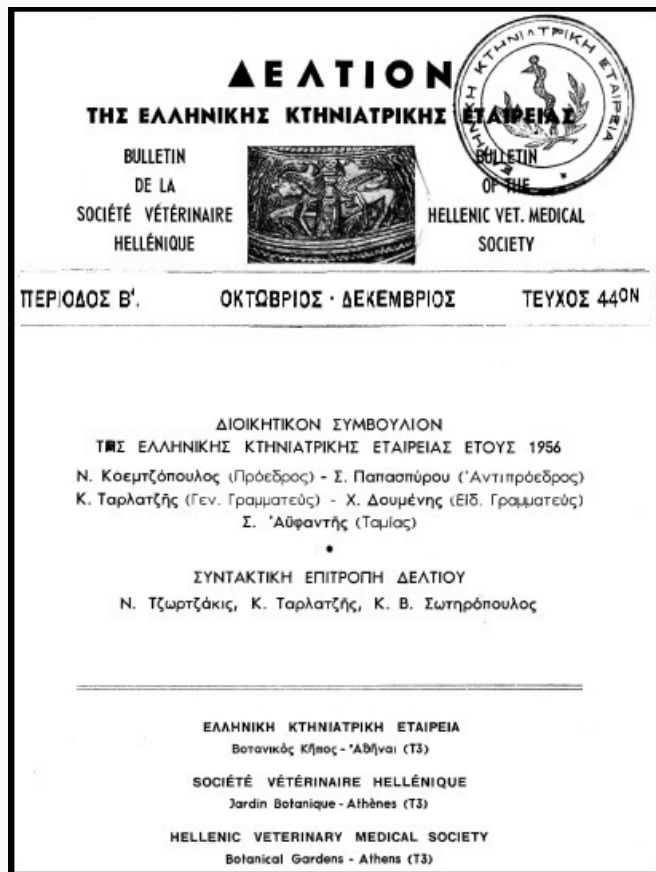


## Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 12, No 4 (1961)



### ΑΙ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΣ ΑΥΤΩΝ ΕΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

A. ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΣ

doi: [10.12681/jhvms.17869](https://doi.org/10.12681/jhvms.17869)

Copyright © 2018, A. ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΣ



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

#### To cite this article:

ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΣ Α. (1961). ΑΙ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΣ ΑΥΤΩΝ ΕΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 12(4), 147–169. <https://doi.org/10.12681/jhvms.17869>

# ΔΕΛΤΙΟΝ

## ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

### BULLETIN

#### DE LA SOCIÉTÉ VÉTÉRINAIRE HELLÉNIQUE

ΠΕΡΙΟΔΟΣ Β'.

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

ΤΕΥΧΟΣ 44<sup>ΟΝ</sup>

#### ΑΙ ΙΟΝΙΖΟΥΣΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΙ ΚΑΙ Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΣ ΑΥΤΩΝ ΕΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ὑ π ὀ

Α. ΑΝΔΡΙΟΠΟΥΛΟΥ

Κτηνιάτρου

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οἱ ζῶντες ὄργανισμοὶ ὑφίστανται τὴν ἐπίδρασιν τόσον τῆς φυσικῆς ραδιενεργείας (Κοσμικὴ ἀκτινοβολία, Φυσικὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα) ὅσον καὶ τῆς ἐκ τεχνητῶν πηγῶν προερχομένης τοιαύτης (πυρηνικαὶ ἐκκρήξεις κλπ.).

Οἱ ἐκ τῆς ραδιενεργείας κίνδυνοι ἀφοροῦν τὸ μέλλον τῆς ἀνθρωπότητος καὶ τῆς ζωῆς γενικώτερον καὶ συνδέονται στενώτατα πρὸς τὸν βαθμὸν ραδιομολύνσεως τοῦ περιβάλλοντος. Εἰδικώτερον ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς δυνατότητος εισόδου καὶ τῆς συμπεριφορᾶς ἐν γένει τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐντὸς τοῦ βιολογικοῦ κύκλου τῶν φυτικῶν καὶ ζωικῶν ὄργανισμῶν.

Ἀναλόγως τῶν πηγῶν προελεύσεως τῆς ραδιενεργείας, αἱ διὰ τοὺς ζῶντας ὄργανισμοὺς ραδιομολύνσεις δύνανται νὰ χαρακτηρισθῶν ὡς μολύνσεις παγκοσμίου (ραδιοεπιπτώσεις ἐκ τῶν πυρηνικῶν ἐκκρήξεων κλπ.) ἢ τοπικοῦ ἐνδιαφέροντος (ἐκ βιομηχανιῶν ἐπεξεργασίας ραδιενεργῶν ὑλικῶν, πυρηνικῶν κέντρων παραγωγῆς ραδιενεργῶν ἰσοτόπων κλπ.).

Αἱ ἰονίζουσαι ἀκτινοβολαὶ (γ, α, β, κλπ.) δύνανται νὰ προσβάλωσι τοὺς ζῶντας ὄργανισμοὺς εἴτε ἀμέσως (ἐκ τοῦ ἐδάφους ἢ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος) εἴτε ἐμμέσως (διὰ τῶν ραδιομολυνθέντων προϊόντων διατροφῆς κλπ.). Ὁ τελευταῖος οὗτος τρόπος ραδιομολύνσεως καθίσταται περισσότερον ἐπικίνδυνος καθ' ὅσον δύνανται νὰ περάσῃ ἀπαρατήρητος.

Οἱ ἐκ ραδιομολύνσεως κίνδυνοι ὀφείλονται :

α) Εἰς ἐξωτερικὴν ἀκτινοβολήσιν ὀφειλομένην εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἀκτίνων γ, καὶ νετρονίων καὶ

β) Εἰς ραδιομολύνσεις ἐκ ραδιενεργῶν στοιχείων ἐναποτιθεμένων ἐπιφανειακῶς (δέρμα κλπ.) ἢ ἐντοπιζομένων εἰς τὰ ἐσωτερικά ὄργανα (ἐσωτερικὴ ἀκτινοβόλησις).

Ἀναλόγως τῆς ὑπό τινος ζῶντος ὀργανισμοῦ ἀπορροφηθείσης δόσεως (ἐξωτερικὴ ἀκτινοβόλησις) ἢ τῆς ὑφισταμένης ἐκάστοτε ἐντὸς αὐτοῦ συγκεντρώσεως ραδιενεργοῦ τινός στοιχείου (ἐσωτερικὴ ραδιομόλυνσις) προκύπτει ἕν βιολογικὸν ἀποτέλεσμα χαρακτηριζόμενον ὡς φυσιολογικῶς ἀνεκτὸν ἢ βιολογικῶς παθογόνον. (ᾄξεϊα καὶ χρονία ἀκτινοπάθεια).

Μεταξὺ τῶν ὡς ἄνω ὀρίων ὑφίσταται ἕν κατώφλιον τὸ ὁποῖον χαρακτηρίζεται ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτὴ ἢ ἀνεκτὴ δόσις (ἐξωτερικὴ ἀκτινοβόλησις) ἢ ὡς μεγίστη ἐπιτρεπτὴ συγκέντρωσις (ἐσωτερικὴ ραδιομόλυνσις). Ὁ προσδιορισμὸς τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς δόσεως ὡς καὶ τῆς μεγίστης ἐπιτρεπτῆς συγκεντρώσεως (εἰς τὸν ἀέρα, ὕδωρ, τρῶφιμα, ζῶντας ὀργανισμοὺς) δι' ἕκαστον τῶν ὑπευθύνων ραδιενεργῶν στοιχείων ἀπετέλεσε πάντοτε τὴν βάσιν ἐπὶ τῆς ὁποίας ὑπελογίσθησαν οἱ ἐκάστοτε κανόνες ἀσφαλείας ἔναντι τῶν ἐκ τῆς ραδιενεργείας κινδύνων.

Τὸ βιολογικὸν ἀποτέλεσμα τῶν ἰονιζουσῶν ἀκτινοβολιῶν συσχετίζεται πρὸς τὴν ποσότητα τῆς ἀπορροφουμένης ὑπὸ τῆς ζώσης ὕλης ἐνεργείας καὶ τοῦ εἴδους τοῦ ἀκτινοβοληθέντος ἴστυ. (ᾄξεϊα καὶ χρονία ἀκτινοπάθεια). Ἡ ὁλόσωμος ἔκθεσις εἰς μίαν δεδομένης ἐντάσεως ἀκτινοβολίαν (δηλαδὴ ποσότητος ἀπορροφηθείσης ἐνεργείας συναρτήσῃ τοῦ χρόνου ἀκτινοβολήσεως) εἶναι ἀσυγκρίτως δυσμενεστέρα ἢ ἡ ἀκτινοβόλησις περιορισμένης ἀνατομικῆς περιοχῆς. Αἱ διαφόρου μορφῆς ἱστολογικαὶ ἢ κυτταρικαὶ ἀλλοιώσεις ἐξαρτῶνται τόσον ἐκ τῆς ὀλικῆς δόσεως (συνολικὴ ποσότης ἀπορροφηθείσης ἐνεργείας) ὅσον καὶ ἐκ τοῦ ρυθμοῦ δόσεως τῆς ἀκτινοβολίας (ποσότης ἀπορροφηθείσης ἐνεργείας ὑφ' ἑνὸς γραμμαρίου ζώσης ὕλης ἀνὰ δευτερόλεπτον). Διὰ τὰ σωματικὰ καὶ γεννητικὰ κύτταρα ὑφίσταται βασικὴ διαφορὰ μεταξὺ ἀκτινοβολήσεως καὶ τοῦ προκληθέντος βιολογικοῦ ἀποτελέσματος. Διὰ τὰ σωματικὰ κύτταρα παρατηρεῖται ἕν κατώφλιον δόσεως ὡς πρὸς τὴν πρόκλησιν ἐμφανῶν βιολογικῶν ἀποτελεσμάτων (ὑφιστάμενα δυνατότητες ἐπανορθωτικῶν ἢ ἀναστρεπτῶν ἀντιδράσεων). Διὰ τὰ γεννητικὰ κύτταρα ἀντιθέτως, ἢ κατ' ἐπανάληψιν ἔκθεσις ἑνὸς ὀργανισμοῦ εἰς μικρὰς δόσεις (μὴ ὑφισταμένη δόσις κατωφλίου) ἰονιζουσῶν ἀκτινοβολιῶν συνεπάγεται καὶ αὐξησιν τῆς συχνότητος τῶν γονιδιακῶν μεταλλάξεων λόγῳ ἀθροιστικῆς δόσεως τῶν ἀκτινοβολιῶν ἐπὶ τῶν γονιδίων (μὴ δυνατότης ἀναστρεπτῶν ἢ ἐπανορθωτικῶν ἀντιδράσεων).

## ΓΕΝΙΚΟΝ ΣΧΕΔΙΟΝ ΜΕΛΕΤΗΣ

### ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

#### I) Βασικαὶ Γνώσεις.

1) Ἀτομικὴ σύστασις τῆς ὕλης.

α. Ἱστορικόν.

β. Θεωρία Quanta - Φωτονίων - Ἰσοδυναμία ὕλης καὶ ἐνεργείας.

γ. Φύσις τῶν ἀκτινοβολιῶν τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων.

δ. Κοσμικὴ Ἀκτινοβολία-Φασματοσκοπικὴ ἀνάλυσις τῶν χημ. στοιχείων.

ε. Πρότυπα δομῆς ἀτόμου.

2) Σύστασις τῶν πυρηνικῶν συγκροτημάτων.

α. Ἱστορικόν - Πρώτη τεχνητὴ διάσπασις πυρῆνος.

β. Συστατικὰ πυρῆνος.

γ. Πρότυπα δομῆς πυρῆνος.

δ. Διάφοροι πυρηνικοὶ σχηματισμοί.

ε. Εὐσταθεῖς καὶ ἀσταθεῖς πυρῆνες - Ραδιοενεργοποιήσις.

στ'. Ἐλλειμμα μάζης - Ἐνέργεια συνδέσεως.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

#### ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

#### II) Ἰονίζουσai Ἀκτινοβολίαι — Βιολογικὴ σπουδαιότης.

1) Χαρακτηριστικαὶ φυσικοχημικαὶ ιδιότητες τῶν ιονίζουσῶν Ἀκτινοβολιῶν.

2) Μονάδες Ραδιενεργείας - Δοσιμετρία Ἀκτινοβολιῶν. Κανόνες Ἀσφαλείας.

3) Προέλευσις ιονίζουσῶν Ἀκτινοβολιῶν.

α) Ἐκ φυσικῶν Ραδιενεργῶν πηγῶν.

ι. Κοσμικὴ Ἀκτινοβολία.

ιι. Φυσικὰ Ραδιενεργὰ στοιχεῖα.

β) Ἐκ τεχνητῶν Ραδιενεργῶν πηγῶν.

1. Σοβαρότεροι πηγαὶ ραδιομολύνσεως.

α. Ραδιομολύνσεις παγκοσμίου ἐνδιαφέροντος καὶ μακρᾶς διάρκειας.

β. Ραδιομολύνσεις σοβαρᾶς μορφῆς ἀλλὰ περιορισμένου καὶ τοπικοῦ ἐνδιαφέροντος.

4) Κυκλοφορία τῶν ραδιενεργῶν προϊόντων ἐν τῇ βιοσφαιρᾷ.

5) Ἀλληλοεπίδρασις Ἀκτινοβολιῶν καὶ ὕλικῶν σωμάτων.

6) Ραδιοευσαισθησία τῶν ζώντων ὀργανισμῶν.

7) Ρόλος τῶν Κτηνιατρικῶν Ὑπηρεσιῶν.

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

## I) ΒΑΣΙΚΑΙ ΓΝΩΣΕΙΣ

## 1) ΑΤΟΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

α. Ἱστορικόν. Ἡ πρωταρχικῶς διατυπωθεῖσα ἔννοια περὶ ἀτόμου ἀνάγεται εἰς τὴν ἐποχὴν τοῦ Δημοκρίτου. Ὡς ἄτομον ἐννοεῖτο ἡ ἐλαχίστη ποσότης ὕλης μὴ περαιτέρω διαιρετῆς. Ἀπαιτήθησαν ἔκτοτε 2.300 ἔτη ἵνα ἡ πρωταρχικὴ ταύτη ἀντίληψις περὶ ἀτόμου λάβῃ ἀξιόλογον ὥθησιν διὰ τῶν ἐρευνῶν τοῦ Dalton (1766 - 1844). Κατὰ τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν τοῦ Dalton ὁ ὄρισμός τοῦ ἀτόμου ἐταυτίσθη πρὸς τὴν ἔννοιαν τοῦ ἀτόμου ἐκάστου χημικοῦ στοιχείου. Αἱ μεταγενεστέρως ἐπιτελεσθεῖσαι ἐρευναι συντέλεσαν εἰς τὴν θεμελίωσιν τῆς Πυρηνικῆς Φυσικῆς καὶ Χημείας.

Τὴν ἐπίτευξιν διακρίσεως μεταξὺ ἀτόμων καὶ μορίων (Avogadro 1811) τὸν προσδιορισμὸν ὅτι τὸ ἄτομον τοῦ ὕδρογόνου συνιστᾷ τὸ βασικὸν συστατικὸν τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων (Prout 1815) καὶ τὴν διατύπωσιν τῶν νόμων τῆς ἠλεκτρολύσεως (Faraday 1833 - Arrhenius 1887) διεδέχθησαν ἡ κατάταξις τῶν χημικῶν στοιχείων εἰς ἴδιον σύστημα (περιοδικὸν σύστημα - Mendelejew 1867) καὶ ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ἠλεκτρονίου (Stoney 1874). Κατὰ τὸ ἔτος 1913 οἱ Aston, Soddy καὶ J. J. Thomson ἀνακαλύπτουν τὰ ἰσότοπα (1) τῶν σταθερῶν στοιχείων. Μετὰ παρέλευσιν ὀλίγων ἐτῶν (1919) ὁ Rutherford ἐπιτυγχάνει τὴν πρώτην τεχνητὴν μεταστοιχείωσιν κατόπιν βομβαρδισμοῦ τοῦ ἀτόμου τοῦ στοιχείου ἀζώτου διὰ σωματιδίων  $\alpha$  ( ${}_2\text{He}^+$ ). Ἐκ τῆς τεχνητῆς ταύτης μεταστοιχειώσεως λαμβάνει ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον.

Ἡ διευκρίνησις ὁμοῦ τῆς ἐσωτερικῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου ἤρχισε μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῶν ἀκτίνων Roentgen (1895) καὶ τὸν καθορισμὸν τῆς ἀοράτου ἀκτινοβολίας τοῦ οὐρανίου καὶ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων Πλουτωνίου καὶ Ραδίου (Bequerel 1896, P. καὶ C. Curie 1898).

## β. Θεωρία Quanta-Φωτονίων-Ἰσοδυναμία ὕλης καὶ ἐνεργείας :

Ἀξιόλογος ὥθησις πρὸς τὴν κατεύθυνσιν διερευνήσεως τῆς ἀτομικῆς συστάσεως τῆς ὕλης ἐδόθη ἀναμφισβητήτως ὑπὸ τοῦ Max Plank καὶ Einstein (θεωρία Quanta 1900, Σχετικότητος 1905).

Ὁ Max Plank σπουδάζων τὸν τρόπον ἀποβολῆς τῆς ὑπὸ θερμομει-

(1) Ἱσότοπα στοιχεῖα : καλοῦνται τὰ στοιχεῖα ἐκεῖνα τῶν ὁποίων οἱ πυρῆνες ἔχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν πρωτονίων διάφορον ὁμοῦ ἀριθμὸν νετρονίων. Ἦτοι κατέχουν τὴν αὐτὴν θέσιν ἐν τῷ περιοδικῷ συστήματι ἀλλὰ διάφορον ἀτομικὸν βάρος ἢ τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν (Z) διάφορον ὁμοῦ μαζικὸν ἀριθμὸν (A).

Ὁ ἀτομικὸς μὲν ἀριθμὸς ἐκφράζει τὰ εἰς τὸν πυρῆνα ἐκάστου χημικοῦ στοιχείου περιεχόμενα πρωτόνια ὁ δὲ μαζικὸς ἀριθμὸς τὸ σύνολον τῶν πρωτονίων καὶ νετρονίων τοῦ πυρῆνος : π.χ. Ὑπάρχουν τρία ἰσότοπα τοῦ ὕδρογόνου, τὸ ὕδρογόνον ( ${}_1\text{H}^1$ ), τὸ δευτέριον ( ${}_1\text{H}^2$ ) καὶ τὸ τρίτιον ( ${}_1\text{H}^3$ ).



# STAPHYLOCOCCUS AUREUS TOXOID

(SLANETZ STRAIN N° 7)

## ΕΙΔΙΚΟΝ ΑΝΤΙΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΙΚΟΝ ΕΜΒΟΛΙΟΝ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΜΑΣΤΙΤΙΔΟΣ ΤΩΝ ΑΓΕΛΑΔΩΝ (ΟΛΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ - ΧΗΜΙΚΩΣ ΑΠΟΝΕΚΡΩΘΕΙΣΑ)

Κατόπιν τῆς διαπιστουμένης καθημερινῶς ἐλλείψεως αποτελεσματικότητος τῶν πλείστων ἀντιβιοτικῶν ἐναντι τῆς σταφυλοκοκκικῆς μαστίτιδος τῶν ἀγελάδων, ὡς μόνη ὀρθολογικὴ μέθοδος ἀντιμετώπισεως τῆς ἀνωτέρω νόσου ἢ ὁποία προκαλεῖ τεραστίας ζημίας εἰς τὴν ἀγελαδοτροφίαν, ἐμφανίζεται ἡ ἔγκαιρος ἀνοσοποίησης τῶν μοσχίδων διὰ τοῦ ἐμβολιασμοῦ αὐτῶν μετὰ τὸ Εἶδικον

### ΑΝΤΙΣΤΑΦΥΛΟΚΟΚΚΙΚΟΝ ΕΜΒΟΛΙΟΝ

Ὁ ἐμβολιασμὸς τῶν μοσχίδων διενεργεῖται μετὰ τὸ πρῶτον ἔτος τῆς ἡλικίας των καὶ πρὸ τοῦ πρώτου τοκετοῦ. Ἐπαναλαμβάνεται δὲ μετὰ ἓνα μῆνα καὶ ἕκτοτε ἅπαξ τοῦ ἔτους.

Διὰ τοῦ τρόπου τούτου δύναται ὄχι μόνον νὰ καταπολεμηθῇ ἡ σταφυλοκοκκικὴ μαστίτις ἀλλὰ καὶ σὺν τῷ χρόνῳ νὰ ἐκριζωθῇ ἀπὸ τὰ βουστάσια.

Κατασκευάζεται ὑπὸ τῆς

**AMERICAN CYANAMID CO**

30, Rockefeller Plaza New York 20, N. Y.

ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΙΑ

**Λ Α Π Α Φ Α Ρ Μ Α Ε.**

Ἄθῆναι — Σωκράτους 50 — Τηλ. 521.463

Θεσσλονίκη — Μητροπόλεως 37 — Τηλ. 70.064



# ΠΡΟΤΥΠΟΝ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΕΙΟΝ ΕΚΚΟΛΑΠΤΗΡΙΑ-ΑΝΑΘΡΕΠΤΗΡΙΑ Γ. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ & Ι. ΤΣΟΥΝΤΖΗ

ΠΑΡΑΛΙΑ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ

Τηλέφωνον 07.330 — ΑΘΗΝΑΙ

- Αί τελειότεραι καί πλέον συγχρονισμένοι έγκαταστάσεις τής 'Ανατολής καί όλοκλήρου τής Εύρώπης.
- Τά τελειότερα αυτόματα μηχανήματα χωρητικότητος έξήκοντα έξ χιλιάδων (άρ. 66.000) αύγών έκαστον.
- 'Η αύστηρά έπιλογή τών αναπαραγωγών όρνίθων.
- 'Η άπαλλαγή τών νεοσσών από τήν λευκήν διάρροϊαν.
- 'Η έκμηδένησις τών άπωλειών τών νεοσσών.
- 'Η ύψηλοτάτη άπόδοσις τών πουλάδων.

Συνετέλεσαν ώστε νά καταστή περίφημος καί περιζήτητος ανά τήν 'Ελλάδα ό νεοσσός τών έκκολαπτηρίων  
Γ. ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ & Ι. ΤΣΟΥΝΤΖΗ

ΤΙΜΑΙ ΑΣΥΝΑΓΩΝΙΣΤΟΙ

ΕΥΚΟΛΙΑΙ ΠΛΗΡΩΜΗΣ





μένου σώματος ἐκπεπομένης ἀκτινοβολίας (μέλαν σῶμα) προσεπάθησε νά συνδέσῃ διὰ σχέσεως τὴν οὕτω ἐκπεπομένην ἀκτινοβολίαν πρὸς τὴν προσφερομένην ἔξωθεν ἐνέργειαν ὑπὸ μορφὴν θερμότητος. Ὁ μὴ συμβιβασμός, τοῦλάχιστον διὰ τὰς ἀκτινοβολίας μεγάλης συχνότητος, τῶν θεωρητικῶν ὑπολογισμῶν πρὸς τὰ πειραματικὰ ἀποτελέσματα, ὠδήγησαν τὸν Plank εἰς τὴν διατύπωσιν τῆς θεωρίας αὐτοῦ τῶν ποσῶν ἢ Quanta.

Ὁ Plank ἀπεδέχθη ὅτι ἡ ἐκ τοῦ θερμαινομένου σώματος ἐκπεπομένη ἀκτινοβολία δὲν συντελεῖται κατὰ τρόπον συνεχῆ ὡς ἐπιστεύετο μέχρι τῆς ἐποχῆς ἐκείνης, ἀλλὰ κατὰ τρόπον διακεκομένον καὶ ὑπὸ μορφὴν καθορισμένου καὶ σταθεροῦ ποσοῦ ἐνεργείας ἢ πολλαπλασιῶν αὐτοῦ (Quantum). Ἡ παράτολμος, ἀλλὰ τόσον εὐστοχος ὑπόθεσις τοῦ Plank, συνετέλεσε εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς ὁμωνύμου αὐτοῦ σταθερᾶς (h) <sup>(1)</sup> ἣτις καὶ ἀντιπροσωπεύει τὸ ἐλάχιστον ποσοῦν ἐνεργείας τὸ ὁποῖον δύναται νά ὑπάρξῃ ἐν τῇ φύσει. Ἐκτοτε ἡ σταθερὰ τοῦ Plank κατέστη μία τῶν ἀξιολογωτέρων σταθερῶν τῆς φυσικῆς καὶ εἰσέρχεται εἰς πᾶν σύστημα ἐνεργειακῆς φύσεως.

Ἐπέκτασιν τῆς θεωρίας τῶν Quanta ἀπέτελεσε καὶ ἡ διὰ φωτονίων <sup>(2)</sup> μετάδοσις τοῦ φωτός. Ἡ θεωρία τῶν φωτονίων ἀπεδείχθη λίαν χρήσιμος προκειμένου νά ἐξηγηθῶσιν μερικὰ τῶν φυσικῶν φαινομένων (Φωτοηλεκτρικόν, Compton, Δίδυμος γένεσις <sup>(3)</sup>) ἢ ἐξηγηθεῖα τῶν ὁποίων δὲν καθίστατο δυνατὴ διὰ τῆς ἡλεκτρομαγνητικῆς θεωρίας.

(1) Κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν Quanta ἡ ἐνέργεια οἰασδήποτε ἀκτινοβολίας ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς σταθερᾶς τοῦ Plank (h) ἐπὶ τὴν συχνότητα ταύτης (ν) ἥτοι :  $E = h \cdot \nu$  ἢ  $E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$  ὅπου λ τὸ μῆκος κύματος τῆς ἀκτινοβολίας καὶ C ἡ ταχύτης τοῦ φωτός. Εἰς περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ τιμὴ τῆς συχνότητος μιᾶς ἀκτινοβολίας εἶναι ἴση πρὸς τὴν μονάδα (ὅπερ σημαίνει ἐὰν  $\lambda = C = 300.000$  μέτρα) ἡ ἐνέργεια τῆς θεωρουμένης ἀκτινοβολίας θὰ ἰσοῦται προφανῶς πρὸς τὴν τιμὴν τῆς σταθερᾶς h τοῦ Plank. Ἡ ἀντίστοιχος ταύτης τιμὴ εἰς erg - sec εἶναι ἴση πρὸς  $6,6257 \times 10^{-27}$  erg.

(2) Φωτόνιον εἶναι ἡ μικροτέρα ποσότης ἀκτινοβόλου ἐνεργείας τὴν ὁποίαν δύναται ν' ἀπορροφήσῃ ἐν ὕλικόν σῶμα.

(3) Τὰ φαινόμενα, φωτοηλεκτρικόν, Compton, καὶ δίδυμος γένεσις συνιστοῦν μηχανισμούς ἀπωλείας ἐνεργείας τῶν προσπίπτουσῶν ἐπὶ τῶν διαφόρων ὕλικῶν ἡλεκτρομαγνητικῆς φύσεως ἀκτινοβολιῶν (σκληραὶ ἀκτίνες X, ἀκτίνες γ). Ἡ ἀντικειμενικὴ παρατήρησις ἐνὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν εὐρίσκεται εἰς ἄμεσον ἐξάρτησιν πρὸς τὴν ἐνέργειαν τοῦ προσπίπτοντος φωτονίου καὶ τὴν σύστασιν τοῦ ὑφισταμένου τὴν ἀκτινοβόλησιν ὕλικου. Κατ' ἀντιδιαστολὴν πρὸς τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα, τὸ φαινόμενον τοῦ φθορισμοῦ, ὀφείλεται εἰς διέγερσιν τῶν ἀτόμων τοῦ ἀπορροφοῦντος ὕλικου κατόπιν ἀκτινοβολήσεως αὐτοῦ. Συνεπεία τῆς παρατηρουμένης διεγέρσεως λαμβάνει χώραν ἐκπομπὴ δευτερογενοῦς ἀκτινοβολίας (φθορισμός) συχνότητος μικροτέρας (συνεπεία μερικῆς ἀπορροφῆσεως) ἢ ἴσης πρὸς τὴν προσπίπτουσαν τοιαύτην.

Ἡ διατυπωθεῖσα εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ αἰῶνος καὶ συμπληρωθεῖσα ἀργότερον θεωρία τῆς σχετικότητος ἐκτὸς τῶν ἄλλων ἀπηχίσεων τὰς ὁποίας εἶχεν εἰς τὰς ἀντιλήψεις περὶ τῶν φυσικῶν φαινομένων, ἤγαγε εἰς τὴν πρωτότυπον ἀντίληψιν τῆς ἰσοδυναμίας ὕλης καὶ ἐνεργείας. Ὑλῃ καὶ ἐνέργεια συνιστοῦν δύο διαφοροτικὰς ἐνεργειακὰς καταστάσεις ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ἐνεργειακοῦ συστήματος. Ἡ ὕλη θεωρεῖται ἔκτοτε ὡς μορφή ἐνεργείας εἰς κατάστασιν εἰδικῆς συμπυκνώσεως (1).

Αἱ διατυπωθεῖσαι θεωρίαι ὑπὸ τοῦ Plank καὶ Einstein ἂν καὶ παρουσιάζουν ἀξιόλογον ἀπόκλισιν ἐκ τῶν δεδομένων τῆς Κλασσικῆς Φυσικῆς, ἐν τούτοις ἡ ἐπιβεβαίωσις αὐτῶν συνετέλεσε εἰς τὸ ν' ἀποτελέσουν τὴν βᾶσιν τῆς νέας Φυσικῆς.

### γ. Φύσις ἀκτινοβολιῶν τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων.

Αἱ πειραματικαὶ ἐργασίαι τῶν Rutherford (1903) Soddy καὶ Royds (1908 - 1909) ἐπὶ τῆς φύσεως τῶν ἐκπεμπομένων ὑπὸ τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἀκτινοβολιῶν ἐπέτρεψαν τὴν διατύπωσιν τῶν καὶ σήμερον παραδεδεγμένων συμπερασμάτων.

α) Ἡ σωματιδιακὴ ἀκτινοβολία α ( ${}_2\text{He}^+$ ) ὡς συνισταμένη ἐκ ροῆς πυρῆων τοῦ χημικοῦ στοιχείου ἡλίου ἐπιβεβαίωσε τὴν ἀτομιστικὴν σύστασιν τῆς ὕλης.

β) Αἱ ἐκ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐκπεμπόμεναι ἀκτινοβολίαι ὀφείλονται εἰς φυσικὴν διάσπασιν αὐτῶν. Δύνανται νὰ εἶναι εἴτε ἠλεκτρομαγνητικῆς φύσεως (γ) εἴτε σωματιδιακῆς τοιαύτης (α, β κλπ).

γ) Ἡ διάσπασις (2) τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἀποτελεῖ στατικὸν φαινόμενον καὶ ἀκολουθεῖ εἰδικούς νόμους.

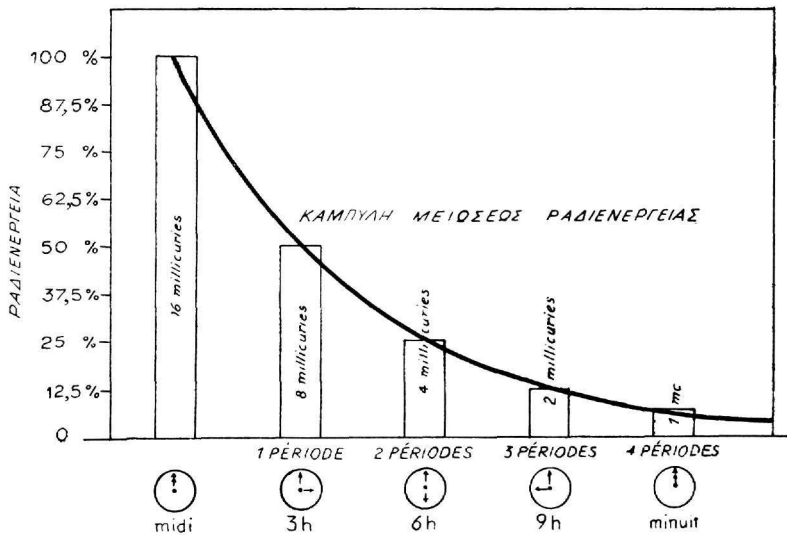
(1) Κατὰ τὸν Einstein πᾶσα μορφή ἐνεργείας παρουσιάζει ἀδράνειαν. Ὡς ἐκ τούτου ἔχει μᾶζαν. Ἡ ἔννοια ὅθεν τῆς ἰσοδυναμίας ὕλης καὶ ἐνεργείας δίδεται ὑπὸ τῆς διατυπωθείσης ὑπὸ τοῦ Einstein ἐξισώσεως :

$E = m \cdot v^2$  ἢτοι ἡ ἐνέργεια ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς μάζης (m) ἐπὶ τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός. Τουτέστιν, ἐὰν δεδομένη ποσότης μάζης δύναται νὰ ἐπιταχυνθῇ κατὰ μίαν τιμὴν ἴσην πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός (300000<sup>2</sup> μέτρα - sec) τότε μετατρέπεται εἰς ἰσοδύναμον ἐνέργειαν.

(2) Ραδιενεργὸς διάσπασις: Τὸ φαινόμενον τῆς ραδιενεργοῦ διασπάσεως συνιστᾷ χαρακτηριστικὸν γνώρισμα τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων καὶ τῶν τεχνητῶς ἐπιτευχθέντων ραδιενεργῶν ἰσοτόπων. Ἡ ραδιενεργὸς διάσπασις ἐκφράζει ἐνδοπυρηνικὴν ἐνεργειακὴν κατάστασιν ἀσταθείας τοῦ θεωρουμένου στοιχείου. Ἀντικειμενικῶς καθίσταται ἀντιληπτὴ διὰ τῶν ἐκπεμπομένων ἀκτινοβολιῶν. Τὸ φαινόμενον τῆς ραδιενεργείας ἀκολουθεῖ στατικούς νόμους. Πότε εἰς διηγερούμενος πυρῆν θὰ ἐκπέμψῃ μίαν ἀκτινοβολίαν εἶναι καὶ ἄγνωστον καὶ δὲν ἐπιηρεάζεται ἐκ τῶν ἑξωτερικῶν συνθηκῶν. Ἡ πιθανότης ὅθεν διασπάσεως ἑνὸς πυρῆνος ἐντὸς χρονικοῦ διαστήματος Δt εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς προϋστορίας τοῦ πυρῆνος. Εἶναι δὲ ἡ αὐτὴ δι' ὅλους τοὺς πυρῆνας τοῦ αὐτοῦ εἶδους. (E. Ven-

**δ. Κοσμική ἀκτινοβολία - Φασματοσκοπική ἀνάλυσις τῶν χημικῶν στοιχείων.**

Ἐο παρατηρούμενος ἰονισμός (1) εἰς τὰ πλησίον τῆς γῆς στρώματα τοῦ



Σχ. 1.— Γραφική παράστασις ἐμφαίνουσα τὴν μείωσιν τῆς ραδιενεργείας τοῦ ραδιενεργοῦ Καισίου - 134 οὕτινος ὁ χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ εἶναι ἴσος πρὸς 3 ὥρας (half - life).

Schweidler). Ἡ ραδιενεργὸς διάσπασις ἀκολουθεῖ εἰδικούς νόμους (Rutherford - Soddy -). Ὁ ἀριθμὸς τῶν ὑφισταμένων πυρήνων εἰς δεδομένην στιγμὴν δὲν δύναται εὐκόλως νὰ προσδιορισθῇ. Διὰ τῶν γνωστῶν ἀνιχνευτικῶν διατάξεων ἀνιχνεύονται τὰ ἐκπεμπόμενα ἐκαστοτε σωματίδια (α, β). Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκπεμπόμενων σωματιδίων ἐντὸς δεδομένου χρονικοῦ διαστήματος ἀντιπροσωπεύει προφανῶς τὸν ἀριθμὸν τῶν πυρήνων οἵτινες μετεστοιχειώθησαν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρονικοῦ διαστήματος. Κριτήριον ὄθεν τῆς πυρηνικῆς διασπάσεως ραδιενεργοῦ τινὸς πυρήνους εἶναι ὁ ρυθμὸς διασπάσεως  $\left(\frac{dN}{dt}\right)$  ὅστις και ἐκλήθη ραδιενέργεια. Διὰ μαθηματικῶν ὑπολογισμῶν καθωρίσθη ὅτι ὁ ρυθμὸς διάσπάσεως ἑνὸς ραδιενεργοῦ ὑλικοῦ εἰς δεδομένην στιγμὴν ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τοῦ ὑφισταμένου ἀριθμοῦ τῶν ραδιενεργῶν πυρήνων κατὰ τὴν στιγμὴν ἐκείνην ἐπὶ μίαν σταθερὰν ( $\lambda$  = σταθερὰ διασπάσεως) ἐξαρτωμένην ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ πυρήνος. Ἡ σταθερὰ διασπάσεως συνδέεται μεθ' ἑνὸς μακροσκοπικοῦ μεγέθους τοῦ χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ,  $t^{1/2}$   $\left(t^{1/2} = \frac{0,693}{\lambda}\right)$ , ὅστις ἀντιπροσωπεύει χρονικὸν διάστημα ἐντὸς τοῦ ὁποίου θὰ παραμείνῃ ἀδιάσπαστος ὁ ἥμισυ ἀριθμὸς ραδιενεργῶν πυρήνων και ἀντιστοίχως ἡ ἡμίσεια ραδιενέργεια (Σχ. 1).

(1) Ἴονισμός: Αἱ σωματιδιακαὶ ἢ αἱ ἠλεκτρομαγνητικαὶ ἀκτινοβολία, ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ προκαλοῦν ἰονισμὸν ἐντὸς τῆς ὕλης δι' ἣς διέρχονται. Ὁ

ἀέρος, δὲν δύναται ν' ἀποδοθῆ ἔξ ὀλοκλήρου εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ὑπὸ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐκπεμπομένων ἀκτινοβολιῶν. Ἐπεδείχθη ὅτι, κατ' ἓνα σοβαρὸν ποσοστὸν, ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἀκτίνων προερχομένων ἐκ τοῦ ἔξωθεν τῆς γῆς περιβάλλοντος (Κοσμικὴ ἀκτινοβολία). Ἡ ἀνίχνευσις τῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας (1) καὶ κατὰ τὴν περίοδον τῆς νυκτός, ἀποκλείει μὲν τὴν ἐκ τοῦ ἡλίου προέλευσίν τῆς συνηγορεῖ ὅμως ὑπὲρ τῆς προελεύσεως ταύτης ἐκ παναρχαίων ἐκκρήξεων. Αἱ πανάρχαιαι αὗται ἐκκρήξεις ἔλαβον προφανῶς χώραν εἰς διαφόρους ἀστερισμοὺς εἰς τοὺς ὁποίους, κατὰ πᾶσαν πιθανότητα, ἡ ὕλη ἐφέρετο εἰς κατάστασιν ἐξαιρετικῶς μεγάλης συμπυκνώσεως.

Ἡ κοσμικὴ ἀκτινοβολία, ἣτις ἦλθεν ὡς ἄρωγός τρόπον τινὰ εἰς τὴν ἐξήγησιν μερικῶν πιθανῶν πλευρῶν τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου, συνιστᾷ πολὺπλοκον ἐνεργειακὸν σύστημα. Ἡ δικαιολογημένη προσπάθεια καθορισμοῦ τῶν αἰτίων προελεύσεως ἐπόμενον ἦτο νὰ ὀδηγήσῃ καὶ εἰς τὴν διατύπωσιν πλείστων ὄσων ἀντιλήψεων καὶ θεωριῶν ἀναφερομένων μάλιστα εἰς τὴν γένεσιν καὶ αὐτῆς ταύτης τῆς ὕλης ἐν τῷ σύμπαντι.

Σημαντικὴ ὅμως σπουδαιότης, ἐν τῇ προσπαθείᾳ τοῦ ἀνθρώπου νὰ ἐρευνήσῃ τὴν ἐσωτερικὴν δομὴν τοῦ ἀτόμου, ἀνήκει εἰς τὰς ἐρεῦνας τῆς φασματοσκοπικῆς ἀναλύσεως τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων. Ἡ μὴ δυνατότης τῶν χημικῶν στοιχείων τῆς ἀφ' ἑαυτῶν ἐκπομπῆς οἰασδῆποτε ἀκτινοβολίας καὶ αἱ παρατηρήσεις τῆς φασματοσκοπικῆς ἀναλύσεως ἐπὶ τῶν ὑπ' αὐτῶν τούτων τῶν χημικῶν στοιχείων ἐκπεμπομένων ἀκτινοβολιῶν κατόπιν ἐξωτερικῆς ἐπ' αὐτῶν ἐπιδράσεως (προσφορὰ ἐνεργείας ὑπὸ μορφὴν θερμότητος κ.λ.π.) ἐπόμενον ἦτο νὰ ἐνισχύσουν τὴν ὑπόνοιαν ὑπάρξεως ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τοῦ ἀτόμου συστημάτων δονήσεως. Ἡ ἀποδοχὴ παρομοίας ὑποθέσεως κατέστη ἐπιστημονικῶς

ἐν λόγῳ ἰονισμὸς προκύπτει ἐκ τῆς ἀποσπάσεως, τῇ ἐπιδράσει τῶν ἀκτινοβολιῶν, περιφερειακῶν ἠλεκτρονίων τῶν ἀτόμων τῆς ὑφισταμένης τὴν ἀκτινοβολίαν ὕλης. Ἡ ἀπώλεια ἐνός ἢ περισσοτέρων ἠλεκτρονίων ἐκ τῶν ἀτόμων τῆς ἀκτινοβολουμένης ὕλης δίδει γένεσιν εἰς ἰόντα (ἐξασφάλις ἀγωγιμότητος ἀερίων) ἢ εἰς ἐλευθέρως βραχυβίους ρίζας χαρακτηριζομένας διὰ τὰς ὀξειδοαναγωγικὰς τῶν ιδιότητας (ὔδωρ - ζῶσα ὕλη).

(1) Κοσμικὴ ἀκτινοβολία: Ἀκτινοβολία μεγάλης ἐνεργείας, προερχομένη ἐκ τῶν μεσοαστρικῶν διαστημάτων καὶ ἀφικνουμένη εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τῆς γῆς κατόπιν ἰσχυροτάτου μηχανισμοῦ ἐπιταχύνσεως. Αἱ κοσμικαὶ ἀκτίνες συνίστανται ἐκ πυρήνων διαφόρων στοιχείων κυρίως δὲ πυρήνων ὕδρογόνου (πρωτόνια) ἡλίου (ἀκτίνες α) ὀξυγόνου, ἀζώτου ἀνθρακος κ.λ. (πρωτογενὴς κοσμικὴ ἀκτινοβολία). Ἐκ τῆς ἀρχικῆς κοσμικῆς ἀκτινοβολίας καὶ κατόπιν διελεύσεως ταύτης διὰ τῶν ὑψηλωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας, προκύπτει ἡ δευτερογενὴς κοσμικὴ ἀκτινοβολία, συνισταμένη ἐκ πρωτονίων νετρονίων, ἀκτίνων γ καὶ πυρηνικῶν προϊόντων σχάσεως καλουμένων μεσονίων (Yukawa) ἣτις καὶ ἀνιχνεύεται ἐπὶ τῆς γῆς.

ἐπιβεβλημένη καθ' ὅσον ἡ ἐξήγησις τῶν ἐκ τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων ἐκπεμπομένων ἀκτινοβολιῶν θὰ ἦτο πρακτικῶς ἀδύνατος. Τὴν ὑφισταμένην ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τοῦ ἀτόμου πιθανὴν ἐνεργειακὴν κατάστασιν, τοὔτέστιν τὴν φύσιν καὶ τὴν δυνατότητα κατανομῆς ταύτης εἰς κεχωρισμένα ἐπίπεδα ἐνεργείας ἤλθον νὰ ἐνισχύσουν αἱ ὑπὸ τῶν Balmer καὶ Ritz γενόμεναι φασματοσκοπικαὶ παρατηρήσεις ἐπὶ τῶν φασμάτων τοῦ ὕδρογόνου καὶ κατ' ἐπέκτασιν τῶν λοιπῶν χημικῶν στοιχείων.

Αἱ διατυπωθεῖσαι μαθηματικαὶ σχέσεις πρὸς ἐξήγησιν τῆς κατανομῆς τῶν φασματικῶν γραμμῶν εἰς τὰ ἐπιτευχθέντα φάσματα τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων, ἐν συσχετίσει πρὸς τὰς συχνότητας τῶν ὑπ' αὐτῶν ἐκπεπομένων ἀκτινοβολιῶν ἐξηγοῦνται ἐκ τῆς ὑφισταμένης δυνατότητος μεταπτώσεως τῆς ἐνεργειακῆς καταστάσεως τοῦ ἀτόμου ἐξ ἐνὸς ἐπιπέδου ἐνεργείας εἰς ἕτερον. Οὕτω, ἡ ἐνέργεια ἐκάστης ἐκπεπομένης μονοχρωματικῆς ἀκτινοβολίας δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀντιπροσωπεύουσα ποσότητα ἐνεργείας ἴσην πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἐνεργειῶν δύο διαφορευτικῆς στάθμης ἐπιπέδων ἐνεργείας τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ ἀτόμου. Κατ' ἐπέκτασιν, ἡ δυνατότης συσχετίσεως τῶν ὑπὸ τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων ἐκπεπομένων ἀκτινοβολιῶν κατόπιν προσφορᾶς ἐνεργείας μετὰ τῶν ἐκ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐκπεπομένων ἀκτινοβολιῶν καθίσταται καὶ εὐλόγος καὶ ἐπιστημονικῶς δικαιολογημένη. Ἡ φυσικὴ διάσπασις τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἤτις ἐκδηλοῦται ἀντικειμενικῶς διὰ τῶν ὑπ' αὐτῶν ἐκπεπομένων ἀκτινοβολιῶν, δίδει μίαν ἰδέαν τῆς ἀσταθοῦς αὐτῶν ἐνεργειακῆς καταστάσεως καὶ δικαιολογεῖ ὡς ἐκ τοῦτου τὴν ραδιενεργὸν αὐτῶν διάσπασιν πρὸς ἐξισφάλισιν εὐσταθεστέρων πυρηνικῶν συγκροτημάτων.

### ε. Πρότυπα δομῆς Ἀτόμου.

Αἱ περιορισμέναι ἀλλὰ τόσον ἀξιόλογοι παρατηρήσεις ὡς πρὸς τὴν πιθανὴν κατάστασιν τοῦ ὑφισταμένου ἐντὸς τοῦ ἀτόμου ἐνεργειακοῦ δυναμικοῦ, ἐπέτρεψαν καὶ τὴν ἀπόπειραν διατυπώσεως συγκεκριμένης ἀπεικονίσεως αὐτοῦ ὑπὸ μορφὴν καθορισμένων οικονομικῶν λίθων.

Πρῶτῃ ἀξιόλογος προσπάθεια διατυπώσεως συγκεκριμένης δομῆς τοῦ ἀτόμου, τοῦ τρόπου διαρθρώσεως τῶν οἰκοδομικῶν αὐτοῦ λίθων καὶ καθορισμοῦ τῶν νόμων οἵτινες συνδέουν ταῦτα ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Rutherford (1911). Ὁ Rutherford ἔχων ὑπ' ὄψιν τὰ δεδομένα τοῦ πλανητικοῦ μας συστήματος καὶ τοὺς ὑπὸ τοῦ Kepler διατυπωθέντας νόμους ἐσκέφθη ν' ἀναγάγῃ τὴν δομὴν τοῦ ἀτόμου, εἰς ἓν στοιχειῶδες πλανητικὸν σύστημα. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ ἐδημιούργησε ἓν δυναμικὸν καὶ οὐχὶ στατικὸν πρότυπον δομῆς τοῦ ἀτόμου μὲ ἀμεσον συνέπειαν τὴν ἀνάγκην, συνεπεῖα τῶν ὑφισταμένων ἑλκτικῶν δυνάμεων Coulomb συνενώσεως τοῦ θετικῶς φορτισμένου πυρῆνος, κατέχοντος τὸ κέντρον, μετὰ τῶν περὶ αὐτοῦ περιστρεφόμενων καὶ ἀρνητικῶς φορτισμένων ἠλεκτρονίων.

Ἐκ τῆς λεπτομερεστεράς ὅμως μελέτης τοῦ προτύπου τοῦ Rutherford ἀπεδείχθη ὅτι ἡ συνύπαρξις πυρῆνος καὶ ἠλεκτρονίων δὲν ἦτο τόσον εὐκολος ὅσον ἐθεωρεῖτο. Ἐπὶ πλεόν, ἦτο ἀσυμβίβαστος πρὸς τὰ δεδομένα τῆς ἠλεκτροδυναμικῆς. Πράγματι, τὸ πρότυπον δομῆς τοῦ ἀτόμου κατὰ Rutherford, ἤρχετο εἰς ἀντίθεσιν :

α) Πρὸς τὴν ὑφισταμένην καὶ ἀναμφισβήτητον σταθερότητα τῶν χημικῶν στοιχείων (τῶν μὴ ραδιενεργῶν).

β) Πρὸς τὴν μὴ ἐκπομπὴν (βάσει τῶν δεδομένων ἠλεκτροδυναμικῆς τὸ ἄτομον μὲ δομὴν οἴαν τοῦ προτύπου Rutherford ὀφείλει νὰ ἐκπέμπῃ ἀκτινοβολίαν) ὑπὸ τῶν χημικῶν στοιχείων φωτὸς ἢ ἀκτινοβολίας ἄνευ ἐξωτερικῆς προσφορᾶς ἐνεργείας καὶ

γ) Πρὸς τὸ σύνθητες γραμμικὸν φάσμα τῶν χημικῶν στοιχείων.

Τὰς προκληθείσας ἀντιθέσεις πρὸς τὰ δεδομένα τῆς ἠλεκτροδυναμικῆς ἀνέλαβε νὰ συμβιβάσῃ ὁ N. Bohr διὰ τῶν θεωρητικῶν καὶ πειραματικῶν αὐτοῦ ἐργασιῶν ἐπὶ τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου τοῦ ὕδρογόνου καὶ τῆς ἐρμηνείας τῶν φασμάτων αὐτοῦ. Ὁ N. Bohr λαβὼν ὡς ἀφετηρίαν τὸ πρότυπον δομῆς τοῦ ἀτόμου κατὰ Rutherford (θετικὸς πυρῆν - ἄρνητικὸν περίβλημα) διετύπωσε τὸ νέον αὐτοῦ πρότυπον (δομὴ ἀτόμου ὕδρογόνου) κατόπιν εἰσαγωγῆς τῶν θεωριῶν τοῦ Plank καὶ Einstein καὶ ἀποδοχῆς, κατὰ τρόπον αὐθαίρετον, τῶν γνωστῶν κατωτέρω μὴ κλασσικῶν αὐτοῦ συνθηκῶν (Postulate).

α) Ὅτι τὰ περίξ τοῦ πυρῆνος περιστρεφόμενα ἠλεκτρόνια δὲν δύναται νὰ διαγράφωσι μίαν οἰανδήποτε τροχίαν ἀλλὰ περιστρέφονται ἐπὶ περιορισμένου ἀριθμοῦ τροχιῶν ἢ δὲ περιστροφῆ των λαμβάνει χώραν ἄνευ ἀποβολῆς ἐνεργείας (ὑπὸ μορφήν φωτὸς ἢ ἀκτινοβολίας).

β) Ἡ ἀποβολὴ φωτὸς ἢ ἀκτινοβολίας δὲν προκαλεῖται ὑπὸ τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῶν ἠλεκτρονίων ἐπὶ τῶν σταθερῶν καὶ κεχωρισμένων τροχιῶν αὐτῶν ἀλλὰ λαμβάνει χώραν κατόπιν μεταπηδήσεως ἐνὸς ἠλεκτρονίου ἀπὸ τινος κβαντικῆς τροχιάς εἰς ἄλλην.

Διὰ τῶν ἀνωτέρω μὴ κλασσικῶν συνθηκῶν τοῦ N. Bohr καὶ ἀνεξαρτήτως τῆς ἀντιθέσεως ἢ ἀποκλίσεως αὐτῶν ἐκ τῶν δεδομένων τῆς κλασσικῆς Φυσικῆς συνετελέσθη τόσον ἡ ἐξήγησις τῆς σταθερότητος τοῦ ἀτόμου τοῦ ὕδρογόνου ὅσον καὶ ἡ ἐρμηνεία τοῦ γραμμικοῦ φάσματος αὐτοῦ.

Παρὰ τὸ γεγονὸς ὅμως τῆς διεξόδου τὴν ὁποίαν ἐπέτυχε ὁ N. Bohr ἐκ τοῦ προκληθέντος ἀσυμβίβαστου πρὸς τὰ δεδομένα τῆς ἠλεκτροδυναμικῆς, λόγῳ τοῦ διατυπωθέντος προτύπου δομῆς κατὰ Rutherford, ἐν τούτοις ἡ λεπτομερεστερὰ μελέτη τῶν φασμάτων τῶν λοιπῶν χημικῶν στοιχείων, ἐκτὸς τοῦ ὕδρογόνου δὲν συνεβιβάζετο ἱκανοποιητικῶς πρὸς τὰς ἀπόψεις τοῦ προτύπου δομῆς κατὰ Bohr. Ἡ βελτίωσις ὅθεν τοῦ προτύπου δομῆς τοῦ ἀτόμου κατὰ Bohr προεβιάλετο ὡς ἀπαραίτητος. Οὕτω, οἱ Sommerfeld καὶ

Lande (1915 - 1921) εἰσήγαγον εἰς τὸ πρότυπον δομῆς τοῦ ἀτόμου κατὰ Bohr τὴν ἐπὶ ἑλλειπτικῶν τροχιῶν δυνατότητα περιστροφῆς τῶν περὶ τὸν πυρῆνα τοῦ ἀτόμου περιστρεφομένων ἠλεκτρονίων. Τῆς πρωταρχικῆς ταύτης βελτιώσεως ἐπηκολούθησαν πλείσται ἄλλαι αἴτινες καὶ καθώρθησαν τὰς ἐννοίας τῶν τεσσάρων κβαντικῶν ἀριθμῶν. Οἱ τέσσαροι οὗτοι κβαντικοὶ ἀριθμοί, βασικῆς σπουδαιότητος διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς θέσεως καὶ τῆς κατανομῆς τῶν ἠλεκτρονίων περὶ τὸν πυρῆνα, προσδιορίζουσι τὸσον τὴν ἐνεργειακὴν κατάστασιν τῶν περιστρεφομένων ἠλεκτρονίων καὶ τὴν στροφικὴν ὄρμην ἐκ περιστροφῆς αὐτῶν, ὅσον καὶ τὴν θέσιν τοῦ ἐπιπέδου τῆς διαγραφομένης ὑπ' αὐτῶν ἑλλειπτικῆς τροχιάς καὶ τὴν περὶ τὸν ἴδιον αὐτῶν ἄξονα περιστροφικὴν κίνησιν αὐτῶν (Spin).

Συγχρόνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω γενομένας παρατηρήσεις ἐπὶ τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου ὁ Moseley διὰ τοῦ ὁμωνύμου αὐτοῦ νόμου (1) ἀφ' ἐνὸς μὲν ἐξηγεῖ τὰς κανονικότητας τῶν φασμάτων τῶν ἀκτίνων Röntgen, ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰσαγάγει τὴν ἔννοιαν τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ (Z), τοῦτέστιν τοῦ ὑφισταμένου ἀριθμοῦ πρωτονίων εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ ἀτόμου ἐκάστου χημικοῦ στοιχείου.

Ἐν συμπεράσματι τὸ πρότυπον δομῆς τοῦ ἀτόμου κατὰ Bohr ἐξήγησε τὴν δομὴν τοῦ ἀτόμου τοῦ ὕδρογόνου ὡς καὶ τὸ γραμμικὸν αὐτοῦ φάσμα. Διὰ τῆς εἰσαγωγῆς τῶν τεσσάρων κβαντικῶν ἀριθμῶν καὶ τῆς ἀπαγορευτικῆς ἀρχῆς τοῦ Pauli (2) ἐπετεύχθησαν τὸσον ἡ ἐξήγησις τῶν λίαν πολυπλόκων φασμάτων τῶν ἀτόμων γενικῶς ὅσον καὶ ἡ δομὴ τῶν ἀτόμων τῶν λοιπῶν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος στοιχείων.

Ἐν τῇ παρόδῳ τοῦ χρόνου κατέστη φανερὸν ὅτι ἡ κατὰ γεωμετρικὸν τρόπον διατύπωσις τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου (πυρῆν θετικῶς φορτισμένος - ἠλεκτρόνια ἀρνητικῶς φορτισμένα καὶ περιστρεφόμενα πέριξ τοῦ πυρῆνος) ἐκφράζει περισσότερον ἐπιθυμίαν δομικῆς ἀπεικονίσεως τῆς ἐνεργειακῆς καταστάσεως αὐτοῦ (πρὸς εὐκολωτέραν κατανόησιν) καὶ ὀλιγώτερον τὴν πραγματικὴν εἰκόνα συστάσεώς του. Ἐν τῇ πραγματικότητι, φαίνεται ὅτι ἡ ὅλη σύστασις τοῦ ἀτόμου συνιστᾷ πολυπλοκὸν καὶ πολυφασικὸν ἐνεργειακὸν σύστημα. Ἐπὶ ὠρισμένας δὲ προϋποθέσεις καὶ συνθήκας δύναται νὰ

(1) Ἡ συχνότης τῶν γραμμῶν τῶν ἀντιστοίχων σειρῶν τῶν φασμάτων Röntgen εἶναι κατ' εὐθείαν ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ τῶν χημικῶν στοιχείων.

(2) Ἀπαγορευτικὴ ἀρχὴ τοῦ Pauli: Οὐδέποτε δύο ἠλεκτρόνια τοῦ ἀτόμου ἐνὸς οἰουδήποτε χημικοῦ στοιχείου δύνανται νὰ ἔχουν τοὺς αὐτοὺς τέσσαρας κβαντικοὺς ἀριθμοὺς (n, l, m, s). Ἦτοι δύο ἠλεκτρόνια δὲν δύνανται νὰ εὐρίσκωνται ταυτοχρόνως εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν ἐν τῷ χώρῳ ἐνὸς ἀτόμου. Διὰ τῆς ἀπαγορευτικῆς ἀρχῆς τοῦ Pauli καθωρίσθη ὁ ἀριθμὸς καὶ ἡ κατανομή τῶν ἠλεκτρονίων τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων.



ὑποστῆ πλείστας ὕσας ἐνεργειακὰς μεταβολάς. Τῶν ἐνεργειακῶν αὐτῶν μεταβολῶν αἵτινες εἴτε προϋπῆρχον, λόγῳ φυσικῆς προελεύσεως τοῦ θεωρουμένου στοιχείου (φυσικὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα), εἴτε ἐπετεύχθησαν κατόπιν τεχνητῶν μέσων (τεχνητὰ ραδιενεργὰ ἰσότοπα), λαμβάνομεν γνῶσιν ἐκ τῶν ἐκάστοτε ἐκπεπομένων σωματιδιακῶν (ἄκτινες α, β) ἢ ἠλεκτρομαγνητικῶν ἀκτινοβολιῶν (ἄκτινες γ, ἀκτινες Röntgen).

Ἐπὶ τὴν πείσιν τῶν ἀνωτέρω παρατηρήσεων καὶ λόγῳ τῶν ἐκάστοτε προβληθεισῶν δυσκολιῶν ὡς πρὸς τὸν συμβιβασμὸν τῶν θεωρητικῶν ὑπολογισμῶν πρὸς τὰ πειραματικὰ δεδομένα, κατέστη ἀπαραίτητος καὶ ἡ ἐπὶ ἄλλων βάσεων θεμελιώσις τῆς ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τοῦ ἀτόμου ὑπαρχούσης καὶ δυναμένης νὰ ὑποστῆ μεταβολὰς ἐνεργειακῆς καταστάσεως. Ἀνεπτύχθησαν οὕτω νέα πρότυπα δομῆς τοῦ ἀτόμου ἅτινα καὶ ἐβασίσθησαν εἴτε ἐπὶ τῆς Κυματομηχανικῆς Θεωρίας (L. de Broglie - Schrodinger) εἴτε ἐπὶ τῆς Κβαντομηχανικῆς τῶν ποσῶν (Quanta - Heisenberg).

## 2. ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΠΥΡΗΝΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ

### α. Ἱστορικὸν - Πρώτη τεχνητὴ διάσπασις πυρῆνος :

Εἰς τὴν διερεύνησιν τῆς ἐσωτερικῆς δομῆς τοῦ πυρῆνος τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων συνετέλεσαν :

α) Ἡ ἀνακάλυψις τῆς ἀοράτου ἀκτινοβολίας τοῦ οὐρανίου (Bequerel 1896) καὶ αἱ συντελεσθεῖσαι ἀξιόλογοι ἔρευναι τῶν P. καὶ C. Curie ἐπὶ τοῦ Πολωνίου καὶ Ραδίου.

β) Ὁ καθορισμὸς τῆς φύσεως τῶν ἀκτινοβολιῶν (α, β, γ) καὶ ὁ προσδιορισμὸς τῶν νόμων τῆς ραδιενεργοῦ διασπάσεως τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων (1) (Rutherford, Soddy, E. Ven. Schweidler).

(1) Φυσικὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα. Χημικὰ στοιχεῖα ἀνευρισκόμενα εἰς τὴν φύσιν καὶ ἐκπέμποντα διαφόρους ἀκτινοβολίας. Τὰ ἐν τῇ φύσει ἀπαντῶντα φυσικὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα εἶναι ἐν συνόλῳ 47, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ περισσότερα (40) ἀποτελοῦν μέλη τριῶν ραδιενεργῶν σειρῶν τὰ μητρικὰ στοιχεῖα τῶν ὁποίων εἶναι τὸ οὐράνιον ( $U^{238}$ ), τὸ θόριον ( $Th^{232}$ ) καὶ τὸ ἀκτινοοὐράνιον ἢ ἀκτίνιον ( $U^{235}$ ). Αἱ διαδοχικαὶ μεταστοιχειώσεις εἰς ἐκάστην τῶν σειρῶν τούτων γίνονται δι' ἐκπομπῆς σωματιῶν α ἢ β, εἰς ἐκάστην δὲ σειρᾶν ἐν τῶν θυγατρικῶν στοιχείων, τὸ ἔχον ἀτομικὸν ἀριθμὸν 86, εἶναι ἄεριον, (ραδόνιον, θορόνιον, ἀκτινόνιον). Οἱ ἀτομικοὶ ἀριθμοὶ τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων καὶ τῶν τριῶν αὐτῶν σειρῶν περιλαμβάνονται μεταξὺ τοῦ 81 καὶ 92. Τὰ ὑπόλοιπα δὲ ραδιενεργὰ φυσικὰ στοιχεῖα μὴ ἀνήκοντα εἰς τὰς ὡς ἄνω ραδιενεργοῦς σειρὰς εἶναι τὸ κάλιον ( $K^{40}$ ), τὸ ρουβίδιον ( $Rb^{87}$ ), τὸ Σαμάριον ( $Sm^{147}$ ), τὸ  $Lu^{176}$ , τὸ  $Re^{187}$ , τὸ τρίτιον ( ${}^3H$ ) καὶ ὁ ραδιενεργὸς ἄνθραξ ( $C^{14}$ ). Εἰς ἐξόχως μικρὰς συγκεντρώσεις εἰς πρῶτον οὐρανίτην τοῦ Βελγικοῦ Κογκοῦ ἀνευρέθησαν ἐσχάτως πλουτόνιον ( $Pu^{239}$ ), ποσειδώνιον ( $Np^{237}$ ) καὶ θόριον ( $Th^{230}$ ).

γ) Ἡ ἀνακάλυψις τῶν πρωτονίων (Moseley) οὐδετερονίων ἢ νετρονίων (Chadwick) ποζιτρονίων (θετικὰ ἠλεκτρόνια (Anderson) καὶ π-μεσονίων (Yukawa) καὶ

δ) Ἡ διαπίστωσις φυσικῶν λόγῳ φυσικῆς ραδιενεργείας μεταστοιχειώσεων ὡς καὶ ἡ διὰ τεχνητῶν μέσων ἐπίτευξις ραδιενεργῶν στοιχείων (F. Joliot I. Curie 1933 - 34).

Πρωτοφανῆς καὶ ἀξιόλογος ὄθησις εἰς τὴν μελέτην τοῦ πυρῆνος ὄφειλε νῦ ἀποδοθῆ εἰς τὴν πρώτην συντελεσθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Otto Hlhn καὶ Fritz - Strassmann (1939) τεχνητὴν διάσπασιν τοῦ πυρῆνος (βομβαρδισμὸς οὐρανίου μὲ οὐδετερόνια). Ἡ τεχνητὴ ταύτη ἐργαστηριακὴ διάσπασις τοῦ πυρῆνος ἀπετέλεσε τὴν ἀφετηρίαν τῶν μεταγενεστέρως καταπληκτικῶν ἐρευνῶν αἵτινες καὶ κατέληξαν εἰς τὴν παρασκευὴν τῆς ἀτομικῆς βόμβας, τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστῆρων (1) καὶ τῶν τεχνητῶν ραδιοϊσοτόπων (2).

### β) Συστατικὰ τοῦ πυρῆνος.

Κάθε σχηματισμὸς  ${}_Z X^A$  (\*) ἀποτελῶν εὐσταθεῖς ἢ ἀσταθεῖς πυρηνικὸν συγκρότημα χαρακτηρίζεται ὡς πυρῆν. Ὀλόκληρος ἡ μᾶζα (4) τοῦ ἀτόμου περιέχεται ἐντὸς ἀκτίνος τῆς τάξεως μεγέθους κυμαινομένης μεταξὺ  $10^{-12}$  καὶ  $10^{-13}$  cm Ὁ ὄγκος τοῦ πυρῆνος εἶναι τῆς τάξεως μεγέθους τῶν  $10^{-36}$  ἕως  $10^{-39}$  cm<sup>3</sup>. Ἐξ αὐτοῦ καὶ μόνον συνάγεται τὸ ἀσύνηθες τῶν συνθηκῶν αἱ ὁποῖαι ἐπικρατοῦν ἐντὸς τοῦ πυρῆνος τοῦτέστιν ἡ ἐλαχίστη

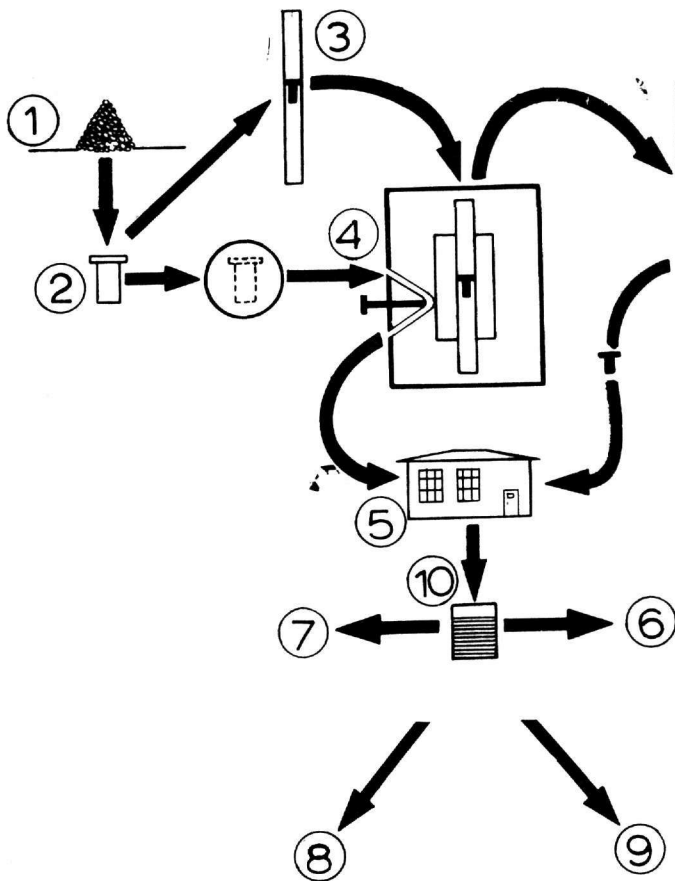
(1) Πυρηνικὸς ἀντιδραστήρ: Μηχανικὸν σύστημα ἐντὸς τοῦ ὁποίου καὶ εἰς ὄρισμένην περιοχὴν καλουμένην καρδίαν ὑπάρχει ποσότης σχασίμου ὕλικου συνήθως U<sup>235</sup>. Τὸ σχασίμον ὕλικὸν ὑπὸ ὄρισμένης καὶ ἐν πολλοῖς πολυπλόκουσ συνθήκας ὑφίσταται αὐτοσυντηρουμένην ἄλυσσωτὴν ἀντίδρασιν σχάσεως. Ἐπίτευξις ἠλεγμένης πυρηνικῆς ἄλυσσωτῆς ἀντιδράσεως ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν ἀνεξέλεγκτον πυρηνικὴν διάσπασιν τῶν ἀτομικῶν βομβῶν.

2) Τεχνητὰ Ραδιενεργὰ Ἴσότοπα: Ραδιενεργὰ στοιχεῖα παραχθέντα ἐκ μονίμων στοιχείων κατόπιν βομβαρδισμοῦ τοῦ πυρῆνος αὐτῶν 1) ὑπὸ σωματίων (πρωτονίων ἢ δευτερονίων) τεχνητῶς ἐπιταχυνθέντων ἐντὸς σωλήνων ὑψηλῆς τάσεως ἢ κυκλότρων (ἐπιταχυντικὴ συσκευὴ σωματιδίων), 2) σωματίων α καὶ β) ὑπὸ νετρονίων παραγομένων ἐντὸς ἀντιδραστῆρων (Σχ. 2). Τὰ οὗτω παραγόμενα ραδιενεργὰ ἰσότοπα συνιστοῦν προϊόντα μεταστοιχειώσεως τῶν μονίμων μὴ ραδιενεργῶν καὶ ὑφισταμένων τὸν βομβαρδισμὸν στοιχείων. Οὕτω π.χ. ἐκ τοῦ βοαβαρδισμοῦ διὰ σωματίων α τοῦ Ἀργυλλίου (Al<sup>27</sup>) παρήχθη ὁ ραδιενεργὸς φωσφόρος (P<sup>30</sup>).

(3) Σχηματικὴ παράστασις ἐνὸς πυρηνικοῦ συγκροτήματος χαρακτηριζομένου ἐκ τοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ Α (σύνολον πρωτονίων + νετρονίων) καὶ τοῦ ἀτομικοῦ τοιοῦτου (ἀριθμὸς πρωτονίων) Ζ.

4) Ἡ προσδιορισθεῖσα μᾶζα τοῦ ἐλαφροτέρου τῶν πυρῆνων εὐρέθη ὅτι εἶναι τῆς τάξεως τῶν  $10^{-24}$  gr. Ὁ προσδιορισμὸς τῶν ἀνωτέρω μεγεθῶν ἐγένετο βάσει πειραμάτων σκεδάσεως φορτισμέτων σωματιδίων (Rutherford).

μᾶζα τῶν  $10^{-24}$  gr νὰ εὐρίσκεται ὑπὸ πικνότητα τῶν  $10^{12}$  gr/cm<sup>3</sup>. Ἡ συνολικὴ διάμετρος τοῦ ἀτόμου εἶναι τῆς τάξεως τῶν  $10^{-8}$  cm ἤτοι κατὰ 10.000 φορές μεγαλύτερα τῆς τοῦ πυρῆνος. Αἱ συντελεσθεῖσαι θεωρητικαὶ



Σχ. 2.— Γραφικὴ παράστασις ἐμφαινουσα μέθοδον παραγωγῆς ραδιενεργῶν ἰσοτόπων. Ἡ ὕλη ἣτις προορίζεται (1) νὰ καταστῇ ραδιενεργὸς τοποθετεῖται ἐντὸς σφαιρας (2) ἢ σωληναρίου (3) καὶ εἰσάγεται ἀκολούθως ἐντὸς ἐιδικοῦ τμήματος τοῦ πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρου (4) ἐνθα ὑφίσταται βομβαρδισμόν διὰ νετρονίων ἐπὶ ὀρισμένον χρονικὸν διάστημα. Εἶτα, κατόπιν ἐιδικῆς ἐπεξεργασίας εἰς τὸ ἐργαστήριον (5) εἶναι ἔτοιμη νὰ διατεθῇ εἰς τὴν Ἱατρικὴν (6) τὴν ἐπιστημονικὴν ἐρευναν (7) τὴν βιομηχανίαν (8) καὶ τὴν Γεωργίαν (9). Π. χ. Ἐκ τοῦ τελλουρίου (1) λαμβάνεται τὸ ραδιενεργὸν Ἰώδιον (10).

ἐργασίαι καὶ αἱ γινόμεναι πειραματικαὶ παρατηρήσεις συγκλίνουν, τοῦλάχιστον ἐπὶ τοῦ παρόντος, ὑπὲρ τῆς ἀποδοχῆς τῶν κάτωθι συμπερασμάτων

άναφορικώς προς τούς συνθέτοντας τήν δομήν του πυρηνος οϊκοδομικούς λίθους.

1. Οϊκοδομικοί λίθοι: (1) Είς τήν δομικήν συγκρότησιν του πυρηνος εισέρχονται δύο βασικοί οϊκοδομικοί λίθοι. Τά πρωτόνια θετικώς φορτισμένα και τά νετρόνια ήλεκτρικώς ουδέτερα. Τò σύνολον των πρωτονίων εκάστου χημικοῦ στοιχείου (ή των ήλεκτρονίων) εκφράζεται υπό του άτομικοῦ άριθμοῦ (Z). 'Ο άτομικός άριθμός δηλοῖ τήν θέσιν του θεωρουμένου χημικοῦ στοιχείου εις τόν πίνακα του περιοδικου συστήματος. 'Αντιπροσωπεύει συγχρόνως τόν άριθμόν των ήλεκτρονίων και προσδιορίζει τās χημικās αυτου ιδιότητας. 'Εκαστον πρωτόνιον αντιστοιχεί εις πυρηνά του χημικοῦ στοιχείου υδρογονου μάξης ἴσης προς 1 και θετικοῦ ήλεκτρικοῦ φορτίου ισοδυνάμου προς έν στοιχειώδες ήλεκτρικόν φορτίον.

'Ο άριθμός των νετρονίων εκάστου πυρηνικοῦ σχηματισμοῦ εκφράζεται δια του νετρονικοῦ άριθμοῦ (N). Τò σύνολον των υφισταμένων πρωτονίων και νετρονίων εις τόν πυρηνά χημικοῦ τινος στοιχείου δίδεται υπό του Μαζικοῦ άριθμοῦ (A). 'Ο άριθμός των νετρονίων επηρεάζει τήν ένδοπυρηνικήν ισορροπίαν εκάστου χημικοῦ στοιχείου. Χημικά στοιχεῖα του αυτου άτομικοῦ άριθμοῦ με διάφορον μαζικόν τοιοῦτον, τουτέστιν με διάφορον άριθμόν νετρονίων, καλοῦνται ισότοπα. Κατέχουν τήν αυτήν θέσιν έν τῷ περιοδικῷ συστήματι πλην ὅμως κέκτηνται διαφόρους ιδιότητας.

2. Δυνάμεις 'Ανταλλαγῆς. 'Η συνύπαρξις έντός του πυρηνος εκάστου χημικοῦ στοιχείου σωματιδίων θετικώς φορτισμένων και ήλεκτρικώς ουδέτερων δέν θά ήδύνατο νά καταστή βίωσιμος άνευ τῆς υποχρεωτικῆς υπάρξεως μεταξὺ αυτών μέσων συνοχῆς. Τόν ρόλον των συνεκτικῶν μέσων, μεταξὺ των οϊκοδομικῶν του πυρηνος μονάδων, αναλαμβάνουν νά παίξουν τά θεωρητικώς υπολογισθέντα και πειραματικώς αποδειχθέντα π-μεσόνια (2). 'Η ύπαρξις των π-μεσονίων εκφράζει τās υπαρχούσας αναγκαίαις, μεταξὺ των πρωτονίων και νετρονίων, δυνάμεις ανταλλαγῆς.

'Η εὔστοχος, ταύτη υπόθεσις, ήτις άπεδείχθη εκ των υστερων αληθίης, ἐγένετο κατ' ἐπέκτασιν των δεδομένων συγκροτήσεως των χημικῶν

(1) 'Η εις τήν βιβλιογραφίαν αναφερομένη ύπαρξις και άλλων οϊκοδομικῶν λίθων (άντιπρωτονίων κλπ.) ὡς μη έχόντων τινά σπουδαιότητα δια τήν ραδιοβιολογίαν δέν αναφέρονται.

(2) π-μισόνια ή πιόνια: 'Εκ των γενομένων υπολογισμῶν, ὡς προς τās υφισταμένας πιθανότητας άντιδράσεως των π-μεσονίων μετά των πρωτονίων ή νετρονίων, ἐξάγεται τὸ συμπέπασμα ὅ,τι υπάρχουν τριῶν ειδῶν π-μεσονία: θετικώς φορτισμένα, άρνητικώς φορτισμένα και ήλεκτρικώς ουδέτερα. 'Η μάζα των υπολογισθη ὡς 275 φοράς μεγαλυτέρα τῆς μάξης του ήλεκτρονίου, ή δέ στροφική των ὀρμη ἴση προς 0 ή 1 δια τήν διατήρησιν των στροφικῶν ὀρμῶν (Spin) των πυρηνικῶν σωματιδίων (πρωτονίων, νετρονίων).

ἐνώσεων. Ὅπως κατὰ τὸν ὁμοιοπολικὸν δεσμὸν χημικῆς τινὸς ἐνώσεως, ἢ μεταξὺ τῶν δεσμευομένων ἀτόμων ἀνταλλαγὴ ἠλεκτρονίου θεωρεῖται δύναμις ἀνταλλαγῆς, δικαιολογούσης ἄλλωστε τὸν κεκορησμένον ταύτης χαρακτῆρα, οὕτω καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ πυρῆνος ἢ ὑποτιθεμένη δύναμις ἀνταλλαγῆς, δι' ἧς συγκροτοῦνται μεταξὺ των οἱ οἰκοδομικοὶ τοῦ πυρῆνος λίθοι, ἀντιπροσωπεύεται ὑφ' ὄρισμένων σωματιδίων ἐλαχίστης μάζης καὶ διαφόρου ἐκάστοτε ἠλεκτρικοῦ φορτίου (π-μεσόνια).

### γ. Πρότυπα δομῆς πυρῆνος

Αἱ συγκεντρωθεῖσαι παρατηρήσεις, ὡς πρὸς τὸ ὑφιστάμενον ἐνεργειακὸν δυναμικὸν τοῦ πυρῆνος καὶ τὸν τρόπον κατανομῆς αὐτοῦ, ἀπετέλεσαν τὴν βῆσιν διατυπώσεως πλείστων θεωριῶν περὶ τῆς πιθανῆς συγκροτήσεως τῶν πυρηνικῶν συγκροτημάτων. Ἐκ τῶν ἐπινοηθέντων προτύπων δομῆς τῶν πυρῆνων, προέχουσιν σπουδαιότητα κέκτηνται, τόσον τὸ πρότυπον τῆς ὕγρας σταγόνης (1) κατὰ Gamow, ὅσον καὶ ἐκεῖνον τῶν στιβάδων (2) ἢ τῶν ἀνεξαρτήτων σωματιδίων.

(1) Πρότυπον σταγόνης (Gamow): Μία μικρὰ σταγὼν ὕδατος εἶναι σταθερά. Διατί; Λόγῳ ὑπάρξεως ἐντὸς ταύτης δύο δυνάμεων αἰτινες δρῶσιν ἀντιθέτως α) δυνάμεων Van de Waals: ἐλκτικαὶ δυνάμεις μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος καὶ β) ἀπωστικῶν δυνάμεων ὀφειλομένων εἰς τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν τῶν μορίων. Εἰς περίπτωσιν αὐξήσεως τῆς κινητικῆς ἐνεργείας τῶν μορίων τοῦ ὕδατος (κατόπιν θερμάνσεως) ἢ σταγὼν θραύεται προφανῶς λόγῳ ὑπερισχύσεως ἐναντι τῶν δυνάμεων Van de Waals. Ἀξιολόγου ἐπίσης σπουδαιότητος δύνανται νὰ θεωρηθῆ καὶ ἡ ὑφισταμένη σχέσις μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας (E) καὶ τοῦ συνολικοῦ ὄγκου τῆς σταγόνης. Ὅσον μεγαλυτέρα ἢ  $\frac{E}{O}$  τόσον καὶ περισσότερον ἐπιρραζέται ἢ ἐλαττοῦται ἡ ἐνέργεια ἐνώσεως καὶ κατὰ συνέπειαν ἢ σταγὼν κινδυνεύει νὰ θραυσθῆ.

Συγκριτικῶς πρὸς τὰ συμβαίνοντα εἰς τὰ πυρηνικὰ συγκροτήματα: Εἰς τοὺς πυρῆνας ὑφίστανται α) δυνάμεις ἑλξεως τῶν οἰκοδομικῶν μονάδων τοῦ πυρῆνος αἰτινες δρῶσιν εἰς μικρὰν ἀπόστασιν (μεταξὺ γειτονικῶν σωματιδίων) καὶ β) δυνάμεις ἀπώσεως ἀντίθετοι τῶν προηγουμένων, τείνουσαι νὰ διασπάσωσι τὸν πυρῆνα. Ὅφειλονται εἰς τὰ ὁμονύμως φορτισμένα σωματίδια (πρωτόνια) καὶ δρῶσιν εἰς ὅλην τὴν περιοχὴν τοῦ πυρῆνος. Ἐκ τούτου συνάγεται ὅτι, σταθερώτεροι πυρῆνες εἶναι οἱ ἔχοντες ἀριθμὸν πρωτονίων ἴσον πρὸς ἐκεῖνον τῶν νετρονίων. Αὐξανόμενων τῶν νετρονίων αὐξάνονται καὶ τὰ πρωτόνια (κατόπιν ἐνδοπυρηνικῆς νετρονικῆς διασπάσεως) εἰς τρόπον ὥστε αἱ ἀπωστικαὶ δυνάμεις ὑπερισχύουν μὲ ἄμεσον συνέπειαν τὴν ἀστάθειαν τῶν πυρῆνων αἰτινες ἔχουν ἀτομικὸν ἀριθμὸν ἴσον καὶ πέραν τοῦ 84.

(2) Πρότυπον στιβάδων: Διὰ τὴν διατύπωσιν τοῦ ἐν προκειμένῳ προτύπου ἐγένετο ἐκδανεισμὸς ἐκ τῆς θεωρίας τοῦ ἀτόμου συμφώνως πρὸς τὴν ὁποίαν τὰ ἠλεκτρόνια εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρικοῦ δυναμικοῦ πεδίου τοῦ πυρῆνος καὶ συνιστοῦν κλειστάς στιβάδας χαρακτηριζόμενας ὑφ' ἐνὸς κβαντικοῦ ἀριθμοῦ (Bohr). Κατ' ἀναλογίαν ἐγένετο δεκτὸν ὅτι ἐντὸς τοῦ πυρῆνος τὰ νευκλεόνια (πρωτόνια ἢ νετρόνια) καταλαμβάνουν καθορισμένας στιβάδας αἰτινες δύνανται νὰ κορηθοῦν. Μία κεκορησμένη στιβάς εἶναι δείγμα μεγίστης εὐσταθείας.

Ἐκ τοῦ προτύπου τῆς ὑγραῶς σταγόνος ἐξήχθη ὁ ἡμιμπερικοῦς τύπος τοῦ ἔλλειματος μάζης, ὅστις και χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα διὰ τὸν ὑπολογισμόν τῆς ἐνεργείας συνδέσεως τοῦ πυρῆνος. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δὲ προτύπου ἐβασίσθη και ή διατυπωθεῖσα θεωρία τῆς σχάσεως τοῦ πυρῆνος.

#### δ. Πυρηνικοὶ σχηματισμοὶ

Τὸ πειραματικὸν ὕλικόν, ἐκ τῆς ἐρευνῆς ἐπὶ τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν ἀτομικῶν μαζῶν (1) τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων, ὠδήγησε εἰς τὴν διάκρισιν διαφόρων εἰδῶν πυρηνικῶν συγκροτημάτων. Ἐκ τῆς διακρίσεως εἰς τὰς κατωτέρω κατηγορίας τῶν πυρηνικῶν συγκροτημάτων κατέστη δυνατὸν οὐχὶ μόνον ἢ ἐξηγήσεις τοῦ φαινομένου τῆς ραδιενεργείας τῶν στοιχείων, ἀλλὰ σπουδαιότερον ἢ ἐπίτευξις ἐρμηνεύσεως τῆς φυσικῆς και τεχνητῆς μεταστοιχειώσεως. Οὕτω οἱ πυρηνικοὶ σχηματισμοὶ διακρίνονται εἰς :

α) Ἴσοτόπους : πυρῆνας ἔχοντας τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν (Z) διάφορον ὅμως ἀριθμὸν νετρονίων (N) ( ${}_1\text{H}^1$ ,  ${}_1\text{H}^2$ ,  ${}_1\text{H}^3$ ). Κατέχουν τὴν αὐτὴν θέσιν εἰς τὸν πίνακα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος ἔχουν ὅμως διάφορον μαζικὸν ἀριθμὸν (A).

β) Ἴσοβαρεῖς : πυρῆνας τοῦ αὐτοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ διαφόρου ὅμως ἀτομικοῦ τοιοῦτου π.χ.  ${}_6\text{C}^{14}$ ,  ${}_7\text{N}^{14}$ .

γ) Ἴσοτόπους : πηρῆνας τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ νετρονίων διαφόρου ὅμως ἀτομικοῦ και μαζικοῦ ἀριθμοῦ π.χ.  ${}_6\text{C}^{14}$  (N=8),  ${}_7\text{N}^{15}$  (N=8)  ${}_8\text{O}^{16}$  (N=8).

δ) Ἴσοδιαφορικοὺς : πυρῆνας ἔχοντες σταθερὰν διαφορὰν μεταξὺ ἀριθμοῦ νετρονίων και πρωτονίων π.χ.  ${}_{92}\text{U}^{238}$  (N — Z = 54)  ${}_{90}\text{Th}^{239}$  (N — Z = 54) κλπ.

ε) Ἴσομερεῖς : πυρῆνας τοῦ αὐτοῦ ἀτομικοῦ και μαζικοῦ ἀριθμοῦ περιέχοντας ὅμως διάφορον βαθμὸν ἐνεργειακοῦ φορτίου. Εὐρίσκονται ὡς ἐκ τούτου εἰς διαφόρους ἐνεργειακὰς καταστάσεις (π.χ. ὑπάρχουν δύο εἶδη πυρήνων ραδιενεργοῦ Βρωμίου (80) και τρία εἶδη πυρήνων ραδιενεργοῦ ἀντιμονίου (124) και χαρακτηρίζονται ἐκ τοῦ διαφόρου ρυθμοῦ ραδιενεργοῦ διασπάσεως.

στ) Κατοπτρικοὺς : Ζεύγη πυρήνων ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἓν μέρος προκύπτει ἐκ τοῦ ἑτέρου ὅταν τὰ πρωτόνια τοῦ πρώτου μεταπέσουν εἰς νετρόνια τοῦ δευτέρου και ἀντιστρόφως.

#### ε. Εὐσταθεῖς και ἀσταθεῖς πυρῆνες - Ραδιοενεργοποιήσεις.

1. Εὐσταθεῖς, και ἀσταθεῖς Πυρηνικὰ συγκροτήματα. Ὁ καθορισμὸς τῶν αἰτίων εὐσταθείας και ἀσταθείας τῶν πυρηνικῶν συγ-

(1) Αἱ ἀτομικαὶ μάζαι τῶν χημικῶν στοιχείων προσδιορίζονται πειραματικῶς τῇ βοηθειᾷ φασματογράφου μάζης ἢ φασματομέτρου μάζης. Διὰ τῶν ὁργάνων τούτων μετῶνται ὁ λόγος φορτίου/μάζα τῶν θετικῶν ἰόντων ἐκ τῆς ἀποκλίσεως τῆς τροχιάς τούτων ἐντὸς συνδεδεασμένου ἡλεκτρικοῦ και μαγνητικοῦ πεδίου.

κροτημάτων καὶ ὁ προσδιορισμὸς τῆς ἐννοίας τοῦ ἐλλείματος μάζης καὶ τῆς ἐνεργείας συνδέσεως τῶν οἰκοδομικῶν αὐτῶν λίθων (πρωτονίων, νετρονίων) συνετέλεσαν τόσον εἰς τὴν κατανόησιν τοῦ φαινομένου τῆς ραδιενεργοῦ διασπάσεως ὅσον καὶ εἰς τὴν ἐξήγησιν τῆς σχάσεως τοῦ πυρῆνος (1) καὶ τῶν ἐκ ταύτης δυσμενῶν ἐπιδράσεων καὶ συνεπειῶν.

Ἡ ἔννοια τῆς εὐσταθείας ἢ ἀσταθείας ἐνὸς πυρηνικοῦ συγκροτήματος διευπλώθη τὸ πρῶτον ἐκ τῶν γενομένων παρατηρήσεων ἐπὶ τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Αἱ μεταστοιχειώσεις τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, λόγῳ τῆς ἐνεργειακῆς αὐτῶν ἀσταθείας, ἀπετέλεσαν τὴν ἀφετηρῖαν ἐξετάσεως καὶ σπουδῆς τῆς βαθυτέρας αἰτιολογίας τοῦ φαινομένου. Ἐκ τῆς ὅλης ἐρεῦνης προέκυψε ὅτι ἡ εὐστάθεια ἢ ἡ ἀστάθεια εἶναι στενώτατα συνδεδεμένη πρὸς τὸ ὑφιστάμενον ἐνεργειακὸν φορτίον ἐκάστου πυρηνικοῦ συγκροτήματος. Οὕτω, ἐκ τῆς καμπύλης εὐσταθείας, ἥτις δίδεται ὑπὸ τοῦ διαγράμματος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν νετρονίων συναρτήσει τοῦ ἀριθμοῦ τῶν πρωτονίων τοῦ πυρῆνος ἐκάστου χημικοῦ στοιχείου, προκύπτει ὅτι εἷς πυρηνικὸς σχηματισμὸς προκειμένου νὰ ἐξασφαλίσῃ τὴν εὐστάθειαν αὐτοῦ ἀξάνει, ἀναλόγως τῶν περιπτώσεων, τὸν ἀριθμὸν τῶν εἰς τὸν πυρῆνα αὐτοῦ περιεχομένων νετρονίων ἢ πρωτονίων. Ἡ πέραν ἐνὸς ὄριου, χαρακτηριστικῶς δι' ἕκαστον πυρῆνα, αὔξησης τῶν νετρονίων ἢ τῶν πρωτονίων δημιουργεῖ ἀπὸ ἐνεργειακῆς ἀπόψεως, μίαν κατάστασιν ἀσταθείας

(1) Σχάσις πυρῆνος: Εἰδικὴ περίπτωσις πυρηνικῆς ἀντιδράσεως (ἀνεξέλεγκτος ἄλυσσωτὴ πυρηνικὴ ἀντίδρασις - Ἀτομικὴ Βόμβα) κατὰ τὴν ὁποίαν εἰς πυρῆνην προσβαλλόμενος ὑπὸ βλήματος (κυρίως διὰ νετρονίων) τινὸς σχάζεται συνήθως εἰς δύο νέους πυρῆνας μετ' ἐκπομπῆς διαφόρων ἀκτινοβολιῶν καὶ ἐκλύσεως ἐνεργείας 200 MeV (\*) περίπου κατανεμομένης εἰς τὰ προϊόντα σχάσεως. Ἡ θεωρία τῆς σχάσεως τοῦ πυρῆνος, συμφώνως πρὸς τὸ πρότυπον τῆς ὑγρᾶς σταγόνης, ἐβασίσθη εἰς τὴν ἐξῆς ἀρχὴν: Ἐὰν σταγὼν ἐξ ἀσυμπιέστου ὑγροῦ ἐξαναγκασθῇ νὰ ἐκτελέσῃ ταλαντώσεις, αὕτη δύναται νὰ τεμαχισθῇ ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι τὸ πλάτος τῶν ταλαντώσεων εἶναι ἐπαρκές. Κατ' ἀναλογίαν, ἐὰν εἷς πυρῆνην δεχθῇ ἰκανὴν ποσότητα ἐνεργείας διεγέρσεως δύναται νὰ ὑποστῇ σχάσιν.

(\*) Ἡ ἐνέργεια τῶν ἰονίζουσῶν ἀκτινοβολιῶν μετῶται, οὐχὶ εἰς ἔργια ἀλλὰ εἰς ἠλεκτρονικὰ βόλτ (eV). Ὡς ἠλεκτρονικὸν βόλτ ὀρίζεται ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τὴν ὁποίαν ἀποκτᾷ ἓν ἠλεκτρόνιον ἐπιταχυνόμενον ἐν τῷ κενῷ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν, ἠλεκτρικοῦ πεδίου διαφορᾶς δυναμικοῦ ἐνὸς βόλτ.

— ἐν eV =  $1,6 \cdot 10^{-12}$  erg

— Πολλαπλάσια τοῦ eV εἶναι :

Τὸ KeV =  $10^3$  eV

τὸ MeV =  $10^6$  eV

καὶ τὸ GeV ἢ BeV =  $10^9$  eV.

\* Ἀκτίνες α ἢ β ἐνέργειας 6 MeV σημαίνει ὅτι ἡ ἐνέργεια αὕτη ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν ἐνέργειαν ἢν θ' ἀποκτήσῃ τὸ στοιχειῶδες ἠλεκτρονικὸν φορτίον (ἠλεκτρόνιον ἢ πρωτόνιον) ἀφου διατρέξει διαφορὰ τάσεως 6.000.000 βόλτ.

ἣτις ἀντίκειται πρὸς τὴν φυσικὴν τάσιν τῶν πυρῆνων νὰ διατηρήσωσιν τὴν θεμελιώδη εὐσταθῆ αὐτῶν ἐνεργειακὴν ἰσορροπίαν. Ὁ ἐν ἀσταθῆ ἐνεργειακῇ καταστάσει εὐρισκόμενος πυρῆν ἐπανακτᾷ τὴν θεμελιώδη εὐσταθῆ αὐτοῦ ἰσορροπίαν εἴτε δι' αὐξήσεως τοῦ πυρηνικοῦ αὐτοῦ φορτίου (1) ἐπὶ περισσείας νετρονίων εἴτε δι' ἐλάττωσεως τοῦ πυρηνικοῦ φορτίου ἐπὶ περισσείας πρωτονίων. Αἱ ἐνδοπυρηνικαὶ αὗται ἐνεργειακαὶ μεταβολαὶ καθίστανται ἀντικειμενικῶς ἀντιληπταὶ διὰ τῆς ἀνιχνεύσεως τῶν εἰδικῶν, εἰς ἐκάστην περίπτωσιν, ἐκπεπομένων ἀκτινοβολιῶν (α, β, γ, κλπ.) Ἡ σταθερότης ὅθεν τῶν πυρηνικῶν συγκροτημῶν εἶναι ἄμεσα συνδεδεμένη πρὸς ἕν ὄριον ἐνεργειακοῦ δυναμικοῦ καθοριζομένου ἐκ τῆς ἐκάστοτε ὑφισταμένης ἀναλογίας πρωτονίων καὶ νετρονίων. Πᾶσα ὑπέρβασις τῆς ἀνωτέρω θεμελιώδους εὐσταθοῦς καταστάσεως προκαλεῖ ἐνδοπυρηνικὰς ἐνεργειακὰς μεταβολὰς μετὰ συγχρόνου ἐκπομπῆς διαφόρου συστάσεως ἀκτινοβολιῶν.

2. Ρ α δ ι ο ε ν ε ρ γ ο π ο ἰ η σ ι ς. — Ἡ ἐπιτευχθεῖσα ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῆς φυσικῆς ραδιενεργείας καὶ ἡ συνεπεία ταύτης φυσικὴ μεταστοιχειώσεις τῶν φυσικῶν ραδιενεργῶν χημικῶν στοιχείων (οὐρανίου, θορίου, Ἀκτινίου κ.λ.π.) εὐλόγως ὠδήγησαν καὶ εἰς διὰ τεχνητῶν μέσων προσπάθειαν δημιουργίας τεχνητῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων. Ἐκ τῆς πρώτης τεχνητῆς μεταστοιχειώσεως ἣτις ἐπετεύχθη ὑπὸ τοῦ Rutherford (1919) καὶ τῶν μεταγενεστέρως γενομένων μεταστοιχειώσεων τῇ βοήθειᾳ τῶν ἐπιταχυντικῶν μηχανῶν (Van de Graaf Κύκλοτρον κ.λ.π.) κατέστη, διὰ τῶν ἐν λειτουργίᾳ σήμερον πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων, δυνατὴ ἡ μεταστοιχειώσεις σχεδὸν ἀπάντων τῶν χημικῶν στοιχείων.

(1) Ὡς αὕξησιν τοῦ φορτίου τοῦ πυρῆνος ἐννοεῖται ἡ αὕησις τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐντὸς τοῦ πυρῆμος περιεχομένων πρωτονίων. Ἡ αὕησις αὕτη ἐπιτυγχάνεται κατόπιν ἐνδοπυρηνικῆς ἀντιδράσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν, ἐκ τῆς διασπάσεως νετρονίου, δίδεται ἕν πρωτόνιον, παραμένον ἐντὸς τοῦ πυρῆνος μετὰ συγχρόνου ἐκπομπῆς ἀκτινοβολίας β, ἣτις καὶ ἀνιχνεύεται διὰ τῶν συνήθων ἀνιχνευτικῶν συσκευῶν (Geiger-Müller κ.λ.π.).

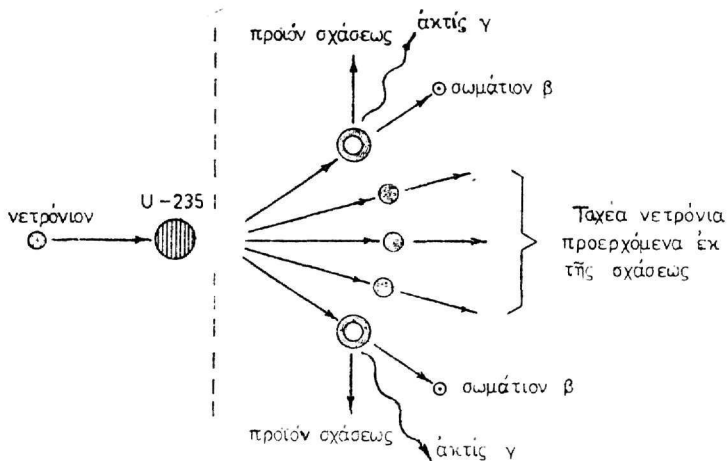
Ἡ πυρηνικὴ ταύτη ἀντίδρασις συνεπάγεται καὶ τὴν κατὰ μίαν μονάδα αὕησιν τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ τοῦ θεωρουμένου στοιχείου (φαινομένον μεταστοιχειώσεως). Ἀπ' ἐναντίας, ὡς μείωσις τοῦ φορτίου τοῦ πυρῆνος ἐννοεῖται ἡ ἐλάττωσις τῶν ἐντὸς τοῦ πυρῆνος περιεχομένων πρωτονίων. Τοῦτο καθίσταται δυνατόν κατόπιν διασπάσεως πρωτονίου τοῦ πυρῆνος εἰς νετρόνιον, παραμένον ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ πυρῆνος, μετὰ συγχρόνου ἐκπομπῆς ἀκτινοβολίας ποζιτρονίων, (ἤλεκτρονία θετικῶς φορτισμένα). Ἄλλος τρόπος μείωσεως τοῦ πυρηνικοῦ φορτίου εἶναι καὶ ὁ τῆς Κ-δεσμεύσεως. Κατὰ τὴν Κ-δέσμευσιν, παρατηρεῖται δέσμευσις ἐντὸς τοῦ πυρῆνος ἠλεκτρονίου ἀποσπασθέντος ἐκ τοῦ Κ φλοιοῦ τῶν ἠλεκτρονίων τοῦ ἀτόμου τοῦ θεωρουμένου στοιχείου μ' ἄμεσον συνέπειαν τὴν μείωσιν τοῦ ἀτομικοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ καὶ συγχρόνου ἐκπομπῆς ἀκτινοβολίας Röntgen. Ἐνίοτε παρατηρήθη καὶ ἐκπομπὴ ὁμάδων ἠλεκτρονίων ὠρισμένης ἐνεργείας (Auger).



Τὰ εἰς εὐρείαν κλίμακα, εἰρηρικῆς ἐφαρμογῆς, χρησιμοποιούμενα ῥαδιοϊσότοπα, (Ἱατρικὴν, Βιομηχανίαν, Γεωργίαν κ.λ.π.) ἀποτελοῦν ἐπιτεύγματα τῶν πυρηνικῶν ἐργαστηρίων κατόπιν καταλλήλου ραδιοενεργοποιήσεως (1) τῶν σταθερῶν τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων ἰσοτόπων. Ἡ διὰ ραδιοενεργοποιήσεως προκαλουμένη ἐνεργειακὴ μεταβολὴ ἐκάστου μὴ ραδιοενεργοῦ πυρῆνος ὡς μὴ συμβιβαστομένη πρὸς τὴν θεμελιώδη αὐτοῦ ἐνεργειακὴν καὶ εὐσταθεῆ ἰσορροπίαν, συνεπάγεται, πρὸς τὸν σκοπὸν ἐπανακτίσεως εὐσταθεστεράς ἐνεργειακῆς καταστάσεως, τὴν ἐκπομπὴν χαρακτηριστικῶν, δι' ἕκαστον τῶν ἐπιτευχθέντων τεχνητῶς ραδιοενεργῶν ἰσοτόπων, ἀκτινοβολιῶν.

### στ) Ἑλλειμα μάζης - ἐνέργεια συνδέσεως.

Κατὰ τὴν σχάσιν τοῦ πυρῆνος (Σχ. 3 καὶ 4) ἡ δυνατότης ποσοτικῶς



Σχ. 3.— Σχηματικὴ παράστασις σχάσεως πυρῆνος Οὐρανίου - 235 βομβαρδισθέντος ὑπὸ νετρονίου.

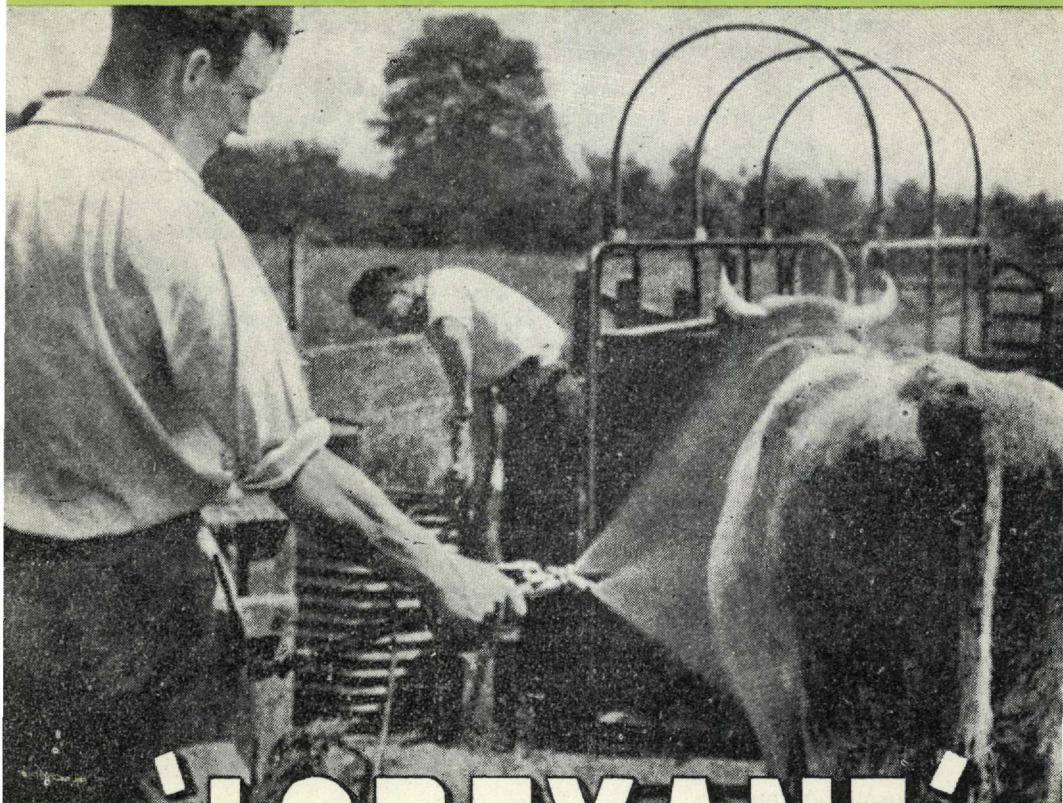
καθορισμοῦ τῆς ἐκλυομένης ἐνεργείας ὑπὸ μορφῆν θερμότητος καὶ ἀκτινοβολιῶν, ὡς καὶ ἡ δικαιολόγησις τῆς σοβαρότητος τῶν ραδιοεπιπτώσεων, δὲν θὰ καθίσταντο πρακτικῶς δυνατὰ οὐδὲ ἐπιστημονικῶς δικαιολογημένα

(1) Ραδιοενεργοποιήσις: Τρόπος παραγωγῆς ραδιοενεργῶν στοιχείων ἐκ μονίμων μὴ ραδιοενεργῶν κατόπιν βομβαρδισμοῦ τῶν πυρῆνων αὐτῶν διὰ νετρονίων ἢ ἄλλων σωματιδίων. Εὐρείας ἐφαρμογῆς εἰς τὴν ραδιοχημίαν. Ἀποσκοπεῖ εἰς τὴν ἀνίχνευσιν καὶ τὸν προσδιορισμὸν στοιχείων τινῶν εἰς ἴχνη εὐρισκομένων καὶ τὰ ὅποια εἶναι δύσκολον γὰρ προσδιορισθῶσιν διὰ τῶν συνήθων συμβατικῶν μεθόδων.

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΑΤΕ ΤΗΝ

ΨΩΡΑ

ΚΑΙ ΤΑ ΠΑΡΑΣΙΤΑ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΣΑΣ



ΜΕ ΤΟ **LOREXANE**

ΣΗΜΑ ΚΑΤΑΘΕΘΕΝ

ΠΥΚΝΟΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑ ΔΙ' ΑΡΑΙΩΣΙΝ



# ΤΟ 'ΛΟΡΕΧΑΝΕ' ΕΙΣ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΙΝ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είς πολλά μέρη τοῦ κόσμου τὰ ἐξωπαράσιτα εἶναι μία διαρκῆς ἀπειλή διὰ τὴν ὑγείαν τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ζῶων ἐπεὶ διὰ δραματίζου ἕνα ὑπουλον ρόλον εἰς τὴν μετάδοσιν ἀριθμοῦ τινὸς σοβαρῶν ἀσθενειῶν. Ἡ πιροπλάσμως τῶν βοοειδῶν π.χ. μεταδίδεται διὰ τῶν τσιμπουριῶν, ἡ ἀσθένεια τοῦ ὕπνου διὰ τῆς μύϊας Τσέ—Τσέ, ἡ ἔλνοσσία καὶ ὁ κίτρινος πυρετὸς διὰ τῶν κωνῶπων, ὁ ἐξανθηματικὸς τύφος διὰ τῶν φθειρῶν, ἡ πανώλης διὰ τῶν ψύλλων κτλ.



Διὰ τῆς ἀπ' εὐθείας ἐπιδράσεώς των τὰ ἐνοχλητικὰ ἔντομα ὡς αἱ μύϊαι, φθειρῆς καὶ ἀκάρεια, δύνανται νὰ ὑπονομεύσωσι σοβαρῶς τὴν ὑγείαν οἰουδήποτε ζώου. Ταῦτα προκαλοῦσι κατὰ διαφόρους τρόπους δυσμενῆ ἀποτελέσματα ὡς π.χ. καταστροφὰς τοῦ δερματος καὶ τοῦ τριχώματος διὰ τῆς διεισδύσεως τῶν παρασίτων, ἡ ὁποία συνοδεύεται συνήθως ὑπὸ ἐντόνου ἐρεθισμοῦ καὶ κνησμοῦ, ὅστις καθιστᾷ τὸ ζῶον νευρικὸν καὶ ὀργίλον. Ἐπίσης ἐκδορὰς καὶ τραυματισμοὺς τοῦ δερματος, διανοιγομένης οὕτω μίᾳ ὁδοῦ διὰ τὴν ἀνάπτυξιν σοβαρωτέρων παθήσεων.

Ἄλλοτε πάλιν ἔντομα ὡς αἱ μύϊαι καὶ τὰ τσιμπούρια παρασιτοῦν καὶ ἀπορροφοῦν τὸ αἷμα. Ἡ ἀπώλεια τούτου καὶ κυρίως ἐπὶ σοβαρῶν προσβολῶν, προκαλεῖ κλονισμὸν τῆς ὑγείας καὶ ἰδίως εἰς καχεκτικὰ καὶ ὑποσιτιζόμενα ζῶα, καθιστῶσα ταῦτα πλέον εὐαίσθητα εἰς ἄλλας ἀσθενείας.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται, ὅτι ἡ δραστικὴ καὶ ταχεῖα καταπολέμησις τῶν ζωϊκῶν παρασίτων εἶναι πρωτίστης σπουδαιότητος καὶ διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἐχρησιμοποιήθησαν τὰ παρασκευάσματα τοῦ 'Λορεξάν' τὸ ὁποῖον εἶναι ἓν τῶν ἀρίστων συγχρόνων συνθετικῶν παρασιτοκτόνων.

Τὸ προϊόν τοῦτο συνδυάζει δύο ἀξιοσημειώτους ιδιότητες: ἡ μία ὅτι εἶναι τὸ πλέον ἰσχυρὸν παρασιτοκτόνον καὶ ἡ ἄλλη ὅτι εἶναι τὸ πλέον ἀβλαβὲς διὰ χρῆσιν εἰς ζῶα. Φονεύει ἀποτελεσματικῶς τὰ παράσιτα μὲ μίαν μόνον ἐφαρμογὴν καὶ τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα εἶναι τόσο διαρκῆ ὥστε τὸ ζῶον προφυλάσσεται ἐναντίον νέας προσβολῆς ἐπ' ἄρκετον χρονικὸν διάστημα.

## ΦΥΣΙΣ ΤΟΥ 'ΛΟΡΕΞΑΝ'

Ἄλλα τὰ παρασκευάσματα τοῦ 'Λορεξάν' ἐναντίον τῶν παρασίτων τῶν ζῶων ἔχουν ὡς κύριον συστατικὸν τὸ γ-ισομερὲς τοῦ Ἐξαχλωριούχου Βενζενίου, ἓν χημικὸν προϊόν τοῦ ὁποῖου ἡ ἀξιόλογος ἀποτελεσματικότης ἐν τῷ πεδίῳ τούτῳ ἀνεκαλύφθη εἰς τὰ Ἐργαστήρια Ἐρευνῶν τῆς Imperial Chemical Industries (I.C.I.).

# ΩΝ ΕΞΟΠΑΡΑΣΙΤΩΝ ΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΔΙΩΝ ΖΩΩΝ

Τὸ Ἐξαχλωριούχον Βενζένιον ὑπάρχει ὑπὸ διαφόρους μορφάς, ἀλλὰ μόνον τὸ γνωστὸν εἰς τὴν χημειαν ὑπὸ τὴν προσωνομίαν γ-Ἴσομερές κέκτηται ἐξαιρετικὰς παρασιτοκτόνους ιδιότητες.

Διὰ τὸν λόγον τοῦτον ὄλαι αἱ ἀδρανεῖς μορφαὶ καὶ ὄλαι αἱ μὴ καθαραὶ τοιαῦται ἀπεκλείσθησαν κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ ἙΛΟΡΕΞΑΝ' τὸ ὁποῖον εἶναι μία οὐσία ἀπολύτως καθαρὰ, ἄσμος, σταθερὰ εἰς συνθετικὰ καὶ εἰς ἀποτελέσματα καὶ κατὰ συνέπειαν κατάλληλος διὰ τὴν καταστροφὴν τῶν παρασίτων.

Ἐνια σκευάσματα ἙΛΟΡΕΞΑΝ' προορίζονται δι' ὠρισμένας περιπτώσεις ἐφαρμογῆς ὅπως π.χ. Κόνις δι' ἐπίπασιν, ἐναιώρημα ἐλαιῶδες, ἀλοιφή. Τὰ σκευάσματα ταῦτα εἶναι εὐπαρουσίαστα, καθαρὰ, εὐχάριστα καὶ εὐκόλου χρησιμοποιήσεως.

Ἐχουν τὸ πλεονέκτημα, ὅτι κατεσκευάσθησαν εἰδικῶς διὰ τὴν περίπτωσιν τῶν παρασιτικῶν προσβολῶν εἰς ζῶα. Ταῦτα ἠλέγχθησαν εἰς μεγάλην κλίμακα ἐν τῇ ὑπαίθρῳ καὶ ἀπεδείχθησαν ὅτι κέκτηνται πλήρη ἀποτελεσματικότητα ἢ ὅτι ἀποδίδουσιν ἀσφαλῶς, ὅταν χρησιμοποιούνται εἰς τὰς περιπτώσεις δι' ἃς συνιστῶνται.

## ΑΣΙΑ ΤΟΥ ἙΛΟΡΕΞΑΝ'

Τὸ προϊόν τοῦτο εἶναι τὸ πλέον ἰσχυρὸν ἐντομοκτόνον καὶ δύναται διὰ μιᾶς μόνον ἐφαρμογῆς νὰ καταστρέψῃ τὰ παράσιτα. Συγκρινόμενον πρὸς ἄλλα παρεμφερῆ προϊόντα, κρίνεται ἀποτελεσματικὸν ἔστω καὶ εἰς μικροτέραν ποσότητα χρησιμοποιούμενον. Οὕτω π.χ. ἡ θανατηφόρος δρᾶσις του ἐναντίον τῶν φθειρῶν εἶναι 20 φορές μεγαλύτερα τοῦ D.D.T.

Ὅταν ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ δέρματος, τὸ ἙΛΟΡΕΞΑΝ' εἶναι ἀβλαβές, εἰς τρόπον ὥστε τὴν χρῆσιν αὐτοῦ δὲν συνοδεύουν κίνδυνοι δηλητηριάσεως. Ἡ ἐπίδρασις του εἶναι σταθερὰ, τὸ δὲ ἀποτέλεσμα ἐκ τῆς χρήσεώς του διαρκεῖ ἐπὶ 3 ἑβδομάδας τοῦλάχιστον.

Τὸ ἙΛΟΡΕΞΑΝ' εἶναι ἀποτελεσματικὸν ἐναντίον διαφόρων εἰδῶν παρασίτων τὰ ὁποῖα ἀπαντῶσιν εἰς τὰ κατοικίδια ζῶα (μυταί, φθειρες, τοιμπούρια, ὑπόδέρματα, τοιμπούρια τῶν ὀρνίθων κτλ.).

## ΤΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ἙΛΟΡΕΞΑΝ' ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΙΣ ΑΥΤΩΝ

### ΚΟΝΙΣ ἙΛΟΡΕΞΑΝ' ΔΙ' ΕΠΙΠΑΣΙΝ

(Περιέχουσα 2 %οο γ-Ἴσομερές τοῦ ἙΞ. Βενζένιου)

Εἶναι μία λεπτὴ κόνις εὐχαρίστου καὶ εὐκόλου ἐφαρμογῆς καὶ εἰδικῶς κατάλληλος διὰ ζῶα ἀσίας.

Ἡ κόνις ἙΛΟΡΕΞΑΝ' ἔχει ἀποτελεσματικὴν ἐφαρ-



μογήν διὰ τήν ἐξαφάνισιν τῶν ψύλλων, φθειρῶν, τσιμπουριῶν κτλ. τῶν κατοικιδίων ζώων, ὡσαύτως διὰ τὰ ἔντομα τῶν πουλερικῶν ὅπως π.χ. τὰ τσιμπούρια καί οἱ ψύλλοι. Ἡ κόνις δεόν νά ἐπιπάσσει ἐλαφρῶς ἐφ' ὀλοκλήρου τοῦ σώματος καί νά τρίβεται καλῶς ἐντός τοῦ τριχώματος ἤ εἰς τήν περιπτώσιν τῶν πουλερικῶν μεταξὺ τῶν πτερῶν. Μία ἐπίπασσις εἶναι συνήθως ἀρκετή, ἀλλ' ἐάν εἶναι ἀνάγκη γίνονται καί ἄλλα ἐπιπάσεις ἀνά ἐβδομαδιαῖα διαστήματα.

### **ΔΙΑΛΥΣΙΣ 'ΛΟΡΕΞΑΝ' ΕΙΣ ΕΛΑΙΩΔΕΣ ΕΝΑΙΩΡΗΜΑ**

(Περιέχει 5 % γ-ίσομερές τοῦ 'Εξ. Βενζενίου)

Διὰ τήν ἀπολύμανσιν τῶν ζώων διὰ λουτρῶν ἢ ψεκασμῶν. Τό σκεύασμα τοῦτο εἶναι ἰδίως χρήσιμον διὰ τήν θεραπείαν τῶν μεγάλων ζώων ἢ ὁσάκις ἀπαιτεῖται μία μεγάλη ποσότης ὑγροῦ. Πρὸ τῆς χρήσεως, τὸ ἐναιώρημα τοῦτο δεόν νά ἀραιούται διὰ προσθήκης 49 μερῶν ὕδατος εἰς 1 μέρος ἐναιωρήματος. Ἡ ἐφαρμογή γίνεται διὰ βούρτσας ἢ ὑπὸ τύπον λουτροῦ ἢ ψεκασμοῦ με ἐπακόλουθον ἀποξήρανσιν. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου οἱ ψύλλοι, τὰ τσιμπούρια, οἱ φθεῖρες κτλ. καταστρέφονται ἀποτελεσματικῶς. Ἐάν περισσεύῃ ὑγρὸν χρησιμοποιεῖται διὰ τήν ἀπολύμανσιν τῶν σταύλων, ὄρνιθῶνων, στρωμνῶν, ἵπποσκευῶν κτλ. ἥτις εἶναι ἀποτελεσματικὴ ἐπὶ 3 ἐβδομάδας τοῦλάχιστον.

### **ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΙ**

#### **'ΛΟΡΕΞΑΝ' ΚΟΝΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΠΑΣΙΝ**

Δοχεῖα τῶν 100 καί 500 γραμ. καί 3 χιλιογρ.

#### **'ΛΟΡΕΞΑΝ' ΔΙΑΛΥΣΙΣ ΕΙΣ ΕΝΑΙΩΡΗΜΑ ΕΛΑΙΩΔΕΣ**

Δοχεῖα τῶν 250 καί 500 κ. ἐκ. καί 2 λίτρων.



Προϊὸν τῆς

**IMPERIAL CHEMICAL (PHARMACEUTICALS) LTD**

(A subsidiary company of Imperial Chemical Industries Limited)

WILMSLOW

MANCHESTER

ENGLAND

Γενικὸς Ἀντιπρόσωπος διὰ τήν Ἑλλάδα: **Κ. ΚΑΝΑΡΟΓΛΟΥ**

Ἴπποκράτους 12



Τηλ. 612.421



Ἀθῆναι

LOR-VB-RI)11)14)451

## **Ε. Β. Γ. Α.**

Ἐπιστημονική παρακολούθησις τοῦ γάλακτος ἀπὸ τῆς παραγωγῆς μέχρι τῆς καταναλώσεως.

Διὰ τῆς παστεριώσεως τοῦ γάλακτος ἐπιτυχανομένης διὰ θερμάνσεως αὐτοῦ εἰς 74° C. ἐπὶ 15'' καταστρέφεται ὁλόκληρος ἡ παθογόνος μικροβιακὴ χλωρίς τοῦ γάλακτος χωρὶς νὰ θίγωνται οὐδόλως τὰ θρεπτικὰ συστατικὰ καὶ αἱ βιταμῖναι αὐτοῦ.

Εἰς τὸ νωπὸν γάλα περιέχονται συνήθως μικρόβια φυματιώσεως, μελιταίου πυρετοῦ, τυφοειδῶν καὶ παρατυφοειδῶν λοιμώξεων, σταφυλοκοκκιάσεως κ.λ.π.

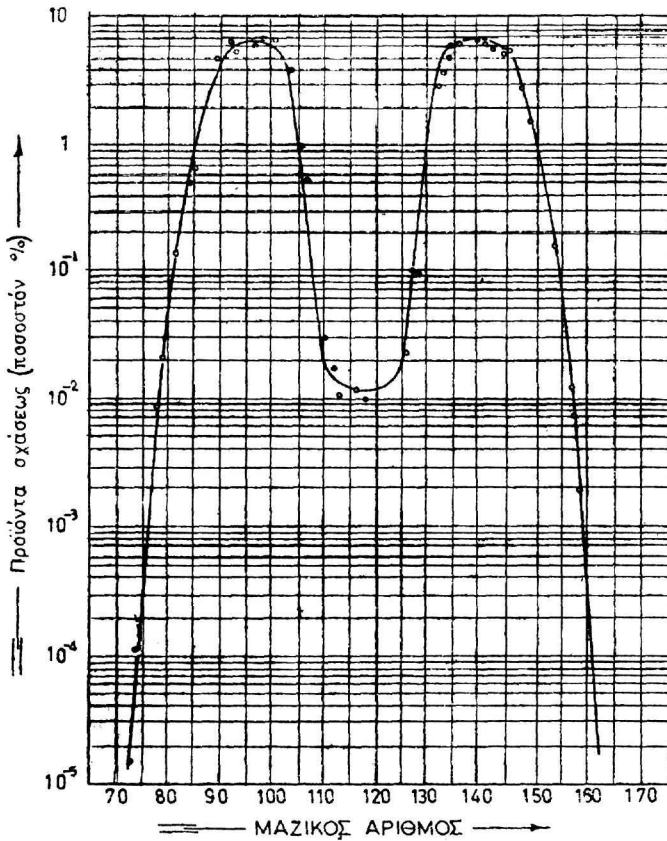
Διὰ τῆς παστεριώσεως καταστρέφονται τὰ περιεχόμενα παθογόνα αἷτια τοῦ γάλακτος καὶ τῶν προϊόντων αὐτοῦ (βουτύρου, ὑγιάρτου κλπ.) οὕτω δὲ προστατεύεται ἡ δημοσία ὑγεία καὶ πρὸ πάντων ἡ ὑγεία τῶν παιδιῶν τὰ ὁποῖα εἶναι πλέον εὐπαθεῖ εἰς τὰς ἀσθενείας.

## **Ε. Β. Γ. Α.**

**ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΙΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ**



ἄνευ τῆς κατανοήσεως τῆς ἐνεργείας, συνδέσεως τῶν οἰκοδομικῶν, ἐκάστου πυρηνικοῦ συγκροτήματος, μονάδων. Ἐν τῇ πυρηνικῇ Φυσικῇ και Χημείᾳ συνιστᾶ κανόνα θεμελιώδους σπουδαιότητος τὸ γεγονός ὅτι ή εὐσταθε-



Σχ. 4. — Σχηματικὴ παράστασις ἐμφαίνουσα τὴν κατανομὴν τῶν προϊόντων σχάσεως πυρηνοῦ οὐρανίου - 235 συναρτήσεσι τοῦ μαζικοῦ αὐτῶν ἀριθμοῦ (A) ὅστις κυμαίνεται ἐντὸς τῆς περιοχῆς ἀπὸ  $A = 72$  μέχρι  $A = 161$ . Τὰ προϊόντα σχάσεως κέκτηνται ραδιενεργοῦς ιδιότητος. Κατόπιν ἐκπομπῆς σωματιδίων  $\beta$  και ἀκτινοβολίας  $\gamma$  μεταπίπτουν εἰς ἕτερα ραδιενεργὰ νουκλῖδια ἢ εἰς σταθερὰ χημικὰ στοιχεῖα (φαινόμενον μεταστοιχειώσεως).

στέρα κατάστασις ἑνὸς πυρηνικοῦ σχηματισμοῦ ἀντιστοιχεῖ και εἰς τὴν μικροτέραν ποσότητα ἐγκλειομένης ἐντὸς αὐτοῦ ἐνεργείας. Τοῦτέστιν, ή ὀλική ἐνέργεια τοῦ προϊόντος τῆς ἀντιδράσεως (πυρην) ὀφείλει, προκειμένου νὰ ἐπιτευχθῇ σταθερώτερον πυρηνικὸν συγκρότημα, νὰ εἶναι μικροτέρα



τῆς ὀλικῆς ἐνεργείας τὴν ὁποίαν ἀντιπροσωπεύουν τὰ συνθετικῶς ἀντιδρῶντα σωματία (Πρωτόνια καὶ νετρόνια) (1).

Κατ' ἀναλογίαν πρὸς τὰ συμβαίνοντα κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι, ὅσον ἐξώθερμος εἶναι μία συνθετικὴ ἀντίδρασις συγκροτήσεως ἐνὸς πυρῆνος τόσον καὶ ἡ εὐστάθειά του εἶναι μεγαλυτέρα. Τὸ ἀντίστροφον συμβαίνει κατὰ τὰς ἐνδοθέρμους συνθετικὰς πυρηνικὰς συγκροτήσεις.

Ἡ ἐκλυομένη κατὰ τὴν συνθετικὴν ἀντίδρασιν συγκροτήσεως ἐνὸς πυρῆνος ποσότης ἐνεργείας ἀντιπροσωπεύει τὴν ἐνέργειαν συνδέσεως τῶν οἰκοδομικῶν τοῦ συγκροτηθέντος πυρῆνος στοιχείων καὶ ἰσοδυναμεῖ προφανῶς πρὸς τὴν ἀντίστοιχον ἀπώλειαν μάζης (ἔλλειμα μάζης) τῶν συνθετικῶς ἀντιδρῶντων σωματίων (Πρωτονίων νετρονίων). Προκειμένου ὅθεν νὰ ἀποσυνθέσωμεν ἓν πυρηνικὸν συγκρότημα ὀφείλομεν νὰ προσφέρωμεν εἰς τοῦτο ἰσοδύναμον ἐνέργειαν πρὸς ἐκείνην ἣτις ἐκλύεται κατὰ τὴν συνθετικὴν αὐτοῦ ἀντίδρασιν.

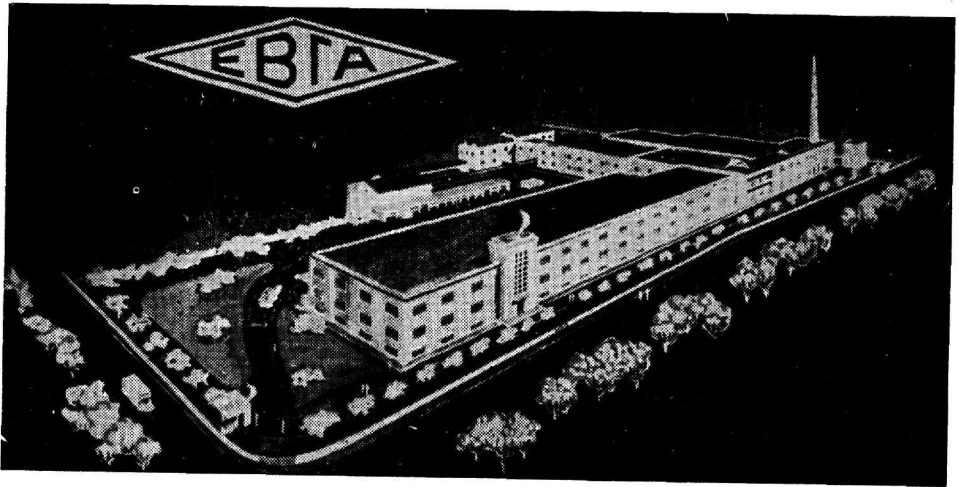
Με βᾶσιν τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσοδυναμίας ὕλης καὶ ἐνεργείας, δυνάμεθα ἐκ τῆς ὀλικῆς ἐνεργείας συνδέσεως ἐνὸς πυρῆνος καὶ κατόπιν διαιρέσεως ταύτης διὰ τοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ (δηλ. τοῦ ὀλικοῦ ἀριθμοῦ πρωτονίων καὶ νετρονίων αὐτοῦ) νὰ εὔρωμεν τὴν ἀντίστοιχον μέσην ποσότητα ἐνεργείας

(1) Ἡ συγκρότησις π. χ. τοῦ πυρῆνος τοῦ χημικοῦ στοιχείου ἡλίου ( ${}^4_2\text{He}^+$ ) ἐδημιουργήθη κάποτε ἐκ τῆς ἀντιδράσεως δύο πρωτονίων καὶ δύο νετρονίων. Πειραματικῶς ἀπεδείχθη ὅτι ἡ ἀτομικὴ μάζα τοῦ χημικοῦ στοιχείου Ἡλίου εὐρέθη ἴση πρὸς 4,00387 μονάδες ἀτομικῆς μάζης (μ.α.μ.) (\*). Αἱ ἀτομικαὶ δὲ μᾶζαι τῶν δύο πρωτονίων καὶ τῶν δύο νετρονίων εἶναι ἀντιστοιχοῦς  $2 \times 1,008142 + 2 \times 1,008982 = 4,03424$  μ.α.μ. Τὸ ποσὸν τῆς ἐξαφανισθείσης μάζης κατὰ τὴν συνθετικὴν ἀντίδρασιν τοῦ πυρῆνος εἶναι ἴσον πρὸς  $4,03424 - 4,00387 = 0,03037$  μον. ἀτομ. μάζης. Δοθέντος ὅτι μία μονὰς ἀτομικῆς μάζης ἰσοῦται πρὸς 931 MeV ἢ ἰσοδύναμος ἀπώλεια ἐνεργείας κατὰ τὴν συνθετικὴν ἀντίδρασιν τοῦ πυρῆνος θὰ ἰσοῦται προφανῶς πρὸς  $0,03037 \times 931 \text{ MeV} = 28,27 \text{ MeV}$ . Τὸ ποσὸν τῆς μετατραπείσης εἰς ἐνέργειαν μάζης καλεῖται ἔλλειμα μάζης ἐνῶ ἡ ἀντίστοιχος ἐνέργεια ἐκφράζει τὴν ἐνέργειαν συνδέσεως τῶν νουκλεονίων τοῦ πυρῆνος (πρωτονίων καὶ νετρονίων). Ἡ μέση ὅθεν τιμὴ ἐνεργείας συνδέσεως ἀνὰ ἕκαστον πρωτόνιον καὶ νετρόνιον ἰσοῦται πρὸς  $28,27 \text{ MeV} : 4 = 7,07 \text{ MeV}$ .

(\*) Ὁμοσ μονὰς ἀτομικῆς μάζης λαμβάνεσιν τὸ  $1/16$  τῆς μάζης εἰς γραμμάρια τοῦ ἀτόμου τοῦ ἐλαφροτέρου ἰσοτόπου τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὸ ὁποῖον δίδεται ἡ τιμὴ 16.

Ἡ μάζα τοῦ ἡλεκτρονίου ( $e^-$ ) ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ  $1/1830$  τῆς μονάδος ἀτομικῆς μάζης. Ἡ τιμὴ ἐνὸς στοιχειώδους ἡλεκτρικοῦ φορτίου ἀνέρχεται εἰς  $4,8 \cdot 10^{-10}$  e.s.v. (ἡλεκτροστατικαὶ μονάδες). Συμφώνως πρὸς τὴν σχέσιν τῆς ἰσοδυναμίας ὕλης καὶ ἐνεργείας ( $E = M \cdot U^2$ ), ἡ τιμὴ τῆς μονάδος ἀτομικῆς μάζης ἰσοῦται πρὸς  $1,6598 \times 10^{-24} \text{ gr} = 14,9 \cdot 10^{-4} \text{ erg} = 931,25 \cdot 10^6 \text{ eV}$  ἢ  $931,25 \text{ MeV}$ .

Ε. Β. Γ. Α.



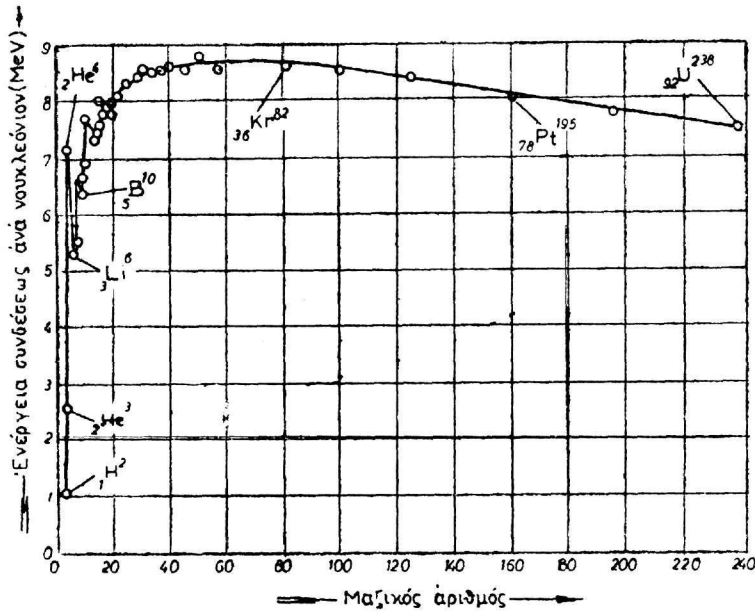
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ Α.Ε.

ΑΘΗΝΑΙ



συνδέσεως δι' εν εκαστον των οικοδομικων του πυρηνος λιθων (= νουκλεονίων=πρωτόνια η νετρόνια).

Εκ της καμπύλης του πίνακος ὃ ληφθείσης εκ του μαζικου αριθμου των διαφορων χημ. στοιχείων συναρτήσεται της υπολογισθείσης πειραματικως ἐνεργείας συνδέσεως των πυρήνων αυτων, καθίσταται εμφανές ὅτι ή



Σχ. 5.—Γραφική παράστασις ἐμφαίνουσα την ἐνέργειαν συνδέσεως ανά νουκλεόνιον των διαφορων χημικων στοιχείων. Η ἐνέργεια συνδέσεως του Ουρανίου - 235 είναι μικροτέρα της ἐνεργείας συνδέσεως των νουκλεονίων των προϊόντων σχάσεως. Οὕτω κατά την σχάσιν ἀποδίδεται ή διαφορὰ των ἐνεργειων συνδέσεως μεταξύ προϊόντων και αντιδρώντων της αντιδράσεως.

μέση ἐνέργεια συνδέσεως ανά νουκλεόνιον (πρωτόνιον η νετρόνιον) ἀποκτᾷ την μεγίστην μὲν τιμήν δια τὰ ἔχοντα μαζικὸν ἀριθμὸν 40-60 (ἐνέργεια συνδέσεως ανά νουκλεόνιον=8,7 MeV) (ἀκολουθῶς δὲ ἐλαττοῦται εἰς την τιμήν των 7,5 MeV δια τὸ οὐράνιον —238.

Εκ της ἐννοίας της ἐνεργείας συνδέσεως, των οικοδομικων εκαστου πυρηνικου συγκροτήματος λιθων, ἐξάγονται τὰ κάτωθι δύο στοιχειωδῶς διατυπούμενα, βασικά συμπεράσματα :

1) Ὅτι εκ της δυνατοτήτος συντήξεως ἐλαφροτέρων πυρήνων (ἐνέργεια συνδέσεως μικροτέρα δι' εν εκαστον πρωτόνιον και νετρόνιον) δυναμεθα νὰ λάβωμεν βαρύτερους πυρήνας (ἐνέργεια συνδέσεως μεγαλειτέρα λόγω μεγαλειτέρας ἀπωλείας μάζης κα:ὰ την συνθετικὴν ἀντίδρασιν) κατὰ

μίαν ἀντίδρασιν ἐξόχως ἐξώθευμον (Ἐρχὴ παρασκευῆς ἀτομικῆς βόμβας ὕδρογόνου).

2) Ὅτι ἐκ τῆς δυνατότητος σχάσεως βαρύτερων πυρηνικῶν συγκροτημάτων, ὡς τοῦ Οὐρανίου—235 (1) (ἐνέργεια συνδέσεως πρωτονίων καὶ νετρονίων μικροτέρα) λαμβάνομεν πυρῆνας συγκριτικῶς μικροτέρου μαζικοῦ ἀριθμοῦ (μεγαλειτέρα ἐνέργεια συνδέσεως ἀντιστοιχοῦσαν εἰς μεγαλειότερον ἔλλειμα μάζης) μετὰ συγχρόνου ἐκλύσεως μεγάλης ποσότητος ἐνεργείας ὑπὸ μορφήν θερμότητος, ἀκτινοβολιῶν κλπ. (Ἐρχὴ παρασκευῆς Βόμβας Οὐρανίου).

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ἐκ τῶν στοιχειωδῶς ἀναπτυχθέντων γενικῶν δεδομένων περὶ τῆς ἀτομικῆς συστάσεως τῆς ὕλης καὶ τῶν πυρηνικῶν συγκροτημάτων, συνάγονται συνοπτικῶς τὰ κάτωθι :

1. Ὅτι ἡ ἔννοια τοῦ ἀτόμου καθορίζει τὴν μικροτέραν δυναμένην νὰ ὑπάρξῃ ποσότητα χημικοῦ τινὸς στοιχείου. Κέκτηται ἰδίας καὶ ἀνεξαρτήτου ὑποστάσεως, συγκειμένου ἐξ ἐνὸς πυρηνικοῦ συγκροτήματος (πρωτόνια νετρόνια) καὶ ἐξ ἐνὸς περιβλήματος ἀρνητικῶς φορτισμένων σωματιδίων.

2. Ὅτι ἐπὶ πραγματοποιηθῆ ἢ διὰ τεχνητῶν μέσων διάσπασις τοῦ ἀτόμου (πυρῆνος).

3. Ὅτι ἐκ τῶν πραγματοποιηθεισῶν μέχρι τοῦδε ἀναλύσεων τῆς ἰδιομόρφου αὐτοῦ συγκροτήσεως, προκύπτει ὅτι τὸ ἄτομον συνιστᾷ πολὺπλοκὸν ἐνεργειακὸν συγκρότημα δυνάμενον νὰ ὑποστῇ πλείστας ἥσας ἐνεργειακὰς μεταβολάς.

4. Ὅτι τῶν ἐνεργειακῶν αὐτῶν μεταβολῶν λαμβάνομεν γινῶσιν ἐκ τῶν ἀνιχνευομένων ἐκάστοτε σωματιδιακῶν (α, β κλπ.) καὶ ἠλεκτρομαγνητικῶν ἀκτινοβολιῶν (ἀκτῖνες X, γ).

5. Ὅτι αἱ σωματιδιακαὶ καὶ ἠλεκτρομαγνητικαὶ ἀκτινοβολίαι συνιστοῦν ἐκδηλώσεις τῆς διαταραχθεΐσης ἐνεργειακῆς ἰσορροπίας τῶν πυρηνικῶν συγκροτημάτων ἅτινα τείνουν διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ νὰ ἐπιτύχουν εὐ-

(1) Κατὰ τὴν «μέσην» σχάσιν τοῦ πυρῆνος τοῦ οὐρανίου —235 διαπιστοῦται ἐκλυσις ἐνεργείας ἴσης περίπου πρὸς 200MeV ἣτις κατανέμεται ὡς κινητικὴ ἐνέργεια τῶν προϊόντων σχάσεως (80%) καὶ ὡς ἀκτινοβολουμένη ἐνέργεια. Τὸ ποσὸν τῶν 200Mev ἀντιστοιχεῖ πρὸς  $3,2 \times 10^{-11}$  Watt-sec. Διὰ τὴν ἀπελευθέρωσιν ποσοῦ ἐνεργείας ἴσου πρὸς 1KWH ἀπαιτεῖται σχάσις  $1,12 \times 10^{17}$  πυρῆνων οὐρανίου —235. Τὸ βάρος τῶν πυρῆνων αὐτῶν ἰσοῦται πρὸς 0,000044 gr. Διὰ νὰ λάβωμεν τὸ αὐτὸ ποσὸν ἐνεργείας ἐξ ἄνθρακος ἀπαιτοῦνται περίπου 110 gr ἄνθρακος. Τοῦτέστιν, ἡ πυρηνικὴ ἐνέργεια εἶναι περίπου 2,5 ἑκατομμύρια φορὰς πλέον «ἀποτελεσματικῆ», (ἐὰν ληφθῶν ἀσφαλῶς ὑπ' ὄψιν τὰ χρησιμοποιούμενα ἀντιστοιχῶς βάρη τῶν καυσίμων) τῆς ἐξ ἄνθρακος λαμβανομένης.

σταθεστέρα πυρηνικὰ συγκροτήματα (ραδιενεργὸς διάσπασις, μεταστοιχειώσεις).

6. Ἡ ἀποδοχὴ ὑπάρξεως οἰκοδομικῶν λίθων, οἵτινες ὑπείσρχονται συνθετικῶς εἰς τὴν συγκρότησιν εἴτε τοῦ πυρῆνος (πρωτόνια - νετρόνια) εἴτε τοῦ περιβλήματος αὐτοῦ (ἠλεκτρόνια) ὥς καὶ ἡ ἐξήγησις γενικώτερον τῶν φαινομένων τοῦ μικροκόσμου, βασίζεται εἰς τὸν συμβιβασμὸν τῶν θεωρητικῶν ὑπολογισμῶν καὶ τῶν πειραματικῶν παρατηρήσεων καὶ ἐπαληθεύσεων. Ἡ ὑπαρξις τῶν ἠλεκτρονίων ἢ νετρονίων π.χ. συνάγεται οὐχὶ ἐκ τῆς ὑποκειμενικῆς ἀντιλήψεως τοῦ παρατηρητοῦ ἀλλὰ ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς πειραματικῆς ἐπαληθεύσεως.

7. Ὁ καθορισμὸς τῶν διαφορῶν ἐννοιῶν αἵτινες ἀφορῶσιν τὰ συμβαίνονται ἐν τῷ μικροκόσμῳ ἔχει συνήθως συμβατικὸν χαρακτήρα. Ὑπόκειται ὡς ἐκ τούτου εἰς βελτιώσεις καὶ τροποποιήσεις ἐν τῇ ἐννοίᾳ ἐπιτεύξεως ἀπολύτου κατὰ τὸ δυνατόν ἁρμονίας μεταξὺ τῶν διὰ τῶν θεωρητικῶν ὑπολογισμῶν προβλεπομένων νὰ συμβῶσι καὶ τῶν διὰ τοῦ πειράματος παρατηρουμένων. Λεπτομερὲς ὄθεν μεταξὺ θεωρίας καὶ πειράματος ἀμοιβαῖος ἔλεγχος τείνων εἰς τὴν πραγματοποίησιν ὀρθολογικωτέρας ἐξηγήσεως τῶν συμβαινόντων ἐν τῷ μικροκόσμῳ.

---

## ΟΙ ΙΟΙ

Ὑπό

ΕΥΘ. ΣΤΟΦΟΡΟΥ, A. GARCIA \* ΑΡΙΣΤ. ΣΕΪΜΕΝΗ

### ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΙΣ

Κατὰ τὰ πρῶτα στάδια τῆς βακτηριολογίας οἱ Pasteur καὶ Chamberland, ἀνεκάλυψαν εἰς Παρισίους ὅτι ἦτο δυνατόν νὰ ληφθῇ ἐν ὑγρὸν ἐκ τινων βακτηριδίων ὅταν ταῦτα διήρχοντο διὰ μέσου ἠθμῶν ἐκ πορώδους πορσελάνης. Διὰ τῆς τεχνικῆς ταύτης ὁ Beijerinck κατώρθωσε νὰ ἀποδείξῃ ὅτι ὑπάρχουσι «Quid» ἅτινα εἶναι μικρότερα τῶν βακτηριδίων τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ μεταδώσουν τὴν ἀσθένειαν καὶ ὅταν ἀκόμη διηθηθῶσι. Ὁ Ivanovskij τὸ 1892 προέβη εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῆς Πετροπόλεως εἰς μίαν ἀνακοίνωσιν ἐπὶ τῆς ἀσθενείας τοῦ μωσαϊκοῦ τοῦ καπνοῦ. Κατὰ τὸ τέλος τῆς ἀνακοινώσεως ταύτης ἀνέφερεν : « Διεπίστωσα ἐπίσης ὅτι ὁ χυμὸς τῶν προσβεβλημένων, ὑπὸ τῆς ἀσθενείας τοῦ μωσαϊκοῦ, φύλλων διατηρεῖ τὰς λοιμογόνους ιδιότητάς του μετὰ τὴν διήθησιν διὰ τῶν κηρίων τοῦ Chamberland ».

---

\* Τοῦ Ἰνστιτούτου J. F. Microbiologia de Madrid.