

*Τὸ τεράστιον κυκλοτρόνιον τοῦ Χάργουελ. Εἰς τὴν φωτογραφίαν φαίνεται ὁ τεράστιος μαγνήτης του διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ ὁποίου ἀπητήθησαν 700 τόνοι χάλυβος καὶ 70 τόνοι χαλκοῦ. Εἰς τὸ κυκλοτρόνιον, ὡς γνωστόν, ἐπιταχύνονται τὰ σωματίδια τῆς ὕλης.*

## ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΤΟΜΙΚΗΝ ΘΕΩΡΙΑΝ

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΙΣ ΤΗΝ ΔΟΜΗΝ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

**Ὑπὸ Δρος κ. Θ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ**  
**Ἐπιμ. Ἔργ. Φυσικοχημείας Ἐθν. Παν.**



Εἶδομεν εἰς τὸ προηγούμενον τεῦχος ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ πυρῆνος ἔχει μίαν τεραστίαν τιμήν. Ἀναλόγως τεραστία εἶναι καὶ ἡ ἐπιφανειακὴ του τάσις δηλ.

ἡ δύναμις ἢ ὁποία ἐνεργεῖ ἐκ τῆς ἐπιφανείας πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ με ἀποτελεσμα τὴν μείωσιν τῆς ἐπιφανείας του.

Ἐκ τῆς μειώσεως τῆς ἐπιφανείας προκύπτει μείωσις τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανειακῆς ἐνεργείας δηλ. ἔκκλισις ἐνεργείας. Τὸ τελευταῖον σημαίνει ὅτι ἡ μείωσις τῆς ἐπιφανείας τοῦ πυρῆνος θὰ εἶναι ἓνα φαι-

νόμενον αὐθόρμητον δηλ. ἓνα φαινόμενον τὸ ὁποῖον δὲν χρειάζεται ἐξωτερικὴν ἐπέμβασιν διὰ νὰ λάβῃ χώραν.

Πράγματι εἶναι γνωστόν ὅτι ἐὰν δύο σταγονίδια ὕδραργύρου ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν συνενοῦνται ἀμέσως εἰς ἓν τὸ ὁποῖον φυσικὰ ἔχει ὄγκον τὸ ἄθροισμα τῶν ὄγκων τῶν δύο σταγονιδίων πλην ὅμως ἡ ἐπιφάνειά του εἶναι μικροτέρα τοῦ ἄθροισματος τῶν ἐπιφανειῶν τῶν σταγονιδίων ἐξ ὧν προήλθεν. Δηλαδή ἐπῆλθεν ἐλάττωσις τῆς ἐπιφανείας με τὴν σύντηξιν καὶ ἐπομένως μείωσις τῆς ἐπιφανειακῆς ἐνεργείας. Ἐχομεν ἄρα ἔκκλισιν ἐνεργείας καὶ ἐπομένως τὸ τελικὸν σύστημα μας εἶναι εὐσταθέστερον.

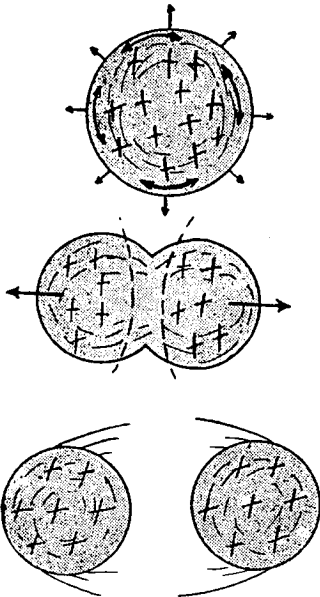
Ότι συμβαίνει με τον υδράργυρον και τὰ ἄλλα ὑγρά δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν ὅτι ἰσχύει καὶ διὰ τοὺς πυρῆνας.

Ἐπομένως με τὰς ὡς ἄνω προϋποθέσεις ἡ διάσπασις ἑνὸς πυρῆνος εἰς δύο ἡμίση θὰ ὠδήγη εἰς αὐξήσιν τῆς ἐπιφανείας, ἄρα τῆς ἐπιφανειακῆς ἐνεργείας.

Θὰ ἀπῆτη δηλ. κατανάλωσιν ἐνεργείας ἐξωθεν καὶ οὐδέποτε θὰ συνέβαιεν αὐθορμητῶς.

Αἱ ὡς ἄνω σκέψεις ἀλλοιοῦνται σοβαρῶς ἐάν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι ὁ πυρῆν ὡς ρευστὸν διαφέρει τῶν συνήθων ὑγρῶν ὡς τὸ γεγονός ὅτι ἀποτελεῖται κατὰ τὸ ἥμισυ σχεδὸν ἐκ πρωτονίων, δηλ. ἠλεκτρισμένων θετικῶς σωματιδίων. Ἐπομένως πλὴν τῶν δυνάμεων ἔλξεως ἐκ τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως, ὑφίστανται δυνάμεις ἀπωστικαὶ ἐκ τῆς ὑπάρξεως τῶν πρωτονίων.

Ἐφ' ὅσον ὁ πυρῆν ἔχει σφαιρικὸν σχῆμα αἱ ὡς ἄνω δυνάμεις εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ (Σχ. 1).



Σχῆμα 1

Ἐάν δι' οἰοῦνδήποτε ὁμοῦ λόγον ὁ πυρῆν προσλάβῃ ἐπιμήκεσ σχῆμα ὁ ἀνταγωνισμὸς τῶν δυνάμεων τούτων γίνεται καταφανῆς.

Ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις (δυνάμεις συνοχῆς) τείνει εἰς ἐπιμακρύνει τὸν πυρῆνα εἰς τὸ σφαιρικὸν τοῦ σχῆμα, ἐνῶ αἱ ἀπωστικαὶ ἠλεκτρικαὶ δυνάμεις νὰ τοῦ προσδώσιν μεγαλυτέραν ἐπιμήκυνσιν.

Ἐάν τὸ πρῶτον ἢ τὸ δεύτερον θὰ συμβῆ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχετικοῦ μεγέθους τῶν δύο δυνάμεων.

Ὁ ὑπολογισμὸς διὰ τὰς ἀπωστικὰς δυνάμεις ἐπὶ τῆς βάσει τοῦ Νόμου τοῦ Coulomb καταλήγει εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ διάσπασις τοῦ πυρῆνος συνοδεύεται ἀπὸ ἐλάττωσιν τῆς ὀλικῆς ἠλεκτρικῆς του ἐνεργείας.

Ὡς γενικὸν συμπέρασμα ἐξάγεται ὅτι ἡ διάσπασις τοῦ πυρῆνος εἰς δύο ἡμίση συνοδεύεται με αὐξήσιν τῆς ὀλικῆς ἐπιφανειακῆς ἐνεργείας καὶ με μείωσιν τῆς ὀλικῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

Ἐκ λεπτομεροῦς παρακολούθησεως τῶν ὡς ἄνω ἀναμενομένων ἐνεργειακῶν μεταβολῶν συναρτήσῃ τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων, ἐξάγεται ὅτι μέχρι τοῦ μέσου τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ἴσως μέχρι τοῦ ἀργύρου, ἡ αὐξήσις τῆς ἐπιφανειακῆς ἐνεργείας ὑπερισχύει τῆς μειώσεως τῆς ἠλεκτρικῆς καὶ ἐπομένως διάσπασις αὐθορμητοῦς εἶναι ἀδύνατος. Ἀντιθέτως ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου καὶ μέχρι βαρυτέρων στοιχείων εἶναι μεγαλυτέρα ἡ μείωσις τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ ἐπομένως ἡ διάσπασις εἶναι δυνατὴ με ἔκλυσιν ἐνεργείας ἴσην κατ' ἀπόλυτον τιμὴν πρὸς τὸ ποσὸν κατὰ τὸ ὅποιον ἡ μείωσις τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας ὑπερτερεῖ τῆς αὐξήσεως τῆς ἐπιφανειακῆς ἐνεργείας.

Τὸ σχῆμα 2 δίδει κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Bohr καὶ Wheeler τὴν ἐκλυομένην ἐνέργειαν κατὰ τὴν διάσπασιν ἑνὸς πυρῆνος εἰς δύο ἡμίση ὡς συνάρτησιν τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ.

Εἶναι φανερὸν ἐκ τούτου ὅτι μέχρι τοῦ πυρῆνος τοῦ ἀργύρου διὰ τὴν διάσπασιν ἀπορροφᾶται ἐνέργεια (ἀρνητικαὶ τιμαὶ) καὶ ἐπομένως αὐθορμητοῦς διάσπασις εἶναι ἀδύνατος. Ἀπὸ τοῦ ἀργύρου καὶ ἐντεῦθεν ἄρχεται ἔκλυσις ἐνεργείας αὐξανομένη μέχρι τῶν βαρυτάτων πυρῆνων.

Γὸ ἀντίθετον συμβαίνει εἰς σύντηξιν τῶν πυρῆνων. Οὕτω εἶναι δυνατόν αὐθορμητῶς νὰ συνενωθοῦν δύο πυρῆνες ἐφ' ὅσον ὁ οὕτω σχηματιζόμενος πυρῆν δὲν ὑπερβαίνει τὸν τοῦ ἀργύρου.

Ἀντιθέτως συνένωσις πυρῆνων πρὸς μεγαλυτέρους τοῦ ἀργύρου θὰ ἦτο ἀδύνατον νὰ συμβῆ αὐθορμητῶς.

Ἐκ τῶν λεχθέντων συνάγεται τὸ βασικὸν συμπέρασμα ὅτι ὅλα τὰ στοιχεῖα με ἐξαιρέσιν τὸν ἀργυρον εὐρίσκονται εἰς μετασταθῆ κατάστασιν καὶ δύνανται νὰ μεταπέσουν εἰς τὴν εὐσταθῆ τοῦ ἀργύρου. τὰ μὲν ἐλαφρότερα τούτου διὰ συντήξεως τὰ δὲ βαρύτερα διὰ διασπασεως ἐκλύοντα τεράστια ποσὰ ἐνεργείας.

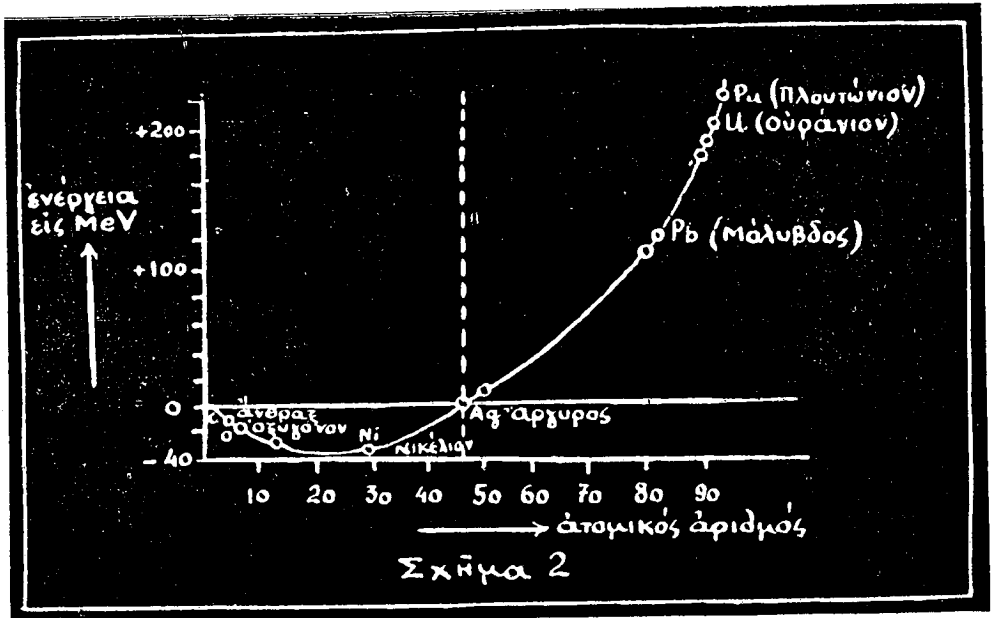
## Ένεργεια ένεργοποίησης πυρηνικών αντιδράσεων

Συμφώνως προς τὰ ὡς ἄνω ἐκτεθέντα ὄλα τὰ ὑπάρχοντα στοιχεῖα ἀπεικονίζουσι μετασταθεῖς καταστάσεις καὶ θὰ ἔδει νὰ εἶχον μεταπέση εἰς τὴν μόνην εὐσταθῆ κατάστασιν τοῦ ἀργύρου.

Ὁ ἐνεργειακὸς ὑπολόγισμὸς προβλέπει ἀσφαλῶς τὴν μετασταθῆ κατάστασιν τῶν στοιχείων κατὰ παρόμοιον τρόπον καθ' ὃν ἡ θερμοδυναμικὴ προβλέπει τὸ

πει σὶ πρὸς ἀντίδρασιν πυρῆνες νὰ ἔλθουν σχεδὸν εἰς ἐπαφήν. Διὰ νὰ λάβῃ χώραν μία τοιαύτη ἐξ ἐπαφῆς σύγκρουσις πρέπει οἱ πυρῆνες νὰ ἔχουν ἀρκετὴν κινητικὴν ἐνέργειαν πρὸς ὑπερνίκησιν τῶν ἀπωστικῶν λόγῳ ὁμωνύμου φορτίσεως δυνάμεων. Αἱ δυνάμεις αὗται εἶναι τόσοσιν ἰσχυρότεραι ὅσων τὸ φορτίον τῶν πυρῆνων εἶναι μεγαλύτερον.

Πρέπει ἐπομένως διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν μίαν πυρηνικὴν διὰ συντήξεως ἀντίδρασιν νὰ προσφέρωμεν ἔξωθεν ἐπαρκῆ ἐνέργειαν



δυνατὸν ἢ μὴ μίᾳς χημικῆς ἀντιδράσεως. Ἄλλὰ καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις εἶναι ἀπαραίτητος καὶ ὁ τρόπος καθ' ὃν θὰ λάβῃ χώραν μία ἀντίδρασις πυρηνικὴ ἢ χημικὴ. Εἶναι δηλ. ἀπαραίτητος ἡ ἐξέτασις τοῦ μηχανισμοῦ τῆς ἀντιδράσεως.

Εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων εἴπομεν ἤδη ὅτι εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν ἔναυσιν τῆς ἀντιδράσεως, ἡ προσφορὰ ἐν ἀρχῇ ἑνὸς μικροῦ ποσοῦ, ἐν σχέσει πρὸς τὴν ἀποδιδομένην ἐλευθέραν ἐνέργειαν, ἐνεργείας τὴν ὅποισιν ὀνομάζομεν ἐνέργειαν ἐνεργοποίησης.

Ἐὰς παρακολουθήσωμεν τὸν μηχανισμόν μίᾳς πυρηνικῆς ἀντιδράσεως. Ὡς ἤδη ἔλεγχθη εἶναι δυνατὴ πυρηνικὴ ἀντίδρασις μεταξύ τῶν ἐλαφροτέρων πυρῆνων διὰ συντήξεως τούτων.

Διὰ νὰ ἐπέλθῃ ὁμοσ ἡ σύντηξις πρέ-

αν πρὸς ὑπερνίκησιν τῶν ἀπωστικῶν δυνάμεων ἵνα οὕτω δυνηθῶσι νὰ ἔλθωσιν εἰς ἐπαφήν οἱ πυρῆνες ὁπότε ἀρχίζουν πλέον νὰ ὑπερτεροῦν αἱ δυνάμεις συνοχῆς αἱ ὁποῖαι τείνουσι εἰς τὴν μείωσιν τῆς ἐπιφανειακῆς ἐνεργείας καὶ ἔκκλυσιν ἐπομένως ἐνεργείας.

Ἀντιθέτως εἰς τοὺς βαρυτέρους τοῦ ἀργύρου πυρῆνας ἀπαιτεῖται κροῦσις τοῦ πυρῆνος πρὸς ἐλαφρὰν παραμόρφωσιν τούτου (Σχ. 1) ὅτε αἱ ἀπωστικαὶ δυνάμεις ὑπερτεροῦν καὶ διασποῦν τὸν περὶ οὗ πρόκειται πυρῆνα.

Ἐπομένως καὶ διὰ τὴν ἔναυσιν τῶν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων εἶναι ἀπαραίτητος ἐξωτερικὴ διεγερσις, δηλ. εἶναι ἀπαραίτητος ἔξωθεν προσφορὰ ἀρχικῆς ἐνεργείας καὶ τὴν ἐνέργειαν ταύτην ὀνομάζομεν ἐνέργειαν ἐνεργοποίησης.

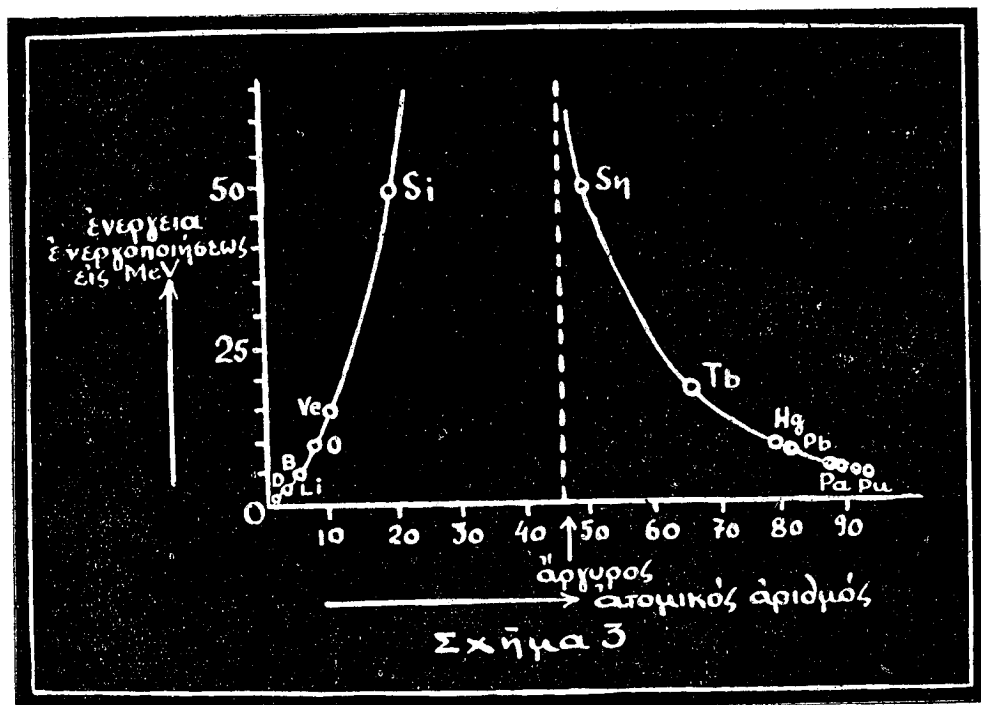
Εἰς τὸ σχῆμα 3 δίδονται αἱ ἐνέργειαι ἐνεργοποιήσεως προκειμένου διὰ τὴν σύντηξιν δύο ὁμοειδῶν ἐλαφρῶν πυρήνων ὡς καὶ τὴν διάσπασιν τῶν βαρυτέρων. Ἐκ τούτου καθίσταται φανερόν ὅτι ἡ ἐνέργεια ἐνεργοποιήσεως εἶναι μικροτέρα διὰ τὸ βαρύτερον ἰσότοπον τοῦ ὕδρογόνου (δευτέριον) καὶ διὰ τὸ ἐλαφρότερον ἰσότοπον τοῦ οὐρανίου (U 235).

Κατὰ τὴν κλασσικὴν ἀποψιν ἡ ἐνέργεια ἐνεργοποιήσεως πρέπει νὰ ἔχη τοιαύτην τιμὴν ὥστε νὰ δύναται νὰ ὑπερνι-

πλησιεστέρα ἢ τιμὴ τῆς ἐνεργείας τοῦ σωματιδίου πρὸς τὴν οὕτως ὀνομαζομένην ἐνέργειαν συντονισμοῦ τοῦ βαλλομένου πυρήνους.

Ἐκ τῶν λεχθέντων καθίσταται πρόδηλος ἡ ἀνάγκη πρὸς ἐπίτευξιν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων ἢ προσφορά ὑπὸ μορφὴν κρούσεων τῶν πυρήνων, ἐνεργειῶν ἀναλόγων πρὸς τὰς τιμὰς ἐνεργείας ἐνεργοποιήσεως.

Περὶ θερμικῆς ἐνεργοποιήσεως τῶν πυρήνων διὰ θερμοκρασιῶν δυναμένων νὰ



κῆση τὸ τεῖχος δυναμικοῦ τὸ ὁποῖον παρεμβάλλεται μεταξύ τῶν ἀντιδρώντων σωματιδίων (τῶν ἀπωστικῶν δυνάμεων ὡς εἶδομεν).

Ἐν τούτοις κατὰ τὴν κβαντικὴν θεωρίαν δυνατόν ἢ τιμὴ ταύτης νὰ εἶναι μικροτέρα τῆς μεγίστης τιμῆς ἥτις ἀνταποκρίνεται εἰς τὸ τεῖχος δυναμικοῦ. Εἰς τοῦτο διευκολύνουν τὰ φαινόμενα σήραγγος καὶ κβαντικοῦ συντονισμοῦ.

Κατὰ ταῦτα ὑπάρχει πάντοτε πιθανότης σωματίδιον μὲ ὀρισμένην κινητικὴν ἐνέργειαν νὰ ὑπερνικήσῃ δυναμικὸν ὑψηλοτέρας στάθμης, καὶ ὅτι ἡ πιθανότης εἶναι τόσο μεγαλύτερα ὅσον μικρότερον τὸ θεωρούμενον σωματίδιον καὶ ὅσον

ἐπιτευχθοῦν ἐν τῷ ἐργαστηρίῳ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ γίνῃ λόγος. Ἡ κινητικὴ ἐνέργεια θερμικῶς ἐπιταχυνθέντων σωματιδίων εἶναι μηδαμινὴ ἐν σχέσει πρὸς τὰς ἀπαιτουμένης τιμὰς.

Πρὸς ἐπίτευξιν τῶν ἀπαιτουμένων ἐνεργειῶν θὰ ἀπαιτῆται θερμοκρασία ἑκατομμυρίων βαθμῶν. Τοιαῦται θερμοκρασίαι ἀσφαλῶς ὑφίστανται εἰς τὸ ἐσωτερικόν τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀστέρων προκαλοῦσαι πυρηνικὰς ἀντιδράσεις ἰδίᾳ μεταξύ τῶν μεγαλύτερων ἐλαφροτέρων πυρήνων.

Ἡ ἐκλυομένη οὕτω τεραστία ἐνέργεια ἀντισταθμίζει τὴν ἀπώλειαν ἐξ ἀκτινοβολίας.

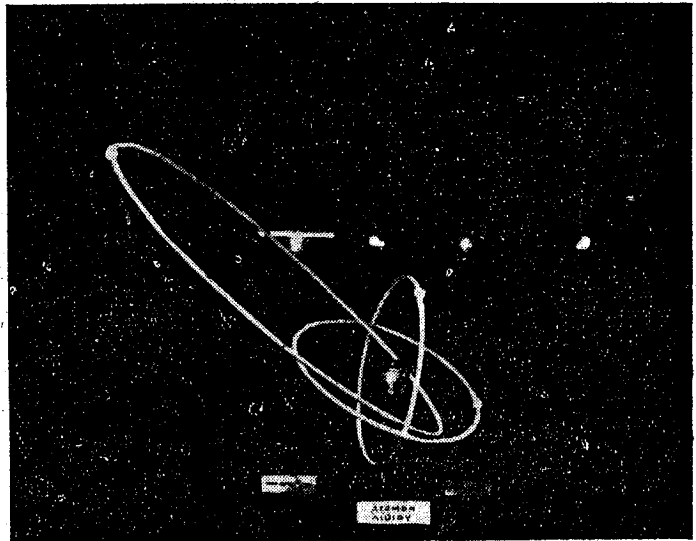
Διὰ τὴν ἔναυσιν ἐπομένως πυρηνικῶν ἀντιδράσεων δεόν νά ἀναζητήσωμεν σωματίδια ἰσχυρὰ πρὸς τοῦτο κινητικῆς ἐνεργείας.

Ἡ φύσις προσφέρει τοιαῦτα σωματίδια. Εἶναι τὰ προερχόμενα ἐκ ραδιενεργῶν μεταστοιχειώσεων σωματίδια. Αὐτὰ ἔχουν πράγματι ταχύτητας αἰτίνες ἀναποκρίνονται εἰς τὰς ἀπαιτούμενας τιμὰς κινητικῆς ἐνεργείας. Θὰ ἦτο λοιπὸν δυνατόν νά χρησιμοποιηθῶσι ὡς βλήματα πρὸς πραγματοποίησιν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων. Καί εἶναι πράγματι τὰ πρῶτα πραγματοποιηθέντα.

Ἄργότερον ἐρρίφθη ἡ ἰδέα χρησιμο-

λεκτρισμένα σωματίδια κινούμενα ἐντὸς ὁμοιογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἀποκλίνουν τῆς ἀρχικῆς τῶν τροχιάς καὶ ἀντὶ νά κινήσῃν εὐθυγράμμως διαγράφουν κυκλικὴν τροχίαν. Ὅσον ταχύτερον εἶναι τὸ σωματίδιον τόσο μεγαλύτερος ὁ κύκλος τὸν ὁποῖον διαγράφει. Τὸ βασικὸν στοιχεῖον ἐπὶ τοῦ ὁποῖου στηρίζεται ἡ κατασκευὴ τοῦ κυκλότρου εἶναι τὸ γεγονός ὅτι ἡ ἀκτίς καὶ ἐπομένως τὸ μήκος τῆς διαγραφομένης ὑπὸ τούτου κυκλικῆς τροχιάς εἶναι ἀνάλογος τῆς ταχύτητος τῶν σωματιδίων. Ὡς ἐκ τούτου ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος διὰ νά διαγράψῃ ἓν σωματίδιον μίαν πλήρη κυκλικὴν τροχίαν εἶ-

*Ἀπὸ τὴν βρετανικὴν ἐκθεσὶν ἀτομικῆς ἐνεργείας: Μοντέλλο δεικνύον τὴν θέσιν καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν οὐδετερονίων καὶ πρωτονίων εἰς τὸ ἄτομον Λιθίου.*



ποιήσεως τεχνητῶς ἐπιταχυνθέντων σωματιδίων. Καὶ ὡς τοιαῦτα ἐχρησιμοποήθησαν ἰόντα τῶν δαφύρων στοιχείων ἐπιταχυνόμενα δι' ὑψηλῶν ἠλεκτρικῶν πεδίων. Κατάλληλα πρὸς ἐπιτάχυνσιν ἀπεδείχθησαν τὰ πωτόνια. Ἡ τεχνικὴ τῆς ἐπιταχύνσεως διήλθεν ἀπὸ πολλὰ σ' ἀδία.

Ἐχρησιμοποιεῖσθαι ἀρχικῶς ἠλεκτρικοὶ πυκνωταὶ φορτιζόμενοι ὑπὸ μετασχηματιστοῦ ὑψηλῆς τάσεως. Ἐν συνεχείᾳ ἐχρησιμοποιεῖσθαι ἡ ηλεκτροστατικὴ γεννήτρια τοῦ Van de Graaf.

Ἡ μᾶλλον ὅμως ἀποδοτικὴ συσκευὴ ἐπιταχύνσεως ἠλεκτρισμένων σωματιδίων εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ E. E. Lawrence ἀνακαλυφθεῖσα, τὸ ὄν μαζόμενον κύκλοτρον. Αὕτη ἀποτελεῖ πλέον τὸν κλασσικὸν τρόπον ἐπιταχύνσεως.

Ἡ λειτουργία τῆς ἐν γενικαῖς γραμμαῖς ἔχει ὡς ἑξῆς:

Εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς Φυσικῆς ὅτι ἡ

ἀνεξάρτητος τῆς ταχύτητός του, δεδομένου ὅτι αὐξήσει εἰς τὴν ταχύτητα συνεπάγεται αὐξήσειν τοῦ μήκους τῆς κυκλικῆς τροχιάς ἐπὶ τῆς ὁποίας κινεῖται.

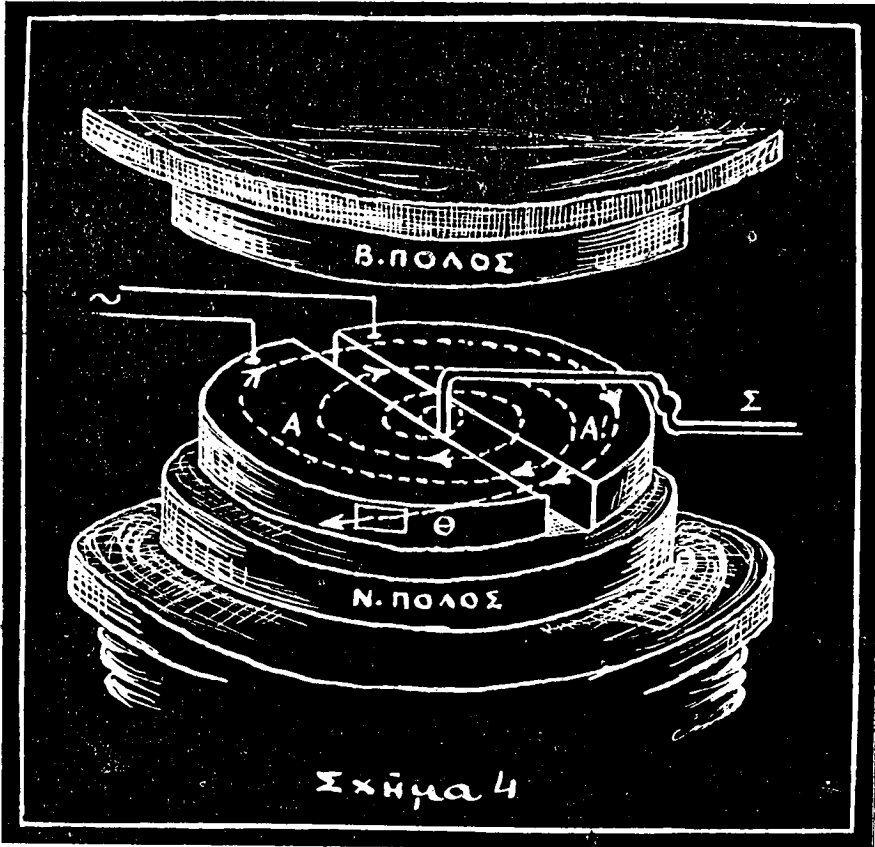
Ἄς παρακολουθήσωμεν ἐκ τοῦ σχήματος 4 τὴν λειτουργίαν τοῦ κυκλότρου.

Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ κυκλικὸν μεταλλικὸν κιβώτιον διχοτομημένον εἰς δύο ἡμίση A καὶ A' καὶ τοποθετημένον πρὸ τῶν πόλων ἰσχυροῦ ἠλεκτρομαγνήτου παράγοντος ὁμοιόμορφον μαγνητικὸν πεδίου. Τὰ δύο ἡμικιβώτια συνδέονται πρὸς μετασχηματιστὴν ἐναλλασσομένης ἠλεκτρικῆς τάσεως καθορισμένης συχνότητος. Ἐπομένως τὰ ἡμικιβώτια θὰ φορτιζώνται ἐναλλάξ θετικῶς καὶ ἀρνητικῶς.

Ἐάν θεωρήσωμεν ἓν σωματίδιον κινούμενον κυκλικῶς ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου ἐντὸς τοῦ ἑνὸς ἡμικιβώτιου καὶ δεδομένης τῆς ὁμοιομόρφου κατανομῆς τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου

έντός του κιβωτίου, ούδεμία δύναμις ηλεκτρικού πεδίου δρα ἐπ' αὐτό. Τὸ σωματίδιον θὰ ἐξακολουθήσῃ νὰ διαγράφῃ συνεχῶς κυκλικὴν τροχιά. Κατὰ τὴν διόδον ὁμοῦ τοῦ σωματιδίου ἐκ τοῦ ἑνὸς ἡμικιβωτίου εἰς τὸ ἄλλο θὰ ἐπιταχυνθῇ ἢ θὰ ἐπιβραδυνθῇ, ἀναλόγως τοῦ σημείου

βωτίων εἶναι φανερόν ὅτι τὸ ἡμισὺ ἐξ αὐτῶν θὰ εὕρῃ κατάλληλον πρὸς ἐπιτάχυνσιν πεδίων, ἐνῶ τὸ ἐπόμενον ἡμισὺ (ἐκεῖνα δηλ. τὰ ὁποῖα θὰ φθάσῃ μετὰ τὴν ἀλλαγὴν τοῦ σημείου φορτίσεως τοῦ ἡμικιβωτίου) πρὸς ἐπιβράδυνσιν καὶ θὰ ἐξαφανισθῇ.



ου τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ἑτέρου ἡμικιβωτίου.

Ἐάν ἡ συχνότης τοῦ μετασχηματιστοῦ ρυθμισθῇ εἰς τρόπον ὥστε ἀλλαγὴ τοῦ σημείου φορτίσεως τῶν ἡμικιβωτίων νὰ γίνηται εἰς χρονικά διαστήματα ἴσα πρὸς τὸν ἀπαιτούμενον χρόνον ἵνα σωματίδιον διανύσῃ τὸ ἡμισὺ τῆς περιφερείας, εἶναι φανερόν ὅτι τὰ σωματίδια θὰ ἐπιταχύνωνται ἢ θὰ ἐπιβραδύνωνται εἰς ἐκάστην διόδον ἐκ τοῦ ἑνὸς ἡμικιβωτίου εἰς τὸ ἕτερον.

Ἐπομένως ἐάν ἐκ σωλῆνος παραγωγῆς φορτισμένων σωματιδίων Σ ἀφεθῇ δέσμη τούτων νὰ φθάσῃ τὸ κέντρον τῶν ἡμι-

κίβωτων θὰ ἐξακολουθοῦν ἐπιταχυνόμενα καὶ ἐπόμενα θὰ διαγράφουν σπειροειδῆ τροχιά. Ὄταν ἡ ἀκτίς ταύτης φθάσῃ τὴν τιμὴν τῆς ἀκτίνος τοῦ κυκλικοῦ κιβωτίου τὸ σωματίδιον θὰ ἐξέλθῃ τῆς θυρίδος Θ μετὰ ἰκανὴν πλέον κινητικὴν ἐνέργειαν καὶ εὐθύγραμμον κίνησιν. Τὸ μέγεθος τῆς κινητικῆς ἐνέργειας θὰ ἐξαρτηθῇ ἀπὸ τὸ μέγεθος καὶ τὴν ἰσχύον τοῦ ηλεκτρομαγνήτου ὥστε νὰ ἀναγκάσῃ τὰ σωματίδια νὰ κινῶνται ἐπὶ σπειροειδοῦς τροχιάς.

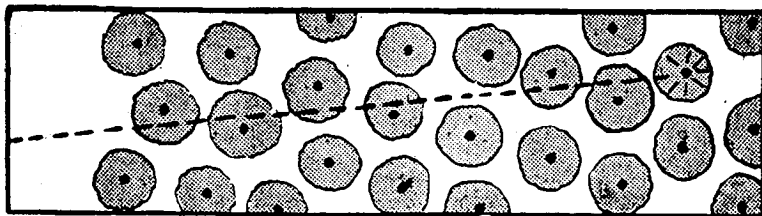
Διὰ τῆς περιγραφείσης συσκευῆς ἐπετεύχθη ἡ παραγωγή βλημάτων ἐνέργειας 100 MeV. Σήμερον εὐρίσκονται ὑπὸ κατα-

σκευὴν ἢ κατεσκευάσθησαν συσκευαί παράγουσαι βλήματα κατὰ πολὺ ἰσχυρότερα, ὅπως τὸ ὀνομαζόμενον Μπέβατρον.

Πρωτόνια ἐπιταχυνθέντα κατὰ τὸν ὠς ἄνω τρόπον πλεονεκτοῦν τῶν σωματιδίων — α εἰς τὸ γενεὸς ὅτι τὰ δευτέρα φέρουν διπλάσιον φορτίον καὶ ἐπομένως ἀπαιτεῖ-

ἑκατοντάδας ἑκατομμύρια μικροτέρα τῆς ὅλης βαλλομένης ἐπιφανείας.

Εἶναι φανερόν ὅτι (σχ. 5) ἡ πιθανότης σωματιδίου—βλήματος νὰ συναντήσῃ, εὐθὺς ἅμα τῇ εἰσοδῶ του εἰς τὸ βαλλόμενον ὕλικόν, πυρῆνα εἶναι μικρά. Τὸ πιθανώτερον εἶναι μέχρις ἔτου προσκρούσα-



Σχῆμα 6.

ται διπλάσια ἐνέργεια πρὸς ὑπερνίκησιν τῶν ἀπωστικῶν δυνάμεων ἢ εἰς τὸ πρωτόνιον.

Γενικώτερον τὰ φορτισμένα σωματίδια ὡς πηγαὶ ἐνεργοποιήσεως πυρηνικῶν ἀντιδράσεων μειονεκτοῦν ὀχι τόσο εἰς τὸ μέγεθος τῆς κινητικῆς ἐνεργείας ὅσον εἰς τὴν ἀποδοτικότητά των.

Δεδομένης τῆς σμικρότητος τοῦ πυρῆνος ἔναντι τοῦ ὅλου ἀτομικοῦ συγκροτήματος, ἡ ἐπιφάνεια κρούσεως τοῦ πυρῆνος θεωρουμένου ὡς στόχου εἶναι κατὰ

ἐπὶ πυρῆνος νὰ χρειασθῇ νὰ διανύσῃ ἀρκετὸν μῆκος διερχόμενον διὰ τῶν ἠλεκτρονικῶν περιβλημάτων τοῦ ἀτόμου.

Τὸ τελευταῖον τοῦτο θὰ ἔχη ὡς συνέπειαν τὴν μείωσιν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας εἰς τρόπον ὥστε ὅταν τ-λος συναντήσῃ πυρῆνα νὰ μὴ εἶναι εἰς θέσιν νὰ τὸν πλησιάσῃ ἐπαρκῶς καὶ νὰ τὸν ἐνεργοποιήσῃ.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καθίσταται φανερόν ὅτι ὁ συντελεστής ἀποδόσεως εἰς πυρηνικὰς ἀντιδράσεις τῶν φορτισμένων σωματιδίων θὰ εἶναι σχετικῶς μικρός.

