

ΟΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ

Μὲ τὴν λέξιν *κρύσταλλος* ἐννοοῦμεν συνήθως κάτι τι τὸ *ψυχρὸν* ἢ *διαυγές*, π. χ. νερὸ κρῦο κρύσταλλο, ἢ διαφανὴς ὡς κρύσταλλος—καὶ κατὰ συνεκδοχὴν: σκέψις, ἔκθεσις σαφὴς ὡς κρύσταλλον. Ἡ ἐτυμολογία τῆς λέξεως ἐκ τοῦ κρῦος, κρυσταίνω κ. λ. δικαιολογεῖται καὶ τὰς δύο ὡς ἄνω ἐννοίας, ἐφ' ὅσον κρύσταλλος θεωρεῖται τὸ στερεοποιημένον διαφανὲς ὕδωρ, ὁ *πάγος*.—

Σήμερον ὡς κρύσταλλον θεωροῦμεν καὶ ἓνα *εἶδος ὑάλου*, τὸ καλλίτερον καὶ ἀκριβώτερον, μὲ διαφάνειαν καὶ λάμψιν ἄνωτέραν, εἶδος χρησίμου εἰς τὴν κατασκευὴν ἀντικειμένων πολυτελείας, κατόπτρων ἀγγείων κ. τ. τ.

Καὶ ἐνῶ αὐτὴ εἶναι γενικῶς διὰ τοὺς πολλοὺς ἢ κρατοῦσα ἐννοία, εἰς τοὺς ἐπιστημονικοὺς στενωτέρους κύκλους, ἡ λέξις κρύσταλλος ἔχει ἄλλην, ὅλως διόλου διάφορον σημασίαν. Διότι μὲ αὐτὴν χαρακτηρίζομεν τὰς κανονικὰς μορφὰς ὅπου λαμβάνει ἡ ὕλη, ὅταν ἀβιάστως στερεοποιεῖται, *μορφὰς πολυέδρων*, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι οὔτε ψυχρά, οὔτε κἂν διαφανῆ πάντοτε.

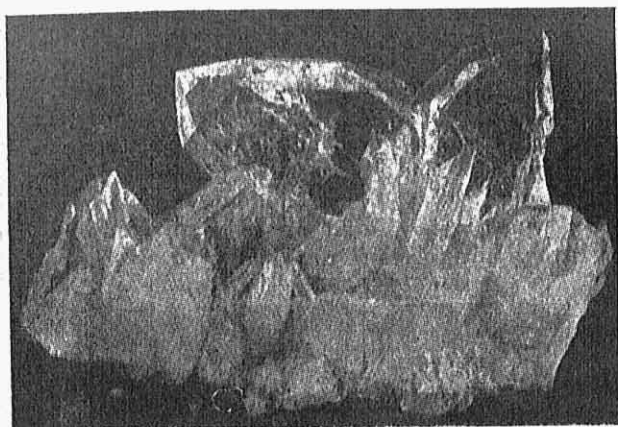
Καὶ ἐξηγοῦμαι: Ἐάν θερμάνωμεν μέσα εἰς ἓνα κατάλληλον δοχεῖον θεῖον, μέχρι τήξεως καὶ τὸ ἀφήσωμεν πάλιν νὰ ψυχθῇ ἡρέμα, πρὶν δὲ ὀλοκληρωτικῶς στερεοποιηθῇ, ἀποχύσωμεν ὅσον μένει ἀκόμη εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, θὰ ἰδοῦμεν ὅτι εἰς τὸν πυθμένα καὶ τὰς παρεῖας τοῦ δοχείου, εἶναι ἀποτεθειμένον θεῖον, στερεοποιημένον ὑπὸ μορφῆν

πυραμίδων κανονικῶν, ὄξυκορῦφων. Τὰ πολυέδρα αὐτά, κίτρινα καὶ ἀδιαφανῆ, εἶναι κρυστάλλοι θείου.— Ἄν διαλύσωμεν εἰς νερὸ ἄλας μαγειρικόν, ἢ σάκχαρον, ἢ τὸ κοινότερον σήμερον βορικόν ὄξύ, καὶ τὸ διάλυμα τὸ ἀφήσωμεν νὰ ἔξατμισθῆ εἰς ῥεῦμα ἀέρος καὶ θερμοκρασίαν χλιαράν, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι μέρος τῶν οὐσιῶν ὅπου διελύσαμεν, λαμβάνει τὴν στερεὰν κατάστασιν μὲ μορφήν πολυέδρων, κλειομένων ἀπὸ ἐπιπέδους ἐπιφανείας, κύβων διὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ ἁλατος καὶ ἄλλην συνθετωτέραν διὰ τὴν περίπτωσιν τοῦ βορικοῦ ὄξεος, ἢ τοῦ συκχάρου. Ἔχομεν ἔμπρὸς μας κρυστάλλους ἁλατος, σακχάρου κ. λ. π.

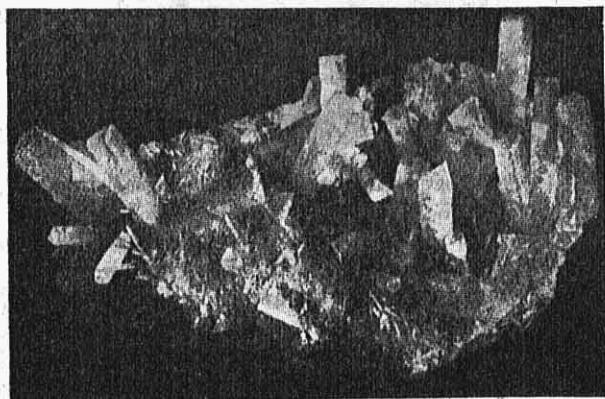
Ὅ,τι μὲ τὰ δύο παραδείγματα πού ἀνέφερα καὶ ἄπειρα ἄλλα πού θὰ ἠμποροῦσα νὰ προσθέσω, κάμει ὁ ἄνθρωπος διὰ τέχνης, τὸ ἔχει κάμει ἢ φύσις πλουσιώτατα, ὅπως μᾶς βεβαιώνει ἡ καθημερινὴ παρατήρησις. Πλήθος σωμάτων μᾶς τὰ παρουσιάζει μὲ σαφῶς ἀνεπτυγμένην κανονικὴν μορφήν, ὅπως καλὰ γνωρίζουν οἱ ὄρυκτολόγοι, οἱ ὁποῖοι ἐρευνοῦν τὴν ἀνόργανον ὕλην τῆς φύσεως, τὰ **ὄρυκτά**.

Ἐνα παράδειγμα μεταξὺ ἀπέριων, μᾶς δίδει τὸ κοινότερον εἰς ὅλην τὴν φύσιν σῶμα, τὸ πυριτικόν ὄξύ, τὸ ὁποῖον ὡς ὄρυκτὸν ἔχει τὸ ὄνομα **χαλαζίας** (quartz). Αὐτὸ ἐμφανίζεται συχνότατα εἰς στερεὰν μορφήν, ἐξαγωνικῶν πρρισμαίων, τὰ ὁποῖα κορυφώνουν ἐξαγωνικαὶ πυραμίδες. Τὰ στερεὰ αὐτὰ εἶναι πολλάκις καὶ διαφανῆ καὶ τότε ἔχουν τὸ ὄνομα τῆς **ὄρειας κρυστάλλου** Cristal de roche Bergkrystal. (Εἶκ. 1).

Ἄλλὰ καὶ πλήθος ἄλλο ὄρυκτῶν ὕλων ἔχει ὁμοίαν ἐμφάνισιν καὶ πρῶτα-πρῶτα οἱ πολύτιμοι λίθοι, ὁ **ἀδάμας**, ὁ **σάπφειρος**, τὸ **τοπάζιον**· ἔπειτα κοινότερα σώματα, ὡς ὁ **ἀσβεστίτης**, ἡ **γύψος** ὁ **φθορίτης** καὶ τὰ μεταλλοῦχα, **σιδηροπυρίτης**, **γαληνίτης** κ. λ. π. Μὲ τὰ κανονικὰ των σχήματα, εἰς μεγέθη μεγάλα καὶ μικρά, μὲ συνδυασμοὺς ποικίλλους, μὲ χρώματα διάφορα καὶ ζωηρά, μὲ λάμπριν ἰδίαν καὶ χαρακτηριστικὴν, τὰ κρυσταλλικὰ ὄρυκτά δίδουν εἰς τὴν ἀνόργανον φύσιν ὠραιότητος πού κάμουν τὴν εὐτυχίαν τῶν εἰδικῶν καὶ εἶναι κρῖμα ὅτι δὲν τὰς γνωρίζει.



Εικ. 1.— Άθροισμα κρυστάλλων χαλαζίου (πυριτικόν όξύ)

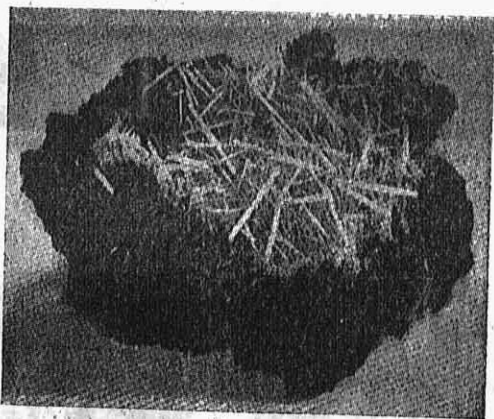


Εικ. 2.— Κρύσταλλοι άσβεστίτου (άνθρακικόν άσβέστιον).

ὁ πολὺς κόσμος, πὸν δύσκολα φαντάζεται, ὅτι ἠμπορεῖ νὰ εἶναι ὠραῖες καὶ ἡ πέτρες! (Εἰκ. 2 καὶ 3).

Αὐτὰ λοιπὸν τὰ κανονικῆς μορφῆς φυσικὰ στερεά, ἀδιαφανῆ τὸ πλεῖστον καὶ βεβαίως ὄχι ψυχρά, αὐτὰ εἰς τοὺς ἐπιστημονικοὺς κύκλους ἐννοοῦμεν μὲ τὴν λέξιν **κρύσταλλοι**.

Καὶ μέχρι μὲν τῶν ἀρχῶν τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, εἰς τὰ στερεά αὐτὰ ἐδίδετο μικρὰ σημασία. Ἐπέσυρε τὴν προσοχὴν ἡ εὐμορφία των, ἀλλὰ δὲν ἐφαίνετο νὰ ἔχουν ἄλλας ἀξίας λόγου ιδιότητος, διὰ τὰς ὁποίας νὰ κινοῦν περισσό-



Εἰκ. 3.— Φωλεὰ κρυστάλλων κερουσσίτου (ἀνθρακικοῦ μολύβδου).

τερον ἐνδιαφέρον. Ἐπιστεύετο ὅτι κατὰ τύχην ἡ ὕλη λαμβάνει μορφὰς κανονικὰς μὲν, ἀλλὰ ἄλλοτε ἄλλας.

Ἀφ' ἧς ὅμως πρὸ ἑκατὸν πενήντα περίπου ἐτῶν, ἡ παρατήρησις ἐγίνε προσεκτικωτέρα, καὶ ἐτέθη ὡς βᾶσις τῆς ἐρεῦνης διὰ τὰς φυσικὰς ἐπιστήμας, ἐπιστοποιήθη ὅτι τὰ κανονικὰ αὐτὰ στερεά, οἱ κρύσταλλοι, εἶναι ἀξία τῆς μεγίστης προσοχῆς. Διότι κυριώτατα μὲν καὶ κατ' ἀντίθεσιν πρὸς ὅ,τι ἐκ πρώτης ὄψεως νομίζομεν, ἡ κρυσταλλικὴ κατάσταση εἶναι ὁ κανὼν, κρυσταλλικὰ εἶναι τὰ πλεῖστα τῶν

σωμάτων τῆς φύσεως, τῶν ὀρυκτῶν δὲν εἶναι μόνον ὅσα παρουσιάζουν σαφῆ κανονικότητα μορφῆς, εἰς πολυέδρα μεγάλα καὶ εὐδιάγνωστα. Διότι καὶ ὅσα δὲν εἶναι τοιαῦτα, ἀποδεικνύονται κρυσταλλικὰ ὅταν καταλλήλως ἐξετασθῶν, μὲ φακὸν ἢ μικροσκόπιον καὶ μὲ μεθόδους εἰδικάς. Εἶναι δὲ ἐξαιρέσεις καὶ μάλιστα σπανία, ἢ ὕλη ἢ ἀκρυστάλλωτος.

Ἐπιστοποιήθη ἐξ ἄλλου, ὅτι κάθε εἶδος ὕλης λαμβάνει τὰς ἰδίας πάντοτε καὶ ὠρισμένας μορφάς, ὅταν κρυσταλλοῦται. Αἱ μορφαὶ αὗται εἶναι πολλαὶ καὶ δι' ὅποιον ἐπιπολαίως ἐξετάζει, φαίνονται ποικιλίας ἀτελευτήτου τόσον, ὥστε νὰ μὴ διαγινώσκειται κανεὶς μεταξύ των συσχετισμός. Ἄλλὰ ἡ ἐπιστημονικὴ ἔρευνα ἀπεκάλυψε τὸν συσχετισμὸν αὐτὸν καὶ ἔφθασεν εἰς τὸ ἀδιαφιλονίκητον συμπέρασμα, ὅτι εἰς κάθε εἶδος ὕλης, ἀντιστοιχοῦν ἴδιαι καὶ χαρακτηριστικαὶ μορφαί, εἰς τρόπον ὅπου νὰ δυνάμεθα, κρίνοντας ἀπὸ τὰς μορφάς, νὰ ὀρίζωμεν τὸ εἶδος.

Ἀνεγνωρίσθη τέλος, ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ μορφή τῶν κρυσταλλικῶν σωμάτων εἶναι οἶονεὶ ἀπαύγασμα τῆς ὕφῆς καὶ καταρτίσεως τῆς ὕλης τῶν κρυσταλλικῶν σωμάτων. Ἡ ἔρευνά της εἶναι ἱκανὴ νὰ μᾶς ὀδηγήσῃ εἰς τὰ ἐσώτατα τῆς ὕλης καὶ νὰ μᾶς διαφωτίσῃ ἐπὶ τῆς συγκροτήσεώς της, νὰ μᾶς δώσῃ τὴν λύσιν πλήθους ζητημάτων, ἐξαιρετικοῦ ἐνδιαφέροντος, ἀπὸ τε τῆς θεωρητικῆς ἐπιστημονικῆς ἀπόψεως, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τῆς πρακτικῆς καὶ ἐφαρμοσμένης.

ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτάς, ἡ σπουδὴ τῶν κρυστάλλων ἔλαβε μεγάλην ἀνάπτυξιν καὶ σὺν τῷ χρόνῳ ἐμορφώθη εἰς ἐπιστήμην ἰδίαν, τὴν *κρυσταλλογραφίαν*, ἡ ὅποια συνδέεται βέβαια μὲ τὴν φυσικὴν καὶ τὴν χημείαν, στηρίζεται εἰς τὴν μαθηματικὴν καὶ μάλιστα τὴν γεωμετρίαν, εὐρίσκεται δὲ εἰς στενωτάτην ἐπαφὴν μὲ τὴν ὀρυκτολογίαν, ἀπὸ τὴν ὅποιαν ἔχει κυρίως τὸ ὕλικόν τῶν ἐρευνῶν της. Δι' αὐτὸ καὶ συνδιδάσκειται μὲ τὴν ὀρυκτολογίαν ὀλίγα ἀνώτατα ἐκπαιδευτικὰ ἰδρύματα ἔχουν χωριστὴν τὴν διδασκαλίαν της.

Ἐπιθυμῶν νὰ δώσω μίαν ἰδέαν τῶν θαυμασίων προόδων τῆς κρυσταλλογραφίας εἰς τοὺς ἀναγνώστας τοῦ Ἡμερολογίου τῆς Μεγάλης Ἑλλάδος, θὰ ἐκθέσω συντομώτατα

βέβαια καὶ ὅσον ἡμπορῶ ἀπλούστερα, πρῶτα μὲν ὀλίγα περὶ τῆς μορφῆς τῶν κρυστάλλων, ἔπειτα ὅσα σχετικὰ πρὸς τὰς ἄλλας τῶν ιδιότητας, τέλος δὲ ὅτι ὡς γενικὸν ἐκ τῆς σπουδῆς τῶν συμπέρασμα προκύπτει περὶ τῆς ἔσωτάτης συγκροτήσεως τῆς κρυσταλλικῆς ὕλης.

*
* *

Ὡς πρὸς τὴν μορφήν. Εἶπα ἤδη ὅτι ἡ ποικιλία φαίνεται ἀτελεύτητος. Ἡ παρατήρησις ὁμῶς ἔχει ἀποκαταστήσει, ὅτι ὅλα τὰ κρυσταλλικὰ πολύεδρα, ὅσον διάφορα καὶ ἂν φαίνονται τὰ μὲν ἀπὸ τὰ δέ, εἶναι γεννήματα ἑπτὰ διπλῶν πυραμίδων θεμελιωδῶν. Τὴν ἐμφάνισιν ὅλων τῶν ἄλλων σχημάτων προκαλοῦν ἀλλοιώσεις αὐτῶν τῶν πυραμίδων, ἀλλοιώσεις διεπόμεναι ἀπὸ νόμους ὄρισμένους καὶ ἤδη γνωστούς.

Αἱ ἑπτὰ βασικαὶ διπλαῖ πυραμίδες εἶναι τὸ κανονικὸν ὀκταέδρον, ἡ τετραγωνικὴ πυραμὶς, ἡ τριγωνικὴ, ἡ ἑξαγωνικὴ, ἡ ῥομβικὴ, ἡ ῥομβοειδῆς καὶ ἡ τρικλινῆς. Ἡ πρώτη ἔχει πλευρὰς μορφῆς τριγῶνων ἰσοπλευρῶν ἢ δευτέρα, τρίτη καὶ τετάρτη, τριγῶνων ἰσοσκελῶν καὶ αἱ ἄλλαι τρεῖς σκαληνῶν. Εἰς τὴν πρώτην, ὅλαι αἱ στερεαὶ γωνίαι εἶναι ὅμοιαι· εἰς τὴν δευτέραν, τρίτην καὶ τετάρτην, εἶναι δύο εἰδῶν· εἰς τὰς ἄλλας τρεῖς ἀπαρτίζουν 3 ζεύγη ὁμοίων. Ἐνάλογος ἔρευνα φαερῶνει διαφορὰς καὶ εἰς τὰς διέδρους γωνίας, εἰς δὲ τὰς δύο τελευταίας κατηγορίας, ἀκόμη καὶ εἰς τὰς ἑδρας. Δὲν εἶναι ἄρα, ἔξαιρουμένου τοῦ ὀκταέδρου, ὅμοια ὅλα τὰ γεωμετρικὰ στοιχεῖα τῶν πυραμίδων αὐτῶν.

Αἱ ἀλλοιώσεις ποὺ γεννοῦν τὰ νέα σχήματα, ἐπέρχονται κατὰ κανόνα εἰς τὰ ὅμοια στοιχεῖα, ὅλα τὰ ὅμοια. Εἶναι ἄρα συμμετρικαί, ὅπως γενικῶς εἶναι *συμμετρικὰ* τὰ κρυσταλλικὰ στερεὰ καὶ ἡ γεωμετρικὴ σπουδὴ τῶν, ἀποτελεῖ ἓνα κεφάλαιον τῆς συμμετρίας μέσα εἰς τὴν μαθηματικὴν ἐπιστήμην. Ἡ συμμετρία ἐνίοτε περιπλέκεται ἀπὸ λόγους ἔσωτερικῆς καταρτήσεως τῆς ὕλης καὶ ὅμοια γεωμετρικὰ στοιχεῖα, ἀποδεικνύονται ἔχοντα φυσικὴν συμμετρίαν διά-

φορον· ἀλλὰ δὲν εἶναι σκόπιμον· νὰ ἐκταθῶ εἰς τὸ ζήτημα αὐτὸ μὲ τὸ παρὸν δημοσίευμα· ἀρκοῦμαι νὰ τὸ θίξω.

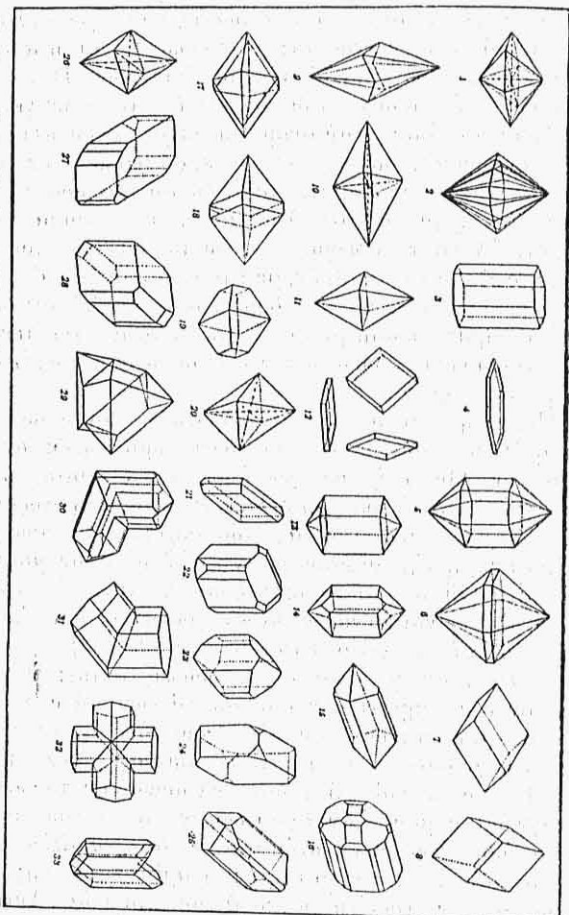
Τί δὲ εἶναι αὐταὶ αἱ ἀλλοιώσεις, ποῦ ἔχω συχνὰ ἀναφέρει καὶ πότε γεννῶνται; Ἀλλοιώσεις εἶναι ἡ ἀπότμησις τῶν κορυφῶν, ἢ τῶν ἀκμῶν δι' ἐπιπέδων. Παράδειγμα: κόπτω τὰς ἕξ κορυφὰς τοῦ κανονικοῦ ὀκταέδρου· γεννῶνται ἕξ ἔδραι, αἱ ὁποῖαι αὐξανόμεναι μέχρις ὅτου ἀποσβέσουν τὰς τριγωνικάς, δίδουν στερεὸν ἑξαπλευρικόν, μὲ πλευρὰς τετραγώνους, τὸν κύβον. Ἴδου λοιπὸν ἀλλοιώσεις ἡ ὁποία εἶτε δίδει σχῆμα μικτόν, εἶτε καταλήγει εἰς σχῆμα νέον, τὸν κύβον. Ἄλλο παράδειγμα: κόπτω τὰς διέδρους τοῦ ὀκταέδρου, δώδεκα τὸν ἀριθμόν, μὲ ἐπίπεδα συμμετρικά· γεννᾶται νέον σχῆμα, τὸ λεγόμενον ῥομβικὸν δωδεκάεδρον· διότι ἂν ἡ ἀπότμησις χωρίση μέχρι πλήρους ἑξαφανίσεως τῶν ἀρχικῶν τριγωνικῶν ἐδρῶν, φθάνει εἰς στερεὸν μὲ δώδεκα ἔδρας σχήματος ῥόμβου.

Πλὴν τῆς ἀποτμήσεως τῶν κορυφῶν καὶ ἀκμῶν, χωρεῖ ἀπάμβλυνσις αὐτῶν, δι' ἐπιπέδων συμμετρικῶς ἀναπτυσσομένων. Οὕτω ἔχομεν γεννώμενα νέα σχήματα, τὸ πυραμιδοσκεπὲς ὀκταέδρον, τὸ δελτοειδὲς εἰκοσιτετράεδρον κ.λ.π. κ.λ.π. καὶ τὰ σύνθετα μεταξὺ τῶν ἀρχικῶν καὶ παραγώγων. Ἐχω ἀκόμη τὴν αὔξησιν ἐδρῶν κατ' ἐπαλλαγὴν, μία ναι καὶ μία ὄχι. Οὕτω ἀπὸ τὸ ὀκταέδρον γεννᾶται τὸ τετράεδρον κ.λ.π. Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀναγράψω βέβαια ἔδῳ, ὅλας τὰς περιπτώσεις καὶ ὅλα τὰ σχήματα! (Εἶκ. 4).

Ἀλλὰ πότε γίνονται αἱ ἀλλοιώσεις αὐταί; Κατὰ τὸν χρόνον τοῦ σχηματισμοῦ τῶν κρυστάλλων καὶ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν παραγόντων ποὺ δὲν ἔχουν ἀκόμη διευκρινισθῆ· πάντως γίνονται καὶ τὰς ἀναφαινομένας μορφὰς ἕξηγου.

Ὁφείλω δὲ καὶ ἐπὶ τούτου νὰ σύρω τὴν προσοχὴν τοῦ ἀναγνώστου μου. Ἄν ἐξαιρέσωμεν τὰ ἐκ τοῦ κανονικοῦ ὀκταέδρου γεννώμενα σχήματα, εἰς ὅλα τὰ ἄλλα παρεντίθεται καὶ ἡ ἐκ τῆς δεξύτητος ἢ ἀμβλύτητος τῆς ἀρχικῆς πυραμίδος γεννωμένη διαφορὰ καὶ ποικιλία. Αὐτὴν τὴν ἀποκαθιστοῦν μετρήσεις τῶν γωνιῶν μὲ εἰδικὰ ἐργαλεῖα (γωνιόμετρα). Αὐτὴν δὲ ὑπ' ὄψιν ἔχοντες, ἐννοοῦμεν ἀκόμη

καλλίτερα, πῶς εἶναι δυνατόν εἰς κάθε εἶδος ὕλης—καὶ



Εἰκ. 4.—Κρυσταλλικά ποικύδρα ἀπὸ (1, 2, 7, 8, 9, 10, 11) καὶ σύνθετα (3, 4, 5, 6, καὶ 12-26) καὶ μορφὰ διδυμοὶ (29-33). Ὑπ' ἀφ. 1 ἡ ἐξωτερικὴ ὀπίσκη πύραμις ὑπ' ἀφ. 10 ἡ ρομβοειδῆ, 20 ἡ μονοκλινῆ, 25 ἡ τετρακλινῆ. Ὑπ' ἀφ. 7 καὶ 8 τὸ ρομβοειδῆ καὶ 9 τὸ οκτακλινῆ.

εἶναι ταῦτα πάμπολλα—να ἀντιστοιχοῦν πάντοτε τὰ ἴδια καὶ χαρακτηριστικὰ κρυσταλλικὰ σχήματα. Ἡ ἀρχικὴ ὁμο-

βική ἢ τετραγωνική, ἢ κάθε ἄλλη ἀρχική διπλῆ πυραμὶς, πλὴν τῆς κανονικῆς, ἢμπορεῖ νὰ εἶναι ἀμβλεῖα ἢ ἀμβλυτέρα ἢ ἀμβλυτάτη, ἢ ὀξεῖα, ἢ ὀξυτέρα κ.λ.π. με ἀπεριοριστον τὴν διαβάθμισιν ὀξυτάτης ἢ ἀμβλυτάτης ἐν τῷ μεταξῦ καὶ τὰ ἐξ αὐτῆς παράγωγα ὁμοίως.

Εἰς τὴν ποικιλίαν τῶν μορφῶν ποὺ γεννῶνται ὑπὸ τὰς ὡς ἄνω συνθήκας, ἡ φύσις προσθέτει καὶ ἄλλας πηγὰς. Συχνὰ δύο ἢ περισσότερα πολύεδρα, ἄτομα κρυσταλλικῶν στερεῶν, συνάπτονται εἰς ἓνα μικτὸν *δίδυμον* ἢ *πολύδυμον* κρύσταλλον· ἡ μικτὴ μορφή ἀποβαίνει οὕτω ὅπως διόλου διάφορος τῆς ἀρχικῆς ἀπλῆς.

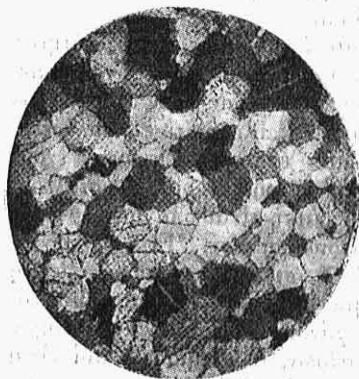
Ἐπάρχει δὲ ἐπὶ πᾶσι καὶ ἡ μεγίστης σπουδαιότητος, διότι εἶναι καὶ συχνότητος μεγίστης περίπτωσις, τῶν *ἡλλοιωμένων* καὶ *ἀλλοτριομόρφων* κρυστάλλων, ὅταν τὰ πολύεδρα σχηματιζόμενα, εἴτε ἐκ τετηγμένης ὕλης, εἴτε ἐκ διαλύσεως, δὲν εὐρίσκουν ἐλεύθερον χῶρον ἐπαρκῆ. Ἐφ' ὅσον ἔχουν τοιοῦτον, λαμβάνουν μορφήν σαφῆ, δίδουν κρυστάλλους μεγάλους. Ἄλλ' ἢ περίπτωσις αὕτη εἶναι σπανία. Συνήθως σχηματίζονται εἰς χῶρον περιορισμένον. Ἔτσι γεννῶνται *ἀθροίσματα κρυσταλλικά* ἢ *συσσωματώματα*, εἰς τὰ ὁποῖα τὰ κρυσταλλικά ἄτομα συμφυρόμενα καὶ συμπιεζόμενα τὰ μὲν ἐπὶ τῶν δέ, χάνουν τὸ ἀρχικόν τους σχῆμα. Παράδειγμα ἓνα μεταξῦ ἀπείρων, τὸ μάρμαρον, ποὺ εἶναι σύμφυρμα κρυσταλλίων μορφῆς ῥομβοέδρων· κανεὶς κόκκος δὲν ἐμφανίζει εἰς αὐτὸ τὸ σχῆμα τοῦ ῥομβοέδρου, ἀκόμη καὶ εἰς τὸ πλεόν ἀδρόκοκκον μάρμαρον, ὅπως εἶναι τὸ μάρμαρον τῆς Νάξου. Ἀνάλογος ἀποδεικνύεται ἡ συγκρότησις τῶν μετάλλων εἰς τὰ ὁποῖα εὐκόλως διαγινώσκωμεν κόκκους, στηλίδια πέταλα, ἴνας, ὅλα κρυσταλλικά παλύεδρα συμπεφυρμένα. (Εἰκ. 5 καὶ 6).

Ἐπὶ τοὺς ὅρους αὐτοὺς βέβαια ἡ διάγνωσις τῶν κρυσταλλικῶν μορφῶν γίνεται πολὺ δύσκολος καὶ ἂν πρόκειται μόνον ἀπὸ τὰς μορφολογικὰς ιδιότητας νὰ προέλθῃ, ἀδύνατος. Εἰς ἐπικουρίαν τοῦ ἔρευνητοῦ, ἔρχονται ἄλλαι μέθοδοι, αἱ ὀπτικαὶ κ. λ. π. Ἐν τούτοις αἱ δυσκολίαι ἀκριβῶς δημιουργοῦν τὸ ἐνδιαφέρον εἰς κάθε πρόβλημα καὶ ἀποτε-

λοῦν τὸ θέλητρον του! Αὐταὶ ἀναβιβάζουν τὸν παρατηρητὴν εἰς τὸ ὕψος, ποῦ ἱκανοποιεῖ τὸν ἴδιον!

*
*
*

Ἐὰν ἔλθωμεν τώρα εἰς ὅ,τι δὲν εἶναι ἀμέσως ἀντιληπτόν, ὅπως τὸ σχῆμα, ἀποτελεῖ ὅμως κυριώτατον χαρακτηριστικὸν τῆς κρυσταλλικῆς ὕλης, τὰς *φυσικὰς ιδιότητας* της. Ἐξ αὐτῶν αἱ πλείστα, ὄχι ὅλαι, παρουσιάζουν τὴν ἰδιο-



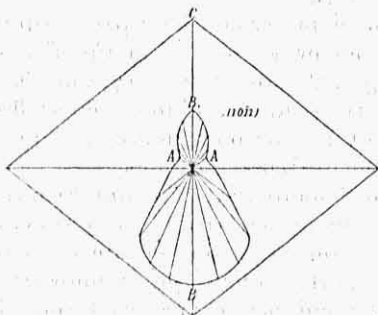
Εἰκ. 5.— Τὸ μάγμαρον ἐξεταζόμενον ὑπὸ μεγέθυνσιν ἐμφανίζεται ὡς ἓνα σύμφηγμα μικρῶν κρυσταλλῶν



Εἰκ. 6.— Μικροσκοπικὸν παρασκεῦασμα τοῦ πετρώματος βασάλτης· τὰ πλείστα τῶν συστατικῶν του ἀποδεικνύονται κρυσταλλωμένα.

ρυθμίαν νὰ ἔχουν διάφορον τιμὴν κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις. Εἰς τὴν ὕλην τὴν ἀκρυστάλλωτον ἢ σκληρότης π.χ., ἡ ἀγωγιμότης τῆς θερμότητος, ἡ διάθλασις τοῦ φωτὸς κ.λ.π., εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἐκφράζεται δὲ μὲ ἓναν ἀριθμὸν· αὐτὸς δίδει τὴν τιμὴν τῆς ἰδιότητος. Εἰς τὴν κρυσταλλικὴν ὕλην ἡ τιμὴ εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις, εἶναι ἄλλοῦ μικροτέρα ἄλλοῦ μεγα-

λειτέρα. Ἐὰν ἐπαλείψωμεν μὲ κηρόν, εἰς ἑλαφρὸν στρώμα, τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πρίσματος ἑνὸς κρυστάλλου χαλαζίου καὶ μὲ ἓνα μεταλλινὸν σύρμα ἀκουμβημένον εἰς τὸ μέσον τῆς ἐπιφανείας καὶ θερμαίνόμενον μὲ ἓνα λύχνον, μεταδώσωμεν θερμότητα, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ κηρὸς τήκεται γύρω ἀπὸ τὸ σύρμα πρὸς μίαν διεύθυνσιν εἰς μεγαλειτέραν ἀπόστασιν, κατὰ δὲ τὴν ἐπ' αὐτῆς κάθετον εἰς μικροτέραν· ἔτσι ὁ κηρὸς τήκεται γύρω ἀπὸ τὸ σύρμα εἰς μίαν ἐπιφάνειαν ἑλλείψεως· διότι ἡ ἀγωγιμότης εἶναι διάφορος κατὰ τὰς κάθετους διευθύνσεις· ἂν ἦτο ἡ αὐτή, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ



Εἰκ. 7.— Καμπύλη σκληρότητος εἰς κρυστάλλον ἀβεστίτου. Κατὰ τὸν ἄξονα Β Β ἡ σκληρότης εἶναι μεγάλη πρὸς τὰ κάτω, μικρὰ πρὸς τὰ ἄνω, κατὰ τὸν Α Α εἶναι ἀκόμη μικροτέρα, εἰς τὰς λοιπὰς θέσεις αἱ τιμαὶ εἶναι ἐνδιάμεσαι.

τετηγμένου κηροῦ, θὰ ἐγένετο κυκλική, ὅπως γίνεται ὅταν ἐπαναλάβω τὸ πείραμά μου ἐπάνω εἰς μίαν ἐπιφάνειαν ὑάλου.

Τὸ αὐτὸ ἔχομεν νὰ παρατηρήσωμεν προκειμένου περὶ τῆς σκληρότητος, περὶ τῆς διαθλαστικότητος τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων καὶ περὶ ἄλλων ἰδιοτήτων, τὰς ὁποίας πλέον δὲν ἠμποροῦμεν νὰ χαρακτηρίσωμεν μὲ μίαν τιμὴν, ἀλλὰ τοῦλάχιστον μὲ δύο, μίαν μεγίστην καὶ μίαν ἐλαχίστην, ἐνῶ ὑποχρεούμεθα νὰ δώσωμεν συγχρόνως καὶ τὴν διεύθυνσιν καθ' ἣν αὐταὶ ἐκδηλοῦνται· δι' ὃ καὶ τὰς ἰδιότητας αὐτὰς

τὰς ἀντιδιαστέλλομεν πρὸς τὰς ἀριθμητικὰς, πού ἐκφράζονται μὲ ἀριθμὸν μόνον καὶ τὰς λέγομεν ἀνυσματικὰς ἢ ἐπιβατικὰς, διότι δίδονται μὲ διεϋθύνσιν μαζὶ μὲ τὸν ἀριθμὸν.

Διὰ τὰ ἔχουν οὕτω τὰ πράγματα, πρέπει ἀντιστοίχως νὰ εἶναι συγκεκροτημένα τὰ σώματα πού ἐμφανίζουσι τὰς ἀνυσματικὰς ιδιότητες. Διότι αἱ ιδιότητες, ὡς συνάρτησις τῆς ὕλης, γίνονται διάφοροι εἰς τὰ διάφορα εἶδη τῆς ὕλης· ὅταν δὲ καὶ εἰς τὸ αὐτὸ εἶδος ὕλης εἶναι διαφορετικαί, ὀφείλομεν νὰ συμπεράνωμεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ σώματος κατὰ τὰς διαφόρους διεϋθύνσεις εἶναι διάφορος, μεγαλειτέρα ἢ μικροτέρα. (Εἰκ. 7).

Τὰ σώματα ὅπου ἔχουν ιδιότητες ἐπιβατικὰς, ἐκεῖνα δηλαδὴ ὅπου δίδουν εἰς αὐτὰς τροπὴν ἄνισον, τὰ ὀνομάζομεν ἀνισότροπα· κατὰ τοὺς Ἄγγλους δὲ αλολότροπα διότι τὴν τρέπει εἰς αὐτὰ ὁ Αἴολος ὅπως θέλει! τὰ ἄλλα χαρακτηρίζονται μὲ τὸν ὄρον ἰσότροπα· καὶ τοιαῦτα εἶναι μόνον τὰ μὴ κρυσταλλικά, τὰ ἄμορφα.

Παράδειγμα ἀνισοτροπίας μᾶς παρέχει ὁ λεγόμενος σχισμός, ιδιότης κρυστάλλων τινῶν, νὰ κόπτονται εὐκολα καὶ κατὰ ἐπιπέδους ἐπιφανείας πρὸς διεϋθύνσεις ὠρισμένας π. χ. ἢ γύψος ἢ ὁποία σχίζεται μὲ τὸ μαχαιρίδιον εἰς φύλλα λεπτότατα κατὰ μίαν καὶ ὠρισμένην διεϋθύνσιν, ὄχι ἄλλην· τὸ ἴδιον ὁ μαρμαρυγίας, γνωστὸς μὲ τὸ ξένον ὄνομα ὡς *μικα*, ἐφαρμοζόμενος ἀντὶ ὑάλου εἰς θερμάστρας κλπ. ὅπου ἡ θερμοκρασία εἶναι ὑψηλή. Ὁ γαληνίτης, ὁ ἀσβεστίτης καὶ ἄλλα εἶδη κόπτονται εἰς κύβους ἢ ρομβόεδρα, μὲ ἐλαφρὸν σφυροκόπημα. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ ἐπέρχεται βέβαια διότι ἡ συνοχὴ τῶν σωμάτων αὐτῶν, καθέτως πρὸς τὴν ἀποσχισομένην ἐπιφάνειαν, εἶναι πολὺ ἀσθενής, ἐνῶ εἰς τὰς ἄλλας διεϋθύνσεις εἶναι ἰσχυρά, ἢ πάντως ἰσχυροτέρα.

Ἦμπορῶ νὰ προσθέσω ἐδῶ, ὅτι καὶ αὐτὸς ὁ σχηματισμὸς τῶν κρυστάλλων, εἰς ὅμοια συμπεράσματα μᾶς φέρει. Ὅταν αὐτὸς συντελεῖται, ἢ ὕλη πού στερεοποιεῖται δὲν προσάγεται ὁμοίως καθ' ὅλας τὰς διεϋθύνσεις, ἀλλὰ ἄλλοῦ μὲν ἄφθονος—καὶ ἐκεῖ γίνονται κορυφαὶ καὶ ἄκμαι—ἄλλοῦ περιωρισμένη—καὶ ἐκεῖ γεννῶνται ἔδραι.— Ἄν ἡ προσε-

πίψεις τῶν ὑλικῶν μορίων, ἐγένετο παντοῦ ἡ ἴδια, θὰ εἴχομεν σφαῖρας καὶ ὄχι πολύεδρα.

Καὶ ἰδοὺ αἱ πρῶται καὶ κυριώταται νύξεις ποὺ δίδει ἡ σπουδὴ τῶν κρυστάλλων, ὡς πρὸς τὴν ἐσωτάτην ὑφὴν τῆς ὕλης των. Θὰ ἀναπτύξω τὰ σχετικὰ εὐθὺς μετ' ὀλίγον. Τώρα ἐπιβάλλεται νὰ κάμω ἰδιαιτέραν μνειάν διὰ τὰς ιδιότητας τὰς ὀπτικές· διότι αὐτῶν ἡ παρατήρησις γίνεται τελεία καὶ εἰς ὅλον τὸν ἐπιθυμητὸν βαθμὸν λεπτομερῆς, ἐπιτρέπουσα μετρήσεις πρακτικῶς ἐκτελεστάς, ὅσον οὐδεμιᾶς ἄλλης ιδιότητος.

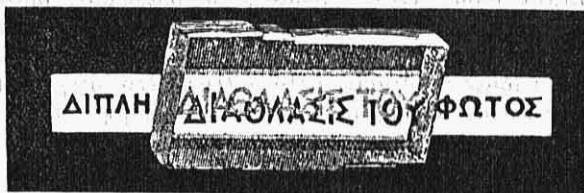
Τὸ φῶς ὅταν μεταβαίνει ἀπὸ ἓνα εἶδος ὕλης εἰς ἄλλο, ἀπὸ τὸν ἄερα π.χ. εἰς τὸ νερό, ἢ τὴν ὕαλον, τὸ ἔλαιον κλπ. ὑψίσταται ὅπως εἶναι γνωστὸν, τὴν διάθλασιν, δηλαδὴ ἐκτρέπεται ἀπὸ τὴν εὐθύγραμμον πορείαν του. Τὸ πόσον ἐκτρέπεται εἶναι συνάρτησις τῆς ὕλης· κάθε εἶδος ὕλης προκαλεῖ ἰδίαν διάθλασιν, ἄλλο πολλήν, ἄλλο ὀλίγην· διαθλαστικώτατον σῶμα, δι' αὐτὸ καὶ μὲ λάμπιν ἔντονον, εἶναι ὁ ἀδάμας κλπ. κλπ.

Εἰς τὰ ἀκρυστάλλωτα εἶδη ἡ διάθλασις γίνεται ὁμοία πρὸς ὅλας των τὰς διευθύνσεις, εἰς τὰ κρυσταλλικὰ ὅμως εἶναι διάφορος κατὰ διαφόρους διευθύνσεις. Καὶ ἀποτελεσμα αὐτῆς τῆς διαφορᾶς εἶναι τοῦτο τὸ ἀνέλπιστον, ἡ φωτεινὴ ἀκτίς ἡ ὁποία εἰσδύει μέσα εἰς αὐτὰ σχίζεται εἰς δύο, δίδει δύο εἶδωλα, ἡ *διάθλασις* γίνεται *διπλῆ*.

Τὸ φαινόμενον δὲν εἶναι μόνον περιεργον, ἀλλὰ καὶ ἐξαιρετικώτατα ἐνδιαφέρον· διότι παρακολουθεῖται καὶ ἀπὸ ἄλλα σχετικὰ, τὴν λεγομένην *πόλωσιν* κλπ., τῶν ὁποίων ἡ ἔρευνα μᾶς φέρει εἰς συμπεράσματα πολυτιμώτατα δι' ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν συγκρότησιν τῶν σωμάτων. Δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ τὰ ἀναγράψω ἐδῶ τὰ περιεργότατα δεδομένα τῆς παρατηρήσεως· σημειῶνω μόνον τὴν πολὺ ἐπιτυχημένην παρομοίωσιν ἐνὸς ἄγγλου σοφοῦ ὁ ὁποῖος λέγει, ὅτι τὸ φῶς τὸ διερχόμενον τὰ διπλοθλαστικὰ σώματα, ὁμοιάζει μὲ ταξειδιώτην ποὺ διέβη ἄγνωστον χώραν καὶ εἶναι ἱκανὸς νὰ μᾶς δώσῃ δι' αὐτὴν τὰς πληρεστέρας καὶ πάντοτε πολὺ ἐνδιαφερούσας πληροφορίας, ἀρκεῖ νὰ εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ τοῦ ἀπευ-

θύνωμεν καταλλήλως τὰς ἐρωτήσεις μας καὶ νὰ γνωρίζωμεν τὴν γλῶσσαν του.

Τὰ θαυμάσια αὐτὰ ὀπτικά φαινόμενα τὰ ἀποδίδει καλλίτερα ἀπὸ κάθε ἄλλην οὐσίαν, ἓνα ὄρυκτον κατὰ τὰ ἄλλα κοινότατον, ὁ ἀσβεστίτης (ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον) κυριώτατον συστατικὸν τῶν ἀσβεστολίθων καὶ μαρμάρων, ἀρκεῖ νὰ εἶναι κρυσταλλωμένος σαφῶς καὶ νὰ μὴ ἔχη ξένα προσμίγματα τότε παρουσιάζεται ὑπὸ τὴν μορφήν ἀχρῶν διαφανῶν ῥομβοέδρων, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἴδιον ὄνομα, λέγονται *Ἰσλανδικὴ κρύσταλλος*. Χάρις εἰς τὸ φαινόμενον τοῦ σχισμοῦ πού ἀνέφερα ἤδη, ἤμποροῦμεν νὰ λάβωμεν ἀπὸ



Εἰκ. 8.— Ὁ κρυσταλλωμένος ἀσβεστίτης (Ἰσλανδικὴ κρύσταλλος) χωρίζει τὴν φωτεινὴν ἀκτίνα εἰς δύο.

κοινούς κρυσταλλωμένους ἀσβεστίτας πού ὄχι σπάνια συναντῶνται εἰς ῥήγματα τῶν ἀσβεστολίθων, μικρά, ἔστω ὄχι τελείως διαφανῆ, οὐδὲ ἀπολύτως ἀχρῶα ῥομβόεδρα, πού μᾶς δίδουν ὅπωςδήποτε τὴν διπλὴν διάθλασιν ἀπλῶν εἰδῶλων, μιᾶς γραμμῆς π.χ. ἢ μιᾶς στιγμῆς. Συσταίνω τὴν δοκιμὴν εἰς τοὺς ἀναγνώστας μου, ἀξίζει τὸν κόπον. (Εἰκ. 8).

*
* *

Πῶς δὲ ἐξηγοῦνται αἱ ἰδιορρυθμίαι τῶν κρυσταλλικῶν σωμάτων, ὅσας ἔως τώρα προσεπάθησα μὲ ἀδράς γραμμὰς νὰ σχημαγρῶ:

Ὡς θεμέλιον τῶν ἀντιλήψεών μας καὶ τῶν σχετικῶν ἐπι-

στημονικῶν θεωριῶν, θέτομεν τὴν *ἀσυνεχῆ συγκρότησιν* τῆς ὕλης, ἡ ὁποία εἶναι πλέον σήμερον γεγονός ψηλαφητόν. Ἄλλοτε ἐπιστεύαμεν εἰς αὐτὴν ἀπὸ θεωρητικούς λόγους κινούμενοι· τῶρα λέγομεν καὶ ἀποδεικνύομεν — θὰ εἰπῶ μετ' ὀλίγον πῶς — ὅτι ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρά, πολὺ μικρὰ τεμαχίδια, τὰ *ἄτομα*, τὰ ὁποῖα δὲν εὐρίσκονται εἰς ἐπαφήν, ἀλλὰ εἰς ἀπόστασιν τὰ μὲν ἀπὸ τὰ δέ· εἰς τὰς θέσεις των τὰ συγκρατοῦν δυνάμεις ἑλκτικαὶ καὶ ὠστικαὶ περὶ τῶν ὁποίων οὐ τοῦ παρόντος· αὐτὴ εἶναι ἡ *ἀτομικὴ θεωρία*, τῆς ὁποίας ἰδρυταὶ ὑπῆρξαν Ἕλληνες φιλόσοφοι, ὁ Λεύκιππος καὶ ὁ Δημόκριτος, οἱ ἐπικληθέντες διὰ τοῦτο ἀτομικοί. Σήμερον τὰ πειράματα τῶν Laue καὶ Bragg ἔκαμαν τὴν θεωρίαν πραγματικότητα.

Τὰ ἄτομα ἡμπορεῖ νὰ εἶναι διανεμημένα εἰς τὸν χῶρον κατὰ δύο τρόπους: εἴτε ἀτάκτως, εἰκῆ καὶ ὡς ἔτυχεν, ἢ κατὰ ἀποστάσεις κανονικὰς — ἀπαράλλακτα ὅπως ἓνας ἀριθμὸς ἀνδρῶν εἶναι δυνατὸν νὰ γεμίξῃ μίαν πλατεῖαν ἀτάκτως ἢ μὲ στρατιωτικὴν σύνταξιν, κατὰ τετράδας, διμοιρίας κ.λ.π. Καὶ ἂν μὲν τὰ ἄτομα εἶναι ἀκανονίστως διανεμημένα, ἐφ' ὅσον εἶναι, ὅπως καὶ συμβαίνει, πάρα πολλά, σχεδὸν ἄπειρα τὸν ἀριθμὸν, ἔχουν κατὰ πιθανότητα, ἡ ὁποία φθάνει τὴν βεβαιότητα, τὴν αὐτὴν συχνότητα, τὴν αὐτὴν πυκνότητα κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν· ἂν ὅμως εἶναι διατεταγμένα κανονικῶς κατὰ γραμμὰς, ἔστω καὶ ἰσαπεχούσας, ἔχουν πυκνότητα διάφορον κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις.

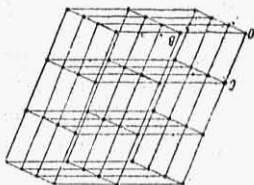
Εἰς τοὺς δύο αὐτοὺς τρόπους διατάξεως τῶν ἀτόμων ἐν τῷ χώρῳ, ἀντιστοιχοῦν αἱ δύο καταστάσεις τῆς ὕλης, ἡ κρυσταλλικὴ καὶ ἡ ἀκρυστάλλωτος, ἢ ἄλλως λεγομένη καὶ *ἄμορφος*. Εἰς τὴν κρυσταλλικὴν ὕλην τὰ ἄτομα εἶναι κανονικῶς διατεταγμένα κατὰ τοὺς κόμβους ἑνὸς δικτύου τριῶν διαστάσεων· δι' αὐτὸ εἰς τὰ κρυσταλλικὰ σώματα ἡ πυκνότης τῆς ὕλης εἶναι διαφορετικὴ κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις, ὅθεν καὶ αἱ ιδιότητές των ἔχουν διαφορετικὰς τιμὰς. Εἰς τὰ ἀκρυστάλλατα ὅλαι αἱ διευθύνσεις εἶναι ἰσότημοι καὶ κατ' ἀναγκαίαν συνέπειαν αἱ ιδιότητες ἐκδηλώνονται μὲ ἴσην ἀξίαν, ἴσην τιμὴν.



ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΖΑΪΜΗΣ

*‘Ο εκ νέου εκλεγθείς Πρόεδρος τῆς Ἑλληνικῆς Δημοκρατίας
διὰ τὴν πενταετίαν 1935 - 1939.*

Μὲ τὴν δικτυωτὴν συγκρότησιν ἐξηγοῦνται καὶ ὅλαι αἱ ἄλλαι ιδιότητες τῶν κρυσταλλικῶν σωμάτων· ἡ ὁμοιότης τῶν παραλλήλων διευθύνσεων, τῶν παραλλήλων ἐπιπέδων, ἡ σταθερότης τοῦ ἀνοίγματος τῶν γωνιῶν ποῦ σχηματίζονται ἀπὸ τὰς ἑδρας τῶν κρυσταλλικῶν στερεῶν, λαμβανομένας ἀνὰ δύο, ἡ θέσις ἐκάστης ἑδρας ὡς πρὸς τὰς ἄλλας κ.λ.π. κ.λ.π. ἀκόμη καὶ ἡ συμμετρία τῆς μορφῆς καὶ τῶν ιδιοτήτων, ἀπαύγασμα καὶ αὐτὴ τῆς συμμετρίας ποῦ εἰς μεγαλειέτερον ἢ μικρότερον βαθμὸν ἔχει τὸ θεμελιῶδες πλέγμα τοῦ κρυσταλλικοῦ δικτύου. Διότι τὸ θεμελιῶδες πλέγμα, συνεπῶς καὶ τὸ δίκτυον, ἢμπορεῖ νὰ ἔχη διαφόρους



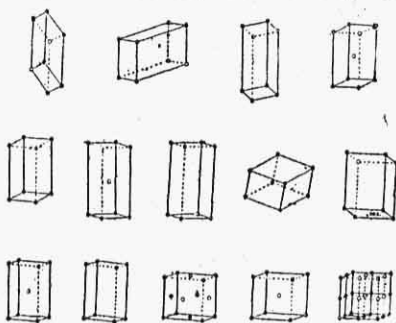
Εἰκ. 9.—Ἡκρυσταλλικὸν δίκτυον. Αἱ ἀποστάσεις τῶν κόμβων εἶναι αἱ αὐταὶ κατὰ τὰς παραλλήλους διευθύνσεις.

μορφάς, νὰ εἶναι κυβικὸν ἢ ῥομβικόν, ἢ πρισματικὸν μετὸ μὴν τετράγωνον ἢ ῥομβικὴν κ.λ.π. (Εἰκ. 9).

Φυσικὰ τὸ ἐνδιαφέρον ὅπου ἔχει ἡ ἐξακρίβωσις τοῦ δικτύου κάθε εἴδους ὕλης εἶναι μέγιστον. Ἐφόσον τὰς θέσεις τῶν ἀτόμων ἐν τῷ χώρῳ τὰς ὀρίζουν αἱ δυνάμεις ποῦ ἐκπορεύονται ἀπὸ αὐτά, ὅταν αἱ δυνάμεις εἶναι διάφοροι, γίνονται διάφοροι καὶ αἱ μεταξὺ τῶν ἀτόμων ἀποστάσεις. Εἶναι δὲ εἰς κάθε εἶδος ὕλης διαφορετικὰ τὰ άτομα, ἄλλης μάξης, καὶ ἐκδηλώνουν ἄλλας ἐνεργείας ἐλκτικὰς καὶ ὠστικὰς καὶ ὀρίζουν δι' ἑαυτὰ ἄλλας θέσεις. Ἐχομεν οὕτω δίκτυα μετὸ κόμβους εἰς ἴσας ἀποστάσεις κατὰ τὰς τρεῖς διευθύνσεις ἢ κατὰ τὰς δύο, μετὸ τὴν τρίτην μεγαλειέτεραν ἢ μικροτέραν, ἢ καὶ τὰς τρεῖς ἀνίσους. Ἐχομεν ἀκόμη δίκτυα εἰς τὰ ὅποια αἱ ἐπιφάνειαι τῶν κόμβων διάκεινται καθέτως πρὸς

ἀλλήλας καὶ αἱ τρεῖς ἢ αἱ δύο μόνον, εἶναι κεκλιμέναι αἱ μὲν πρὸς τὰς δέ. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ὑπ' ὄψει διαφόρους βαθμοὺς τοιούτων κλίσεων ἢ καὶ ὅλας τὰς δυνατὰς ἀνισότητος τῶν ἀποστάσεων τῶν κόμβων, θὰ ἐννοήσωμεν πῶς εἶναι δυνατόν κάθε εἶδος ὕλης νὰ ἔχη ἴδιον καὶ αὐστηρῶς ὄρισμένον κρυσταλλικὸν δίκτυον.

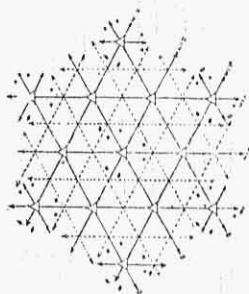
Ἐν τούτοις ἄρα εἶπα προκειμένου περὶ τῶν κρυσταλλικῶν στερεῶν, ὅτι φαίνονται μὲν ποικιλίας ἀτελευτήτου καὶ ὅμως ὑπάγονται εἰς ὄρισμένας γενικὰς κατηγορίας, τὸ ἀνάλογον ἰσχύει καὶ διὰ τὰ δίκτυα, τὰ ὁποῖα ἐπιδέχονται



Εἰκ. 10.— Τὰ δεκατέσσαρα κύρια κρυσταλλικὰ πλέγματα τοῦ Bravais.

ταξιόμησιν εἰς ὄρισμένους γενικοὺς τύπους. Διὰ τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων ἀρκοῦν 14 τύποι ὑποδειχθέντες ἀπὸ τὸν γάλλον γεωμέτρην Bravais πρὸ ἑκατὸν περίπου ἐτῶν. (Εἰκ. 10). Ἡ ἔρευνα ὅμως σπανιωτέρων μὲν ἀλλ' ὀπωσδήποτε ὑπαρκτῶν περιπτώσεων, μᾶς ἔφερε κατόπιν εἰς τοὺς 66 τύπους τοῦ γερμανοῦ Sohnke, ἔπειτα δὲ εἰς τοὺς 230 τύπους τοῦ Schönflies, μὲ τοὺς ὁποίους σήμερον ἱκανοποιοῦνται ὅλαι αἱ περιπτώσεις. Ἔτσι ἡ διαγραφὴ τῶν δικτύων γίνεται πολυσύνθετος, ἐφ' ὅσον μάλιστα ζητοῦμεν εἰς αὐτὰ νὰ εἰσαγάγωμεν καὶ τὰς νεωτάτας περὶ τῆς ὕλης ἀντιλήψεις μας τὰς σχετικὰς μὲ τὰ ἠλεκτρόνια κλπ. κλπ. (Εἰκ. 11).

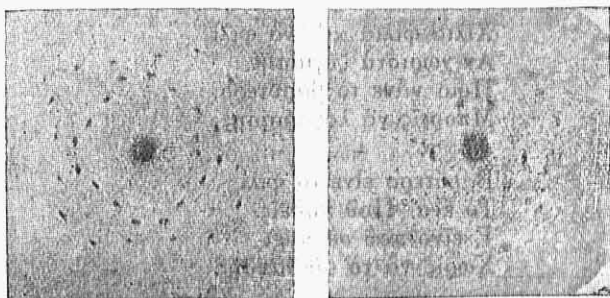
Τὴν δικτυωτὴν συγκρότησιν τῶν κρυστάλλων τὴν ἔδειξαν πειραματικῶς οἱ ἄγγλοι κρυσταλλογράφοι Bragg πατὴρ καὶ υἱὸς καὶ ὁ γερμανὸς φυσικὸς Laue, χρησιμοποιοῦντες τὰς ἀκτίνες Röntgen εἰς τὴν ἔρευναν τοῦ φαινομένου τῆς παραθλάσεως, καθ' ἣν δέσμη φωτὸς διαβαίνουσα στενάς σχισμᾶς, δίδει μίαν σειρὰν φωτεινῶν καὶ σκοτεινῶν εἰδώλων. Ἡ ἀπόστασις ποῦ χωρίζει τὰ εἴδωλα αὐτὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μῆκος τοῦ φωτεινοῦ κυματισμοῦ καὶ τὸ ἀνοίγμα τῶν σχισμῶν. Αἱ ἀκτίνες Röntgen ἔχουν μῆκος κύματος πολὺ μικρὸν, τόσον μικρὸν ὥστε σχισμᾶς διὰ τέχνης γενομένης, τὰς διέρχονται ὅσον στεναὶ καὶ ἂν εἶναι καὶ δὲν



Εἰκ. 11.— Σύνθετον κρυσταλλικὸν δίκτυον ἑξαγωνικῆς συμμετρίας.

δίδουν γένεσιν εἰς τὸ φαινόμενον τῆς παραθλάσεως. Ἄν ὅμως ἀντὶ τεχνητῶν σχισμῶν, διαβιβάσωμεν τὰς ἀκτίνες Röntgen διὰ λεπτοῦ πλακιδίου κρυσταλλικοῦ σώματος καὶ ἐφ' ὅσον εἰς αὐτὸ τὰ ἄτομά του εἶναι πραγματικῶς ὡς τὰ ὑποθέτομεν, εἰς ἀποστάσεις κανονικὰς καὶ ἴσας, ἔχομεν λόγῳ τῆς μικρότητος τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν τὰς συνθήκας παραθλάσεως καὶ διὰ τὰς μικροῦ κύματος ἀκτίνες, ὅπως εἶναι αἱ Röntgen. Καὶ ἂν τὸ φαινόμενον ἐμφανισθῇ, θὰ εἶναι ἀπόδειξις ὅτι εἶναι ἀσυνεχῆς ἢ ὕλη, ὅτι ὑπάρχουν τὰ ἄτομα, ὅτι εὐρίσκονται εἰς ἀποστάσεις κανονικὰς ἀπ' ἀλλήλων κλπ. κλπ. Καὶ τὸ φαινόμενον ἐμφανίζεται καὶ

τὴν ζητουμένην βεβαίωσιν μᾶς παρέχει, μᾶς ἐπιτρέπει δὲ καὶ νὰ μετρήσωμεν ἀποστάσεις κλπ. Ἐμποροῦμεν ἀκόμη καὶ νὰ φωτογραφήσωμεν τὴν παράθλασιν ποὺ ἔτσι προκαλοῦμεν καὶ τότε ἔχομεν ἐπάνω εἰς τὴν φωτογραφικὴν πλάκα ὄχι τὴν εἰκόνα τῶν ἀτόμων, ἀλλ' οἶονεὶ τὴν σκιάν των! (Εἰκ. 12).



Εἰκ. 12.— Ἐρευνα διὰ τῶν ἀκτίνων X ἐπὶ κρυστάλλου σφαλερίτου (θειοῦχου ψευδαργύρου) κατὰ τὴν ἕδραν τοῦ κύβου ἀριστερὰ καὶ τοῦ ὀκταέδρου δεξιὰ.

Ἀφήνω εἰς τὸν ἀναγνώστην νὰ κρίνῃ, ποίαν ἀξίαν ἔχει διὰ τὴν ἔρευναν τῆς ἐσωτάτης ὑφῆς τῆς ὕλης, ἓνα τοιοῦτο πείραμα. Τὸν ἀφήνω ἀκόμη νὰ συμπεράνῃ, ἀπὸ τὰς ὀλίγας καὶ γενικὰς γραμμὰς ποὺ ἐχάραξα, ποίους ὀρίζοντας ἀνοίγει ἢ σπουδὴ τῶν κρυστάλλων καὶ τὸ ἐνδιαφέρον ποὺ ἀξίζουσι, ἄσχετα πρὸς τὴν ὠραιότητά των.

Ι. Π. ΔΟΑΝΙΑΗΣ

Καθηγητὴς εἰς τὸ Πολυτεχνεῖον

