόνον πρὸς μερικὰς μεγάλας θερμίδας, γίνεται ἀντιληπτὴ ἡ τεραστίᾳ διαφορά εἰς ἐνεργεῖαν μεταξὺ χημικῶν καὶ πυρηνικῶν ἀντιδράσεων.

Πῶς ὅμως εἶναι δυνατόν νὰ ἐρμηνευθῇ ἡ τεραστίᾳ ἐκκλιση ἐνεργείας εἰς πυρηνικὰς διασπάσεις.

Δὲν εἶναι δυνατὴ ἡ ἀπάντησις ἀνευ τῆς γνώσεως τῶν ὑφισταμένων δυνάμεων μεταξὺ τῶν συστατικῶν τοῦ πυρῆνος.

Ἐλέχθη ὅτι οὗτος συνίσταται σχεδὸν κατὰ τὸ ἥμισυ ἐξ οὐδετέρων σωματιδίων καὶ κατὰ τὸ ἥμισυ ἐκ φορτισμένων ὁμωνύμως τοιοῦτων.

Εἶναι φυσικὸν λοιπὸν νὰ ἀναζητήσωμεν καὶ νὰ ἀνεύρωμεν τὴν ὑπαρξιν καθαρῶς ἠλεκτρικῶν δυνάμεων μεταξὺ τῶν συστατικῶν τοῦ πυρῆνος. Πλὴν ὅμως μία μονόπλευρος τοιαύτη παραδοχὴ ἠλεκτοικῶν ἀπωστικῶν δυνάμεων, δεδομένης τῆς ὁμωνύμου φορτίσεως τῶν πρωτονίων θὰ ὀδήγη εἰς αὐθόρμητον διάσπασιν τοῦ πυρῆνος.

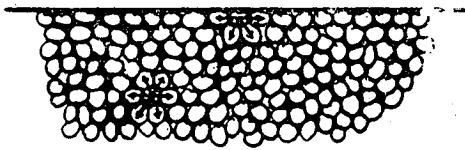
Δεδομένου ὅμως ὅτι ἀντιθέτως τὰ συστατικὰ τοῦ πυρῆνος συγκρατοῦνται εἰς ἐξαιρετικῶς στενοτάτην ἐπαφήν, δεόν νὰ ἀναζητήσωμεν τὴν ὑπαρξιν καὶ ἐλκτικῶν δυνάμεων μεταξὺ τῶν ἀφορτίστων οὐδετερο-

νίων, ὄσον καὶ τῶν φορτισμένων προτονίων.

Τοιαῦται ἑλκτικαὶ δυνάμεις μεταξὺ ὑλικῶν σωματιδίων, τῶν μορίων τῶν διαφόρων ὑγρῶν εἶναι γνωσταὶ εἰς τὴν φυσικὴν ὡς δυνάμεις συνοχῆς. Αἱ δυνάμεις αὗται ἀφ' ἑνὸς συκκρατοῦν ἀμοιβαίως τὰ διάφορα συστατικά τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀφ' ἑτέρου δίδουν λαβὴν εἰς τὴν ἐμφάνισιν τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως.

Τὸ τελευταῖον τοῦτο, τὴν ἐπιφανειακὴν τάσιν, ἡ φυσικὴ ἐρμηνεύει ὡς ἀκολούθως :

Ἐὰν θεωρήσωμεν ἓν μόριον εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς μάζης ἑνὸς ὑγροῦ, ὑφίσταται τοῦτο ἕλξεις ὡς συνέπειαν τῶν δυνάμεων συνοχῆς ἐξ ὄλων τῶν πλευρῶν ἐκ τῶν περιβαλλόντων τοῦτο μορίων, εἰς τρόπον ὥστε ἡ συνισταμένη τῶν ἕλξεων νὰ μηδενίζεται (Σχ. 2).



Σχῆμα 2

Ἀντιθέτως ὁμοίως διὰ μόριον εὐρισκόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ εἶναι φανερόν ὅτι ἡ ἕλξις θὰ εἶναι μονόπλευρος καὶ ἐπομένως ἡ συνισταμένη τούτων θὰ κατευθύνεται πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ὑπαρξίς τοιούτων μονοπλευρῶν ἐφ' ἑκάστου μορίου τῆς ἐπιφανείας δυνάμεων, ὁδηγεῖ ἀθροιστικῶς εἰς τὴν μείωσιν τῆς ἐπιφανείας οὕτως ὥστε εἰς περιπτώσεις καθ' ἃς ἡ μάζα τοῦ ὑγροῦ δὲν εἶναι μεγάλη, νὰ ἀντιδρᾷ σημαντικῶς ἡ βαρῦτης, τὸ ὑγρὸν τείνει πρὸς τὸ μὲ τὴν μικροτέραν ἐπιφανειαν σχῆμα διὰ δεδομένον ὄγκον, δηλ. τὸ σφαιρικὸν ἢ περίπου σφαιρικὸν ὡς εἰς τὰς σταγόνας.

Ὁ G. Gairow, καθηγητῆς τῆς θεωρητικῆς φυσικῆς εἰς τὸ Πανεπι-

στήμιον τῆς Washington παραδέχεται, ἐπὶ τῇ ὑάσει τῶν ἄνω λεχθέντων τὴν ὕπαρξιν ἀναλόγων δυνάμεων συνοχῆς μεταξὺ τῶν συστατικῶν τοῦ πυρῆνος εἰς τὴν κατὰ τὸ 1930 τὸ πρῶτον διατυπωθεῖσαν θεωρίαν τοῦ περὶ «πυρηνικοῦ ρευστοῦ».

Θὰ παρακολουθήσωμεν ἀπὸ ἐκλαϊκευμένην μονογραφίαν τοῦ ἰδίου τὰς συνεπειὰς καὶ τὰ ἀποτελέσματα τῆς θεωρίας του.

Ἡ πρώτη ἐπιτυχὴς συνέχεια τοῦ ἐπιχειρωμένου παραλληλισμοῦ μεταξὺ τῶν δυνάμεων συνοχῆς εἰς τὰ ὑγρά καὶ τῶν ἀντιστοιχῶν εἰς τὰ συστατικά τοῦ πυρῆνος εἶναι ἡ δι' ἀπ' εὐθείας μετρήσεων ἐξακριβωθείσα ὑπαρξίς ἀναλογίας ὄγκου καὶ βάρους εἰς τοὺς διαφόρους ἀτομικοὺς πυρηνίνας. Ἐπομένως ἡ πυκνότης τοῦ πυρηνικοῦ ρευστοῦ, ἂν θεωρήσωμεν τὸν πυρῆνα ὡς ρευστόν, πρέπει νὰ παραμένῃ ἡ ἴδια ἀνεξαρτήτως τῆς ποσότητος τούτου. Τοῦτο εἶναι γνωστὸν φυσικὰ διὰ τὰ συνήθη ὑγρά. Πιστοποιεῖ δηλ. ὅτι εἰς ἀμφοτέρως τὰς περιπτώσεις ἡ ἐμβέλεια τῶν δυνάμεων ἕλξεως εἶναι ἐλαχίστη, ἐξικνουμένη μέχρι τῶν ἀμέσως γειτονικῶν συστατικῶν καὶ μηδενιζομένη ἀποτόμως.

Οὕτω ὑπολογίζεται ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ πυρηνικοῦ ρευστοῦ ἀνέρχεται εἰς τὴν τιμὴν τῶν $2,4 \times 10^{14}$ gm/cm³. Πρόκειται φυσικὰ περὶ τεραστίας πυκνότητος ἕαν ἀπὸ τῆν εἰς τὸν χῶρον διεσπαρμένην ὕλην ἦτο δυνατόν νὰ ἀφαιρεθοῦν τὰ ἀραιὰ περὶ τοὺς πυρῆνας ἠλεκτρονικὰ περιβλήματα εἰς τρόπον ὥστε ἐκ τούτων καὶ μόνον συγκεντρωθῆ συνεχῆς ὑλικόν, ἓν κυβικὸν ἑκατοστὸν τοῦ πυρηνικοῦ τούτου ὑλικοῦ θὰ ἐξύγιζε διακόσια σάραντα ἑκατομῦρια τόννων.

Θὰ παρακολουθήσωμεν εἰς τὸ προσηχῆς τὰς συνεπειὰς τῆς τεραστίας πυκνότητος τοῦ πυρῆνος εἰς τὰς μεταβολὰς τῶν δυνάμεων συνοχῆς τὸσον κατὰ τὴν ἀνοικοδόμησιν του ὄσον καὶ κατὰ τὴν διάσπασιν συνοχῆς του.