

ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΜΗΝΙΑΙΟΝ ΕΠΙΣΗΜΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ ΤΗΣ ΕΝΩΣΕΩΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

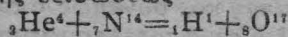
Διοικούσα Έπιτροπή: Λεωνίδας Ζέρβας, Μιχ. Δέφνερ, Γ. Μ. Δρίκος, Εύαγ. Μπόμπος, Χρ. Σταυίδης, *Αγγ. Δημητρίου Α. Παπαδημητρίου

‘Η έκμετάλλευσις τῆς ἐνεργείας τοῦ πυρήνος*’

*Υπό τοῦ καθηγητοῦ Κ. Δ. ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΥ

1. Εἰσαγωγή.—‘Η ὕπαρξις μεγάλων ποσοτήτων ἐνεργείας ἐντὸς τῶν πυρήνων ἦτο γνωστή ἤδη ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τῆς ἀνακαλύψεως τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων, ἢ ἐκλυσίς ὁμοῦ τῆς ἐνεργείας ταύτης εἶναι ἴσων βραδεία, ὥστε οὐδεμίαν πρακτικὴν σημασίαν νὰ ἔχη. Ταχύτερα εἶναι ἢ ἐκλυσίς τῆς ἐνεργείας κατὰ τὰς τεχνικὰς διασπάσεις τῶν πυρήνων τὰς ἐπερχομένας κατὰ τὸν βομβαρδισμόν διὰ καταλλήλων βολίδων. Αἱ ἀντιδράσεις ὁμοῦ αὐταὶ εὐρέθη ὅτι καταναλίσκουν περισσοτέραν ἐνέργειαν ἀπὸ τὴν παραγομένην καὶ τοῦτο, διότι ναι μὲν πορᾶγει ἐκάστη διάσπασις μεγάλην ποσότητα ἐνεργείας, ἀλλὰ δι’ ἐκάστην ἀποτελεσματικὴν σύγκρουσιν πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ ἕνας τόσον μεγάλος ἀριθμὸς βολίδων, ὥστε ἐν τῷ συνόλῳ τὸ ἰσοζύγιον τῆς ἐνεργείας νὰ εἶναι παθητικόν. Τὰ πράγματα μετεβλήθησαν κατὰ τὸ 1939 ὅταν οἱ Hahn καὶ Strassmann ἀνεκάλυψαν ἕνα νέον τύπον διασπάσεως, τὴν σχάσιν, ὃ ὁποῖος ἐκπληροῖ ὅλας τὰς ἀπαιτήσεις διὰ τὴν πρακτικὴν ἐκμετάλλευσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ πυρήνος. Προτοῦ προχωρήσω εἰς τὸ κύριον θέμα, τὴν σήμερον ἐν χρήσει μέθοδον τῆς ἐκμετάλλευσῆς τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, θεωρῶ ἀπαραίτητον μίαν βραχείαν εἰσαγωγὴν περὶ τῶν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων.

2. Γενικὰ περὶ πυρηνικῶν ἀντιδράσεων.—‘Αν ἀφήσωμεν ἀκτίνας α νὰ διέλθουν διὰ θαλάμου περιέχοντος ἄζωτον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἐνίοτε τὰ σωματῖα α εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ πυρήνος τοῦ ἀζώτου καὶ τὸν διασποῦν. Τὰ θραύσματα εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην θὰ εἶναι ἕνα πρωτόνιον καὶ ἕνας πυρὴν δευτερίου. Κατὰ ταῦτα ἡ πυρηνικὴ ἀντίδρασις δύναται νὰ περιγραφῇ διὰ τῆς ἐξισώσεως



‘Εάν διερευνήσωμεν τὴν ἄνω ἐξισωσιν ἀπὸ ἀπόψεως ἠλεκτρικοῦ φορτίου θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὑπάρχει πλήρης ἰσότης. Ἐπίσης ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται νὰ ὑπάρχη ἰσότης μαζῶν. ‘Εάν ὁμοῦ ἀντὶ νὰ ἀναγράψωμεν τὰ ἀτομικὰ βάρη, ἀναγράψωμεν τὰς ἀκριβεῖς τιμὰς τῆς μάζης, ὡς

αὐταὶ προκύπτουν π.χ. ἐκ μετρήσεων διὰ τοῦ φασματογράφου μαζῶν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τοῦ δεξιοῦ μέλους τῆς ἐξισώσεως εἶναι μικρότερον τοῦ ἀριστεροῦ. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς ἀντίθεσιν μὲ τὴν παλαιὰν ἀρχὴν τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης, ἀποτελεῖ τυπικὸν παράδειγμα τῆς ἰσοτιμίας μεταξὺ ἐνεργείας καὶ ὕλης. Τὴν ἰσοτιμίαν ταύτην διετύπωσεν ὁ Einstein διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$E = m \cdot c^2$$

‘Εάν λοιπὸν ἐξηφανίσθῃ μάζα, αὕτη θὰ μετετρέπη εἰς ἐνέργειαν. Εἰς τὴν ἄνω διάσπασιν ἢ ἐξαφανισθεῖσα ἐνέργεια ἰσοῦται πρὸς 1 MeV *) περίπου, ἀνευρίσκεται δὲ ὡς κινητικὴ ἐνέργεια τῶν θραυσμάτων.

‘Ὡς δεύτερον παράδειγμα θὰ ἀναφέρω τὴν πυρηνικὴν ἀντίδρασιν τοῦ πυρήνος τοῦ δευτερίου (βαρέος ἰσοτόπου τοῦ ὑδρογόνου) ὅταν βομβαρδίζεται ὑπὸ ὁμοίων πυρήνων

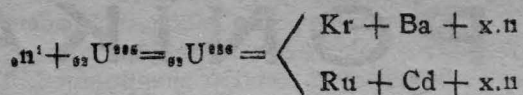


Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην αἱ βολίδες πρέπει νὰ ἐπιταχυνθοῦν τεχνητῶς. Τοῦτο γίνεται εἴτε δι’ ἐπιταχύνσεως ἐντὸς ἠλεκτρικῶν πεδίων τῆ βοήθειᾳ ὕψηλων τάσεων (π.χ. 0,5 ἢ 1 ἑκατ. Volt) εἴτε δι’ ἀλλεπαλλήλων ἐπιταχύνσεων μὲ χαμηλοτέρας τάσεις, ὅπως συμβαίνει εἰς τὸ κύκλοτρον.

3. Διάσπασις τῶν βαρέων πυρήνων.—‘Ενφ’ διὰ τὴν διάσπασιν τῶν ἐλαφροτέρων πυρήνων δηλ. τῶν πυρήνων μικροῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ, ἐπαρκεῖ σχετικῶς μικρὰ ταχύτης τῆς βολίδος, διὰ τοὺς βαρεῖς πυρῆνας πρέπει ἢ ταχύτης νὰ εἶναι πολὺ μεγάλη, διότι τότε μόνον ὑπερνικῶνται αἱ ἀπωστικαὶ δυνάμεις Coulomb καὶ εἰσχωροῦν αἱ βολίδες εἰς τὸ ἐσωτερικόν τοῦ πυρήνος. ‘Εάν ὁμοῦ ἢ βολίς εἶναι ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον σωματῖον, τότε οὐδεμίαν δυνάμιν ἀντιτίθεται εἰς τὴν εἰσχώρησιν καὶ συνεπῶς ἀρκεῖ μικρὰ ταχύτης. Παράδειγμα τοιαύτης διασπάσεως εἶναι ἡ ὑπὸ τῶν Hahn καὶ Strassmann ἀνακαλυφθεῖσα διάσπασις τοῦ U^{235} δι’ οὐδετερονίων, τὴν ὁποῖαν ἀνέφερα ἤδη εἰς τὴν εἰσαγωγὴν.

* Διάλεξις γενομένη τὴν 21 Νοεμβρίου 1945 εἰς τὸ μεγάλο ἀμφιθέατρον τοῦ Χημείου.

*) 1 MeV = $1,6 \cdot 10^{-6}$ erg



Το U^{235} είναι έν ισότοπον του ούρανίου, καλούμενον 'Ακτινουράνιον (AcU) τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐν τῇ φύσει ἀναμειγμένον μετ' ἄλλων ἰσοτόπων εἰς ἀναλογία περίπου 1%. Ὁ μετὰ τὴν ἐνσωμάτωσιν προκύπτων πυρὴν εἶναι ἀσταθῆς καὶ διασπᾶται κατὰ διαφόρους τρόπους, ἐκ τῶν ὁποίων ἀναγράφω εἰς τὴν ἐξίσωσιν δύο μόνον. Τὰ προϊόντα τῆς διασπάσεως εἶναι ἀφ' ἑνὸς δύο πυρῆνες μάζης περίπου ἴσης πρὸς τὸ ἡμισυ τῆς μάζης τοῦ ούρανίου καὶ ἀφ' ἑτέρου μερικὰ (3 ἕως 4) οὐδετερόνια, ὡς τοῦτο παρίσταται διὰ τοῦ παράγοντος x . Ὁ τύπος αὐτὸς τῆς πυρηνικῆς διασπάσεως καλεῖται *σχάσις* (fission).

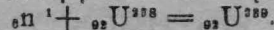
Λόγω τῆς ἐλλείψεως φορτίων δὲν ἀπαιτεῖται μεγάλη ταχύτης τῶν ἀρχικῶν οὐδετερονίων, μάλιστα δὲ εὐρέθη ὅτι ἡ ἐνσωμάτωσις εἶναι τὸσον πιθανωτέρα, ὅσον βραδύτερα εἶναι τὰ οὐδετερόνια. Εὐκόλως ἀντιλαμβάνεται κανεὶς, ὅτι ἡ διάσπασις τοῦ U^{235} θὰ εἶναι δυνατὸν νὰ προχωρή κατ' *ἀλυσιδωτὴν ἀντίδρασιν*, διότι τὰ οὐδετερόνια τὰ προκύπτοντα κατὰ τὴν σχάσιν δύνανται νὰ χρησιμεύσουν ὡς βολίδες διὰ τὴν διάσπασιν ἄλλων πυρῆνων.

Τὰ παραγόμενα οὐδετερόνια εἶναι περισσότερα ἀπ' ὅσον ἐκφράζει ὁ ἀριθμὸς x , διότι οἱ παραγόμενοι πυρῆνες μέσης μάζης εἶναι ἀσταθεῖς, δηλ. ραδιενεργοί, ἐκπέμποντες ἐκτός ἀκτίνων β ἐνίοτε καὶ οὐδετερόνια. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὁ ὀλικὸς ἀριθμὸς τῶν εἰς ἐκάστην σχάσιν ἀντιστοιχοῦντων οὐδετερονίων ὑπερβαίνει τὴν δωδεκάδα. Ἡ σχάσις τοῦ ούρανίου διερευνήθη κατὰ διαφόρους τρόπους:

α) *Χημικῶς*. Διὰ χημικοῦ τρόπου εἶναι δυνατὸν νὰ διαχωρισθῇ ἡ κατὰ τὴν σχάσιν παραγόμενη ποσότης Ru, Cd κ.λ. Καίτοι πρόκειται περὶ ποσοτήτων μὴ δυναμένων νὰ ἀνιχνευθοῦν διὰ ζυγίσεως εἶναι δυνατὴ ἡ παρακολούθησις τοῦ διαχωρισμοῦ ἐκ τῆς ἀκτινεργίας αὐτῶν.

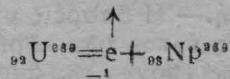
β) *Εἰς θάλαμον Wilson*. Οἱ δύο πυρῆνες οἱ ὁποῖοι παράγονται κατὰ τὴν σχάσιν τοῦ ούρανίου εἶναι δυνατὸν νὰ παρατηρηθοῦν ἐντός θαλάμου Wilson. Τὸ ἀρχικὸν οὐδετερόνιον, τὸ προκαλοῦν τὴν σχάσιν, ὡς καὶ τὰ παραγόμενα δὲν εἶναι παρατηρήσιμα διότι δὲν ἰονίζουσι τὰ ἀέρια. Ἐκ τῆς ἐμβελείας τῶν θραυσμάτων εἶναι δυνατὸς ὁ ὀπολογισμὸς τῆς κινητικῆς τῶν ἐνεργείας, ἡ ὁποία πάλιν ἀντιπροσωπεύει τὴν κατὰ τὴν σχάσιν ἐλευθερουμένην ἐνέργειαν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προσδιορίσθη αὕτη εἰς 200 MeV. Ὁ προσδιορισμὸς τῆς ἐνεργείας ἐκ τῆς συγκρίσεως τῶν μαζῶν εἰς τὴν ἐξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως, ὅπως ἔγινεν εἰς προηγούμενον παράδειγμα, δὲν εἶναι δυνατὸς, διότι δὲν εἶναι γνωστὸν ποῖα ἀκριβῶς ἰσότοπα τοῦ Ru, Cd κλπ. παράγονται κατὰ τὴν σχάσιν.

'Ἐτέρα διάσπασις τὴν ὁποῖαν πρέπει νὰ διερευνήσωμεν εἶναι ἡ τοῦ UI, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὰ 99% τοῦ ἐν τῇ φύσει ἀπαντωμένου ούρανίου.

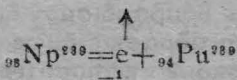


'Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν περίπτωσιν τῆς σχάσεως τοῦ U^{235} ἡ πιθανότης ἐνσωματώσεως τοῦ οὐδετερονίου εἶναι μεγίστη, ὅταν τὰ οὐδετερόνια κινουῦνται μὲ μεγάλην σχετικῶς ταχύτητα.

Ὁ κατὰ τὴν ἐνσωμάτωσιν παραγόμενος ἐνδιάμεσος πυρὴν U^{238} εἶναι ἀσταθῆς ἐμφανίζων ἀκτινέργειαν β καὶ μεταπίπτων οὕτω εἰς στοιχεῖον ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 93. Τὸ νέον τοῦτο στοιχεῖον καλεῖται *Ποσειδώνιον* (Neptunium, ${}_{93}\text{Np}^{239}$).



Τὸ ποσειδώνιον εἶναι καὶ αὐτὸ ἀσταθές, μεταπίπτων ἐντός βραχέως χρόνου ὑπὸ ἔκπομπῆς ἀκτίνος β εἰς πυρῆνα ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 94, ὁ ὁποῖος καλεῖται *Πλουτώνιον* (Plutonium, ${}_{94}\text{Pu}^{239}$).



Καὶ τὸ πλουτώνιον εἶναι ἀσταθές, ἐμφανίζων ἀκτινοβολίαν α καὶ μεταπίπτων οὕτω εἰς ${}_{92}\text{U}^{235}$, ἀλλὰ ἡ μέση διάρκειά ζωῆς εἶναι μακρά, ὥστε νὰ θεωρεῖται ἐν προκειμένῳ ὡς σταθερὸν στοιχεῖον.

Τὸ πλουτώνιον εἶναι δυνατὸν νὰ διαχωρισθῇ χημικῶς ἀπὸ τὸ οὐράνιον ἀπὸ τὸ ὁποῖον προήλθε, καθ' ὅσον πρόκειται περὶ ἄλλου στοιχείου μὲ ἄλλον ἀτομικὸν ἀριθμὸν. Πειράματα γενόμενα ἐπὶ τοῦ Pu ἔδειξαν ὅτι τοῦτο βομβαρδιζόμενον δι' οὐδετερονίων, ὑφίσταται σχάσιν ἀκριβῶς ὅπως τὸ U^{235} .

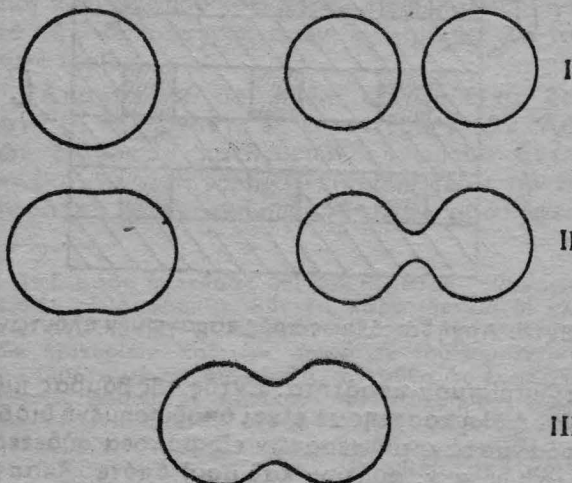
4. *Ἐκμεταλλεύσιμοι τύποι ἀντιδράσεων*. — Ἐνδιαφέρον εἶναι νὰ γνωρίσωμεν ὑπὸ ποίους ὁρους μία πυρηνικὴ ἀντίδρασις εἶναι πρακτικῶς ἐκμεταλλεύσιμος πρὸς παραγωγὴν ἐνεργείας καὶ εἰς ποῖαν θέσιν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος εἶναι πιθανὸν νὰ εὐρίσκωνται οἱ ἀντιστοιχοὶ πυρῆνες.

'Αντιδράσεις τοῦ τύπου $D + D = \text{He} + n$ δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχουν πρακτικὴν σημασίαν δεδομένου ὅτι ναὶ μὲν καθ' ἑκάστην διάσπασιν ἐλευθεροῦται ἐνέργεια περίπου 3 MeV ἀλλὰ ἡ πιθανότης εἰσχωρήσεως καὶ ἐνσωματώσεως εἶναι *πολὸ μικρὴ* καὶ συνεπῶς σπανιώτατα μία βολὴς ἐκτελεῖ μίαν ἀποτελεσματικὴν κρούσιν (1 εἰς 1 ἑκατομμύριον) καὶ οὕτω σπαταλᾶται περισσότερα ἐνεργειαίεπιτάχυνσιν βολίδων ἀπὸ ὅσην κερδίζομεν ἀπὸ τὰς σπανίως συμβαινούσας διασπάσεις. Πρακτικὴν σημασίαν ἔχουσι μόνον ἀλυσιδωτὰ πυρηνικὰ ἀντιδράσεις. Πρὸς τοῦτο πρέπει τὰ ἐκ τῆς διασπάσεως προκύπτοντα οὐδετερόνια νὰ ἔχουν ἐνέργειαν ἴσην ἢ μεγαλύτεραν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀρχικοῦ οὐδετερονίου. Ὡς πα-

ράδειγμα αναφέρω τον πυρήνα του υδραργύρου, ο οποίος βομβαρδιζόμενος δι' ενός ουδετερονίου διασπάζεται παράγων δύο ουδετερόνια. 'Η διάσπασις όμως αυτή δεν οδηγεί εις αλυσωτήν αντίδρασιν διότι είναι ενδόθερμος και συνεπώς λαμβάνει χώραν μόνον όταν το αρχικόν ουδετερόνιον είναι ταχύ, ενώ τα παραγόμενα είναι αντίστοιχως βραδύτερα. Διά συλλογισμών είναι δυνατόν να αποδειχθῆ ὅτι μόνον αἱ σχάσεις είναι δυνατόν να παράγουν ουδετερόνια ἐξωθέρμως. Ἀπό ἐνεργητικῆς ἀπόψεως θὰ ἦτο δυνατόν νὰ ἐμφανίζωνται σχάσεις ὄλων τῶν πυρήνων μὲ ἀτομικὸν βάρους μεγαλύτερον τῶν 100 περίπου. Ἐν τούτοις ἀνευρέθησαν πειραματικῶς σχάσεις μόνον εἰς πυρήνας εὐρισκομένους ἐντελῶς εἰς τὸ ἄκρον τοῦ περιοδικοῦ συστήματος (Th. Acv, Pu). Εἰς τοῦτο ἐδόθη ἐξήγησις ὑπὸ τοῦ Bohr. Διὰ νὰ ἐπέλθῃ σχάσις τοῦ πυρήνος εἰς δύο μέρη πρέπει νὰ ὑπερνηκηθοῦν αἱ δυνάμεις αἱ συγκρατούσαι τὰ στοιχειώδη σωματῖα τοῦ πυρήνος. Ἡ εἰκὼν ἔχει τὸ ἀνάλογόν της εἰς τὴν σταγόνα τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποία διατηρεῖ τὸ σφαιρικὸν της σχῆμα χάρις εἰς τὴν ἐπιφανειακὴν τάσιν. Διὰ νὰ ἐπέλθῃ σχάσις τῆς σταγόνος πρέπει, ἔστω καὶ ἐπὶ βραχύτατον χρόνον, νὰ παραμορφωθῆ, νὰ σχηματισθῆ λαιμός, ἡ σύσφιξις τοῦ ὁποίου φέρει εἰς τὴν σχάσιν (σχ. 1). Διὰ

τῆς ἐνεργείας, πρέπει δηλαδὴ ὁ πυρὴν νὰ διεγερθῆ. Τὴν διεγερσιν ταύτην προκαλεῖ τὸ ἐνσωματούμενον ουδετερόνιον. Ἡ ἀναγκαία ἐνέργεια διεγέρσεως, ἡ ὁποία δρᾷ ὡς «θερμότης ἐνεργοποιήσεως» εἶναι μικρὰ μόνον διὰ τοὺς τρεῖς προαναφερθέντας πυρήνας. Οὕτω ἐξηγεῖται διατὶ πυρήνες δυνάμενοι νὰ παραγάγουν τόσον μεγάλα ποσὰ ἐνεργείας (200 MeV) δὲν ὑφίστανται σχάσιν αὐτομάτως.

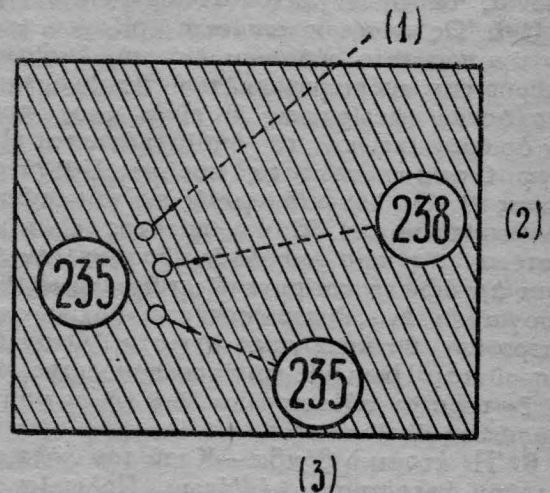
5. Διατάξεις παραγωγῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας.— Διὰ νὰ λειτουργῆ ὁμαλῶς ἡ ἀλυσιδωτὴ ἀντίδρασις τοῦ U^{235} πρέπει τοῦλάχιστον ἓνα ἐκ τῆς δωδεκάδος τῶν ουδετερονίων, τὰ ὁποία παράγονται καθ' ἑκάστην σχάσιν, νὰ ἐνσωματωθῆ εἰς ἄλλον πυρὴνα U^{235} προκαλοῦν οὕτω



Σχ. 1. Διαδοχικαὶ μορφαὶ σταγόνος ὕδατος κατὰ τὴν σχάσιν. (I) Σταθεραὶ μορφαί, (II) μεταβατικαὶ μορφαί, (III) μορφαὶ ἀσταθοῦς ἰσορροπίας.

τὴν παραμόρφωσιν καταναλίσκεται ἔργον, τὸ ὁποῖον ὑπερνηκᾷ τὴν ἐπιφανειακὴν τάσιν, μέχρι ὠρισμένης παραμορφώσεως, τὴν ὁποίαν ἂς καλέσωμεν μορφήν ἀσταθοῦς ἰσορροπίας. Διὰ τὴν περαιτέρω παραμόρφωσιν μέχρι πλήρους σχάσεως δὲν καταναλίσκεται ἔργον, τούναντίον ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις παράγει ἔργον.

Ἐν πλήρει ἀναλογίᾳ, ἀπαιτεῖται καὶ διὰ τὴν σχάσιν τοῦ πυρήνος μία πρόσθετος ποσὸς



Σχ. 2.

σχάσιν αὐτοῦ. Τὸ πότε συμβαίνει αὐτὸ εἶναι ζήτημα πιθανοτήτων. Τὰ ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ οὐρανίου παραχθέντα ουδετερόνια δύνανται νὰ ὑποστοῦν διαφορετικὰς τύχας (Σχ. 2).

- 1) Νὰ διαφύγουν εἰς τὸ περιβάλλον.
- 2) Νὰ ἐνσωματωθοῦν εἰς ἄλλα ἄτομα U^{235} (ὁπότε παράγεται Pu).
- 3) Νὰ ἐνσωματωθοῦν εἰς ἄλλα ἄτομα U^{238} (ὁπότε παράγεται σχάσις).

Ἡ πιθανότης μιᾶς ἐκάστης τῶν περιπτώσεων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα καὶ τὰς διαστάσεις τοῦ σώματος καὶ ἀπὸ τὴν ταχύτητα τῶν ουδετερονίων. Ἡ πιθανότης διαφυγῆς εἶναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια, ἐξαρτᾶται δηλ. ἀπὸ τὴν δευτέραν δυνάμιν τῆς ἀκτίνος. Ἡ πιθανότης τῆς ἐνσωματώσεως εἰς U^{235} ἢ U^{238} εἶναι ζήτημα ὄγκου, ἐξαρτᾶται δηλ. ἀπὸ τὴν τρίτην δυνάμιν τῆς ἀκτίνος. Ἐκ τούτων προκύπτει ὅτι ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἀκτίς μιᾶς σφαίρας ἐξ οὐρανίου, τόσον ὑπερέχει ἡ πιθανότης ἐνσωματώσεως ἔναντι τῆς διαφυγῆς. Διὰ νὰ συγκρινώμεν τὰς δύο πιθανότητας ἐνσωματώσεως μεταξὺ τῶν θὰ πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὴν

ταχύτητα του ούδετερονίου, διότι ως ανεφέρθη ταχέα ούδετερόνια ένσωματούνται κατά προτίμησιν εις το U^{238} τα βραδέα δέ εις U^{235} . Τα κατά την σχάσιν παραγόμενα ούδετερόνια είναι μεγάλης ταχύτητος και συνεπώς έχομεν περίπτωσιν δυσμενή δια έμφάνισιν της άλυσιδωτής αντίδρασεως του U^{235} . Αί συνθήκαι είναι άκόμα δυσμενέστεραι εάν ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι τὰ 99% του ούρανίου άποτελοῦνται από U^{238} . Μετατόπισις πρὸς ὄφελος τῶν σχάσεων έπέρχεται εάν ἡ ὄλη μάζα του ούρανίου ὑποδιαιρεθῆ δια της παρενθέσεως στρωμάτων ὕλης μικροῦ ατομικοῦ αριθμοῦ (π.χ. άνθρακος).

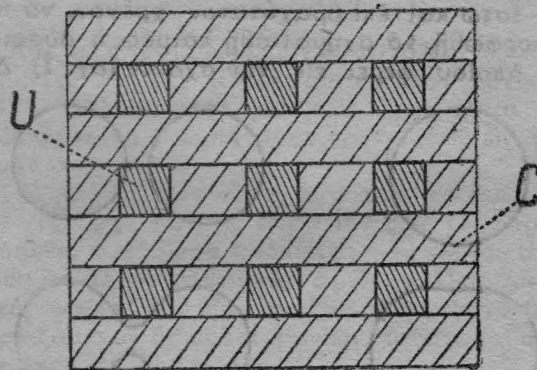
Ὡς γνωστὸν στρώματα έλαφρῶν στοιχείων έχουσι τὴν ιδιότητα νά έπιβραδύνουσι τὰ οὔδετερόνια, τὰ ὁποία πλέον αντιδρῶσι μόνον μετὰ τὸ U^{235} . Ὡς κρίσιμον ποσότητα ὀρίζομεν ἐκεῖνην τὴν ποσότητα ούρανίου δια τὴν ὁποίαν ὁ ἀριθμὸς τῶν οὔδετερονίων τῶν παραγομένων ἐκ σχάσεων (περίπτωσις 3) εἶναι ἴσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν ἐκείνων, τὰ ὁποία χάνονται εἴτε λόγω ένσωματώσεως εις πυρήνας U^{238} (περίπτωσις 2) εἴτε λόγω διαφυγῆς εις τὸ περιβάλλον (περίπτωσις 1). Ἐάν ἡ ποσότης εἶναι μικροτέρα τῆς κρίσιμου, ἡ αντίδρασις δέν θά εἶναι άλυσιδωτή και συνεπώς τιθεμένη εις λειτουργίαν δι' ἑνὸς ἢ περισσοτέρων ἀρχικῶν οὔδετερονίων θά κατέπαυε τάχιστα. Ὅταν ἐκπληροῦνται οἱ ὅροι τῆς κρίσιμου ποσότητος, ἀρκεῖ ἕν τυχαῖον οὔδετερόνιον δια νά ἀρχίσῃ ἡ άλυσιδωτή αντίδρασις.

6. Ἡ ατομικὴ βόμβα.—Κατὰ τὸν λήξαντα πόλεμον άπεφασσάν αι Ἡνωμ. Πολιτεῖαι νά χρησιμοποιήσουσι τὴν πυρηνικὴν ἐνέργειαν δια τὴν παραγωγὴν ἐκρηκτικῶν ἀποτελισμάτων. Τοιαῦτα ἀποτελέσματα ὅμως δέν ἦσαν ἐφικτά μετὰ τὸ σύνηθες ούράνιον, διότι δέν ἀρκεῖ νά παραχθῆ άλυσιδωτή αντίδρασις, ἀλλὰ ἐπιζητεῖται πρὸς τούτοις ἡ οὔτως εἰπεῖν άκαριαία διάσπασις τῶν πυρήνων. Πρὸς τοῦτο θά έπρεπε νά διαχωρισθῆ τὸ U^{235} ἀπὸ τὸ φυσικὸν μείγμα 99% U^{238} +1% U^{235} . Ὁ διαχωρισμὸς τῶν ἰσοτόπων αὐτῶν μόνον δια φασματογράφου μάζης θά ἦτο δυνατός, μέθοδος δηλαδὴ ἡ ὁποία θά παρήγε τὸ U^{235} τόσον βραδέως, ὥστε ἴσως νά μὴν ἔχει πρακτικὴν σημασίαν. Ἡ λύσις εὑρέθη εις τὸ Pu, τὸ ὁποῖον εἶναι δυνατόν νά ὑποστῆ σχάσεις ὅπως τὸ U^{235} και τοῦ ὁποίου κατωρθωθῆ ἡ παραγωγὴ εις μεγάλας σχετικῶς ποσότητας. Πρὸς τοῦτο τοποθετεῖται μάζα ούρανίου ὑπὸ μορφήν ὀξειδίου ἢ μεταλλοῦ έντός πλέγματος ἐκ ράβδων άνθρακος (Σχ. 3). Ἐάν ἡ ὄλική ποσότης του ούρανίου εἶναι μεγαλυτέρα τῆς κρίσιμου ποσότητος, ἀρχίζει αὐτομάτως άλυσιδωτή αντίδρασις. Πολλά ἐκ τῶν οὔδετερονίων ένσωματοῦνται εις τὸ U^{238} και προκύπτει ποσειδώνιον και ἐκ τούτου πλουτώνιον.

Μετὰ τὴν λειτουργίαν τῆς διατάξεως ἐπ' ἀρκετὸν χρόνον, ἐξάγεται τὸ ούράνιον τοῦ πλέγματος και ἀποχωρίζεται τὸ Pu χημικῶς.

Ὁ χημικὸς διαχωρισμὸς του Pu και του U εἶναι ἐφικτὸς καθ' ὅσον πρόκειται περὶ δύο διαφόρων στοιχείων. Δια νά παραχθῆ 1 kg Pu ἡμερησίως, θά πρέπει ἡ ὄλική ποσότης του ούρανίου νά εἶναι πολὺ μεγάλη, πιθανῶς ἑκατοντάδων ἢ χιλιάδων τόννων. Λόγω του μεγάλου ἀριθμοῦ τῶν σχάσεων παράγεται μεγάλη ποσότης ἀχρήστου ἐν προκειμένῳ θερμότητος. Τοῦτο καθιστᾷ ἐπιτακτικὴν τὴν ὕπαρξιν διατάξεως ψύξεως, ἡ ὁποία ν' ἀπάγῃ ἑκατομμύρια KW. Ἡ ἀπαγωγὴ τῶν μεγάλων αὐτῶν ποσοτήτων θερμότητος ὑπῆρξε δύσκολον πρόβλημα. Μεταξὺ ἄλλων έπρεπε νά δοθῆ προσοχή εις τὴν ἐκλογὴν του ὕλικου τῶν σωληνώσεων ψύξεως, διότι έπρεπε τὸ ὕλικόν των νά μὴ αντιδρᾷ μετὰ τῶν οὔδετερονίων. Ὁ κίνδυνος δια τούς ανθρώπους ἐκ τῆς ἀκτινοβολίας ἀπεσοβῆθη δια χρησιμοποίησεως μηχανικῶν μέσων δια τὴν ἀντικατάστασιν τῶν ράβδων του ούρανίου, μακρόθην ὀδηγουμένων. Ἐπίσης ἐπειδὴ ὁ ἀήρ καθίσταται ραδιενεργός, πρέπει νά ἐμποδίζεται ἡ κυκλοφορία του.

Ὡς πρὸς τὸ μέγεθος τῆς βόμβας, φαίνεται ὅτι μερικὰ χιλιογράμματα πλουτωνίου άποτελοῦν



Σχ. 3. Ἀρχὴ διατάξεως πρὸς παραγωγὴν πλουτωνίου

τὴν κρίσιμον ποσότητα. Ἐντὸς τῆς βόμβας πιθανόν ἡ ὄλη ποσότης νά εἶναι ὑποδιηρημένη δια διαφραγμάτων, μὴ περατῶν εις βραδέα οὔδετερόνια (ὡς π.χ. φύλλον καδμίου) ὁπότε ἕκαστον τμήμα ὡς μικρότερον του κρίσιμου παραμένει ἀναλλοίωτον. Δια νά ἐπέλθῃ ἡ ἐκρηξις ἀρκεῖ ἡ ἀπομάκρυνσις τῶν διαφραγμάτων.

Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη του πολέμου ὄλη ἡ προσπάθεια τῶν ἐρευνητῶν κατευθύνετο πρὸς τὴν ἐξεύρεσιν μεθοδου παρεχούσης ἐνέργειαν ὑπὸ τὴν καταστρεπτικὴν τῆς μορφήν. Τώρα μετὴν λήξιν του πολέμου ὅς ἐλπίζομεν ὅτι γρήγορα αἱ κολοσσιαῖαι αὐταῖ ποσότητες ἐνεργείας θά τεθοῦν εις τὴν ἐξυπηρέτησιν τῆς ἀνθρωπότητος δι' εἰρηνικοῦς και παραγωγικοῦς σκοποῦς, ἀνυψώνουσαι τὸ βιωτικὸν ἐπίπεδον και συντελοῦσαι οὔτω εις τὴν εὐτυχίαν τῶν λαῶν.

Ἡ θρεπτική καὶ οἰκονομική ἀξία τῶν ροφητῶν καὶ τῶν ἐκ χεδροπῶν ἐδεσμάτων (κατὰ τὰς χημικὰς ἀναλύσεις τούτων)⁽¹⁾.

ὑπὸ ΓΕΡΑΣΙΜΟΥ Π. ΑΛΙΒΙΖΑΤΟΥ, καθηγητοῦ τῆς Ὑγιεινῆς ἐν τῷ Πανεπιστημίῳ Ἀθηνῶν καὶ ΑΛΒΕΡΤΟΥ ΙΟΥΣΤΙΝΙΑΝΟΥ, χημικοῦ μηχανικοῦ.

(Ἐκ τοῦ Ἐργαστηρίου Ὑγιεινῆς τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν Διευθυντῆς ὁ Καθηγητῆς Γερ. Π. Ἀλιβιζάτος).

Εἰς σειράν ἡμετέρων ἐρευνῶν ἐπὶ τῆς διατροφῆς τοῦ λαοῦ μας περιελάβομεν μεταξὺ ἄλλων καὶ τὴν ἐξέτασιν τῶν ροφητῶν ὡς καὶ τῶν ἐκ χεδροπῶν ἐδεσμάτων, ἅτινα ὡς γνωστὸν ἀποτελοῦσιν ἐν Ἑλλάδι ἰκανὸν ποσοστὸν τῆς ἐν γένει διατροφῆς⁽²⁾.

Ἡ μελέτη περιλαμβάνει τὸν προσδιορισμὸν τῆς περιεκτικότητος τῶν ὡς ἄνω ἐδεσμάτων ἐν εἰς θρεπτικὰς οὐσίας⁽³⁾ ὡς καὶ τὴν οἰκονομικὴν αὐτῶν ἀξίαν, τοῦ τί δύναται τις δηλονότι ν' ἀπολήψῃται κατὰ νομισματικὴν μονάδα τοῦ τόπου. Ἐπίσης προσδιωρίσθη εἰς τὰς αὐτὰς μελέτας (κατὰ Steudel)⁽⁴⁾ καὶ τὸ ποσοστὸν τοῦ κατόπιν τεχνητῆς πέψεως ἀπορροφησίμου ποσοῦ λευκώματος τοῦ περιεχομένου ἐν τοῖς ἐξετασθεῖσιν τροφίμοις. Ἐν τῇ παρουσίᾳ δημοσιεύσει βραχύτατα θίγομεν τὸ ζήτημα τοῦτο. Τέλος ἐν τῇ μελέτῃ ἐξετάζεται καὶ ἡ ἀγορανομικὴ πλευρὰ τοῦ θέματος, πρὸς καθοδήγησιν διὰ τὴν ὀρθολογικωτέραν διατίμησιν ἐν τοῖς ἐστιατορίοις.

Ἄπαντα τὰ ὑφ' ἡμῶν ἐξετισθέντα δεῖματα⁽⁵⁾ προήρχοντο ἐξ ἐστιατορίων τῶν Ἀθηνῶν διαφόρων κατηγοριῶν, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἐκάστη κατηγορία ἀντιπροσωπεύει τὴν ἀντίστοιχον κοινωνικὴν ὁμάδα ἀπὸ τε ἀπόψεως

1) Εἰς τὰς ἡμετέρας ἐπὶ τοῦ θέματος ἀνακοινώσεις ἐν τῇ Ἀκαδημίᾳ Ἀθηνῶν παρατίθενται οἱ πληρεῖς πίνακες τῶν ἀναλύσεων, ὡς καὶ τῶν στατιστικῶν κριτηρίων καὶ τῶν τοιούτων τοῦ σημαντικοῦ τῶν εὑρισκομένων διαφορῶν. Ἐνταῦθα ὡς ἐκ τῆς ἐλλείψεως χώρου, οἱ πίνακες συνεπύχθησαν. παραλειφθέντων πλείονων στοιχείων ὡς ξυλωδῶν ἰνῶν, τέφρας, βάρους μερίδος, τιμῆς μερίδος, ἀποτελεσμάτων τεχνητῆς πέψεως κλπ. Ἡ νομισματικὴ μονὰς εἶναι ἡ δραχμὴ τοῦ 1939.

2) Τὸ ποσοστὸν τοῦτο ἐπὶ χεδροπῶν ἀνέρχεται κατὰ τὰς ἡμετέρας ἐρεῦνας ἐν ἀγροτικῷ περιβάλλοντι κατὰ μὲν τὸν χειμῶνα εἰς 8.8% τοῦ συνολικοῦ ποσοῦ τῶν εἰσαγομένων ἡμερησίως θερμίδων κατὰ δὲ τὸ θέρος εἰς 5.59%. (Ἰδὲ ἡμετ. ἀνακοίνωσιν, συνεδρ. Ἀκαδημ. Ἀθηνῶν 17.5.45).

3) Σχετικῶς μὲ τὴν ἀκολουθηθεῖσαν τεχνικὴν ἰδὲ ἡμετέραν ἀνακοίνωσιν: «Πραγματεῖαι τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν», τόμ. 13 σελ. 1, 1942).

4) Steudel: *Neue Untersuchungen über die Verdaulichkeit unserer Lebensmittel. Zeit. f. d. ges. exp. Med.* Bd. 95 σελ. 580.

5) Ἐξετάσθησαν 30 δείγματα «πάστας ντομάτας» ἢ «ὀρυζῆς ντομάτας». 16 δείγματα «σοῦπας ἀγολέμονο», 18 δείγματα ροφητῶν ἐξ ἀκροκωλίων (πατσάδων) καὶ 46 δείγματα ἐδεσμάτων ἐκ χεδροπῶν.

τρόπου παρασκευῆς, γευστικότητος καὶ οἰκονομικοῦ παράγοντος.

Πρὸ τῆς ἐξαγωγῆς συμπερασμάτων τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἡμετέρας μελέτης ὑπέστησαν τὴν στατιστικὴν ἐπεξεργασίαν, ἵνα εὐρεθῇ τὸ ἀξιόπιστον τούτων, λαμβανομένου ὑπ' ὄψει, ὅτι οἱ ἀκρατοὶ ὄροι καὶ οἱ μέσοι ὄροι ἄνευ τοῦ ὑπολογισμοῦ τῆς σταθερᾶς ἀποκλίσεως, τοῦ συντελεστοῦ μεταβλητότητος καὶ τοῦ στατιστικοῦ κριτηρίου δ : σδ μεταξὺ τῶν μεταβλητῶν, εἶναι ἄνευ ἀξίας.

Ἐν τῷ δημοσιεύματι τούτῳ ἀναγράφονται ἀναλύσεις τῶν ἐλληνικῶν ροφητῶν ἐκ κρέατος σφαγίων καὶ ἰχθύων ὡς καὶ ἐξ ἀκροκωλίων (πατσάδες), τέλος δὲ καὶ τυροπητῶν. Ἐπειδὴ εἶθισται παρ' ἡμῶν ἡ τυρόπητα νὰ λαμβάνηται ὡς προδόρπιον, ἐξετάσαμεν καὶ τὸ εἶδος τοῦτο ἐν συγκρίσει ἀπὸ οἰκονομικῆς καὶ ἀγορανομικῆς πλευρᾶς πρὸς τὰς ροφητάς.

Ἐκ τῆς καθόλου μελέτης ἀποδεικνύεται, ὅτι αἱ ροφηταὶ (ἰδὲ πίνακα I) ὡς καὶ οἱ «πατσάδες» ἔχουσι σταθερότητα μόνον εἰς τὸ στερεὸν ὑπόλειμμα, οὐχὶ ὅμως καὶ ὡς πρὸς τὴν καθέκαστα σύστασιν τούτου, παρασκευαζόμεναι ἰδίᾳ ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸ λίπος ἐξέκεινται ὅπερ ἕκαστος διαθέτει. Ἡ σταθερότης αὐτῆ ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ ὅτι ἡ ὑγρασία εἰς μὲν τὰς ροφητάς ἐκ κρέατος κυμαίνεται ἀπὸ 77.46%—95.65% (μέσος ὄρος 89.10±0.4) εἰς τὰς ροφητάς ἐξ ἰχθύων 77.03%—90.00% (μέσος ὄρος 85.53%±0.7) τέλος δὲ εἰς τὰς ροφητάς ἐξ ἀκροκωλίων εἰς 79.58%—88.74% (μέσος ὄρος 83.56%±0.5), οἱ δὲ συντελεσταὶ μεταβλητότητος εἶναι κατὰ σειράν 4%—4% καὶ 3.5%.

Ἐκ τοῦ πίνακος I καταφαίνεται, ὅτι τὸ στερεὸν ὑπόλειμμα κυμαίνεται διὰ τὰς ροφητάς ἐκ κρέατος εἰς 10.90% κατὰ μέσον ὄρον, διὰ τὰς ἐξ ἰχθύων τοιαύτας εἰς 14.47% κατὰ μέσον ὄρον καὶ τέλος διὰ τὰς ἐξ ἀκροκωλίων τοιαύτας εἰς 16.44% κατὰ μέσον ὄρον ὅπερ δηλοῖ, ὅτι ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς εὐρωπαϊκὰς ροφητάς αἱ παρ' ἡμῶν παρασκευαζόμεναι τοιαῦται εἶναι κατὰ πολὺ πυκνότεραι καὶ δὲν ἀποτελοῦσι μόνον ἕδεσμα ὀρεξιογόνον ἀλλὰ καὶ ἕδεσμα ἔντινι μέτρῳ θερμιδογόνον καλοῦ πτον τὸ 1/10 περίπου τοῦ σιτηρεσίου, ἐπὶ δὲ ψαροζωμῶν καὶ ψαροσουπῶν ἀκόμη περισσότερον, ἐνῶ αἱ εὐρωπαϊκαὶ ἀποδίδουσι συνήθως πολὺ κάτω τοῦ ἡμίσεος τοῦ ποσοῦ τούτου. Λαμ-

Π Ι Ν Α Ξ Ι.

*Εμφαίνων την εκατοστιαίαν σύνθεσιν ἑλληνικῶν ροφητῶν ἐκ κρέατος, ἰχθύων ὡς καὶ ἐξ ἀκροκωλίων μετὰ τῶν πιθανῶν πλανῶν τῶν ἀριθμῶν, τῆς σταθερᾶς ἀποκλίσεως ὡς καὶ τοῦ συντελεστοῦ μεταβλητότητος αὐτῶν

Εἶδος ροφητῆς	*Υδωρ	*Ἀζωτοῦχοι οὐσίαι	Λίπος	*Υδατάνθρακες	Θερμίδες μερίδος	Θερμίδες κατὰ δραχμὴν
«γιομάτα πάστα» σταθερὰ ἀπόκλισις συντελεστοῦ μεταβλ.	89.10±0.40 3.60 4o/o	1.77±0.10 0.90 50o/o	2.00±0.10 1.30 65o/o	5.81±0.30 2.50 43o/o	199.30±10.0 81.00 40o/o	60.70±3.60 29.20 48o/o
«αὐγολέμονο ρυζί» σταθερὰ ἀπόκλισις συντελεστοῦ μεταβλ.	87.81±0.40 2.70 3o/o	1.73±0.07 0.44 25o/o	1.75±0.20 1.40 73o/o	6.00±0.20 1.70 28o/o	234.00±8.9 53.00 22o/o	50.60±4.50 27.00 53o/o
«ψαροζωμοί» σταθερὰ ἀπόκλισις συντελεστοῦ μεταβλ.	85.53±0.70 3.50 4o/o	1.12±0.10 0.70 62o/o	6.98±0.40 1.90 27o/o	4.74±0.80 2.80 59o/o	443.00±8.7 41.00 9o/o	114.00±7.00 25.00 25o/o
«ψαρό-σουπα» σταθερὰ ἀπόκλισις συντελεστοῦ μεταβλ.	85.20±1.00 4.35 5o/o	1.55±0.10 0.50 32o/o	6.55±0.70 2.70 41o/o	5.48±0.70 2.80 51o/o	415.00±4.0 148.00 35o/o	112.00±18.8 68.80 61o/o
«ροφηταὶ ἐξ ἀκροκωλίων» σταθερὰ ἀπόκλισις συντελεστοῦ μεταβλ.	83.56±0.50 3.00 3.5o/o	8.58±0.40 2.44 28o/o	3.33±0.30 1.80 54o/o	2.59±0.20 1.60 61o/o	444.00±18.0 106.00 23o/o	63.00±3.5 20.40 32o/o

Π ρ ὶ σ σύ γ κ ρ ι σ ι ν

«Τυροπῆται» σταθερὰ ἀπόκλισις συντελεστοῦ μεταβλ.	38.60±2.73 8.10 20o/o	9.20±0.33 1.02 11o/o	14.98±1.3 3.90 26o/o	33.89±1.9 5.70 16o/o	473.00±35.0 105.00 22o/o	67.00±3.8 8.00 11o/o
---	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------------	----------------------------

βανομένου ὅπ' ὄψει, ὅτι αἱ ἐν αὐταῖς περιεχόμεναι ἀζωτοῦχοι οὐσίαι δὲν ἀντιπροσωπεύουσι πᾶσαι λεύκωμα, ἀλλ' ἐκχυλισματικὸς οὐσίας τοῦ κρέατος ὡς καὶ τοῦ ὅτι τὸ ποσοστὸν τοῦ λευκώματος ἐκ τῶν ἀζωτοῦχων οὐσιῶν δὲν εἶναι ἀνωτέρας βιολογικῆς ἀξίας, συνιστάμενον τὸ πλεῖστον ἐκ πηκτῆς, ἔπειτα ὅτι παρ' ὄλον ὅτι αἱ ροφηταὶ εἶναι κορεστικὸν ἔδεσμα καὶ ὡς πρὸς τὸ κρέας εὐφθηνόν, δὲν εἶναι ἐν τούτοις ἀπὸ πάσης ἀπόψεως συμφέρον, μάλιστα ὅταν συγκριθῆ μετὰ ἄλλα ἐδέσματα ὡς π. χ. τυροπῆτας. Αἱ τελευταῖαι εἶναι μὲν πολυδαπανώτεροι ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν ὀλικὴν τιμὴν ἀλλὰ κατὰ νομισματικὴν μονάδα ἀποδίδουσι περισσοτέρας θερμίδας, ἐνῶ τὸ λεύκωμά των προερχόμενον κυρίως ἐκ τυροῦ εἶναι ἀφθονώτερον καὶ ὑψηλῆς βιολογικῆς ἀξίας. Ἡ προτίμησις τῶν ροφητῶν ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι προερχόμεναι ἐκ σαρκῶν ἢ περιέχουσαι μέγα ποσοστὸν ἐκχυλισματικῶν οὐσιῶν εἶναι περισσώτερον ὀρεξιογόναι. Ὀλιγώτερον ὀρεξιογόναι ἔνεκα τοῦ μικροτέρου ποσοῦ τῶν ἐκχυλισματικῶν οὐσιῶν ἀλλὰ περισσώτερον κορεστικαὶ καὶ περισσώτερον θερμιδογόναι εἶναι αἱ ἐξ ἰχθύων ροφηταὶ ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς ἐκ κρέατος τοιαύτας.

Ἡ μελέτη διὰ τοῦ στατιστικοῦ κριτηρίου δ : σδ τὸ ὅποῖον ἐφηρμόθη ἀνά δύο εἰς ὅλας τὰς μεταβλητὰς (τιμὴν, ποσὸν θερμίδων, θερμίδας κατὰ δραχμὴν κτλ.) ἀπέδειξε καὶ τὴν ἀνάγκην ὀρθολογικότερας διατιμήσεως τῶν ἐστιατορίων καθὼς εὐρέθη, ὅτι ἐνῶ μετὰ τιμῆς 100 θερ-

μίδων καὶ ποσοθ θερμίδων κατὰ δραχμὴν οὐδεμία διαφορὰ ὑφίσταται μετὰξὺ ἐστιατορίων πολυτελείας καὶ Α' κατηγορίας, ἐν τούτοις τὰ ἐστιατόρια ταῦτα τῆς Α' κατηγορίας παρέχουσι κατὰ δραχμὴν κατὰ πολὺ ὀλιγωτέρας θερμίδας τῶν τῆς Β' κατηγορίας ὡς ἐπίσης καὶ ἔχουσι τιμὴν τῶν 100 θερμίδων κατὰ πολὺ ἀνωτέραν, δίδουσι δὲ κατὰ μερίδα καὶ ὀλιγωτέρας θερμίδας. Ἐξ ἄλλου ἢ σύγκρισις μετὰξὺ ἐστιατορίων Β' καὶ Γ' κατηγορίας ἀποδεικνύει ὅτι ἐνῶ οὐδεμία διαφορὰ εἰς ποσὸν τῶν προσφερομένων κατὰ μερίδα θερμίδων ὑφίσταται μετὰξὺ τῶν δύο, ἐν τούτοις αἱ θερμίδες τῶν δύο ἔχουσι τὴν αὐτὴν τιμὴν. Ἐπομένως τὰ ἐστιατόρια Α' κατηγορίας πωλοῦντα τόσον ἀκριβὰ ὅσον τὰ τῆς πολυτελείας τὰς θερμίδας των, οὐδὲν προσφέρουσι περισσώτερον τῶν ἐστιατορίων τῆς Β' κατηγορίας, ἐνῶ ἀπὸ ἀπόψεως ἐμφανίσεως εἶναι πολὺ κατώτερα τῶν τῆς πολυτελείας. Τὰ δὲ Γ' κατηγορίας ἐστιατόρια παρέχοντα ἐν τῇ πραγματικότητι προϊόν ἐξ ἴσου πολυδάπανον ὡς τὰ τῆς Β' κατηγορίας, εἶναι καὶ ταῦτα κατώτερα ἀπὸ ἀπόψεως ἐμφανίσεως ὡς πρὸς τὴν Β' κατηγορίαν. Συνεπῶς ἡ διάκρισις τῶν ἐστιατορίων Α' καὶ Γ' κατηγορίας δὲν δικαιολογεῖται τοῦλάχιστον ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὰς ροφητὰς.

Τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐπὶ τῶν ἐκ χεδροπῶν ἐδεσμάτων μελέτης διὰ τῆς χημικῆς ἀναλύσεως ὡς καὶ τῆς στατιστικῆς ἐπεξεργασίας τῶν τιμῶν

ΠΙΝΑΞ II.

Έμφαίνων την εκατοστιαίαν σύνθεσιν τών έκ χεδροπών έδεσμάτων μετά τών πιθανών πλανών τών αριθμών, τής σταθεράς απόκλισεως ώς και τοῦ συντελεστοῦ μεταβλητότητος αὐτῶν.

Είδος έδεσματος	Υδωρ	Άζωτοῦχοι οδοίαι	Λίπος	Υδατάνθρακες	Θερμίδες μερίδος	Θερμίδες κατά δραχμήν
«Φακὰί σοῦπα» σταθερά απόκλισις συντελεστής μεταβλ.	80.55±0.3 1.6 1.9o/o	4.41±0.2 1.00 22o/o	4.64±0.5 2.3 49o/o	7.90±0.2 1.1 13o/o	379 ± 17 73.9 19o/o	66.2 ± 4.6 19.6 29o/o
«Φάβα μετ' έλαίου» σταθερά απόκλισις συντελεστής μεταβλ.	69.74±0.3 1.9 2.7o/o	6.49±0.23 0.70 10o/o	8.49±0.16 0.49 5.8o/o	13.2±0.27 0.80 6o/o	573 ± 19 58 10o/o	86.9 ± 3.6 20 23o/o
«Φασίοιοι σοῦπα» σταθερά απόκλισις συντελεστής μεταβλ.	79.77±0.4 2.5 3.1o/o	4.13±0.2 1.6 37o/o	3.61±0.2 1.8 29 o/o	9.58±0.3 1.9 19o/o	454 ± 21 188 30o/o	101 ± 5.2 33 32o/o
«Έρέβινθοι σοῦπα» σταθερά απόκλισις συντελεστής μεταβλ.	76.03±1.92 5.7 7.5o/o	2.87±0.27 0.8 27o/o	7.49±0.3 1.0 13o/o	10.86±1.8 5.6 51o/o	602 ± 29.3 87 14o/o	110 ± 8.7 26 22o/o
«Έρέβινθοι κοκκινιστοί γιαχνί» σταθερά απόκλισις συντελεστής μεταβλ.	65.18±0.8 2.1 3.2o/o	8.61±0.19 0.5 5.8o/o	7.94±0.8 2.1 26o/o	14.93±0.7 1.9 13o/o	821 ± 26 69 8.4o/o	152 ± 12 33 21o/o

δύνανται νά συνοψισθῶσιν εἰς τὰ κάτωθι :

1ον) Τά έκ χεδροπών έδεσμάτα έσθιόμενα εἰς δύο φαγητά, συνήθως μεσημβριαν και έσπέραν δύνανται νά καλύψωσιν αναλόγως εἰδους και τρόπου παρασκευῆς των από 800 μέχρι 1600 θερμίδων καθ' έκάστην ἢ τὸ 1/3 μέχρι και πέραν τοῦ 1/2 τοῦ σιτηρεσίου.

2ον) Ὑπολογιζομένου, ὅτι κατά μέσον ὄρον αἱ τάξεις, αἱ τρώγουσαι ὡς κύριον έδεσμα τὰ χεδροπα κατηνάλισκον (πρὸ τοῦ πολέμου) τοῦλάχιστον 600 γρ. ἄρτου ἡμερησίως, ὅστις κατά τὰ έγνωσμένα περιέχει 8—10 γρ. λευκώματος ἐπὶ τοῖς εκατόν, ἐξ ὧν 7—8 γρ. ἀπορροφήσιμα θά έχωμεν ὡς συμπέρασμα, ὅτι ὁ τρώγων δύο μερίδας χεδροπών (μεσημβριαν και έσπέραν) και τὸ ἄνω ποσὸν ἄρτου, εἰσάγει ἡμερησίως ἐν συνόλῳ 60—100 γρ. ἀπορροφησίμου λευκώματος, ποσὸν ὄπερ κατά τὰς επικρατεστέρας ἀντιλήψεις εἶναι ἐπαρκές. Ἐπειδὴ ὁμως κατά τὰς έρεῦνας τῶν Osborne και Mendel, Mac Collum (1) και τῶν συνεργατῶν του ἔχει ἀποδειχθῆ ὅτι τὰ χεδροπα περιέχουσι λευκώματα τῶν

ὀπείων ἢ σύνθεσις εἶναι ἔλλειμματικὴ ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὰ λεγόμενα ἀπαραίτητα ἀμινοξέα, ἀτινα ὁ ὄργανισμὸς δέν δύναται νά ἀναπαραγάγη, θά ἦτο ἐνδεδειγμένη ἡ προσθήκη εἰς τὴν διατροφήν ποσοῦ τινος ἔστω και μικροῦ λευκώματος ζωϊκῆς προελεύσεως. Γνωστοῦ ὄντος ὅτι τὰ λευκώματα ταῦτα εἶναι ἔξαιρετικῶς πολυδάπανα, ἡ πρακτικὴ ἀποψις θά ἦτο τὸ νά τελεσθῆ ἡ συμπλήρωσις διὰ τοῦ εὐφθνοτέρου και καταλληλοτέρου έκ τούτων. Τὸ τοιοῦτον ἦτο, τουλάχιστον πρὸ τοῦ πολέμου, τὸ τοῦ τυροῦ φέτος.

3ον) Τὰ πειράματα τεχνητῆς πέψεως ἀπέδειξαν, ὅτι έκ τῶν ὀσπρίων, τὸ ὀλιγώτερον δαπανηρόν—οἱ έρέβινθοι—τυγχάνουσι και τὸ εὐπεπιώτερον, τὸ δὲ δαπανηρότερον—αἱ φακὰί—εἶναι και τὸ δυσκολώτερον πεπτόμενον παρουσιάζον τὰς μεγαλειτέρας ἀπωλείας ὡς έκ τῆς ἀτελοῦς πέψεως ἰδία τῶν ἀζωτούχων οὐσιῶν. Τοῦτο προφανῶς ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι οἱ έρέβινθοι ἔχουσι μεγάλας κοτυληδόνας και σχετικῶς μικρὰν ἐπιφάνειαν, καλυπτομένην ὑπὸ φλοιοῦ ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς φακὰς ὅπου ἡ έκ φλοιοῦ ἐπιφάνεια εἶναι ἔξαιρετικῶς μεγάλη πρὸς τὸν ὄλον ὄγκον τοῦ ὀσπρίου τούτου.

Σχετικὰς λεπτομερείας ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἐπὶ τῶν έκ χεδροπών έδεσμάτων μελέτης, δύναται νά λάβῃ τις έκ τοῦ πίνακος II.

1) Mac Collum and N. Simmond: *The newer knowledge of Nutrition*. 1929. Ἴδὲ και Sule; *Jour. Biol. Chem.* τόμος 43 σελ. 443(1929) τόμ. 46 σελ. 443(1921) ὡς και Johns και Finks. *Jour. Biol. Chem.* τόμ. 41 σελ. 379 (1920).

Το πετρέλαιο πηγής πρώτων υλών διά την χημ. βιομηχανίαν*

Υπό ΑΝΑΣΤ. ΚΩΝΣΤΑ Δρος—Χημικού

Το πετρέλαιο είναι ή σπουδαιότερα φυσική πηγή αλειφατικών ενώσεων υπό μορφήν, αερίων, υγρών και στερεών υδρογονάνθρακων. Τα όρια μεταξύ αερίων, υγρών και στερεών δέν είναι σαφή αλλά ή διάκρισις χρησιμοποιείται πάντοτε. Γενικώς περιέχονται υδρογονάνθρακες με 1 μέχρι και άνω των 70 ατόμων άνθρακος ενώ συγχρόνως συνυπάρχουν πάντοτε και μικρά ποσοστά ενώσεων με δευγόνον, άζωτον, θείον κλπ. αί όποια δέν παρουσιάζουν ακόμη βιομηχανικόν ένδιαφέρον.

Ο έπόμενος πίναξ δίδει μίαν γενικήν εικόνα των άποσταγμάτων ενός συνήθους φυσικού πετρελαίου με τόν άριθμόν ατόμων άνθρακος των διαφόρων άποσταγμάτων.

Κλάσματα	Σημ. βρασμού	Άτομα άνθρακος
Αέρια		
Βενζίνας	25—230 ⁰	3—13
Πετρέλαιο φωτιστ.	165—275 ⁰	12—16
Πετρέλαιο μηχανών έσωτ. καύσεως	230—330 ⁰	15—20
Αιπαντικά έλαια	290 (εις 760 χιλ.) —270 (εις 1 χιλ.)	19—37
Υπόλειμμα	Δέν άποστάζεται	Μέχρι και άνω των 70

Έννοείται ότι τά άνωτέρω όρια κυμαίνονται και οι άνωτέρω άριθμοί είναι άπλώς ένδεικτικοί.

Τά παράγωγα του πετρελαίου λαμβάνονται διά σειράς δλοκλήρου κατεργασιών. Κλασματική άπόσταξις υπό άτμοσφαιρικήν πίεσιν και υπό ήλατωμένην πίεσιν, άπορρόφησις, πολυμερισμός, άλκυλίωσις, υδρογόνωσις, άφωδρογόνωσις, άποθειωσις, χημικά κατεργασία, προσρόφησις, έκχύλις με διαλύτας, κατακρήμνις με διαλύτας και κρυστάλλωσις άποτελούν τάς συνηθεστέρας μεθόδους κατεργασίας.

Ως γνωστόν με την αύξησιν των ατόμων του άνθρακος αύξάνει καταπληκτικώς και ο άριθμός των δυνατών ίσομερών. Ο έπόμενος πίναξ δίδει μίαν ιδέαν του άριθμού των ίσομερών αυτών.

Δυνατότητες ίσομερών των διαφόρων όμολόγων.

Άτομα άνθρακος	Παραφίνας	Αλειφατικά μονοαλειφίνας	Διατύλιος με 5 C	Διατύλιος με 6 C	Άρσμητικά με ένα πωθήνα
1	1	—	—	—	—
2	1	1	—	—	—
3	1	1	—	—	—
4	2	4	—	—	—
5	3	6	1	—	—
6	5	17	1	1	1
7	9	36	6	1	1
8	18	92	16	8	4
9	35	..	..	22	8
10	72	..	..	..	21
16	10 359	..	..	..	..
24	14X10 ⁶	..	..	..	..

Είς τά βαρύτερα άποστάγματα υπάρχουν κυκλοπαραφινικοί υδρογονάνθρακες με πλευρικός αλύσους, των όποιων αί δυνατότητες είς ίσομερή αύξάνουν είς βαθμόν άφάνταστον.

Έπί πολύν χρόνον παράγωγα του πετρελαίου έχρησιμοποιούντο ως καύσιμα χωρίς να έξετάζεται ή χημική των σύνθεσις. Σήμερον έχει γίνει, ιδιαίτε-

ρως είς τάς Ένωμένες Πολιτείας της Άμερικής, μία καταπληκτική έργασία είς τό σημείον αυτό, διά της έφαρμογής λεπτοτάτων μεθόδων διαχωρισμού διά ειδικών συσκευών κλασματικής άποστάξεως, άζεοτροπικής άποστάξεως, διαλύσεως και κλασματικής κρυστάλλωσεως. Π.χ άπό τά κλάσματα της βενζίνης μεταξύ 50 και 100⁰ έχουν άπομονωθεί και προσδιορισθή ποσοτικώς 24 υδρογονάνθρακες με 5—7 άτομα άνθρακος. Διά τούς διαχωρισμούς έδημιουργήθη μία νέα ιδιαιτέρα τεχνική ή όποια δέν έχει ακόμη άποδώσει όλους τούς καρπούς της.

Ο βιομηχανικός διαχωρισμός και ή προσφορά είς τό έμπόριον των διαφόρων παραγώγων έξαρτάται άπό την περιεκτικότητα των άκατεργάστων πετρελαίων είς διαφόρους υδρογονάνθρακας. Π.χ. ένφ έν πετρέλαιο περιέχει περί τό 1% καν. δεκάνιον, περιέχει μόνον 0 078%, 1, 2, 3, 4, τετραμεθυλοβενζόλιο. Η ζήτησις ενός παραγώγου προκαλεί αυτομάτως αύξησιν της τιμής του. Η άπόκτησις των διαφόρων παραγώγων είς καθάρην μορφήν έπιβαρύνει σημαντικώς την τιμήν τούτων, λόγω των ειδικών έγκαταστάσεων και των προσθέτων κατεργασιών που άπαιτούνται. Έπίσης ή τιμή κόστους έπηρεάζεται και άπό τός δυνατότητας διαθέσεως των παραλλήλως λαμβανομένων παραπροϊόντων.

Ιδιαιτέρας χαμηλά είναι σήμερα αί τιμαί των προπανίου, ίσοβουτανίου, καν. βουτανίου, ίσοπεντανίου και καν. πεντανίου. Τό βουταδιένιον είναι ή κυριώτερα πρώτη ύλη διά την παραγωγήν συνθετικού καουτσούκ. άκολουθεί δέ ίσοπρένιον. Τό δικυκλοπενταδιένιον χρησιμοποιείται διά την παραγωγήν προϊόντων πολυμερισμού Τά 90% του χρησιμοποιούμενου σήμερα είς τόν άμερικανικόν στρατόν τολουόλιου δι' έκκρηκτικάς ύλας προέρχονται άπό τό πετρέλαιο. Πολλοί άρωματικοί υδρογονάνθρακες χρησιμοποιούνται είς την βενζίνη άεροπορίας. Τό καν. έξάνιον και έπτάνιον είναι πολύτιμα διαλυτικά και έκχυλιστικά ύγρα διά την χημικήν βιομηχανίαν. Η ζήτησις των τελευταίων τούτων ύπερβαίνει την προσφοράν των.

Με την πρόδοον της τεχνικής του διαχωρισμού αύξάνουν και αί δυνατότητες προσφοράς των διαφόρων παραγώγων είς τοιαύτας τιμάς, ώστε να δυνατόνται να χρησιμεύσουν ως πρώται ύλαι διά την συνθετικήν χημικήν βιομηχανίαν. Τά ειδικά άμερικανικά περιοδικά διαφημίζουν πλήθους νέων χημ. προϊόντων παραγομένων διά συνθετικών μεθόδων άπό τά παράγωγα του πετρελαίου.

Άπό τό πετρέλαιο δέν έξάγονται μόνον υδρογονάνθρακες αλλά και υδρογόνον παραγόμενον κατά την πυρολυτικήν άπόσταξιν τούτου. Διά της άτελους καύσεως εδτελών άποσταγμάτων λαμβάνεται αιθάλη, πρώτη ύλη πολυτιμωτάτη διά την βιομηχανίαν του καουτσούκ. Άπό πετρέλαια πλούσια είς θείον λαμβάνεται σήμερα θείον είς καθαρωτάτην μορφήν. Τέλος διά πυρολύσεως λαμβάνεται αιθυλένιον και άκετυλένιον τά όποια σήμερα άποτελοϋν σπουδαιότατας πρώτας ύλας διά την συνθετικήν χημικήν βιομηχανίαν.

Η συνεχώς προαγομένη έπιστημονική έρευνα και τεχνική τελειοποίησις των περιγραφεισών κατεργασιών θα καταστήση συντόμως τό φυσικόν πετρέλαιο μίαν πολύτιμον πρώτην ύλην έφάμιλλον πρός την πίσσαν των λιθανθράκων και πολύ εϋθηνοτέραν ταύτης.

* Κατά την σύνταξιν του άνωτέρω άρθρου έλήφθη ύπ' όψιν τό άρθρον του J. H. Boyd Jr., Chemical and Engineering News, V, 23, No 4, (1945).

Κρυσταλλοχημεία *

Υπό ΓΕΩΡΓΙΟΥ Μ. SCHWAB

(*Εκ του Τμήματος Άνοργάνου, Φυσικής και Καταλυτικής Χημείας του Ίνστιτούτου Χημείας και Γεωργίας «Νικόλαος Κανελλόπουλος», εν Πειραιεί).

Μορφολογία και αιτιότητα.— Οι πρώτοι εκ των αρχαίων Έλλήνων φιλοσόφων, οι λεγόμενοι *φυσικοί*, προσεπάθουν να εξηγήσουν τας διαφόρους μορφάς, υπό τας οποίας εμφανίζεται ή ύλη, διά ώρισμένων αιτιών. Αι αίτια αἰταί βεβαίως δέν ἦσαν αἱ ἴδιαι, τὰς οποίας παραδεχόμεθα σήμερον, ἀλλὰ ἦσαν λ.χ. ή κίνησις, ο δ αριθμός, οι φυσικοί τόποι κ.λ.π. Πάντως δικαιούμεθα να θεωρήσωμεν τήν προσπάθειαν ταύτην ὡς τήν *ἀπαρχήν τῆς αἰτιολογικῆς φυσικῆς ἐπιστήμης*. Κατά μίαν περιεργον όμως ἐξέλιξιν τῆς ἐπιστήμης οι μαθηταί του Σωκράτους, ο Πλάτων και πρό παντός ο Ἄριστοτέλης και ο Θεόφραστος ἐγκατέλειψαν αὐτήν τήν ὑγιᾶ τάσιν και ἐδημιούργησαν μίαν νέαν θεωρίαν, ή οποία τέμνει, οὕτως εἰπεῖν, τήν φύσιν εἰς δύο : τήν *ύλην*, ή οποία κατ' αὐτήν δέν ἔχει ὡρισμένας ἰδιότητας και εἶναι καθαρῶς παθητικόν ὑπόστρωμα, και τήν *μορφήν*, ή οποία ἔχει αὐτόνομον ὑπαρξιν και ἐκάστοτε ἐπιβάλλει εἰς τήν ὕλην τόν τρόπον τῆς ἐμφανίσεώς της. Κατά τήν θεωρίαν ταύτην δέν ὑπῆρχε κανείς λόγος να ἐρευνήσωμεν λ.χ. τὰς σχέσεις μεταξύ τῆς μορφῆς ἑνός κρυστάλλου και του ὕλικου του. Ἡ ἀποψις αὕτη ἐκυριάρχει καθ' ὅλον τόν Μεσαίωνα, ὅποτε πράγματι ή φυσική ἐπιστήμη ἦτο μᾶλλον περιγραφικῆς φύσεως. Ἡ σημερινή πειραματική ἐπιστήμη, ἐπανελθοῦσα μετά τήν Ἐνανένησιν εἰς τήν εὐρετικῶς γονιμώτεραν ὑπόθεσιν τῆς αἰτιότητος, ἀπέριψεν τήν κατ' ἀνάγκην περιγραφικήν μορφολογίαν, τουλάχιστον ὡς κυρίαν βάσιν τῆς ἐρεύνης. Ὡς ἐκ τούτου εἶναι δικαιολογημένον να ἀναζητῶμεν τήν *αἰτίαν τῆς μορφολογικῆς ἐμφανίσεως τῶν κρυστάλλων εἰς τήν χημικήν των σύστασιν*, και σκοπὸς τῶν κατωτέρω εἶναι να δείξωμεν, μέχρι ποίου σημείου ή προσπάθεια αὕτη ἐπέτυχεν. Δέν θά μᾶς ἀπασχολήσῃ ἐδῶ τὸ θέμα, ἔαν και κατὰ πόσον ὑπάρχουν ἐλπίδες, ὅπως εἰς τὸ ἀπώτερον μέλλον ἐπιτευχθῇ ἀνάλογον ἀποτέλεσμα και ὡς πρὸς τὰς μορφὰς τῆς ἑνοργάνου ὕλης.

Κρυσταλλικαὶ δυνάμεις.— Ἡ ὕλη ἐν γένει παρουσιάζεται εἰς τρεῖς διαφόρους μορφάς, τήν ἀέριον, τήν ὑγρὰν και τήν στερεάν κρυσταλλωμένην κατάστασιν. Εἰς τήν ἀέριον φάσιν ή θερμική κίνησις ὑπερισχύει κατὰ πολὺ ἔναντι τῶν μεταξύ τῶν μορίων δρῶσῶν δυνάμεων, ἐνῶ εἰς τὰ ὑγρά αἱ δυνάμεις αἰταί ἔχουν μεγαλύτεραν ἐπίδρῶσιν, συγκρατοῦσαι τὰ μόρια εἰς ὡρισμένον ὄγκον, λόγω όμως τῆς θερμικῆς κινήσεως ἐπικρατεῖ πλήρης ἀταξία. Εἰς τοὺς κρυστάλλους τέλος αἱ μεταξύ τῶν μορίων (μεταμοριακαὶ) και μεταξύ τῶν ἀτόμων (μετατομικαὶ) δυνάμεις συγκρατοῦν τὰ σωματίδια εἰς ὡρισμένην περιοδικήν κατάταξιν (πλέγμα χώρου), και ή θερμική κίνησις ἐπιφέρει μόνον δονήσεις του ἀτόμου περίε σταθερῶν θέσεων. Ἐπομένως ή αἰτία τῆς τάξεως αὐτῆς και ὡς ἐκ τούτου τῆς κρυσταλλικῆς μορφῆς εἶναι αἱ μεταμοριακαὶ και μετατομικαὶ δυνάμεις.

Ἡ σύγχρονος χημεία γνωρίζει τεσσάρων εἰδῶν δυνάμεις συνδέσεως. Αὗται εἶναι :

1) Ἡ *ἠλεκτροστατική ἐλξις*, δηλαδή ο ἑτεροπολικὸς δεσμός, ο ὁποῖος λ.χ. συνδέει τὰ κατιόντα νατρίου με τὰ ἀνιόντα χλωρίου εἰς τὸν κρυστάλλον του χλωριούχου νατρίου.

2) Ὁ *ὁμοιοπολικὸς δεσμός*, ο ὁποῖος συνδέει τὰ άτομα εἰς τὰ ὀργανικά μόρια ή και εἰς τὰ μὴ ἑτεροπολικὰ ἄνοργανα τοιαῦτα, ὅπως τὸ Cl₂, CO₂ κλπ. Κατὰ βάθος και ή δύναμις αὕτη εἶναι ἠλεκτρικῆς φύσεως και προέρχεται ἐκ τῆς ἑλξεως μεταξύ ἠλεκτρονίων σθένους δονουμένων με τήν αὐτὴν συχνότητα και φάσιν.

3) Αἱ *δυνάμεις «van der Waals»*, αἱ ὁποῖαι δρῶν μεταξύ μορίων κεκορεσμένων ὡς πρὸς τὸ χημικόν σθένος και οὕτω προκαλοῦν τὰς ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως του van der Waals περιγραφείσας ἀποκλίσεις ἀπὸ τὸν νόμον τῶν ἰδεῶδῶν ἀερίων, ἰδίως δὲ τήν συμπύκνωσιν τῶν ἀερίων εἰς ὑγρά. Αἱ δυνάμεις αὗται εἶναι ἐπίσης ἠλεκτρικῆς φύσεως, ἀποτελοῦνται δὲ ή ἐκ τῆς ἑλξεως μεταξύ μονίμων ἠλεκτρικῶν διπόλων, ή δονουμένων τετραπόλων.

4) Αἱ *μεταλλικαὶ δυνάμεις*, αἱ συγκρατοῦσαι τὰ άτομα ἐντὸς ἑνὸς μετάλλου. Κατὰ τήν σημερινήν μας ἀποψιν τὸ μέταλλον περιέχει τὰ άτομα ὑπὸ μόρῃν θετικῶν ἰόντων εἰς σταθερὰς θέσεις του πλέγματος, ἐνῶ τὰ ἀποσπασθέντα ἠλεκτρόνια κινουνται ἐλευθέρως εἰς τὸν ἄνῳρον του μετάλλου μεταξύ τῶν ἰόντων, σχηματίζοντα ἕν εἶδος ἀερίου, τὸ ὁποῖον ἠλεκτροστατικῶς συγκρατεῖ τὸ σύνολον.

Ἡ διαίρεσις αὕτη τῶν συνδετικῶν δυνάμεων μᾶς ὀδηγεῖ ἀπ' εὐθείας εἰς μίαν διάκρισιν και τῶν κρυσταλλικῶν πλεγμάτων εἰς τὰ ἑξῆς :

1) *Πλέγματα ἰόντων ή ἀλάτων*, συγκρατούμενα ὑπὸ ἠλεκτροστατικῶν δυνάμεων. Λόγω τῆς μεγάλης ἰσχύος τῶν δυνάμεων αὐτῶν χαρακτηρίζονται τὰ πλέγματα διὰ μεγάλης σκληρότητος και ὕψηλοῦ σημείου τήξεως και ζέσεως.

2) *Πλέγματα ἀτόμων* με ὁμοιοπολικὸν δεσμόν, ἐπίσης σκληρὰ και ὀλίγον πηκτικά.

3) *Πλέγματα μορίων*, συγκρατούμενα ὑπὸ τῶν σχετικῶς ἀσθενεστέρων δυνάμεων van der Waals, μαλακά και πηκτικά και τέλος

4) τὰ *πλέγματα τῶν μετάλλων*.

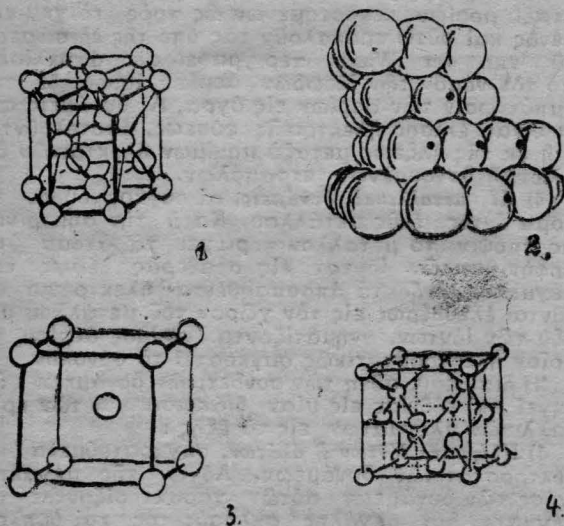
Πειραματικαὶ μέθοδοι.— Τὸ κυριώτερον μέσον διὰ τήν ἐρευναν τῆς κατατάξεως τῶν ἀτόμων εἰς τὰ πλέγματα εἶναι ή ἀκτινογραφία δι' ἀκτίνων X (Röntgen), αἱ ὁποῖαι λόγω του μικροῦ των μήκους κύματος ἀναθλῶνται εἰς τὰς τακτικὰς σειρὰς τῶν ἀτόμων, ὅπως τὸ ὁρατὸν φῶς εἰς ἕν ὀπτικὸν πλέγμα διασκεδασμοῦ.

Τελευταίως χρησιμοποιοῦνται δι' ὡρισμένους σκοποὺς ἐξ ἴσου και αἱ ἀκτίνες ἠλεκτρονίων κατὰ τήν κβαντομηχανικήν τὰ κινούμενα ἠλεκτρόνια δύνανται να θεωρηθοῦν ὄχι μόνον ὡς φορτισμένη ὕλη, ἀλλὰ και ὡς ἀκτινοβολία κυμάτων, και πράγματι ἀνακλῶνται ὅπως και αὕτη ὑπὸ τῶν κρυστάλλων. Ἀκόμη και τὸ εἶδος του δεσμοῦ ἐντὸς του πλέγματος δυνάμεθα να καθορίσωμεν διὰ τῆς ἀκτινογραφίας, καθότι μία μαθηματική ἀνάλυσις (Fourier) τῶν ἐντάσεων τῶν ἀνακλασθειῶν ἀκτίνων μᾶς πληροφορεῖ περὶ τῆς διανομῆς του ἠλεκτρονιακοῦ φορτίου. Οὕτω δυνάμεθα να κρίνωμεν τήν ὑπαρξιν ή μη ἠλεκτρονίων σθένους μεταξύ τῶν ἀτόμων.

Μεταλλικὰ πλέγματα.—Θὰ ἐπισκοπήσωμεν τώρα κατὰ σειράν τὰ διάφορα εἶδη πλεγμάτων και ἀρχίζομεν ἀπὸ τὰ πλέγματα μετάλλων. Ταῦτα λόγω του εἰς τὸν ἄνῳρον μὴ κατευθυνομένου χαρακτήρος του μεταλλικοῦ δεσμοῦ εἶναι σχεδὸν ὅλα *συννῶνται συγκροτήσεις σφαιρῶν*, ὅπως τὰς παρουσιάζουν λ.χ. τὰ πορτοκάλια εἰς τήν ἀμαξαν ἑνὸς ὀπωροπώλου. Ἐκκινοῦν

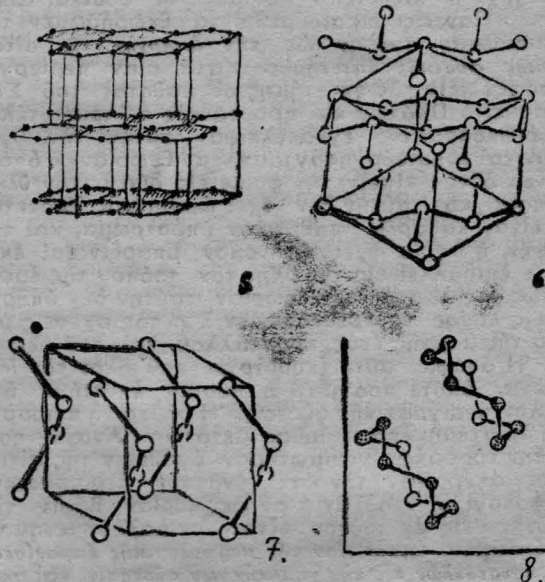
* Διάλεξις γενομένη τήν 12ην Δεκεμβρίου 1945 εἰς τὸ Χημειον του Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.

τες από μίαν πυκνοτάτην στοιβάδα σφαιρών τοποθετούμεν τὰς σφαίρας τῆς δευτέρας στοιβάδος εἰς τὰ ἐνδιάμεσα τρίγωνα μεταξύ τῶν πρώτων σφαιρῶν. Διὰ τὴν τρίτην στοιβάδα ὑπάρχουν τότε δύο ἰσότητες δυνατότητες: Ἡ μία εἶναι νὰ τὰ θέσωμεν εἰς τὰ ἐνδιάμεσα τρίγωνα μεταξύ τῶν σφαιρῶν τῆς δευτέρας στοιβάδος τὰ εὐρισκόμενα καθέτως ὑπεράνω τῶν σφαιρῶν τῆς πρώτης, (εἰκ. 1) ὁπότε σχηματίζεται μία πυκνοτάτη συγκρότησις *ἐξαγωνικῆς συμμετρίας*. Εἰς αὐτὴν τὴν κατάταξιν εὐρίσκονται τὰ άτομα εἰς τὰ πλέγματα τοῦ Mg, Zn, Cd. Ἐάν ὅμως αἱ σφαῖραι τῆς τρίτης στοιβάδος τεθοῦν εἰς τόπους μὴ εὐρισκόμενους καθέτως ὑπεράνω τῶν πρώτων σφαιρῶν, τότε μόνον εἰς τὴν τετάρτην στοιβάδα ἐπαναλαμβάνεται ἡ πρώτη στοιβάς. Μία τοιαύτη, ἐξ ἴσου πυκνοτάτη συγκρότησις ἔχει *κυβικὴν συμμετρίαν* καὶ



μίαν στήλην τοῦ περιοδικοῦ συστήματος πρὸς τὴν ἄλλην. Ἰσχύει δηλαδή ὁ γενικὸς νόμος ὅτι ὁ ἀριθμὸς συντάξεως K ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν ἠλεκτρονίων σθένους Z κατὰ $K=8-Z$. Τὰ στοιχεῖα τῆς 1ης, 2ας καὶ 3ης ομάδος κατὰ κανόνα δὲν παρουσιάζουν ἀτομικὰ πλέγματα ἀλλὰ μεταλλικά, καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀρχίζομεν ἀπὸ τὰ στοιχεῖα τῆς 4ης ομάδος.

Στοιχεῖα 4ης ομάδος. $8-4=4$. Ὁ χαρακτηριστικὸς ἀντιπρόσωπος τῶν πλεγμάτων μετὰ τὸν ἀριθμὸν συντάξεως 4 εἶναι ὁ ἄνθραξ εἰς τὴν μορφήν τοῦ *ἀδάμαντος* (εἰκ. 4). Δύο κυβικὰ ἐπιπεδοκεντρωμένα πλέγματα (εἰκ. 2) εἶναι τοποθετημένα τὸ ἓνα ἐντὸς τοῦ ἄλλου εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς τετάρτου τῆς διαγωνίου χώρου, ἢ, μετὰ ἄλλα λόγια, εἰς ἓνα ἐπιπεδοκεντρωμένον πλέγμα, ἐκ τῶν ὁκτῶ συνιστῶν



δύναται νὰ παρασταθῇ ὑπὸ ἐπιπεδοκεντρωμένων κύβων (ἐκάστη ἔδρα κύβου ἔχει εἰς τὸ κέντρον ἓν ἄτομον) (εἰκ. 2). Πλείστα μέταλλα κρυσταλλοῦνται εἰς αὐτὴν τὴν μορφήν, ὅπως τὰ Cu, Ag, Au, Pb, Pt, Al.

Εἰς ἀμφοτέρας τὰς κατάταξεις αἱ σφαῖραι καταλαμβάνουν τὰ 74% τοῦ ὅλικοῦ χώρου, καθὼς ἐπίσης εἰς ἀμφοτέρας τὰς κατάταξεις ἕκαστον ἄτομον ἔχει 12 γείτονας· 6 εἰς τὴν ἰδικὴν του στοιβάδα, τρεῖς ἄνω καὶ τρεῖς κάτω, ὁπότε ὀμιλοῦμεν περὶ *ἀριθμοῦ συντάξεως 12*. Οἱ μεγάλοι ἀριθμοὶ συντάξεως εἶναι χαρακτηριστικοὶ διὰ τὰ μεταλλικὰ πλέγματα, ἐπειδὴ τὰ ἐλεύθερα ἠλεκτρόνια τείνουν νὰ συμπίπτουν τὰ ἄτομα ὅσον τὸ δυνατόν περισσότερο. Ἡ συγγένεια τῶν δύο πυκνοτάτων συγκροτήσεων φαίνεται καὶ ἐκ τοῦ γεγονότος, ὅτι τὸ Co καὶ τὸ Ti κρυσταλλοῦνται καὶ εἰς τὰ δύο πλέγματα. Τὸν ἐλαφρῶς μικρότερον ἀριθμὸν συντάξεως 8 παρουσιάζει ἡ χωροκεντρωμένη κυβικὴ κατάταξις (εἰκ. 3), εἰς τὴν ὁποῖαν ἐμφανίζονται ἀπ' ἑνὸς τὰ Li, Na, K, ἀπ' ἑτέρου τὰ V, Mo, W. Ἄλλα πλέγματα, τὰ ὁποῖα δυνάμεθα νὰ τὰ θεωρήσωμεν ἀπλῶς ὡς παραλλαγὰς τῶν προηγουμένων, ἔχουν τὸ Mn καὶ ὁ Sn.

Ἀτομικὰ πλέγματα.—Τὰ ἀτομικὰ πλέγματα μετὰ ὀμοιοπολικὸν δεσμὸν μεταξύ τῶν ἀτόμων, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ προηγούμενα, ἔχουν μικροὺς ἀριθμοὺς συντάξεως, διότι κάθε ἄτομον εἶναι συνδεδεμένον μετὰ τὸσα μόνον ἄλλα ἄτομα, ὅσα ἐπιτρέπει τὸ ὀμοιοπολικὸν του σθένος, ὅπως παρατηρεῖται εἰς τὰς ὕδρογονούχους ἐνώσεις τοῦ ἀτόμου τούτου. Ὁ ἀριθμὸς συντάξεως λοιπὸν καὶ τὸ κρυσταλλικὸν πλέγμα μεταβάλλονται καθὼς προχωροῦμεν ἀπὸ

τῶν μικροτέρων κύβων οἱ τέσσαρες εἶναι χωροκεντρωμένοι. Κατὰ τὸν τρόπον αὐτὸν ἕκαστον ἄτομον ἄνθρακος γίνεται κέντρον ἑνὸς τετραέδρου, αἱ γωνίαι τοῦ ὁποῦ εἶναι τὰ κέντρα ἄλλων τεσσάρων ἀτόμων, ἔχει δηλαδή πρᾶγματι τέσσαρας γείτονας. Καὶ τὸ πυρίτιον καὶ ἡ ἔνωσις SiC (Καρβορουνδιον) ἔχουν τὸ αὐτὸ πλέγμα.

Ἀπὸ τὸ πλέγμα αὐτὸ παράγεται δι' ὀρισμμένων μετατοπίσεων τῶν ἀτόμων τὸ πλέγμα ἑτέρας μορφῆς τοῦ ἄνθρακος, τὸ τοῦ γραφίτου (εἰκ. 5). Ἡ συμμετρία εἶναι ἐξαγωνικὴ. Ἐδῶ βλέπομεν ὅτι ἕκαστον ἄτομον ἔχει τρεῖς γείτονας εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον, ἑνῶ ὁ τέταρτος γείτων εὐρίσκεται εἰς τὸ ἐπόμενον ἢ προηγούμενον ἐπίπεδον, καὶ διὲν εἰς μεγαλύτεραν ἀπόστασιν. Ὁ λόγος εἶναι ὅτι εἰς τὴν οὐσίαν τὸ τέταρτον σθένος ἑκάστου ἀτόμου δὲν εἶναι πλέον ὀμοιοπολικῆς ἀλλὰ μεταλλικῆς φύσεως, δηλαδή τὰ σχετικὰ ἠλεκτρόνια δὲν εἶναι ἐντοπισμένα περὶ τῆς γραμμῆς σθένους, ἀλλὰ μετακινούνται ἐλεύθερος εἰς ὅλον τὸν χώρον μεταξύ τῶν δύο ἐπιπέδων. Οὕτως ἐννοοῦμεν ἀπ' εὐθείας τὰς φυσικὰς ἰδιότητας τοῦ γραφίτου· ἀπ' ἑνὸς τὴν φυλλοειδῆ ἐμφάνισιν καὶ λιπαντικὴν ἰδιότητά του λόγω τοῦ εὐκόλου σχισμοῦ αὐτοῦ εἰς φύλλα παράλληλα πρὸς τὰ ἀναφερθέντα ἐπίπεδα, ἀπ' ἑτέρου δὲ τὴν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα, ἢ ὁποῖα μάλιστα ὑφίσταται κατὰ νεωτέρος μετρήσεις μόνον εἰς κατευθύνσεις παραλλήλους πρὸς τὰ ἐπίπεδα, ἑνῶ εἰς κάθετον κατεύθυνσιν τὰ ἠλεκτρόνια τοῦ τετάρτου σθένους δὲν δύνανται νὰ διαπεράσουν τὰ ἐπίπεδα.

Στοιχεῖα 5ης ομάδος. $8-5=3$. Πλέγματα τοῦ ἀριθ-

μού συντάξεως 3 δέον να είναι πλέγματα *στρωμάτων*, επειδή τρεις γείτονες ενός ατόμου δεν δύνανται παρά να εύρισκονται εις ένα επίπεδον (όπως έξ άλλου οι τρεις όμοιοπολικοί γείτονες εις τó πλέγμα του γραφίτου). Πράγματι ή μέλαινα μορφή του φωσφόρου, τά As, Sb, και Bi (είκ. 6), κρυσταλλώνονται εις όμοιοπολικά πλέγματα στρωμάτων. (Τά στρώματα δεν είναι επίπεδα, διότι επιδρούν επ' άλλήλων διά προσθέτων δυνάμεων μεταλλικής φύσεως).

Στοιχεία 8ης ομάδος. 8-6=2. Όταν έκαστον άτομον έχη δύο γείτονες, όλα τά άτομα δέον να είναι κατατεταγμένα κατά σειράς και σχηματίζουν *πλέγμα ινών*, όπως εις τήν περίπτωσην του Se και Te (είκ. 7.) (Παραμόρφωσις τών ινών διά μεταλλικών δυνάμεων). Αι σειραι δύνανται όμως και να είναι κλειστοί κύκλοι, όπως εις τó ρομβικόν θείον S₈ (είκ. 8).

Στοιχεία 7ης ομάδος. 8-7=1. Κάθε άτομον έχει έναν γείτονα, τά άτομα σχηματίζουν ζεύγη, δηλαδή διατομικά μόρια. Μεταξύ τών μορίων αυτών έχουν δυνάμεις van der Waals, μετέβημεν δηλαδή εις τά απλούστερα παραδείγματα τών πλεγμάτων μορίων. Τó Ιώδιον, τó στερεόν άζωτον, αντιπροσωπεύουν τόν τύπον αυτόν.

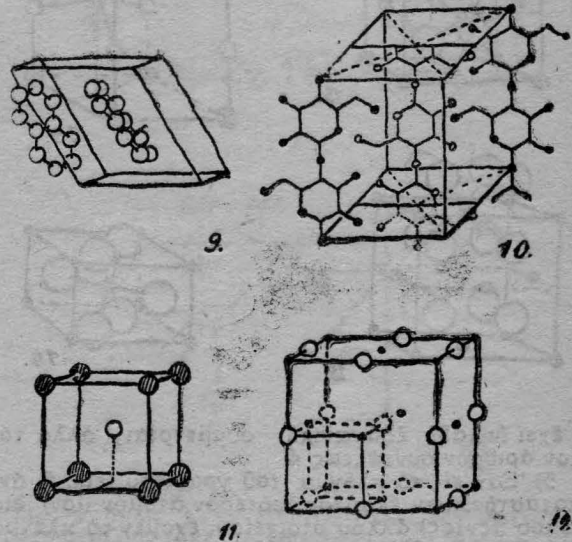
Στοιχεία 8ης ομάδος. 8-8=0. Τά άτομα αυτά τών εύγενών αερίων δεν έχουν γείτονες και εύρισκονται άπομεμονωμένα εις τó πλέγμα, συγκρατούμενα βέβαια διά δυνάμεων van der Waals. Έπειδή αι δυνάμεις αύται δεν έχουν κατεύθυνσιν, σχηματίζουν πάλιν πυκνοτάτας συγκροτήσεις σφαιρών, και ώς εκ τούτου τó στερεόν Άργόν έχει τó αυτό πλέγμα με τó μέταλλον του Cu.

Κράματα. Πριν συνεχίσωμεν, άς μελετήσωμεν τήν περίπτωσην καθ' ήν δύο τών μέχρι τουδε μελετηθέντων στοιχείων σχηματίζουν ένα κοινόν πλέγμα. Αύτη είναι ή περίπτωσης ή άφορδωσα τά υπό τών μεταλλογράφων λεγόμενα *κράματα*. Φυσικά δεν μέν ενδιαφέρουν έδω τά έτερογενή κράματα, τά αποτελούμενα, όπως τά ευθηκτα μίγματα, από δύο φάσεις, δηλαδή δύο ειδών κρυστάλλους, αλλά μόνον τά όμογενή κράματα. Έδω παρουσιάζονται διάφοροι περιπτώσεις αναλόγως προς τόν χημικόν χαρακτήρα τών δύο στοιχείων. Έάν ταύτα είναι πολύ όμοια εις τόν χημικόν χαρακτήρα και τó μέγεθος τών ατόμων, τότε σχηματίζουν στερεά διαλύματα, μικτούς κρυστάλλους, εις όλας τας αναλογίας, όπως ó Ag με Cu και Au. Έάν δε τó εν τών μετάλλων άνήκει εις τήν 1ην ή 2ην ομάδα (Fe, Ni, Cu, Ag) τó δε έτερον εις τήν 3ην έως 5ην (Zn, Al, Sn, Bi), τότε σχηματίζονται διάφορα πλέγματα αναλόγως τής συστάσεως αυτών. Όλα αυτά είναι καθαρώς μεταλλικά, έχουν δηλαδή μεγάλους αριθμούς συντάξεως. Απεδείχθη διά τών σημαντικών πειραματικών έργασιών του Hume-Rothery και τών θεωρητικών τιαούτων του Mott, ότι ή σύστασις, εις τήν όποιαν έκαστον εκ τών πλεγμάτων αυτών παρουσιάζεται, ούδόλως εξαρτάται εκ του χημικού χαρακτήρος τών δύο μετάλλων, αλλά μόνον εκ τής όλικής συγκεντρώσεως τών έλευθέρων ήλεκτρονίων, τά όποια δύνανται να άποδώσουν τά μέταλλα. Έάν πάλιν τά δύο στοιχεία έχουν ισχυράν ήλεκτροχημικήν αντίθεσιν, όπως τά άλκάλια και τó άρσενικόν, τότε εις όρισμένας αναλογίας σχηματίζονται πλέγματα άλάτων, και εάν κατατάσσονται συμμετρικώς δεξιά και άριστερά από τήν 3ην ομάδα, όπως τά Ni και Sn, Cu και As, Zn και Sn, τότε εις όρισμένην αναλογίαν σχηματίζουν όμοιοπολικά άτομικά έξαγωγικά πλέγματα.

Πλέγματα μορίων.—Ήδη αναφέραμεν και κατενόησαμεν κατ' άρχήν τά πλέγματα του τύπου αυτού, όπως τά παρέχουν τó J₂ και τó S₈. Και τά μόρια τών οργανικών ενώσεων εύρισκονται εντός του κρυσταλλικού πλέγματος εις τήν μορφήν τήν ένδεδειγμένην υπό του χημικού τύπου, συγκρατούνται δε μεταξύ

των διά δυνάμεων van der Waals. Ή συμμετρία τών πλεγμάτων αυτών εξαρτάται από τήν μορφήν και άμοιβαίαν κατάταξιν τών μορίων. Ή εικών 9 δεικνύει εν τμήμα του πλέγματος του ναφθαλινίου.

Ίδιαίτερον ένδιαφέρον όμως άπαιτούν εκείναι αι όργανικαι ενώσεις, αι όποιαι δεν έχουν όρισμένον μοριακόν βάρος, άλλ' αποτελούνται έν διαλύματι από πολύ μεγάλα, συνήθως άλυσσοειδή μόρια όπως ή κυτταρίνη, τά λευκώματα, τó καουτσούκ και αι τεχνητά πλαστικά μάζαι. Εις τήν κρυσταλλικήν μορφήν τών (και ή κυτταρίνη και τó καουτσούκ εύρισκονται εις τήν φύσιν πάντοτε κατά τó μάλλον ή ήττον κρυσταλλωμένα) τά μεγάλα μόρια διατρέχουν όλόκληρον τó πλέγμα εις μίαν κατεύθυνσιν παραλλήλως και συγκρατούνται εις τήν έγκάρσιον κατεύθυνσιν μόνον διά δυνάμεων van der Waals.



Τούτο εξηγεί τας μηχανικάς ιδιότητας αυτών λ. χ. τήν μεγάλην κατά μήκος στερεότητα τών ινών κυτταρίνης ή τών τενόντων. Ή εικών 10 δεικνύει εν τμήμα του πλέγματος κυτταρίνης (C₆H₁₀O₅)_n.

Πλέγματα ιόντων ή άλάτων.—Αι έτεροπολικά δυνάμεις συγκρατούν δύο ειδών ίοντα εις ένα κοινόν πλέγμα εις τοιαύτην αναλογίαν ώστε τó άρνητικόν φορτίον να έξουδετερώνη τó θετικόν. Θα άνασκοπήσωμεν κατωτέρω τας δύο απλουστεράς περιπτώσεις, δηλαδή άλατα του γενικού τύπου AB και AB₂. Ταύτα, άδιαφόρως εάν τó A είναι τó κατιόν και τó B τó άνιόν ή αντίστροφως, παρουσιάζονται εις όρισμένα πλέγματα.

Τύπος AB :

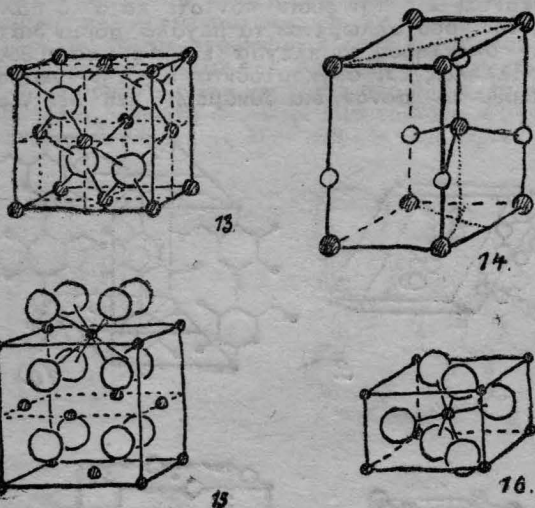
1) Όταν τά κατιόντα σχηματίζουν εν άπλουν κυβικόν πλέγμα και τά άνιόντα έτερον τοιοούτον, του όποίου όμως τά ίοντα εύρισκονται εις τó κέντρον τών κύβων του πρώτου, τότε παρουσιάζεται τó χωροκεντρωμένον κυβικόν πλέγμα του *χλωριούχου κασίου* (είκ. 11). Κάθε ίον έχει 8 γείτονες αντίθετου φορτίου εις τας όκτώ γωνίας του περιβάλλοντος κύβου, αριθμός συντάξεως 8.

2) Πλείστα άλατα κρυσταλλώνονται εις έτερον πλέγμα: Τά κατιόντα σχηματίζουν έπιπεδοκεντρωμένον πλέγμα, όμοιον με εκείνον του Cu, και τά άνιόντα έτερον τοιοούτον, του όποίου τά ίοντα εύρισκονται εις τά κέντρα τών άκμών τών πρώτων κύβων. Ούτως σχηματίζεται τó έπιπεδοκεντρωμένον πλέγμα του *χλωριούχου νατρίου* (είκ. 12). Εύκόλως φαίνεται, ότι έδω ό αριθμός συντάξεως είναι 6, επειδή κάθε ίον είναι κέντρον όκταέδρου τών αντίθετων ίόντων.

3) Όταν τó δεύτερον έπιπεδοκεντρωμένον πλέγ-

μα τοποθετείται ούτως, ώστε τὰ ιόντα του νὰ εὐρίσκονται εἰς τὴν διαγώνιον χώρου τοῦ πρώτου εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς τετάρτου τῆς ἀπὸ τὰ πρώτα ιόντα, τότε ἔχομεν τὸ πλέγμα τοῦ *σφαλερίτου* ZnS (εἰκ. 13), εἰς τὸ ὁποῖον κάθε ἰὸν εἶναι κέντρον τετραέδρου τῶν ἀνιθετων ἰόντων καὶ ὡς ἐκ τούτου ὁ ἀριθμὸς συντάξεως εἶναι 4.

4) Ἡ αὐτὴ οὐσία ZnS κρυσταλλοῦται καὶ εἰς ἕτερον. συγγενὲς πλέγμα, τὸ τοῦ *βουρτίτου* (εἰκ. 14). Τοῦτο ἔχει πρὸς τὸν σφαλερίτην τὴν ἴδιαν σχέσιν ὅπως τὸ μαγνήσιον (εἰκ. 1) πρὸς τὸν χαλκόν (εἰκ.



2), ἔχει δηλαδὴ ἐξαγωνικὴν συμμετρίαν, ἀλλὰ τὸν ἴδιον ἀριθμὸν συντάξεως 4.

5) Ἐάν εἰς τὸ πλέγμα τοῦ γραφίτου (εἰκ. 5) ἀντικαταστήσωμεν ἕκαστον δεῦτερον ἀτομὸν (ἰὸν) διὰ ἀτόμου (ἰόντος) ἄλλου στοιχείου, ἔχομεν τὸ πλέγμα στρωμάτων τοῦ *ἀζωτούχου βορίου*, μὲ τὸν ἀριθμὸν συντάξεως 3.

Τύπος AB₂.

Ἐπειδὴ ἐδῶ τὰ ιόντα τοῦ ἑνὸς σημείου ὑπάρχουν εἰς διπλάσιον ἀριθμὸν τῶν ἄλλων, δεόν νὰ σημειώσωμεν δύο ἀριθμοὺς συντάξεως, ἕνα διὰ τὰ ιόντα A καὶ ἄλλον, τὸ ἡμισυ τοῦ πρώτου, διὰ τὰ ιόντα B.

1) Εἰς τὸ πλέγμα τοῦ *φθορίτου* CaF₂ τὰ ιόντα B(F) κεντρῶνουν τοὺς ὀκτὼ μερικοὺς κύβους ἀποτελοῦντας τὸν βασικὸν ἐπιπεδοκεντρωμένον κύβον τῶν ἰόντων A(Ca), (εἰκ. 15). Ἐκαστον A εἶναι κέντρον ἑνὸς κύβου τῶν B, ἕκαστον δὲ B κέντρον τετραέδρου τῶν A. Οἱ ἀριθμοὶ συντάξεως δύνανται νὰ γραφοῦν 8/4.

2) Τὸ πλέγμα τοῦ *ρουτίλου* (TiO₂) ἢ τοῦ φθοριούχου μαγνησίου MgF₂ (εἰκ. 16) εἶναι τετραγωνικὸν μὲ τὰ ιόντα B εἰς θέσεις αἰτινες φαίνονται εἰς τὴν εἰκόνα. Τὰ ιόντα αὐτὰ σχηματίζουν ὀκτάεδρα μὲ κέντρα ἀπὸ ιόντα A, τὰ δὲ A τρίγωνα μὲ κέντρα ἀπὸ ιόντα B, οἱ ἀριθμοὶ συντάξεως εἶναι 6/3.

3) Τὸ πλέγμα τοῦ *κρυστοβαλίτου* (SiO₂) ἢ τοῦ φθοριούχου βηρυλλίου BeF₂, τὸ ὁποῖον δὲν περιγράφωμεν λεπτομερῶς ἐδῶ, παράγεται ἐπίσης ἐκ τοῦ ἐπιπεδοκεντρωμένου κύβου, ἔχει δὲ ἀριθμὸν συντάξεως 4/2.

4) Πολλὰ ἄλατα, ἰδίως ἀλογονοῦχα τῶν βαρέων μετάλλων, σχηματίζουν πλέγματα *στρωμάτων*, εἰς τὰ ὁποῖα τὰ ιόντα εἶναι κατατεταγμένα εἰς διαδοχικὰ θετικὰ καὶ ἀρνητικὰ στρώματα.

Ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται διὰ τὰ ἄλατα παρουσιάζουν τοιαύτην ποικιλίαν πλεγμάτων, ὥστε νὰ εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐξηγήσωμεν ταύτην μὲ τὰς

ἀπλᾶς ἀρχάς, αἱ ὁποῖαι μᾶς ὡδήγουν μέχρι τοῦδε. Εἰς τὸν περίφημον ὀρυκτολόγον V. M. Goldschmidt ὀφείλομεν τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος: Αὐτὸς μᾶς ἐδίδαξεν, διὰ τὸν ἀριθμὸν συντάξεως ἐξαρτῶνται μόνον ἀπὸ τὸν λόγον τῶν ἀκτίνων τῶν δύο εἰδῶν ἰόντων, τὰς ὁποίας μετρῶμεν διὰ διαφόρων μεθόδων χωριστὰ. Ἡ μόνη προϋπόθεσις εἶναι, διὰ τὰ σφαῖραι τῶν ἰόντων *ἐφάπτονται ἀλλήλων*.

Ἡ εἰκὼν 17 δίδει μίαν παράστασιν τῶν σχετικῶν κατατάξεων χάριν ἀπλότητος περιορισμένην εἰς τὸν χώρον δύο διαστάσεων, δηλαδὴ τὸ ἐπίπεδον τοῦ χάρτου. Βλέπομεν ἀμέσως δι' ἑν ὄρισμένον μέγεθος τῶν λευκῶν σφαιρῶν αἱ μέλαινα σφαῖραι δεόν νὰ εἶναι τόσο μικρότεροι, ὅσον μικρότερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς συντάξεως τῶν, διὰ νὰ χωρέσων μεταξὺ τῶν λευκῶν. Προφανῶς ἀπλοὶ γεωμετρικοὶ ὑπολογισμοὶ θὰ μᾶς δώσουν τὸν λόγον τῶν ἀκτίνων, μέχρι τοῦ ὁποίου ἕκαστος τῶν ἀριθμῶν συντάξεως δύναται ἀκόμη νὰ πραγματοποιηθῇ, καὶ εἰς τὰς τρεῖς διαστάσεις τοῦ χώρου θὰ ἰσχύουν τὰ ἀνάλογα. Οὕτως ὑπολογίζεται ὁ πίναξ 1.

ΠΙΝΑΞ 1.

Τύπος ἄλατος	ἀριθ. συντάξεως	λόγος ἀκτίνων r _A : r _B
A B	4	< 0,41
	6	< 0,73
	8	> 0,73
A B ₂	4/2	< 0,3
	6/3	< 0,73
	8/4	> 0,78

Εἰς τὸν πίνακα 2 παρουσιάζονται παραδείγματα,

ΠΙΝΑΞ 2.

ἄλας	r _A : r _B	ἀριθ. συντ. πλέγματος	Πλέγμα παρατηρηθὲν
BeTe	0,17	4	σφαλερίτης
Be S	0,20	4	>
Be O	0,26	4	βουρτίτης
MgTe	0,38	4	>
MgSe	0,41	6	Na Cl
Ca Se	0,56	6	>
Mg O	0,59	6	>
Rb J	0,68	6	>
Cs J	0,75	8	Cs Cl
Cs Br	0,84	8	>
Cs Cl	0,91	8	>

ἄλας	r _A : r _B	ἀριθ. συντ. ὑπολογισμ.	Πλέγμα παρατηρηθὲν
SiO ₂	0,30	4/2	κρυστοβαλίτης
Mn O ₂	0,39	6/3	ρουτίλης
Ti O ₂	0,48	6/3	>
MgF ₂	0,59	6/3	>
PbO ₂	0,64	6/3	>
MnF ₂	0,68	6/3	>
Pr O ₂	0,76	8/4	φθορίτης
CaF ₂	0,80	8/4	>
ThO ₂	0,84	8/4	>
PbF ₂	0,99	8/4	>

τά οποία αποδεικνύουν, ότι πράγματι ή άπλή αυτή σκέψις όρθως προβλέπει τό πλέγμα πλειστων άλάτων.

Σημειώνομεν έδω, χωρίς νά αναφέρωμεν παραδείγματα, ότι μόνον ή σχέσις των άκτινων των ίόντων έχει σημασίαν και όχι τό ζήτημα, εάν τό άνιόν ή τό κατιόν είναι τό μεγαλύτερον των δύο. Με άλλα λόγια τό άλας AB₂ έχει τό ίδιο πλέγμα με τό Β'Α', άρκεί νά είναι $r_A/r_B = r_B'/r_A'$ (άντισσομορφία).

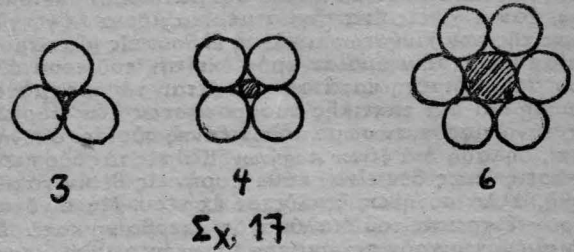
Τά άνω αναφερόμενα πλέγματα στρωμάτων δέν ύπάγονται εις τόν κανόνα αυτόν. Ούτω εις τό PbJ₂ r_A/r_B είναι 0,6, και ως έκ τούτου τό άλας αυτό έπρεπε νά κρυσταλλωθή εις πλέγμα ρουτίλη. Σχηματίζει, όμως πλέγμα στρωμάτων χαμηλής συμμετρίας. Ο λόγος είναι, ότι εις όλας αυτές τάς περιπτώσεις δέν έχομεν πλέον καθαρώς έτεροπολικόν δεσμόν, αλλά λόγω της μεγάλης παραμορφικότητος (εύκόλου παραμορφώσεως) του J' και του χημικού χαρακτήρος του Pb" τά ηλεκτρόνια του J' μετατοπίζονται πρός τό Pb", ό δεσμός λαμβάνει χαρακτήρα μεταξύ του έτεροπολικού και του όμοιοπολικού, και ή σφαιρική μορφή των ίόντων, εις τήν όποίαν έστηρίζετο ό ύπολογισμός μας, χαλαροϋται.

Πολυμορφία. Εις πολλάς περιπτώσεις εν και τό αυτό άλας παρουσιάζεται αναλόγως της θερμοκρασίας εις διάφορα πλέγματα. Ένλοτε μόν, όπως εις τήν περίπτωση σφαλερίτου—βουρτσιτου, τά δύο πλέγματα είναι του αυτού αριθμού συντάξεως, άλλοτε δέ πρέπει νά παραδεχθώμεν, ότι αι άκτινες των ίόντων είναι συναρτήσεις της θερμοκρασίας, λ.χ. όταν τό CsJ εις ύψηλάς θερμοκρασίας μετατρέπεται εις πλέγμα τύπου NaCl. Πολλάκις δέ ή πολυμορφία όφείλεται εις άλλας αιτίας: Τό AgHgJ₄ έχει μίαν μορφήν, εις τήν όποίαν τά ίόντα Ag' και Hg' δεικνύουν τυχαίαν στατιστικήν διανομήν εις τάς θέσεις των κατιόντων, και μίαν άλλην, εις τήν όποίαν όρισμένοι θέσεις κατιόντων ανήκουν εις Hg", και άλλαι εις Ag'. Εις τό NaNO₃ κάτω των 160° τά άνιόντα NO₃' έχουν όρισμένον προσανατολισμόν εις τό πλέγμα, άνω της θερμοκρασίας αυτής όμως τό πλέγμα μεταβάλλεται, διότι τά άνιόντα αυτά περιστρέφονται έλευθέρως και ούτως άποκτοϋν σφαιρικήν συμμετρίαν.

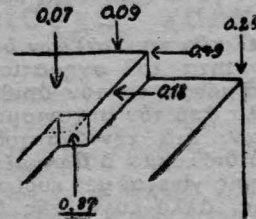
Πυριτικά άλατα. Ως τώρα έλαμβάναμεν ύπ' όψιν μόνον άπλά ίόντα. Είδαμεν όμως ήδη εις τό παράδειγμα του NaNO₃, ότι τά σύμπλοκα ίόντα, όπως τό NO₃' ή τό PtCl₆" ή τό Co(NH₃)₆" εύρίσκονται εις τό πλέγμα ήνωμένα, όπως τά παρουσιάζει ό χημικός τύπος. Ίδιαιτέραν προσοχήν άπαιτοϋν τά πυριτικά άλατα: έκτός από τό άπλοϋν άνιόν SiO₄" ύπάρχουν και τά «μετα» και «πυρο» άνιόντα, εις τά όποία δύο ή περισσότερα τετράεδρα με Si εις τό κέντρον και O εις τάς γωνίας έχουν γωνίας και άτομα όξυγόνου κοινά. Ούτω δύνανται τά τετράεδρα αυτά νά ένωθούν και κατά μέγαν αριθμόν και νά σχηματίσουν αλύσεις ή και δικτυα με άρνητικόν φορτίον, δηλαδή άπειρώς μεγάλα άνιόντα εις μίαν ή δύο ή και τρεις διαστάσεις, μεταξύ των όποίων τοποθετοϋνται τά κατιόντα έξουδετεροϋντα τό άρνητικόν φορτίον. Εις τήν περίπτωση αλύσεων τά πυριτικά αυτά άλατα έχουν ίνοειδή ύφήν, όπως δ άμίαντος, εις τήν περίπτωση δικτύων δύο διαστάσεων φυλλοειδή ύφήν, όπως ή μίκα, ένφ' τά συνεχή άνιόντα τριών διαστάσεων φυσικώς προκαλοϋν μεγάλην σκληρότητα, όπως τήν δεικνύει τό όρθόκλαστον. Ο χαλαζίας δέον νά θεωρηθή ως όριον της δομής αυτής.

Μικτοί κρύσταλλοι. Αφοϋ ό σχηματισμός του πλέγματος έξαρτάται μόνον από τό μέγεθος των ίόντων, είναι φυσικόν, ότι εις τό πλέγμα τά ίόντα δύνανται νά άντικατασταθοϋν υπό άλλων όμοιου μεγέθους, όπότε ό χημικός όμιλεί μερί μικτού κρυστάλλου. Η πείρα αποδεικνύει, ότι δύο προϋποθέσεις πρέπει νά συμπληρωθούν διά νά συμβή τοϋτο :

1) τά πλέγματα των δύο άλάτων πρέπει νά είναι γεωμετρικώς όμοια, 2) αι άποστάσεις, ή όπως δυνάμεθα τώρα νά είπωμεν, αι άκτινες των ίόντων πρέπει νά συμπίπτουν έντός ± 10%. Χαρακτηριστικόν είναι ότι εις τάς προϋποθέσεις αυτές δέν συναντώμεν καθόλου τήν έννοιαν της χημικής όμοιότητος. Και πράγματι άλατα χημικώς τόσον όμοια, όπως τό KCl και NaCl, δέν σχηματίζουν σχεδόν καθόλου μικτούς κρυστάλλους, ένφ' τούναντίον τά τέσον άνισά



Σχ. 17



Σχ. 18.

ζεύγη, όπως π. χ. KMnO₄-BaSO₄ ή CaSiO₃-NaPO₃ σχηματίζουν μικτούς κρυστάλλους. Έπίσης εις τά πυριτικά άλατα τό Al παρά τήν διαφοράν φορτίου άντικαθιστά έλευθέρως τό Si λόγω της ίσότητος διαμέτρου, πράγμα τό όποίον είναι ή αιτία της ύπάρξεως των όρυκτων της άργιλλου.

Εάν ή άπαιτουμένη σύμπτωση των διαστάσεων του πλέγματος ύπάρχη τυχαίως, χωρίς νά είναι ή διανομή των ίόντων ή άτόμων ή αυτή, τότε έντός του πλέγματος της μίας ούσίας, λ. χ. ένός άλατος δύνανται νά σχηματισθοϋν, «νήσοι» της άλλης, λ. χ. μιάς όργανικής χρωστικής ούσίας, και εάν αι διαστάσεις των δύο πλεγμάτων συμπίπτουν μόνον εις δύο διαστάσεις, δηλαδή εις ένα ζεύγος επιπέδων, τότε αι δύο ούσαι αδια δύνανται νά συγκρυσταλλωθούν, έχουσαι κοινά μόνον τά επίπεδα αυτά. Η μία *επικρυσταλλούται* προσανατολισμένη επί των σχετικων επιπέδων της άλλης. Τό τοιοϋτον παρατηρείται εις τήν θειουρίαν επί σφαλερίτου (Neuhaus) ή εις τόν AgJ επί AgBr (Schwab).

Η άνάπτυξις των κρυστάλλων.—Έκ των προηγούμενων προκύπτει ότι ή χημική σύστασις των κρυστάλλων όρίζει τό πλέγμα αυτών. Δέν ήσυχλήθημεν μέχρι τοϋδε με τήν έξωτερικήν μορφήν (Habitus) των κρυστάλλων. Αϋτη όμως δέν έχει μονοσήμαντον σχέση με τό πλέγμα. Οι μικροί κρυσταλλίται λ. χ. οι άποτελοϋντες ένα τεμάχιον μετάλλου, δέν έχουν καμμίαν κανονικήν έξωτερικήν μορφήν. Αλλά και εις τήν περίπτωση των έλευθέρως άναπτυχέντων κρυστάλλων ή έξωτερική μορφή έξαρτάται μόν από τό πλέγμα των, δύνανται όμως τό ίδιο πλέγμα νά παρουσιασθή εις διαφόρους μορφάς, τό κυβικόν, λ. χ. εις κύβους, όκτάεδρα, δωδεκάεδρα κλπ., και όλα αι μορφαι αυτά και εν γένει όλοι οι κρύσταλλοι δύνανται νά έμφανίζονται ως

ισοδιάστατοι ή ως βελόναι, φύλλα κλπ. Τα φαινόμενα αυτά εξαρτώνται από την πορείαν της αναπτύξεως των κρυστάλλων με την οποίαν θα ασχοληθώμεν τώρα.

Το πρώτον βήμα προς σχηματισμόν ενός κρυστάλλου θα είναι ο σχηματισμός ενός πυρήνος, δηλαδή ελαχίστου όγκου τακτικώς συγκροτουμένων μορίων (ατόμων, ιόντων), ο οποίος είναι εις θέσιν να αύξηθῆ εἰς τὸ ἐκάστοτε περιβάλλον. Οἱ πυρήνες κρυστάλλου δύναται νὰ σχηματισθοῦν *αὐτομάτως*, ἔαν λ.χ. εἰς ἕνα τήγμα μερικά μόρια λόγω τῆς θερμικῆς των κινήσεως τυχαίως ἔλθουν εἰς μίαν ἀμοιβαίαν κατάταξιν ὁμοίαν πρὸς ἐκείνην τοῦ κρυστάλλου. Μία τοιαύτη κατάταξις δύναται νὰ πραγματοποιηθῆ καὶ διὰ τακτικῆς προσροφῆσεως τῶν μορίων εἰς τὴν ἐπιφανείαν σωματιδίων ξένης οὐσίας, σκόνης κλπ., δηλαδή διὰ *ξένων πυρήνων*. Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ὅμως δὲν εἶναι κάθε πυρὴν εἰς θέσιν να αύξηθῆ, ἀλλὰ συνήθως διαλύεται ἐκ νέου. Μόνον ὅταν ἡ συγκέντρωσις τοῦ διαλύματος ὑπερβαίη κατὰ ἕν ὄρισμένον μικρὸν ποσὸν τὴν συγκέντρωσιν κορεσμοῦ, ἢ ἡ θερμοκρασία εὐρίσκειται ὄλιγον κάτω τοῦ σημείου τήξεως, ἔν γένει ὅταν ὑπάρχη ὑπερκορεσμός, οἱ πυρήνες ἔχουν ἀρκετὴν διάρκειαν ζωῆς, ὥστε νὰ προφθάσουν νὰ αύξηθοῦν εἰς ὄρατους κρυστάλλους.

Ἡ μορφή των τελικῶν κρυστάλλων δὲν θα ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν συχνότητα τοῦ σχηματισμοῦ πυρήνων, ἢ ὅποια ἐπιδρᾶ μόνον εἰς τὸν ἀριθμὸν καὶ τὸ μέγεθος αὐτῶν, ἀλλὰ ἀπὸ τὸν μηχανισμόν τῆς *αὐξήσεως* τῶν κρυστάλλων. Διὰ τὴν ἀνάπτυξιν μικρῶν κρυστάλλων ἀπὸ τὸ διάλυμα ὁ *Παπαπέτρος* περιήρτησεν, ὅτι ἡ αύξησις γίνεται μὲν κυρίως εἰς ὄρισμένας κατευθύνσεις, ἀλλὰ λόγω τῆς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ τῶν κρυστάλλων προκυπούσης ἀραιώσεως τοῦ διαλύματος ἔγγυς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἡ διάχυσις ἐν μέρει ἐξουδετερώνει τὰς διαφορὰς των διαφόρων ἐδρῶν, καὶ οἱ κρυστάλλοι λαμβάνουν στρογγύλας μορφὰς. Τὴν θεωρίαν διὰ τὴν περίπτωσιν καθαρὰς ταχύτητος αύξήσεως ἀνέπτυξαν οἱ *Kossel* καὶ *Stranski*. Οὗτοι ἐξετάζουν τὴν αύξησιν κρυστάλλων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν κεκορεσμένου ἀτμοῦ. Εἰς τὰς συνθήκας αὐτὰς δὲν ἀραιοῦται τὸ περιβάλλον καὶ τὸ ὕλικὸν φθάνει πάντοτε ἀφθόνως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, καὶ μάλιστα αὕτη εἶναι πάντοτε κεκαλυμμένη ἀπὸ ἕν μονομοριακὸν στρῶμα προσροφηθέντων μορίων (ατόμων ἢ ιόντων). Ταῦτα μετακινοῦνται ἐλευθέρως εἰς τὰς δύο διαστάσεις τῆς ἐπιφανείας, μέχρις ὅτου προσκολληθοῦν εἰς ἐκεῖνα τὰ σημεία, ὅπου ἡ *ἀπηλευθερωμένη ἐνέργεια* τῆς προσκολλήσεως εἶναι μεγίστη. Αὐτὰ τὰ σημεία θα εἶναι οἱ τόποι μεγίστης ταχύτητος αύξήσεως.

Ἑτεροπολικοὶ κρυστάλλοι. Εἰς τὴν περίπτωσιν καθ' ἣν ὁ κρυστάλλος ἀποτελεῖται ἀπὸ ἰόντα, λ.χ. εἰς τὸ πλέγμα τοῦ NaCl (εἰκ. 12), αἱ διαφοραὶ ἐνέργειαι προσκολλήσεως δύναται σχετικῶς εὐκόλως νὰ ὑπολογισθοῦν θεωρητικῶς βάσει τοῦ νόμου τοῦ *Coulomb* ἔαν ληθοῦν ὑπ' ὄψιν αἱ ἔλξεις καὶ ἀπώσεις, αἱ ὁποῖαι ἐξασκοῦνται ὑπὸ τῶν διαφόρων γειτόνων τοῦ προσκολλητέου ἰόντος. Ἡ εἰκὼν 18 παριστᾶ τὰς διαφόρους θέσεις, αἱ ὁποῖαι ὑπάρχουν εἰς τὴν ἔδραν τοῦ κύβου, μετὰ τὰς διαφόρους ἐνεργείας προσκολλήσεως. Καθὼς βλέπομεν, ἡ μεγίστη καὶ

κατὰ πολὺ μεγαλύτερα ὄλων ἐνέργεια $(0,87 \frac{e^2}{r})$ κερ-

δίζεται κατὰ τὴν προσκόλλησιν τοῦ νέου ἰόντος εἰς θέσεις ὅπου συνεχίζεται μία ἀρξαμένη σειρά, τὸ βῆμα δὲ αὐτὸ δύναται νὰ ἐπαναληφθῆ μέχρις ὅτου συμπληρωθῆ ἔντελως ἡ σειρά αὕτη. Διὰ τοῦτο τὸ βῆμα αὐτὸ ὀνομάζεται τὸ *ἐπαναληπτὸν βῆμα*. Μόνον ὅταν τελειώσῃ ἡ σειρά αὕτη, τὸ ἐπόμενον ἰὸν θα προσληφθῆ εἰς τὴν θέσιν μετὰ τὴν δευτέραν

ἐνέργειαν τῶν $0,49 \frac{e^2}{r}$, δηλαδή θα ἀρχίσῃ νέα

σειρά. Ἡ σειρά αὕτη, μόλις ἔχει ἀπαξ ἀρχίσει, συμπληροῦται ἀμέσως διὰ τῶν ἐπαναληπτῶν βημάτων, καὶ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τέλος συμπληροῦται ἕν ὄλοκληρον ἐπίπεδον κύβου. Κατόπιν ἡ θέσις, εἰς τὴν ὁποίαν ἀπελευθεροῦται τὸ μέγιστον ἐνεργείας, εἶναι ἡ γωνία τοῦ κύβου μετὰ $0,25 \frac{e^2}{r}$. Τὸ

νέον ἰὸν εἰς τὴν θέσιν αὕτην θα εἶναι καὶ πάλιν πυρὴν τῆς πρώτης σειρᾶς ἰόντων τοῦ νέου ἐπιπέδου, ἢ ὅποια πάλιν συμπληροῦται διὰ ἐπαναληπτῶν βημάτων, κλπ. Ἀναγκαστικῶς ἡ ἀνάπτυξις ὄλου τοῦ κρυστάλλου θα ἀκολουθήσῃ τὴν πορείαν αὕτην, καθόσον προσκολληθεῖς ἰόντων καὶ εἰς τὸ μέσον ἐπιπέδου μετὰ $0,07 \frac{e^2}{r}$, εἰς τὸ μέσον ἀκμῆς μετὰ $0,09 \frac{e^2}{r}$

καὶ εἰς τὸ μέσον σειρᾶς μετὰ $0,18 \frac{e^2}{r}$ ὕστερον πο-

λὺ εἰς ἐνέργειαν ἐναντι τῶν τριῶν ἄλλων βημάτων.

Δύναται ἀκόμη νὰ ἀποδειχθῆ ὅτι αὕτη ἡ ἀνάπτυξις τῶν ἐδρῶν τοῦ κύβου προηγείται ἐνεργητικῶς τοῦ σχηματισμοῦ πάσης ἄλλης ἔδρας τοῦ κυβικοῦ συστήματος. Λ.χ. ἡ ἔδρα δωδεκαέδρου εἰς τὸν τρόπον παραστάσεως τῆς εἰκῆς 18 θα παρίστατο διὰ μίας κλίμακος μετὰ βαθμίδας παραλλήλους πρὸς τὰς σειρὰς ἰόντων. Ἡ προχώρησις τῆς ἔδρας αὕτης ἀπαιτεῖ συμπλήρωμα ὄλων τῶν βαθμίδων καὶ προσκόλλησιν τῶν νέων ἰόντων εἰς ἀρνητικὰς ἀκμὰς, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἀπελευθεροῖ μεγάλην ἐνέργειαν. Ὡς ἐκ τούτου ἡ ἔδρα αὕτη *προχωρεῖ* μετὰ μεγαλύτεραν ταχύτητα ἀπὸ τὰς γειτονικὰς ἔδρας κύβου, καὶ εἶναι προφανές, ὅτι ὡς ἐκ τούτου ἡ ἔκτασις τῆς συνεχῶς ἐλαττοῦται καὶ εἰς τὸ τέλος μόνον ἡ βραδυτάτη ἔδρα, ἡ ἔδρα κύβου ἀπομένει καὶ ἐμφανίζεται. Οὕτως ἐξηγεῖται θεωρητικῶς, διὰ τὸ χλωριούχον νάτριον κρυσταλλοῦται εἰς κύβους. Ἐὰν ὅμως ἡ κρυστάλλωσις γίνεται ἐκ διαλύματος περιέχοντος οὐρίας, τὰ μόρια ταύτης προσροφῶνται εἰς τὰς ἀρνητικὰς ἀκμὰς ἐπὶ τῶν ἐδρῶν δωδεκαέδρου καὶ ἰδίως ὀκταέδρου καὶ ἐμποδίζουν τὴν προχώρησιν αὐτῶν, ἐνῶ αἱ ἔδραι κύβου προχωροῦν, καὶ εἰς τὸ τέλος μόνον αἱ ἔδραι ὀκταέδρου ἐμφανίζονται. Τοῦτο ἐξηγεῖ τὸν σχηματισμὸν ὀκταέδρου χλωριούχου νατρίου ἀπὸ διαλύματα περιέχοντα οὐρίαν.

Ὁμοιοπολικοὶ κρυστάλλοι. Ὑπὸ τὴν ἐννοίαν αὕτην εἰς τὴν θεωρίαν ἀναπτύξεως συμπεριλαμβάνονται τὰ ἀτομικὰ καὶ τὰ μεταλλικὰ πλέγματα, δηλαδή πλέγματα εἰς τὰ ὁποῖα οὐδεμία ἀπωσις ἐξασκεῖται, ἀλλὰ μόνον ἔλξεις ἐπὶ τῶν νέων προσκολλητέων ἀτόμων. Αἱ ἔλξεις αὗται δὲν ὑπόκεινται εἰς ποσοτικὸν ὑπολογισμόν, ἀλλὰ δύναται νὰ γίνῃ ἡ ἔξις ποιοτικῆ σκέψις: Εἰς τὴν (καθαρῶς ὑποθετικῆν) περίπτωσιν ἀπλοῦ κυβικοῦ πλέγματος κάθε ἄτομον ἔχει τριῶν εἰδῶν γείτονας: 6 εἰς τὴν κατεύθυνσιν τῆς ἀκμῆς κύβου, 12 εἰς τὴν κατεύθυνσιν τῆς διαγωνίου ἐπιπέδου καὶ 8 εἰς τὴν κατεύθυνσιν τῆς διαγωνίου χώρου. Οἱ πρῶτοι εὐρίσκονται εἰς μικρότεραν ἀπόστασιν παρὰ οἱ δεύτεροι καὶ οὗτοι πάλιν εἰς μικροτέραν παρὰ οἱ τρίτοι. Ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις, τόσοσιν μεγαλύτερα εἶναι φυσικῶς ἡ ἐνέργεια τῆς ἔλξεως. Ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια ἡ κρατούσα ἔν ἄτομον εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ πλέγματος δύναται νὰ ἐκφρασθῆ διὰ τοῦ συμβόλου $6/12/8$, ὅπου κάθε ἀριθμὸς δεικνύει τὸν ἀριθμὸν γειτόνων ἑλεκόντων μετὰ ἐνέργειαν ἡλαττωμένην ἐκ τῶν ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ. Εἰς αὐτὸν τὸν τρόπον γραφῆς ἡ ἐνέργεια ἡ ἀπελευθερουμένη κατὰ τὴν προσκόλλησιν ἑνὸς νέου ἀτόμου εἰς τὸ μέσον μίας ἔδρας κύβου εἶναι $1/4/4$, εἰς δὲ τὸ μέσον ἀκμῆς εἶναι $1/3/2$, καὶ εἰς τὴν γωνίαν εἶναι $1/2/1$. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ἐδῶ ὁ πυρὴν μίας νέας ἔδρας δὲν εἶναι ἄτομον προσκολλ-

λημένον πρὸς τὴν γωνίαν κύβου, ἀλλὰ ἀντιθέτως ἡ προσκόλλησις ἀτόμου κάπου εἰς τὴν ἔδραν ἀποβί-
δει μεγαλύτεραν ἐνέργειαν, διότι ἐκεῖ τὸ νέον ἀτο-
μον ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ περισσότερους διαγω-
νίους γείτονας. Συνέπεια τούτου εἶναι, ὅτι κατ' ἀρ-
χὴν εἰς τοὺς ὁμοιοπολικούς κρυστάλλους δὲν προη-
γεῖται ἓν εἶδος ἔδρων, ἀλλὰ συγχρόνως σχηματι-
ζονται καὶ αἱ δευτερεύουσαι ἔδραι (δωδεκαέδρου,
ὀκταέδρου κλπ.), αἱ ἀκμαὶ ἀμβλύνονται καὶ μάλιστα
οἱ πολὺ μικροὶ κρύσταλλοι δύνανται νὰ εἶναι στρογ-
γύλοι.

Αἱ σκέψεις αὗται ἐὰν διεξαχθοῦν κατὰ συνεπῆ
τρόπον ὀδηγοῦν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι εἰς ὁποιο-
δήποτε πλέγμα μόνον ἐκεῖναι αἱ ἔδραι εἶναι *σταθε-
ραί*, εἰς τὰς ὁποίας ἡ προσκόλλησις νέου ἀτόμου
ἀπελευθεροῖ ἐνέργειαν *μεγαλύτεραν ἐκείνης τοῦ ἐπα-
ναληπτῶς βήματος*, ἐνῶ ὅλαι αἱ ἄλλαι (κρυσταλλο-
γραφικῶς δυναταὶ) ἔδραι ἀποκλείονται, διότι ἀντι-
νὰ συμπληρωθῶν αὗται, συμπληροῦνται σειραὶ διὰ ἐπα-
ναληπτῶν βημάτων. Τοῦτο μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὑπολο-

γίσωμεν ἐκ τῶν προτέρων τὰς ἔδρας, αἱ ὁποῖαι σχη-
ματίζουσι τὴν ἐξωτερικὴν μορφήν τῶν κρυστάλλων.
Πράγματι κρύσταλλοι μετάλλων ἀναπτυχθέντες ἐκ
κεκορησμένου ἀτμοῦ δεικνύουν ἀκριβῶς τὴν μορφήν
τὴν προβλεπομένην ὑπὸ τῆς θεωρίας, π.χ. εἰς τὸ ἑξα-
γωνικὸν ψευδάργυρον ἐμφανίζονται καὶ ἡ βᾶσις καὶ
αἱ ἔδραι πρίσματος καὶ ὀρισιμένης πυραμίδος.

Συμπεράσματα. Εἶδαμεν, ὅτι τὸ πλέγμα μιᾶς
κρυσταλλωμένης οὐσίας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν χαρα-
κτῆρα τῶν χημικῶν δυνάμεων μεταξύ τῶν ἀτόμων
καὶ ἀπὸ τὴν σχέσιν τῶν μεγεθῶν αὐτῶν, καὶ ὅτι διὰ
δεδομένον πλέγμα ἡ ἐξωτερικὴ μορφή τῶν κρυστάλ-
λων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πολικότητα τῶν δυνάμεων.
Εἰς πολλὰ σημεῖα καὶ αἱ δύο ἀπόψεις αὗται πρέ-
πει νὰ ἐπεξεργασθοῦν ἀκόμη ποσοτικῶς, ἀλλὰ κατ'
ἀρχὴν βλέπομεν ὅτι τὸ παλαιὸν πρόβλημα τῆς μορ-
φολογίας τῆς κρυσταλλωμένης ὕλης δύναται νὰ ἀνα-
χθῆ αἰτιολογικῶς εἰς χημικὰ δεδομένα, καὶ ὅτι ἡ
παραδοχὴ οἰασθήποτε μυστικῆς «τάσεως» ἢ «έντε-
λεχείας» κρυσταλλώσεως εἶναι τελείως περιττή.

Μέθοδος παραγωγῆς ὀξυχλωριούχου χαλκοῦ

ὑπὸ ΑΔΑΜΑΝΤΙΟΥ ΔΕΡΛΕΡΕ

Χημικοῦ, Τεχνικοῦ Ὑποδιευθυντοῦ Ἑταιρείας Λιπασμάτων
(Ἐκ τοῦ Ἰνστιτούτου Χημείας καὶ Γεωργίας «Ν. Κανελλόπουλος»)

Εἰσαγωγή

Κατὰ τὴν τελευταίαν 25ετίαν ἡ βιομηχανικὴ
παραγωγή τῶν ὀξυχλωριδίων τοῦ χαλκοῦ ἀπέκτησεν
ιδιόζουσαν σημασίαν λόγῳ τῆς χρησιμοποίησός των
διὰ τὴν καταπολέμησιν διαφόρων γεωργικῶν ἀσθε-
νειῶν.

Ἐκ τῶν ἀλάτων τοῦ χαλκοῦ μόνον τὰ βασικὰ
ἄλατα ὡς εἶναι ὁ ὀξυχλωριούχος χαλκός, ὁ βασι-
κός θειικός χαλκός κλπ., εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν εἰς
καταπολεμήσεις μυκητολογικῶν ἀσθενειῶν τῶν φυ-
τῶν. Τὰ οὐδέτερα ἄλατα τοῦ χαλκοῦ, τὰ ὁποῖα ὡς
γνωστὸν ἐν τῷ ὕδατι ὑδρολύονται καὶ ὡς ἐκ τούτου
δὲ ἔχουν ὀξινὸν ἀντίδρασιν, δὲν χρησιμοποιοῦνται
ὡς γεωργικὰ φάρμακα διότι προκαλοῦν ἔγκαύματα
καὶ ἄλλας βλάβας ἐπὶ τῶν φυτῶν. Ἐκ τῶν βασικῶν
ἀλάτων ὁ βασικός θειικός χαλκός, ὁ ὁποῖος σχημα-
τίζεται κατὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ βορδιγαλείου πολ-
τοῦ, ἐχρησιμοποιήθη τὸ πρῶτον διὰ τὴν καταπολέ-
μησιν τοῦ περονόσπορου τῆς ἀμπέλου. Τὸ ἄλας
ὅμως τοῦτο δὲν εἶναι σταθερὸν εἰς στερεὰν μορ-
φήν, ἡ δὲ ὑπὸ τοῦ παραγωγοῦ παρασκευῆ τοῦ βορ-
διγαλείου πολτοῦ ἐνδέχεται νὰ μὴ γίνῃ κανονικῶς,
ὁπότε προκαλοῦνται ἔγκαύματα. Ἡ προσπάθεια
πρὸς παρασκευὴν χαλκούχου παρασκευάσματος
πλέον εὐχρήστου ὤθησεν εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ
βασικοῦ ἀνθρακικοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ὀξυχλωριούχου
χαλκοῦ.

Ἡ δρᾶσις τῶν χαλκούχων παρασκευασμάτων
ἐπὶ τῶν φυτῶν μέχρι σήμερον δὲν ἔχει σαφῶς ἐξη-
γηθεῖ. Ὑπάρχουν ὀκτὼ θεωρίαι ἐπεξηγοῦσαι τὴν
δρᾶσιν τοῦ χαλκοῦ ἐπὶ τῶν φυτῶν.

Ἡ δρᾶσις τῶν χαλκούχων παρασκευασμάτων
ἐπὶ τῶν φυτῶν μέχρι σήμερον δὲν ἔχει σαφῶς ἐξη-
γηθεῖ. Ὑπάρχουν ὀκτὼ θεωρίαι ἐπεξηγοῦσαι τὴν
δρᾶσιν τοῦ χαλκοῦ ἐπὶ τῶν φυτῶν.

Ἡ δρᾶσις τῶν χαλκούχων παρασκευασμάτων
ἐπὶ τῶν φυτῶν μέχρι σήμερον δὲν ἔχει σαφῶς ἐξη-
γηθεῖ. Ὑπάρχουν ὀκτὼ θεωρίαι ἐπεξηγοῦσαι τὴν
δρᾶσιν τοῦ χαλκοῦ ἐπὶ τῶν φυτῶν.

Ἡ δρᾶσις τῶν χαλκούχων παρασκευασμάτων
ἐπὶ τῶν φυτῶν μέχρι σήμερον δὲν ἔχει σαφῶς ἐξη-
γηθεῖ. Ὑπάρχουν ὀκτὼ θεωρίαι ἐπεξηγοῦσαι τὴν
δρᾶσιν τοῦ χαλκοῦ ἐπὶ τῶν φυτῶν.

διὰ λιπάνσεως μετὰ θειικοῦ χαλκοῦ ἐπετεύχθη αὐ-
ξησις τῆς ἀποδόσεως τῶν σιτηρῶν καὶ εἰς τὸ ἄχυ-
ρον καὶ τὸν καρπὸν αὐτῶν εὐρέθησαν ἀναλυτικῶς
ἴχνη χαλκοῦ. Κατὰ τὴν δευτέραν θεωρίαν τοῦ
Ruhm⁵ ἡ ἀποτελεσματικότης τοῦ χαλκοῦ ἀποδίδε-
ται εἰς τὴν αὐξησιν τῆς ἀντοχῆς τοῦ κυττάρου τῶν
φύλλων προκαλουμένην ὑπὸ τῶν βασικῶν ἀλάτων
τοῦ χαλκοῦ. Πράγματι εἰς πολλὰς περιπτώσεις
φύλλα ψεκασθέντα ὑπὸ χαλκούχων παρασκευασμά-
των παρουσιάζουν αὐξησιν τῆς ἐμπεριεχομένης χλω-
ροφύλλης. Ὁ Kotte⁴ δὲν νομίζει ὅτι τὸ γεγονὸς
τοῦτο προκαλεῖ αὐξησιν τῆς ἀντοχῆς τοῦ φύλλου.
Κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Villedieu⁶ δὲν εἶναι ὁ χαλκός
ὅστις δρᾷ ἀλλὰ τὸ βασικὸν συνθετικόν τοῦ ἄλατος.
Ἡ θεωρία αὕτη εἶναι ἐντελῶς ἀπίθανος δεδομένου
ὅτι βασικὰ ἄλατα μὴ περιέχοντα χαλκὸν οὐδεμίαν
ἐπίδρασιν παρουσιάζουν ἐπὶ τῆς προσβολῆς τοῦ πε-
ρονόσπορου. Ἡ θεωρία τοῦ Gard⁷ καθ' ἣν ὁ ψεκα-
σόμενος ἐπὶ τῶν φύλλων πολτὸς ἀποξηραίνεται εὐ-
κόλως καὶ οὕτω τὰ σπόρια δὲν εὐρίσκουν εὐνοϊκὰς
συνθήκας ἀναπτύξεως εἶναι ὁμοίως ἀμφισβητήσι-
μος. Ἡ θεωρία τῶν Killing⁸ καὶ Wortmann⁹ κατὰ
τὴν ὁποίαν ἀγνωστοὶ ἀκτινοβολαὶ προκαλοῦν τὴν
δραστικότητα τοῦ χαλκοῦ ἐπὶ τῶν φυτῶν καὶ διεγεί-
ρουν τὴν αὐξησιν αὐτῶν ἀντικρούεται ὑπὸ τοῦ Ra-
banus¹⁰. Κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Clark¹⁰ τὰ φύλλα ἐκ-
κρίνουν οὐσίας αἱ ὁποῖαι διαλύουν τὰ βασικὰ ἄλα-
τα καὶ οὕτω δρᾷ ὁ χαλκός. Κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ
Ruhland⁹ ὅμως τὰ σπόρια τῶν μυκήτων ἀποβάλλου-
ν οὐσίας αἱ ὁποῖαι διαλύουν τὸν χαλκόν. Κατὰ
τὴν θεωρίαν τῶν Millardet¹¹ καὶ Reckendorfer¹² ἡ δια-
λυτοποίησις τοῦ χαλκοῦ ἐνεργεῖται ὑπὸ τοῦ διοξει-
δίου τοῦ ἀνθρακός τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὁ Schmidt¹³
μάλιστα ἀπέδειξεν ὅτι χαλκός μεταλλικός ἢ βασικὰ
ἄλατα αὐτοῦ ἐρχόμενα εἰς ἐπαφὴν μὲ ὕδωρ παρου-
σίᾳ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καθιστοῦν τὸ ὕδωρ δηλη-
τηριῶδες διὰ τὰ σπόρια τῶν μυκήτων. Ὁ Mc Callan¹⁴
ὅμως ἂν καὶ ἐπὶ 5-9 ἡμέρας διωχέτευεν ἀτμοσφαι-
ρικὸν ἀέρα εἰς βορδιγαλείον πολτὸν δὲν κατώρθωσε
νὰ διαλυτοποιήσῃ τὴν ἀναγκαίους ποσότητα χαλ-
κοῦ καὶ τὸ ληφθὲν διήθημα τοῦ ὕδατος δὲν ἦτο δη-
λητηριῶδες διὰ τὸν μύκητα *Sclerotinia americana*.
Κατὰ νεωτέραν ἔρευναν τοῦ Mc Callan καὶ Willio

χοι¹⁶ ή παρουσία των μυκήτων έπαυξάνει το διαλυόμενον ποσοστόν του χαλκού, το όποιον διαλυτοποιείται διά του διοξειδίου του άνθρακος. Έκ των έρευνών αυτών δεν δύναται να καθορισθί σαφώς ποιοί είναι και πώς ένεργεί έκαστος των συντελεστών της διαλυτοποιήσεως ή γενικώτερον της δραστητικοποιήσεως του χαλκού. Έπίσης μάς είναι άγνωστος ή δραστηκή μορφή του χαλκού. Πιθανόν να δρᾶ ως Ιόν του χαλκού, ως παραδέχεται ο Kotte¹⁶, πιθανόν όμως να δρᾶ ως σύνθετον Ιόν ή υπό κολλοειδή μορφήν.

Τά κυκλοφορήσαντα εις το έμπόριον και χρησιμοποιηθέντα εν Έλλάδι παρασκευάσματα δευχλωριούχου χαλκού είναι το Caffaro (Ιταλικής προελεύσεως), Wacker (γερμανικής προελεύσεως), Antiperon (γαλλικής προελεύσεως) και τά προϊόντα της Έταιρείας Λιπασμάτων Δαυλιτίνη, χρησιμοποιούμενον κατά του Δαυλίτου και Περοσπορίνη νέου τύπου, χρησιμοποιούμενον ως προληπτικόν κατά του περονοσπόρου.

Τό υπό τό όνομα Wacker παρασκευάσμα έχει ως βάσιν τό δευχλωρίδιον του χαλκού του χημικού τύπου 3CuO , CuCl_2 , $4\text{H}_2\text{O}$. Τά δε Caffaro και Antiperon είναι μικτά δευχλωρίδια του χημικού τύπου 3CuO . CaCl_2 . vH_2O .

Τά παρασκευάσματα Caffaro, Wacker και Antiperon διαφημίζονται ως καταπολεμούντα τον περονόσπορον έξ ίσου άποτελεσματικώς με τον Βορδιγαλειον πολτόν. Η άποτελεσματικότης των δευχλωριούχων παρασκευασμάτων του χαλκού δεν έξαρτάται τόσο από τον χημικόν τύπον του δευχλωριδίου άλλτος, όσον από την μορφήν, υπό την όποιαν θα ληφθί τουτό, δηλαδή την λεπτότητα και την Ικανότητα αιώρησεως εν τῷ ύδατι. Τουτό απέδειξαν τά πειράματα τά έκτελεσθέντα εις τό Ίνστιτούτον Χημείας και Γεωργίας. «Ν. Κανελλόπουλος» Η διαφημιζομένη άποτελεσματικότης των παρασκευασμάτων τούτων, κατά του περονοσπόρου της άμπέλου, δυστυχώς δεν διεπιστώθη ύφ' ήμῶν κατά τάς δοκιμάς εν τῇ πράξει.

Δεν πρόκειται να έκτεθούν ένταύθα τό άκολουθηθέν σύστημα δοκιμών και ό αριθμός των επί τριετίαν έπαναληφθέντων πειραμάτων εις διάφορα μέρη της Έλλάδος, σκόπιμον όμως είναι να τονισθί και ένταύθα ότι τά παρασκευάσματα δευχλωριούχου χαλκού μόνον όταν πρόκειται περι έλαφράς προσβολής περονοσπόρου μέχρι 10% επί του τυφλού πειράματος έχουν καλήν άποτελεσματικότητά εν συγκρίσει προς την τοιαύτην του βορδιγαλείου πολτού. Εις μεγαλύτερας προσβολάς ή άποτελεσματικότης αυτών είναι μηδαμινή, συγκρινομένη προς την άποτελεσματικότητά του βορδιγαλείου πολτού. Παρ' όλα ταύτα ό δευχλωριούχος χαλκός ως γεωργικόν φάρμακον είναι ύψιστης σημασίας διότι δύναται να χρησιμοποιηθί άκριβώς εκεί όπου άντενδείκνυται ή χρήσις του θειικού χαλκού και ως άπολυμαντικόν των δημοτριακῶν κατά του δαυλίτου με καταπληκτικήν άποτελεσματικότητά.

Βιομηχανική παραγωγή.

Οί γνωστοί τρόποι παραγωγής δευχλωριούχου χαλκού συνοψίζονται εις τούς κάτωθι :

Μέθοδος Moosmüller¹⁷. Διά της μεθόδου αυτής σχηματίζεται δευχλωριούχος χαλκός διά της επίδράσεως διαλύσεως CuCl_2 επί μεταλλικού χαλκού παρουσία δευγόνου ή άλλος. Η διάλυσις CuCl_2 δέον να είναι πολύ άραιά μη ύπερβαίνουσα τό 5% εις περιεκτικότητα μεταλλικού χαλκού προς άποφυγήν σχηματισμού λευκού Ιζήματος εκ CuCl όπερ ως διατείνεται ό έρευνητής δυσκόλως δεξειδούται προς δευχλωριούχον χαλκόν.

Μέθοδος M. Serciron¹⁸. Διά της μεθόδου αυτής σχηματίζεται δευχλωριούχος χαλκός εκ μεταλλικού

χαλκού και ύδροχλωρικού άλλος παρουσία μικράς ποσότητος νιτρικῶν άλλτων διά διοχετεύσεως άλλος.

Μέθοδος της Co. Prod. Chim. Electromet. A-lais Froges et Camargue¹⁹. Διά της μεθόδου αυτής σχηματίζεται δευχλωριούχος χαλκός εκ της κατεργασίας άλλτων του χαλκού και προπάντων άλλολόπων θειικού χαλκού διά χλωριούχων άλλτων και άλλκαλικῶν γαιῶν.

Παρομοία είναι ή μέθοδος Caffaro²⁰ διά της όποιας εκ διαλυμάτων CuSO_4 και NaCl παραλαμβάνεται Ιζημα τῇ επίδράσει Ca(OH)_2 του χημικού τύπου 3CuO . CaCl_2 . vH_2O .

Μέθοδος Dr. Walter Ziese και Dr. Kaspar Pfaff²¹. Διά της μεθόδου αυτής σχηματίζεται δευχλωριούχος χαλκός λεπτοτάτου διαμερισμού από CuCl_2 και αιθυλενοξειδιον.

Κατά την γνωστήν αντίδρασιν,
 $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CH}_2 = \text{Cu(OH)}_2 + 2\text{CH}_2\text{OH}$. CH_2Cl ,

θα έπρεπε να σχηματισθί ύδροξειδιον του χαλκού, υπό τάς συνθήκας όμως, ύφ' ός λαμβάνει χώραν ή αντίδρασις, σχηματίζεται δευχλωριούχος χαλκός.

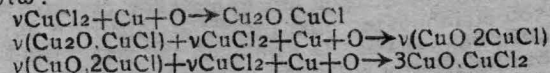
Μετά την έξάμισιν της αιθυλενοχλωρυδρίνης και του εν περισσειά αιθυλενοξειδίου λαμβάνεται κολλοειδής πάστα, ήτις εν κενῷ και εις θερμοκρασίαν 55° άποξηραίνεται εις λεπτοτάτην κόβιν.

Διά της ήμετέρας μεθόδου λαμβάνεται δευχλωριούχος χαλκός του χημικού τύπου 3CuO . CuCl_2 . $4\text{H}_2\text{O}$ υπό λεπτοτάτην μορφήν, παρουσιάζουσαν κολλοειδή φαινόμενα. Η μέθοδος βασίζεται εις την διαλυτικήν Ικανότητα, ήν παρουσιάζει ή διάλυσις CuCl_2 επί μεταλλικού χαλκού παρουσία δευγόνου και του σχηματισμού δευχλωριούχου χαλκού. Η αντίδρασις όμως λαμβάνει χώραν, άφ' ένός μεν παρουσία προστατευτικῶν ούσιῶν των κολλοειδῶν, όποτε έπιτυγχάνεται παραλαβή λεπτοτάτου Ιζήματος, άφ' άλλου δε διά χρησιμοποίησεως πυκνῶν διαλυμάτων CuCl_2 εις ταχύν χρόνον αντίδράσεως, όποτε ό όγκος των χρησιμοποιούμενων έγκαταστάσεων είναι πολύ μικρότερος εκείνου τον όποιον θα είχον αι έγκαταστάσεις, αν έχρησιμοποιούντο άραιά διαλύσεις μέχρι 5% εις χαλκόν. Η διοχέτευσις του άλλος ένεργείται κατά πρώτον εις έλαφρώς όξινον περιβάλλον, μετέπειτα δε εις άλλκαλικόν τοιοϋτον.

Τά άλλτα του δευχλωριούχου χαλκού και αι φάσεις σχηματισμού τούτων δεν έχουν μελετηθί έπαρκώς. Τό άλλ $\text{Cu}_4\text{Cl}_2\text{O}_3$ σχηματίζεται με διαφόρους περιεκτικότητας ύδατος. Έχουν ληφθί άλλτα με $\frac{1}{2}$ μόριον ύδατος μέχρις 6 μορίων. Τό με 4 μόρια ύδατος άλλς είναι σταθερόν μέχρι θερμοκρασίας 200°. Εις τούς 210-220° άποξίδει όλόκληρον την ποσότητα ύδατος και εις θερμοκρασίαν 240° άποσυντίθεται.

Αί χημικαί αντίδρασεις κατά την επίδρασιν των πυκνῶν διαλυμάτων CuCl_2 επί του μεταλλικού χαλκού παρουσία άλλθου ατμοσφαιρικού άλλος, δεν διέρχονται διά του σχηματισμού CuCl άλλά σχηματίζουν ένδιαμέσως μικτά δευχλωρίδια διαθενοϋς και μονοθενοϋς χαλκού, άτινα τελικώς δεξειδούνται προς δευχλωριούχον χαλκόν.

Οϋτω αι φάσεις των χημικῶν αντίδράσεων αι όποιαί λαμβάνουν χώραν δύναται να διατυπωθούν οϋτω :

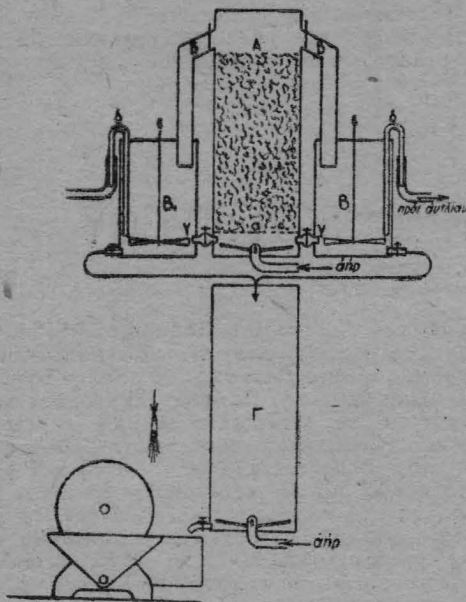


Έάν μετά τον πρώτον σχηματισμόν Ιζήματος διά διηθήσεως αφαιρέσωμεν τό σχηματισθέν Ιζημα, τοτό άποτελεται εκ μίγματος CuO , CuCl + Cu_2O , CuCl + 3CuO , CuCl_2 .

Τό μίγμα Ιζημάτων αυτό λαμβάνεται κατά την βιομηχανικήν παραγωγήν μεθ' ύδατος, έξουδετεροϋται δι' άσβέστου προς παραλαβήν και του εν

διαλύσει $CuCl_2$ και οξειδούται διά διοχετεύσεως ατμοσφαιρικού αέρος. Ἡ οξειδωσις γίνεται ἀντιληπτή ἐκτός τῆς ἀναλυτικῆς ὁδοῦ καὶ ἐκ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ χρωματισμοῦ τοῦ ἰζήματος. Τὸ λαμβανόμενον ἰζημα εἶναι μὲν σταθερὸν μέχρι θερμοκρασίας 200° , δύναται ὅμως κατὰ τὴν ξήρανσιν θερμαινόμενον πλέον τῶν $60^{\circ}C$ νὰ χάσῃ τὴν κολλοειδῆ ἰδιότητα, ἣν κατέχει. Ὡς προστατευτικὴ οὐσία κολλοειδοῦς δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ὀστεόκολλα, ζελατίνη κλπ. Κατὰ προτίμησιν ὅμως χρησιμοποιεῖται λόγῳ τοῦ εὐθηνοῦ κόστους ἀφ' ἑνὸς καὶ τῶν θαυμασιῶν ἀποτελεσμάτων ἀφ' ἑτέρου, διάλυσις Sulfit-Abblauge καὶ δὴ εἰς τοιαύτην ποσότητα ὥστε τὰ ἀντιδρώντα ὑγρὰ νὰ περιέχουν πάντοτε 2%.

Αἱ ἀποραίτητοι ἐγκαταστάσεις διά τὴν παραγωγὴν ὀξυχλωριούχου χαλκοῦ διά τοῦ ἀνωτέρω περιγραφέντος τρόπου εἶναι αἱ σημειούμεναι εἰς τὸ κατωτέρω σχεδιάγραμμα, μίᾳ λάντσα ἀντιδράσεως Α, δύο λάντσαι διαχωρισμοῦ Β καὶ Βι, μίᾳ λάντσα οξειδώσεως Γ ὁμοία πρὸς τὴν λάντσαν Α, δύο ἀντλῆαι δέυμαχοι, ἓν περιστρεφόμενον φίλτρον κενοῦ καὶ ἓν ξηραντήριο θερμοῦ αέρος.



Ἡ λάντσα ἀντιδράσεως Α εἶναι ὕψους 5 ἢ καὶ περισσοτέρων μέτρων ἐκ ξόλου ἐμπεποτισμένου ἐν θερμῷ εἰς δύστηκτον πίεσιν (σημεῖον μαλακύνσεως 60°). Αὕτη εἶναι ἐφοδιασμένη διά ψευδοπυθμένους α κατῶθεν τοῦ ὁποῦ ὑπάρχουν 8 σημεῖα εἰσορῆς τοῦ ὑπὸ πίεσιν διοχετευομένου αέρος. Ἡ ποσότης τοῦ διοχετευομένου αέρος δέον νὰ εἶναι τοιαύτη ὥστε νὰ ἐφάπτηται ὀλοκλήρου τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀντιδρώντος χαλκοῦ. Ἡ λάντσα Α εἰς τὰ ἄνω μέρη αὐτῆς φέρει δύο ξυλίνους ἀπαγωγοὺς ὑπερχείλισεως β καταλήγοντας εἰς τὰς λάντσας Β καὶ Βι. Ἡ λάντσα Α διά τῶν κρουνῶν γ καὶ γι συγκοινωνεῖ μὲ τὰς λάντσας διαχωρισμοῦ Β καὶ Βι. Ἐκάστη τῶν λαντῶν Β καὶ Βι εἶναι ἐφοδιασμένη διά τάρακτρον ε καὶ κινητοῦ ἀπορροφητήρος δ ὥστε ἡ ἀπορρόφησης τῶν ὑγρῶν νὰ γίνεται μέχρι τοῦ ἐπιθυμητοῦ ὕψους. Ἡ ἀπορρόφησης ἐνεργεῖται μέσῳ δέυμαχου ἀντλίας, ἥτις ἀποδίδει εἰς τὴν λάντσαν ἀντιδράσεως. Αἱ λάντσαι Β καὶ Βι διά κρουνῶν συγκοινωνοῦν πρὸς τὴν λάντσαν οξειδώσεως Γ καὶ φέρουν ξύλινα καλύμματα. Ἡ λάντσα οξειδώσεως Γ εἶναι ὁμοία πρὸς τὴν λάντσαν Α ἀλλ' ἀνευ ψευδοπυθμένους. Αὕτη δι' ἑνὸς κρουνοῦ ἀποχετεύσεως συγ-

κοινωνεῖ πρὸς τὸ φίλτρον. Ὁ καταλληλότερος τόπος φίλτρον εἶναι τὰ διὰ κενοῦ καὶ ουσκευῆς ἀποπλύσεως Trommelfilter. Τὸ ἐκ τοῦ φίλτρον λαμβανόμενον προϊόν ἀποξηραίνεται εἰς ξηραντήριο θερμοῦ αέρος.

Ἡ παραγωγὴ ὀξυχλωριούχου χαλκοῦ γίνεται ὡς ἀκολούθως:

Παλαιὸς χαλκὸς ὑπὸ μορφήν παρουσιάζουσαν μεγάλην ἐπιφάνειαν (σύρματα παλαιά, γρέζα χάλκινα κλπ) τοποθετεῖται ἐντὸς τῆς λάντσας Α μέχρις ὕψους 30—40 ἑκατοστῶν κατῶθεν τῶν ὀπῶν ὑπερχείλισεως. Ὁ χαλκὸς καλύπτεται σχεδὸν μέχρι τοῦ ἀνωτάτου σημείου διά διαλύσεως $CuCl_2$ 20 Be καὶ διοχετεύεται ὁμοιομόρφως ἀπὸ κοί ἀπὸ τὰς 8 ὀπὰς εἰσορῆς. Ἡ ποσότης τοῦ διοχετευομένου αέρος δέον νὰ ἐπαρκῆ ὥστε νὰ ἐφάπτηται ὀλης σχεδὸν τῆς ἐπιφανείας τοῦ μεταλλικοῦ χαλκοῦ. Ὁ τυχὸν σχηματιζόμενος ἀφρός διοχετεύεται εἰς τὰς λάντσας Β καὶ Βι, ὅπου ἀφοῦ σπάσῃ ἐπαναφέρεται διά τῶν ἀντλιῶν εἰς τὴν λάντσαν ἀντιδράσεως. Ὅταν ὁ σχηματιζόμενος ἀφρός εἶναι πολὺς, τότε τίθεται ἐν κινήσει τὸ τάρακτρον, τὸ ὁποῖον μὲ βραδείαν κίνησιν ὑποβηθεῖ τὸ σπάσιμον τοῦ ἀφροῦ. Ὑστερα ἀπὸ διοχέτουςιν αέρος ἐπὶ 8 ὥρας ἀνοίγομεν ἕνα ἐκ τῶν κρουνῶν καὶ πληροῦμεν μίαν τῶν δύο λαντῶν Β καὶ Βι διά τοῦ σχηματισθέντος πολτοῦ τῆς ἀντιδράσεως. Κατόπιν εἰς τὴν λάντσαν Α ρίπτομεν μέσῳ δέυμαχου ἀντλίας ὀξυχλωρικὸν δέξυ μέχρι διαλύσεως τοῦ ὄλου ἰζήματος ὀξυχλωριούχου πρὸς $CuCl_2$ διοχετεύοντες συγχρόνως καὶ αέρα πρὸς ταχίαν ἀνάμειξιν τοῦ ὀξέος καὶ προσέχοντες ὅπως τὸ ὑγρὸν λάβει Ρη ὀχι κατώτερον τοῦ 4. Κατόπιν προσθέτομεν τὸ ἀνάλογον ὕδωρ ἵνα τὸ ὑγρὸν ἀποκτήσῃ πάλιν πυκνότητα 20 Be καὶ διοχετεύομεν ἐκ νέου αέρα ἐπὶ 8 ὥρας. Τὸ ἐντὸς τῆς λάντσας ἰζημα μετὰ 8 ὥρας καθιζάνει καλῶς ὥστε διά τοῦ κινητοῦ ἀπορροφητήρος ἐπιτυγχάνεται ἡ ἀπορρόφησης καὶ ἀποχωρισμοῦ ἐκ τοῦ ὄγρου. Τὸ ἰζημα, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ παραληφθῇ πρὸς οξειδωσιν, ἀναδεύεται μετὰ τὴν προσθήκην ὕδατος διά τοῦ τάρακτρον. Τὸ ὕδωρ ἀναδεύσεως τοῦ τάρακτρον ρυθμίζεται, ὥστε τοῦτο βυθιζόμενον ὀλοῦν καὶ περισσότερον ἐπιτυγχάνει τὴν ἀνάδευσιν τοῦ ὄλου ἰζήματος. Μετὰ ταῦτα ἐξουδετεροῦται δι' ἀσβέστου ὑπὸ ἀνάδευσιν μέχρις ἀλικῆς ἀντιδράσεως καὶ διοχετεύεται εἰς τὴν λάντσαν οξειδώσεως Γ ὅπου, ἀφοῦ προστεθῇ ἀκόμη ὕδωρ, οξειδούται διά διοχετεύσεως αέρος μέχρις ἀλλαγῆς τοῦ χρωματισμοῦ τοῦ μίγματος ἀπὸ κίτρινοπρασίνου εἰς κυανοπράσινον. Μετὰ ταῦτα διηθεῖται καὶ συγχρόνως ἐκπλύνεται. Κατόπιν δὲ ἀποξηραίνεται εἰς ξηραντήριο θερμοῦ αέρος μέχρι 55° .

Τὸ οὕτω λαμβανόμενον προϊόν ἔχει περιεκτικότητα 56 - 58% εἰς μεταλλικὸν χαλκόν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Barth M. Die Blattfall-Krankheit der Rebe u. ihre Bekämpfung.
- 2) Ruhland W. Zur Kenntnis der Wirkung des unlöslichen basischen Kupfers auf Pflanzen mit Rücksicht auf die sog. Bordeauxbrühe. Arb. d. Biolog. Reichsanst., 4 1905, 187-200.
- 3) Rabanus W. Weinbau u. Kellerwirtschaft I. 1922 65-71.
- 4) Kotte W. Weinbau u. Kellerwirtschaft 7 1928 1 4. Die Wirkung des Kupfers auf den Peronosporpilz
- 5) Rumm C. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges 11. 1893 79-83; Über die Wirkung der Kupferpräparate bei Bekämpfung der sog. Blattfall-Krankheit der Rebe.
- 6) Villedieu M. Comptes rendus de l'Academie des Sciences 174 1922 707-709.

- 7) Gard M. Cong. Pathol. Veget. Strassburg 1923 57-60.
 8) Killing C. Wein u. Rebe 1, 1919, 582.
 9) Wertmann J. Wein u. Rebe 1, 1919, 99.
 10) Clark J. F. On the toxic properties of some copper compounds with special reference to Bordeaux mixture. Bot. Gaz. 33 1902, 26 38
 11) Millardet A. Journ. d'Agric. prat. 51 1887, 127-129.
 12) Reckendorfer P. Ztschr. f. Pflanzen-Krankheiten 46 1939 418-438: Über den Zerfall des Kupfer Kalkbrühe Komplexes.
 13) Schmidt E. W. Zentralblatt f. Bakteriologie. 11 Abteilung. 61 1924 356-367.
 14) Mc Callan S.E.A. Corn. Univers. Agr. Exp. Stat. 128 1930 25 79: The solvent action of spore excretions and other agencies on protective copper fungicides.
 15) Mc Callan and Wilcoxen F. The action of fungous spores on Bordeaux mixture. Phytol. 26 1936, 101-102
 16) Kotte M. Laboratoriumsversuche zur Chemotherapie der Peronospora-Krankheit. Zentralblatt f. Bakteriologie. 11 Abteilung. 61 1924 367-378.
 17) D. R. P. No 403782.
 18) Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας κατατεθέν εις 'Αγγλίαν υπ' αριθ. 413722, εις Γαλλίαν υπ' αριθ. 747949, εις 'Ιταλίαν υπ' αριθ. 311837.
 19) Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας κατατεθέν εις Γαλλίαν υπ' αριθ. 780631.
 20) Soc. elettrica ed elettrochim. del Caffaro: A. Carughi και C. Paelini. Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας υπ' αριθ. 736640.
 21) I. G. Farbenindustrie Akt. Ges. D.R.P. No 601821.
 22) Δίπλωμα ευρεσιτεχνίας κατατεθέν επ' ονόματι 'Εταιρείας Λιπασμάτων υπ' αριθ. 6189.

SUMMARY

Method for the production of basic copper chloride by A. Derleres

A method is described for the production of basic copper chloride of the formula $3\text{CuO} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ from concentrated solutions of CuCl_2 and metallic copper in the presence of oxygen.

Oxygen is passed in the beginning in acid, later in alkaline medium.

To obtain a finely divided precipitate, the chemical reaction is performed in the presence of protective colloidal substances like sulfite lye.

Furthermore the devices required for the technical production are described.

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΙΣ ΞΕΝΟΥ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

Διπλωμα μεταλλικών επιφανειών δια λιπαρών οξέων. Υπό F. P. Bowden, J. N. Gregory και D. Tabor, Nature Τόμ. 156, σ. 97-101, (1945).

Ἡ τριβὴ μεταξύ δύο μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τῶν τριβομένων στερεῶν ἐπιφανειῶν, τὴν χημικὴν σύνθεσιν τοῦ λιπαντικοῦ ἐλαίου καὶ τὸν ἀριθμὸν ἀτόμων ἄνθρακος εἰς τὴν ἄλυσον, διὰ ἐνώσεις τῆς αὐτῆς ὁμολόγου σειρᾶς. Μία μονομοριακὴ στοιβάς λιπαροῦ ὀξέος εἶναι ἐπαρκὴς διὰ νὰ ὑποβιάσῃ τὸν συντελεστὴν τριβῆς, μεταξύ ἐπιφανειῶν ὕδατος, ἀπὸ $\mu=1$ διὰ ὕαλον μὲ καθαρὰν ἐπιφάνειαν εἰς $\mu=0.1$ διὰ ἐπιφανείας κεκαλυμμένας μὲ μίαν μονομοριακὴν στοιβάδα.

Εἰς ἐπιφανείας χάλυβος ὁμαλῆ ὄλισθησις παρουσιάζεται τὸ πρῶτον ὅταν αἱ ἄλυσαι τῶν μορίων τῶν λιπαρῶν ὀξέων ἀποτελοῦνται ἀπὸ 5 ἕως 6 τοῦλάχιστον μόρια, δηλ. ἔχουν μοριακὸν βᾶρος ἄνω τῶν 100. Καὶ ἡ ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας εἶναι σημαντικὴ, ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑπερβῇ τοὺς 70°C , τότε αἱ ἐπιφάνειαι χάλυβος παύουν νὰ ὄλισθαίνουν ὁμαλῶς καὶ σημαντικὴ τριβὴ καὶ φθορὰ τῶν ἐπιφανειῶν παρατηρεῖται. Γενικῶς τὰ πειράματα ἔδειξαν ὅτι ἐκεῖνα τὰ μέταλλα καλῶτερον λιπαίνονται τὰ ὁποῖα καὶ εὐκολώτερον χημικῶς προσβάλλονται ὑπὸ τῶν λιπαρῶν ὀξέων.

Γ. Δ. ΚΟΥΜΟΥΛΟΣ

Ἡ σύνθεσις τοῦ νέου ἀνθελονοσιακοῦ φαρμάκου «Paludrine».

Ἡ Imperial Chemical Industries Ltd., ἀπεκάλυψεν τώρα τὴν σύνθεσιν τοῦ νέου ἀνθελονοσιακοῦ φαρμάκου Paludrine, τοῦ ὁποῖου τὴν ἀνακάλυψιν

ἀνεκοίνωσεν τὸν παρελθόντα Νοέμβριον. Ἡ Paludrine εἶναι ἡ N_1 -π-χλωροφαινολο- N_5 -ισοπροπυλοδιου-ανιδίνη καὶ χρησιμοποιεῖται ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ ὕδροχλωρικοῦ αὐτῆς ἄλατος. Πλήρεις λεπτομέρειαι δημοσιεύονται εἰς τὸ περιοδικὸν Annals of Tropical Medicine and Parasitology. Μία πρώτη μέθοδος βιομηχανικῆς παρασκευῆς ἔχει ἤδη προταθῆ καὶ φαίνεται ὅτι τὰ ἐξόδα διὰ τὴν «Paludrine» θὰ εἶναι πολὺ ὀλιγώτερα ἀπὸ τὸ κόστος τῆς «Mepacrine», τὸ ἀνθελονοσιακὸν φάρμακον ποὺ ἐχρησιμοποιήθη κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πολέμου. Ἡδὴ ἡ Paludrine παρασκευάζεται εἰς ἡμι-βιομηχανικὴν κλίμακα καὶ συντόμως ἡ παρασκευὴ τῆς θὰ γίνετα διὰ ἐντελῶς βιομηχανικῶν μεθόδων. Ἡ ὁμάς ἐπιστημόνων τῆς Imperial Chemical Industries, ἡ ὁποία τὸ πρῶτον συνέθεσε τὸ φάρμακον αὐτὸ ἀπετελείτο ἀπὸ τοὺς Δρ. F. H. S. Curd, Δρ. F. L. Rose καὶ Δρ. D. G. Davey.

Γ. Δ. ΚΟΥΜΟΥΛΟΣ

Μία νέα εἰδικὴ ἀντίδρασις διὰ τὴν ἀνίχνευσιν τοῦ θαλλίου. Ὑπὸ P. Wenger καὶ Y. Rusconi, Helv. Chim. Acta 26, 2263 (1943).

Διάλυμα νιτρικοῦ βισμούθιου εἰς νιτρικὸν δξύ 20 ο/ο μαζὺ μὲ ἓνα ὕδατικὸν διάλυμα 10 ο/ο νατριοϊωδιδίου δίνει μὲ μονοσθενὲς θάλλιον ἓνα ἐρυθρὸν ἴζημα. Διὰ προσθήκης νατριοθειοθεικοῦ αὐξάνεται ἡ εἰδικότης τῆς ἀντιδράσεως.

Διὰ τῆς δοκιμῆς αὐτῆς ἐκτελουμένης μικροχημικῶς (ὡς Tüpfelreaktion) ἀνιχνεύονται ἀκόμα καὶ 10 γ θαλλίου παρουσία 100 γ ροδίου καὶ παλλαδίου.

Μ. ΔΕΦΝΕΡ