

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 13ΗΣ ΜΑΡΤΙΟΥ 1975

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΠΑΝ. ΖΕΠΟΥ

ΜΕΤΑΛΛΕΙΟΛΟΓΙΑ.— Μεταλλουργική έρμηνεία τής γενέσεως θειούχων μεταλλευμάτων μαγματικής προελεύσεως, υπό Δ. Μουσσούλου\*.  
\*Ανεκοινώθη υπό του 'Ακαδημαϊκού κ. Ι. Τρικκαλινοῦ.

Ε Ι Σ Α Γ Ω Γ Η

Δὲν ἀμφισβητεῖται πλέον, ὅτι μία σημαντικωτάτη κατηγορία μεταλλευτικῶν κοιτασμάτων εὐρίσκεται εἰς στενὴν γενετικὴν σχέσιν μετὰ τῆς μαγματικῆς δράσεως, ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται ὑπὸ ὠρισμένης συνθήκας, ἐντὸς τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς [1]. Εἶναι τὸ συμπέρασμα τῶν ἐργασιῶν πλήθους ἐρευνητῶν, μετὰ τῶν ὁποίων προβάλλουν τὰ ὀνόματα τῶν Elie de Beaumont [2], Daubrée [3], Vogt [4], De Launay [5, 6], Lindgren [7], Niggli [8] καὶ ἄλλων.

Ἰδιαιτέρως, εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὰ θειοῦχα κοιτάσματα, ἡ μεγάλη πλειονότης αὐτῶν θεωρεῖται σήμερον ἀρρήκτως συνδεδεμένη μὲ τὴν μαγματικὴν δράσιν. Κατὰ γενικὴν παραδοχὴν, τὰ ἐν λόγῳ κοιτάσματα προκύπτουν διὰ συγκεντρώσεως τῶν ἐν τῷ μάγματι ὑπαρχόντων ὠφελίμων στοιχείων, τῆς μεταφορᾶς καὶ ἀποθέσεως τούτων ὑπὸ μορφὴν θειούχων ὄρυκτῶν.

Παρὰ τὴν ἐπὶ τῆς γενικῆς αὐτῆς θέσεως ὁμοφωνίαν, ὑφίστανται σημαντικαὶ διαφοραὶ ἀντιλήψεων ἐπὶ πολλῶν λεπτομερειῶν. Συζητεῖται π.χ. εὐρέως ἡ προέλευσις καὶ ἡ σύστασις τοῦ μεταλλοφόρου μάγματος, ὁ μηχανισμὸς συλλογῆς καὶ ἐκβολῆς τῶν ἐξ αὐτοῦ προερχομένων συστατικῶν τοῦ κοιτάσματος, ἡ μορφὴ ὑπὸ

\* L. MOUSSOULOS, An interretation of their genesis based on metallurgical theories & facts.

τὴν ὁποῖαν τὰ συστατικά ταῦτα ἀποχωρίζονται, μεταφέρονται καὶ ἀποτίθενται, σχηματίζοντα θειούχους συγκεντρώσεις, μακρὰν ἐνίστε τῆς μαγματικῆς μάζης [1].

Θέμα τῆς παρούσης ἐργασίας εἶναι ἡ παρουσίασις ὠρισμένων ἀπόψεων τοῦ γράφοντος ἐπὶ τινων τῶν ὡς ἄνω σημείων. Αἱ ἐν λόγῳ ἀπόψεις ἐδράζονται ἐπὶ θεωρητικῶν καὶ πρακτικῶν γνώσεων τῆς Μεταλλουργίας τῶν θειούχων μεταλλευμάτων. Πρόκειται δηλαδὴ περὶ προσπαθείας πληρεστέρας διερευνήσεως τῶν προβλημάτων τῆς θειούχου μαγματικῆς μεταλλογενέσεως διὰ τῆς χρησιμοποίησεως μεταλλουργικῶν θεωριῶν καὶ δεδομένων.

Ὑπὸ τὸ πρῖσμα τοῦτο συζητεῖται, κατ' ἀρχάς, ἡ γένεσις καὶ σύστασις τῶν μαγμάτων· διερευνᾶται, ἐν συνεχείᾳ, ἡ ἐν αὐτοῖς διαλυτότης διαφόρων ἐνώσεων καὶ ἀερίων· ἐξετάζεται, τέλος, ἡ δυνατότης τῆς δι' ἐξατμίσεως ἐκβολῆς ἀερίου φάσεως φορέως τῆς θειούχου μεταλλοφορίας. Συγκεντρῶνται οὕτω πολύτιμα στοιχεῖα, ἐπαρκῆ διὰ τὴν ἐδραίωσιν μιᾶς μεταλλουργικῆς ἐρμηνεύσεως εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν γένεσιν θειούχων κοιτασμάτων.

## 1. Προέλευσις καὶ γένεσις τῶν μαγμάτων.

Διευκρινίζεται εὐθὺς ἀμέσως ὅτι μάγματα καλοῦνται ἐνταῦθα φυσικὰ τήγματα πυριτικῶν ἐνώσεων, ἐκ τῶν ὁποίων προέρχονται, διὰ στερεοποίησεως, τὰ ἐντὸς τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς ἀπαντῶντα πυριγενῆ πετρώματα. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τὸ μάγμα ἐκδηλοῦται κατὰ τὰς ἠφαιστειακὰς ἐκρήξεις, διὰ τῆς ἐκχύσεως λάβας καὶ τῆς ἐκλύσεως ἀερίων, τῶν ὁποίων ἡ μελέτη παρέχει πολυτίμους πληροφορίας ἐπὶ τῆς φύσεως τοῦ τήγματος [1, 9, 10].

Σύγχρονοι γεωλογικαὶ καὶ γεωφυσικαὶ ἔρευναι ἐπεβεβαίωσαν ὅτι τὸ πάχος τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς κυμαίνεται ἐντὸς εὐρυτάτων ὁρίων. Συγκεκριμένως, τὸ πάχος τοῦτο ἀπὸ ἐν ἐλάχιστον 3 km εἰς τὰ βάθη τῶν Ὀκεανῶν ἀνέρχεται εἰς πλέον τῶν 60 km ὑπὸ τὰς ὀγκώδεις ὄροσειράς τῶν Ἡπειρῶν. Κάτωθεν τοῦ ἐξωτάτου στερεοῦ αὐτοῦ καλύμματος, τὸ ὁποῖον συνιστᾷ τὴν καλουμένην «λιθοσφαῖραν», ἐκτείνεται πλαστικὴ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μᾶζα πετρωμάτων, ἡ «ἀσθενοσφαῖρα». Εἰς τὸ ἀνώτερον τμήμα τῆς λιθοσφαίρας (Sial) ἐπικρατοῦν τὰ ὀξειδια τοῦ πυριτίου καὶ τοῦ ἀλουμίνιου, ἐνῶ εἰς τὸ κατώτερον τοιοῦτον (Sima), τὸ ἀλουμίνιον ὑποχωρεῖ πρὸ τοῦ μαγνησίου. Ἀντιπροσωπευτικὰ πετρώματα τοῦ πρώτου (Sial) εἶναι τὰ γρανιτικά, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελοῦνται βασικῶς αἱ ἠπειρωτικαὶ μᾶζαι, τοῦ δὲ δευτέρου οἱ βασάλται, οἱ ὁποῖοι συνιστοῦν τοὺς πυθμένας τῶν Ὀκεανῶν [11].

Ἐντὸς τῆς λιθοσφαίρας ἀπαντοῦν ἐκρηξιγενῆ πετρώματα, ἀνήκοντα εἰς ὅλους

τούς τύπους μαγμάτων. Πάντα τὰ μάγματα ταῦτα δύναται κατ' ἀρχὴν νὰ προέλθουν ἀπὸ ἓν ἀρχικὸν βασαλτικὸν μάγμα διὰ διαφοροποιήσεως, προκαλουμένης ὑπὸ τῆς κλασματικῆς κρυσταλλώσεως. Αἱ ποσοτικαὶ ὅμως σχέσεις τῶν διαφόρων τύπων ἐπιβάλλουν ὅπως παραδεχθῶμεν τὴν ἐπέμβασιν καὶ ἑνὸς ἑτέρου μηχανισμοῦ μαγματικῆς γενέσεως. Ὡς προσφορώτερος τοιοῦτος ἐμφανίζεται ἡ τοπικὴ τήξις τῶν πετρωμάτων, ἡ ὁποία εἶναι δυνατὸν νὰ λάβῃ χώραν ὑπὸ ὠρισμένης συνθήκας, ἐντὸς τῆς λιθοσφαίρας [12, 13, 14].

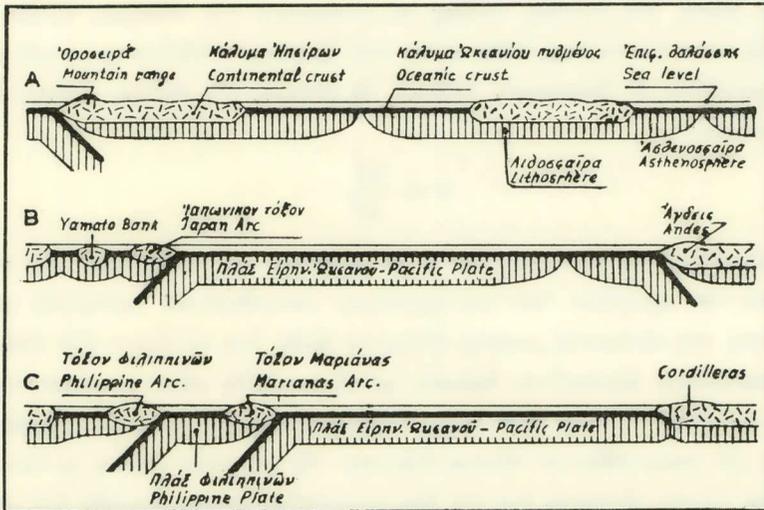
Οὕτως, ὀγκώδεις μαγματικαὶ μᾶζαι γρανιτικῆς συστάσεως δύναται ἐνδεχομένως νὰ ἀναπτυχθοῦν ἐκεῖ, ὅπου σιαλικά τμήματα τῆς λιθοσφαίρας ἔχουν βαθμιαίως ἐπικαλυφθῆ ὑπὸ μεγάλου πάχους ἰζημάτων ἐντὸς γεωσυγκλίνων τάφρων. Τὰ μάγματα ταῦτα, διεισδύοντα κατὰ τὴν ἀκολουθοῦσαν ὀρογενετικὴν φάσιν ἐντὸς τῶν ὑπερκειμένων πετρωμάτων σχηματίζουν σήμερον τοὺς ὀξίνους ἢ οὐδετέρους βαθυλίθους, οἱ ὅποιοι εἶναι τόσον συνήθεις εἰς τὰ κεντρικὰ τμήματα τῶν διαφόρων ὀροσειρῶν.

Βαθυτέρας προελεύσεως φαίνονται νὰ εἶναι τὰ βασαλτικὰ πετρώματα τῶν Ὀκεανῶν καὶ πιθανῶς συνδέονται μὲ τοπικὰς ἐστίας τήξεως ἐντὸς τῆς ἀσθenoσφαίρας. Θεωρεῖται σήμερον βέβαιον, ὅτι τοιαῦτα μάγματα διεισδύουν κατὰ μῆκος τῶν Μεσο-ὀκεανίων ράχων, παρέχοντα νέον ὕλικὸν καὶ προκαλοῦντα, κατὰ συνέπειαν, ἀνάπτυξιν τοῦ βασαλτικοῦ καλύμματος τοῦ πυθμένος τῶν Ὀκεανῶν (sea-floor spreading). Ἀνάλογα μάγματα ἐμφανίζονται ἐπίσης καὶ κατὰ μῆκος τῶν περιβαλλουσῶν τὰ νησιωτικὰ τόξα ὀκεανίων τάφρων, ὅπου λαμβάνει χώραν καταστροφὴ δι' ἀνατήξεως τοῦ ὡς ἄνω βασαλτικοῦ καλύμματος κατὰ τὴν διολίσθησιν αὐτοῦ ὑπὸ τὰς παρακειμένας ἠπειρωτικὰς μᾶζας, ὡς τοῦτο παρίσταται εἰς τὰς τομὰς τοῦ Σχ. 1 [15].

Συμφώνως πρὸς ὅσα ἀνωτέρω ἐξετέθησαν, τὰ ἐντὸς τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς ἐμφανιζόμενα μάγματα προέρχονται ἐκ τοπικῆς τήξεως τῶν πετρωμάτων τῆς λιθοσφαίρας καὶ ἐν μέρει, διὰ τὰ βασικά μάγματα, τῆς ἀσθenoσφαίρας. Δύναται δὲ νὰ ὑποστηριχθῆ ὅτι διὰ τῶν διαδικασιῶν τῆς διαβρώσεως, τῆς ἰζηματογενέσεως, τῆς ἀνατήξεως κλπ. λαμβάνει χώραν μία διαρκῆς ἀνακύκλωσις καὶ ἀνακατανομὴ τῶν διαφόρων στοιχείων ἐντὸς τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν δυνατότητα δημιουργίας ἀνωμάλων τοπικῶν συγκεντρώσεων τούτων. Προκύπτουν οὕτω πετρώματα σχετικῶς πλούσια εἰς ὠρισμένα συστατικά, ὅπως π. χ. διάφορα μέταλλα καὶ ἕξ ἐνδεχομένης τήξεως τούτων μεταλλοφόρα μάγματα.

Κατὰ ταῦτα, ἀπὸ πετρώματα σχετικῶς πλούσια εἰς θεῖον δυνατὸν νὰ προκύψουν μάγματα ἀσυνήθους περιεκτικότητος εἰς τὸ στοιχεῖον τοῦτο. Συμπωματικὴ παρουσία εἰς ἓν τοιοῦτον μάγμα μετάλλων ὡς ὁ χαλκός, τὸ νικέλιον, ὁ ψευ-

δάργυρος, ό μόλυβδος κλπ., τὰ όποια ἔχουν μεγάλην συγγένειαν πρὸς τὸ θεῖον, δημιουργεῖ, ἀναμφισβητήτως, εὐνοϊκὰς συνθήκας σχηματισμοῦ θειούχων ἐνώσεων τῶν ἐν λόγῳ μετάλλων. Ὅποσδήποτε ὅμως ἡ διαδικασία, ἡ όποία θὰ ὀδηγήσῃ τελικῶς εἰς τὴν συγκέντρωσιν τῶν ἐνώσεων αὐτῶν ὑπὸ μορφὴν μεταλλευτικῶν κοι-



Σχ. 1. Σχηματικαὶ τομαὶ δεικνύουσαι τὴν σχέσιν λιθοσφαιρικῶν πλακῶν, ὠκεανῶν, ἠπειρώων καὶ νησιωτικῶν τόξων.

τασμάτων, ὑφίσταται τὴν ἐπίδρασιν πλήθους παραγόντων. Μεταξὺ τούτων ἰδιαιτέραν σημασίαν θὰ πρέπει νὰ ἔχη, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, ἡ σύστασις τοῦ μεταλλοφόρου μάγματος.

## 2. Ἐντοπισμὸς τῶν μαγμάτων. Διερεύνησις τῆς συστάσεως αὐτῶν διὰ συσχετισμοῦ μὲ τὰς μεταλλουργικὰς σκωρίας.

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, τὰ μάγματα συνιστοῦν τήγματα πετρωμάτων, τὰ όποια ἀναπτύσσονται τοπικῶς εἰς χώρους τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς, ὅπου σημειοῦνται ἀσυνήθεις ἀννυψώσεις θερμοκρασίας. Πρόκειται περὶ μαγματικῶν ἐστιῶν, αἱ όποια ὑπενθυμίζουσι χωνευτήρια καμίνων τήξεως τῆς κλασσικῆς Μεταλλουργίας. Ἡ κυρία διαφορὰ ἔγκειται εἰς τὴν ὑψηλὴν πίεσιν, ὑπὸ τὴν όποίαν εὐρίσκεται ἐντὸς τῶν φυσικῶν αὐτῶν χωνευτηρίων τὸ μάγμα. Κατὰ τὰ ἄλλα, τοῦτο δύναται ἐπωφελῶς νὰ παραβληθῇ μὲ τὰς μεταλλουργικὰς σκωρίας.

Ἐπὶ τοιαύτας συνθήκας αἱ ἐκ τῆς Μεταλλουργίας γνώσεις ἐπὶ τῶν σκωριῶν ἀποκοῦν μέγα ἐνδιαφέρον καὶ δύνανται νὰ συμβάλουν οὐσιωδῶς εἰς τὴν προσπάθειαν διερευνήσεως τῆς συστάσεως τῶν μεταλλοφόρων μαγμάτων.

Διὰ τὴν διαλεύκανσιν τῶν συνθηκῶν σχηματισμοῦ τῶν μεταλλουργικῶν σκωριῶν γίνεται σήμερον εὐρεῖα χρῆσις τῆς ἐννοίας τῆς ἔλξεως τοῦ ὀξυγόνου ὑπὸ τοῦ κατιόντος. Βάσει τῆς ἐννοίας ταύτης τὰ συστατικὰ τῆς σκωρίας ὀξειδία θεωροῦνται ὡς ἰοντικά ἐνώσεις, ἔνθα τὸ ἰὸν τοῦ ὀξυγόνου συνδέεται μετὰ τοῦ κατιόντος τοῦ μετάλλου δι' ἠλεκτρικῆς ἔλξεως. Ἡ δύναμις τῆς ἔλξεως ταύτης δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου :

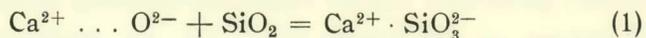
$$1 = \frac{2Z}{a^2}$$

ὅπου  $Z$  τὸ σθένος τοῦ κατιόντος καὶ  $a$  τὸ ἄθροισμα εἰς Angströms τῶν ἀκτίνων τῶν ἰόντων τοῦ μετάλλου καὶ τοῦ ὀξυγόνου, ὑποτιθεμένων σφαιρικῆς μορφῆς. Ἡ ὑπόθεσις τῆς σφαιρικῆς μορφῆς ἐλέγχεται ὀρθῆ διὰ τὰ ἰόντα τῶν ἀτόμων με ὀκτῶ περιφερειακὰ ἠλεκτρόνια, δηλαδὴ με τὴν στιβάδα σθένους συμπεπληρωμένην διὰ τὰ ἄλλα, ὁ τύπος δίδει τιμὴν ἔλξεως μικροτέραν τῆς πραγματικῆς [16].

Εἰς τὸν παρατιθέμενον πίνακα δίδονται εἰς χωριστὰς στήλας αἱ ὑπολογιζόμεναι τιμαὶ ἔλξεως ὀξυγόνου διὰ τὰς δύο κατηγορίας ἰόντων, δηλαδὴ διὰ τὰ ἰόντα ἀτόμων με ὀκτῶ περιφερειακὰ ἠλεκτρόνια καὶ διὰ τὰ ὑπόλοιπα. Ἡ ἀκτίς τοῦ ἰόντος τοῦ ὀξυγόνου ἐλήφθη ἴση πρὸς  $1,45 \text{ \AA}$ . Ὅσον ἀφορᾷ τὰ ἄλλα ἰόντα, ἐλήφθησαν αἱ τιμαὶ ἐκ τῶν μετρήσεων κρυσταλλικῶν πλεγμάτων διὰ τῶν ἀκτίνων X.

Διὰ τῆς ὡς ἄνω ἐννοίας καθορίζεται ὁ ὄξινος ἢ βασικὸς χαρακτήρ τῶν διαφόρων ὀξειδίων, καθίσταται ἐφικτὴ ἡ πρόβλεψις τῶν ἐν τῇ σκωρίᾳ ἀντιδράσεων καὶ παρέχεται ἱκανοποιητικὴ ἐξήγησις διαφόρων ἄλλων φαινομένων σχετιζομένων με τὰς σκωρίας, ὡς ἡ ἀγωγιμότης αὐτῶν καὶ ἡ σταθερότης τῶν ἐν αὐταῖς πυριτικῶν ἐνώσεων. Πράγματι, ἐν βασικὸν ὀξειδίων εἶναι ὀξειδίων τοῦ ὁποίου τὸ κατιὸν ἔλκει ἀσθενῶς τὸ ἀνιὸν ὀξυγόνου. Ἀντιθέτως, ἡ ἔλξις ὀξυγόνου ὑπὸ τοῦ κατιόντος ὀξίνου ὀξειδίου εἶναι ἰσχυρά. Ἐπὶ τὰς συνθήκας ταύτας, τὰ βασικά ὀξειδία παραχωροῦν εὐκόλως τὸ ἰὸν ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον κατέχουν, εἰς ἐν ὄξινον ὀξειδίων.

Οὕτως, ἡ ἀντίδρασις ἐνὸς βασικοῦ ὀξειδίου μεθ' ἐνὸς ὀξίνου τοιούτου πρὸς σχηματισμὸν συνθέτου ἐνώσεως, λ. χ. τοῦ  $\text{CaO}$  μετὰ τοῦ  $\text{SiO}_2$ , ἐξ ὧν προκύπτει τὸ πυριτικὸν ἀσβέστιον, δύναται νὰ γραφῆ :



Μία τοιαύτη ἀντίδρασις εἶναι τοσοῦτον εὐχερεστέρα καὶ καταλήγει εἰς ὀλοσχερῆ δέσμευσιν τοῦ ὀξειδίου ὑπὸ μορφὴν ἄλατος, ὅσον ἀσθενεστέρα εἶναι ἡ ἔλξις τοῦ

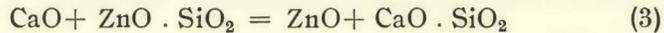
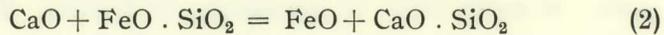
δξυγόνου υπό τοῦ κατιόντος, ἐν προκειμένῳ υπό τοῦ  $\text{Ca}^{2+}$ . Εἰς ἤν περίπτωσιν ἡ ἔλξις αὕτη εἶναι ἀρκούντως ἰσχυρά, με ἄλλους λόγους ἢ βασικότης τοῦ δξειδίου εἶναι μικρά, τὸ κατιὸν τείνει νὰ συγκρατήσῃ τὸ δξυγόνον. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εὐρισκόμεθα πρὸ μερικῆς διασπάσεως τοῦ ἄλατος εἰς βάσιν καὶ ὄξινον ἀνυδρίτην [16].

Τιμαὶ ἔλξεως δξυγόνου υπό τοῦ κατιόντος. Ἴσχυς βάσεων καὶ ἀνυδριτῶν [17].

Ἄτομα με 8 περιφερειακὰ ἠλεκτρόνια				Ἄλλα ἄτομα	
Ἄξειδιον	Ἄκτις τοῦ κατιόντος Λ	Ἐλξις δξυγόνου υπό τοῦ κατιόντος	Ἄξειδιον	Ἄκτις τοῦ κατιόντος Α	Ἐλξις δξυγόνου υπό τοῦ κατιόντος
$\text{K}_2\text{O}$	1,33	0,26			
$\text{Na}_2\text{O}$	0,98	0,34			
$\text{BaO}$	1,29	0,53			
$\text{CaO}$	0,94	0,70			
			$\text{Ag}_2\text{O}$	1,13	0,30
			$\text{Cu}_2\text{O}$	0,95	0,35
			$\text{PbO}$	1,17	0,58
$\text{MgO}$	0,65	0,91	$\text{MnO}$	0,80	0,79
			$\text{FeO}$	0,75	0,83
			$\text{CoO}$	0,72	0,85
$\text{BeO}$	0,30	1,31	$\text{ZnO}$	0,70	0,87
			$\text{NiO}$	0,68	0,88
			$\text{Sb}_2\text{O}_3$	0,90	(1,09)
			$\text{As}_2\text{O}_3$	0,60	1,43
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,45	1,66	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0,55	1,50
			$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,53	1,53
$\text{TiO}_2$	0,60	1,90			
$\text{B}_2\text{O}_3$	0,20	2,20			
$\text{SiO}_2$	0,38	2,39	$\text{SnO}_2$	0,71	1,72
$\text{V}_2\text{O}_5$	0,50	2,63			
$\text{MoO}_2$	0,59	2,88	$\text{Sb}_2\text{O}_5$	0,55	2,50
$\text{CO}_2$	0,15	3,13			
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,35	3,17	$\text{As}_2\text{O}_5$	0,45	2,77
$\text{SO}_2$	0,30	3,92			

Ὅταν ἔχωμεν πλείονας βάσεις πρὸ ἐνὸς ὄξινου ἀνυδρίτου, δεσμεύεται, κατὰ προτίμησιν, ἡ ἰσχυροτέρα. Αὕτη δύναται νὰ ἐκτοπίσῃ ἀσθενεστέραν βάσιν ἐκ τῆς ἐνώσεώς της, ὅπως καὶ ἰσχυρὸς ἀνυδρίτης ἐκτοπίζει τοὺς ἀσθενεστέρους. Ὡς παρά-

δειγμα ἀναφέρεται ἡ δρασὶς τοῦ  $\text{CaO}$  ἐπὶ τῶν πυριτικῶν ἐνώσεων τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ ψευδαργύρου, ἐκφραζομένη ὑπὸ τῶν ἀντιδράσεων :



διὰ τῶν ὁποίων τὰ ἐν ἐνώσει ὀξειδία τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ ψευδαργύρου ἐλευθεροῦνται καὶ ἀνάγονται εὐκολώτερον κατὰ τὰς ἀντιστοιχοῦς μεταλλουργικὰς κατεργασίας ἐξαγωγῆς τῶν μετάλλων τούτων.

Κατὰ ταῦτα, ἡ ἔννοια τῆς ἔλξεως τοῦ ὀξυγόνου ὑπὸ τοῦ κατιόντος παρέχει μέτρον συγκρίσεως τῆς ἰσχύος τῶν βάσεων καὶ τῶν ὀξίνων ἀνυδριτῶν, δηλαδὴ τῶν συστατικῶν ὀξειδίων τῆς σκωρίας. Διὰ τῆς ἐννοίας ταύτης καθίσταται ὅθεν δυνατὴ ἡ πρόβλεψις τῆς κατευθύνσεως τῶν ἀντιδράσεων ἐντὸς τῆς σκωρίας, ἡ ὁποία ἐμφανίζεται ὡς ἀποτελοῦσα ἰονισμένον περιβάλλον, περιέχον μεταλλικὰ κατιόντα καὶ διάφορα ἀνιόντα. Μεταξὺ τῶν τελευταίων τούτων ἐκτὸς τῶν συνήθων ἀνιόντων, ὅπως  $\text{SiO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{BO}_4$ ,  $\text{BO}_3$  κλπ. ὑπάρχουν καὶ τινὰ πολυμερισμένα ἀνιόντα, ὡς  $\text{Si}_x\text{O}_y$ , καθὼς καὶ ἀπλᾶ ἀνιόντα ἀλογόνων, ὡς τὸ  $\text{Cl}$ ,  $\text{Br}$  κλπ.

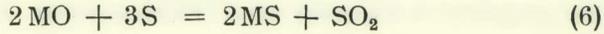
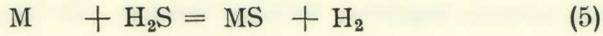
Πάντα τὰ ἀνωτέρω ἰσχύουν καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν μαγμάτων. Δύναται νὰ λεχθῆ ὅτι ταῦτα ἀποτελοῦν ἰοντικά τήγματα, ὅπως καὶ αἱ μεταλλουργικαὶ σκωρίαί. Ἡ διαφορὰ πίεσεως, ὑπὸ τὴν ὁποίαν μάγματα καὶ σκωρίαὶ ἀναπτύσσονται, δὲν ἐπηρεάζει οὐσιαστικῶς τὰς προαναφερθείσας βασικὰς ἀντιδράσεις σχηματισμοῦ των. Πράγματι, αἱ ἐν λόγῳ ἀντιδράσεις συνοδεύονται ὑπὸ ἀμελητέας μεταβολῆς ὄγκου καὶ συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Le Chatelier αὔξεσις τῆς πίεσεως δὲν ἐξασκεῖ ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς πορείας τούτων.

### 3. Θειοῦχοι καὶ ἀρσενικοῦχοι ἐνώσεις ἐντὸς τῶν μαγμάτων. Διαχωρισμὸς ἀντιστοιχῶν φάσεων.

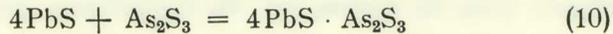
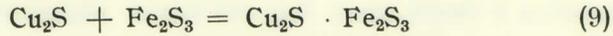
Διὰ τὴν πληρεστέραν κατανόησιν τῶν μηχανισμῶν γενέσεως τῶν ἐκ μαγμάτων προερχομένων θειούχων κοιτασμάτων ἐπιβάλλεται ὅπως διερευνηθῆ τὸ θέμα τῆς παρουσίας θειούχων ἐνώσεων καὶ τῆς διαλυτότητος αὐτῶν ἐντὸς τοῦ μάγματος. Ἡ Μεταλλουργία παρέχει ἐπὶ τοῦ προκειμένου πολυτίμους πληροφορίας, βάσει τῆς ὑπογραμμισθείσης ἤδη στενῆς συγγενείας, ἡ ὁποία ὑφίσταται μεταξὺ μαγμάτων καὶ σκωριῶν.

Αἱ θειοῦχοι ἐνώσεις ἀποτελοῦν, μετὰ τὰ ὀξειδία, τὰς σπουδαιότερας μεταλλευτικὰς ὀρυκτὰς ὕλας. Διακρίνονται εἰς ἀπλᾶς, τοῦ γενικοῦ τύπου  $\text{M}'\text{S}$  καὶ συνθέτους, αἱ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν εἰς θειοῦχα μίγματα τοῦ τύπου  $\text{M}'\text{S} \cdot n\text{FeS}$ , καλούμενα «mattes».

Ἄπλαϊ θειοῦχοι ἐνώσεις τοῦ τύπου  $M'S$  δύνανται νὰ σχηματισθοῦν δι' ἀντιδράσεων ὡς αἱ κατωτέρω :



Αἱ ἀπλαϊ θειοῦχοι ἐνώσεις χαρακτηρίζονται, ἀναλόγως τῆς χημικῆς αὐτῶν συμπεριφορᾶς, ὡς βασικαί, ὄξινοι καὶ οὐδέτεροι. Βασικαί εἶναι π.χ. αἱ ἐνώσεις  $Cu_2S$ ,  $FeS$ ,  $ZnS$ ,  $PbS$ , ἐνῶ αἱ ἐνώσεις  $As_2S_3$ ,  $Sb_2S_3$ ,  $Fe_2S_3$  εἶναι ὄξινοι. Αἱ βασικαί θειοῦχοι ἐνώσεις ἀντιδροῦν μετὰ τῶν ὀξίνων, σχηματίζουσαι διπλᾶ ἄλατα, ὅπως εἰς τὰς περιπτώσεις :



Ἐτέρου, αἱ θειοῦχοι ἐνώσεις διακρίνονται ἀπὸ ἀπόψεως μεταλλουργικῆς συμπεριφορᾶς εἰς τρεῖς κατηγορίας : τὰς ἐνώσεις τῶν ἀλκαλίων καὶ ἀλκαλικῶν γαιῶν, τὰς ἐνώσεις τῶν βαρέων μετάλλων καὶ τὰς ἐνδιαμέσους [16].

Αἱ ἐνώσεις ἀλκαλίων καὶ ἀλκαλικῶν γαιῶν, καλούμεναι ἐπίσης ἰοντικαί θειοῦχοι ἐνώσεις, εἶναι διαλυταί, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον, ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Δὲν διαλύονται ἐντὸς τῶν μετάλλων, ἐνῶ εἶναι διαλυταί ἐντὸς τῶν τετηγμένων ἀλάτων καὶ τῶν σκωριῶν. Ἐπὶ τῆς τελευταίας ταύτης ιδιότητος στηρίζεται, ὡς γνωστόν, ἡ ἀποθείωσις τῶν μετάλλων.

Αἱ ἐνώσεις τῶν βαρέων μετάλλων περιλαμβάνουν τὰς ἐνώσεις  $Cu_2S$ ,  $FeS$ ,  $NiS$ ,  $CoS$ ,  $PbS$ ,  $Ag_2S$ , τῶν ὁποίων τυγχάνει γνωστὴ ἡ μεγάλη σημασία. Ἀντιθέτως πρὸς τὰς ἰοντικὰς ἐνώσεις εἶναι ἀδιάλυτοι ἐντὸς τῶν σκωριῶν, ἀλλὰ διαλυταί, κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον, ἐντὸς τῶν μετάλλων. Ἐνοῦνται μετὰ τῆς θειούχου ἐνώσεως τοῦ σιδήρου, σχηματίζουσαι εἰδικὰς φάσεις τοῦ τύπου  $FeS \cdot nM'S$ , mattes [16].

Εἰς τὰς ἐνδιαμέσους ἀνήκουν αἱ ἐνώσεις :  $Al_2S_3$ ,  $ZnS$ ,  $MnS$  κλπ. Παρουσιάζουν μικρὰν διαλυτότητα ἐντὸς τῶν σκωριῶν, διαλύονται ἐντὸς τῶν mattes καὶ εἶναι ἀδιάλυτοι ἐντὸς τῶν μετάλλων.

Τέλος, θειοῦχοι τινὲς ἐνώσεις, ἀρκοῦντως πτητικαί, ὡς  $As_2S_3$ ,  $CdS$ ,  $HgS$ , δὲν κατατάσσονται εἰς οὐδένα τῶν ἀνωτέρω τύπων.

Πάντα τὰ ἀνωτέρω εἶναι γνωστὰ ἐκ τῆς Μεταλλουργίας καὶ ἰσχύουν διὰ τὴν συνήθη πίεσιν. Προκειμένου περὶ μαγμάτων, ὅπου αἱ συνθήκαι πίεσεως εἶναι ἀσυγ-

κρίτως ύψηλότεραι, ὁ σχηματισμὸς θειούχων ἐνώσεων διὰ τῶν ἀντιδράσεων (5), (6) καὶ (8) δὲν φαίνεται ἐφικτός, ὡς συνεπαγόμενος αὐξήσιν ὄγκου. Αἱ ὑπόλοιποι ἀντιδράσεις προϋποθέτουν τὴν ὑπαρξιν μετάλλων καὶ θείου ὑπὸ στοιχειώδη μορφήν ἢ τὴν ἐξ ὑπαρχῆς παρουσίαν θειούχων ἐνώσεων. Ἐν ὄψει ὅμως τοῦ τρόπου γενέσεως τῶν μαγμάτων ἢ τελευταία αὐτὴ ἐκδοχὴ φαίνεται ὡς πιθανωτέρα καὶ δεχόμεθα ὅτι, ἀναλόγως τῆς φύσεως τῶν πετρωμάτων, ἐκ τῆς τήξεως τῶν ὁποίων προέρχεται τὸ μάγμα, τοῦτο δυνατὸν νὰ εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον πλούσιον εἰς διαφόρους θειούχους ἐνώσεις. Ὑπενθυμίζεται ἐνταῦθα ὅτι ἡ εἰς θεῖον μέση περιεκτικότης τῶν πυριγενῶν πετρωμάτων ἀνέρχεται κατὰ τὸν Clarke εἰς 0,052 % [17].

Εἰς ὅ,τι τώρα ἀφορᾷ τὴν διαλυτότητα τῶν θειούχων τούτων ἐνώσεων εἰς τὸ μάγμα δυνάμεθα νὰ ἐπεκτείνωμεν τὰ ἐκ τῶν σκωριῶν γνωστὰ ἤδη στοιχεῖα. Πράγματι, οὐσιαστικὰς διαφορὰς μεταξὺ σκωρίας καὶ μάγματος δύναται, ὡς εἶδομεν, νὰ προκαλέσῃ ἢ ὑψηλὴ πίεσις, ὑπὸ τὴν ὁποίαν εὐρίσκεται τὸ τελευταῖον τοῦτο. Ἡ ἐπίδρασις ὅμως τῆς πίεσεως ἐπὶ τῆς διαλυτότητος ἀνοργάνων οὐσιῶν εἶναι ἀσήμαντος καὶ μέχρι 2000 ἕως 3000 atm παραμένει, κατὰ κανόνα, ἀμελητέα [18].

Κατὰ ταῦτα, ἡ τυχὸν παρουσία ἐντὸς τοῦ μάγματος θειούχων ἐνώσεων βαρέων μετάλλων θὰ ὀδηγήσῃ ἀναποφεύκτως, λόγῳ ἀδιαλυτότητος, εἰς τὸν διαχωρισμὸν αὐτοῦ εἰς δύο φάσεις, ἥτοι ἐνὸς πυριτικοῦ τήγματος τύπου σκωρίας καὶ ἐνὸς θειούχου τήγματος τύπου matte. Μεταξὺ τῶν φάσεων τούτων ἐπέρχεται χημικὴ ἰσορροπία, ἀκριβῶς ὅπως ἡ ἰσορροπία matte - σκωρίας εἰς τὰς κλασσικὰς μεταλλουργικὰς καμίνους. Ἀποτέλεσμα τῆς ἰσορροπίας ταύτης εἶναι ἡ κατανομὴ τοῦ μετάλλου M μεταξὺ τῶν δύο φάσεων συμφώνως πρὸς τὴν σχέσιν (16) :

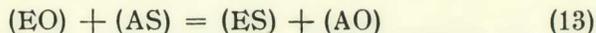
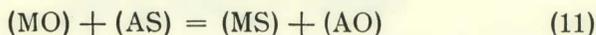
$$\frac{\% [M]}{\% [Fe]} = K \frac{\% (MO)}{\% (FeO)}$$

ὅπου [M], [Fe] αἱ περιεκτικότητες τοῦ μετάλλου M καὶ τοῦ σιδήρου Fe ἐντὸς τῆς matte, (MO), (FeO) αἱ περιεκτικότητες τῶν ἀντιστοίχων ὀξειδίων ἐντὸς τοῦ πυριτικοῦ τήγματος καὶ K ὁ συντελεστὴς ἰσορροπίας.

Ἀνάλογος σχέσις διέπει καὶ τὴν κατανομὴν τῶν μετάλλων, τὰ ὅποια σχηματίζουν ἐνδιαμέσους θειούχους ἐνώσεις. Εἰς τὴν περίπτωσιν ὅμως αὐτὴν αἱ τιμαὶ τοῦ συντελεστοῦ K εἶναι σαφῶς μικρότεραι, καθ' ὅσον ἡ διαλυτότης τῶν ἐν λόγῳ ἐνώσεων ἐντὸς τῆς σκωρίας ἢ ἄλλως τοῦ πυριτικοῦ τήγματος, εἶναι σημαντικὴ. Ἐντὸς τοῦ τήγματος τούτου συγκεντροῦνται ἐξ ἄλλου καὶ αἱ ἰοντικαὶ θειοῦχοι ἐνώσεις, δηλαδὴ αἱ θειοῦχοι ἐνώσεις τῶν ἀλκαλίων καὶ ἀλκαλικῶν γαιῶν.

Ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας, τὸ πυριτικὸν τήγμα, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ κατ' οὐ-

σίαν τὸ μάγμα, περιέχει ἐν διαλύσει θειούχους ἐνώσεις ἀλκαλίων καὶ ἀλκαλικῶν γαιῶν (AS) καὶ ἐν τινι μέτρῳ ἐνδιαμέσους ἐνώσεις (ES). Κατὰ συνέπειαν, δυνα-  
μεθα νὰ θεωρήσωμεν τὰς ἀντιδράσεις :



διὰ τῶν ὁποίων ὀξειδία βαρέων καὶ ἐνδιαμέσων μετάλλων μετατρέπονται ἐντὸς τῆς μάξης τοῦ μάγματος εἰς τὰς ἀντιστοίχους θειούχους ἐνώσεις καὶ ἀποβάλλονται πρὸς τὴν matte διὰ λόγους διαλυτότητος. Οὕτως, ἐπιτυγχάνεται εἰς βάρους τῶν ἰοντικῶν θειούχων ἐνώσεων τοῦ μάγματος μεταφορὰ βαρέων καὶ ἐνδιαμέσων μετάλλων πρὸς τὴν matte. Ἡ μεταφορὰ αὕτη προωθεῖται μέχρις ἐπιτεύξεως ἰσορροπίας καὶ συμβάλλει εἰς τὸν περιορισμὸν τῆς εἰς θεῖον περιεκτικότητος τοῦ μάγματος. Ὡς ἤδη ἀνεφέρθη, ἡ μέση τιμὴ τῆς περιεκτικότητος ταύτης εἰς τὰ πυριγενῆ πετρώματα ἀνέρχεται εἰς 0,052 %.

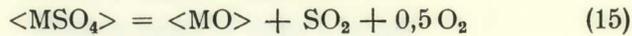
Ἀνελύθησαν ἀνωτέρω αἱ συνέπειαι τῆς παρουσίας θειούχων ἐνώσεων ἐντὸς τῶν πετρωμάτων, ἐκ τῆς τήξεως τῶν ὁποίων προέρχεται τὸ μάγμα. Ἀποτέλεσμα τῆς παρουσίας ταύτης εἶναι, ὡς εἶδομεν, ὁ ἀποχωρισμὸς μιᾶς θειούχου φάσεως, τύπου matte. Τυγχάνει γνωστὸν ἐκ τῆς Μεταλλουργίας ὅτι κατ' ἀνάλογον τρόπον ἀποχωρίζεται μία ἀρσενικοῦχος φάσις κατὰ τὴν τήξιν μεταλλευμάτων περιε-  
χόντων ἀρσενικούχους ἐνώσεις. Πρόκειται περὶ τήγματος τοῦ τύπου  $FeAs \cdot nMAs$ , γνωστοῦ ὡς spreiss, μὴ ἀναμιξιμὸν μετὰ τῆς matte καὶ βαρύτερον ταύτης [16].

Κατὰ συνέπειαν, ἐκ τῆς τυχὸν τήξεως πετρωμάτων σχετικῶς πλουσίων εἰς θεῖον καὶ ἀρσενικόν, εἶναι δυνατόν νὰ προκύψῃ τριφασικὸν μάγμα: Εἰς τὸν πυθμένα τῆς μαγματικῆς ἐστίας συγκεντροῦται ἀρσενικοῦχος φάσις τύπου spreiss ἄνωθεν αὐτῆς ἐμφανίζεται θειοῦχος φάσις τύπου matte καὶ ταύτης ὑπέρκειται μία πυριτική φάσις τύπου σκωρίας. Εἶναι προφανές ὅτι αἱ δύο πρῶται ἀντι-  
προσωπεύουν ἀσήμαντον μόνον ποσοστὸν τῆς τελευταίας.

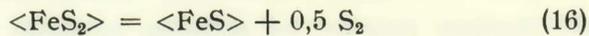
#### 4. Ἀνθρακικαὶ καὶ θειικαὶ ἐνώσεις ἐντὸς τῶν μαγμάτων.

Ἐν ὄψει τῆς προελεύσεώς των ἀφ' ἐνός, τοῦ τρόπου γενέσεώς των ἀφ' ἐτέ-  
ρου, τὰ μάγματα δύνανται, κατ' ἀρχὴν, νὰ περιέχουν ἀξιολόγους ποσότητες ἀνθρακικῶν καὶ θειικῶν ἐνώσεων. Ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἡ προοδευτικὴ θέρμανσις καὶ τήξις τῶν περιεχόντων τὰς οὐσίας ταύτας πετρωμάτων πραγματο-  
ποιεῖται ὑπὸ συνθήκας κλειστοῦ συστήματος, ἡ θερμοκὴ διάσπασις τῶν οὐσιῶν

τούτων, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ καὶ τὴν χαρακτηριστικὴν αὐτῶν ιδιότητα, καθίσταται ἀνέφικτος. Πράγματι, ἐπὶ τῶν ἀντιδράσεων τῆς ἐν λόγῳ διασπάσεως :



ἡ αὔξησης τῆς πιέσεως ἐξασκεῖ, συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Le Chatelier, ἔντονον ἀνασταλτικὴν ἐπίδρασιν. Τὰ αὐτὰ ἰσχύουν καὶ διὰ τὴν θερμοκινὴν διάσπασιν ἐνώσεων πλουσίων εἰς θεῖον, ὅπως λ. χ. ὁ σιδηροπυρίτης :



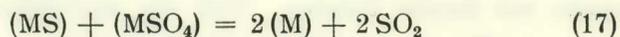
ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτουν ἀτμοὶ θεῖου (16).

Ἐπὶ τὰς συνθήκας αὐτὰς καὶ ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία ἐπιτρέπει τοῦτο, ὑφίσταται δυνατότης νὰ λάβῃ χώραν τῆξις τῶν εἰς τὸ ἀρχικὸν πέτρωμα περιεχομένων ἀνθρακικῶν καὶ θεικῶν ἐνώσεων. Σημειωτέον ὅτι συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν τῶν Clausius - Clapeyron [16].

$$\frac{dT_f}{dP} = T_f \frac{(V_1 - V_s)}{r}$$

ὅπου  $dT_f$  ἡ μεταβολὴ τοῦ σημείου τήξεως  $T_f$ , ἡ προκαλουμένη ὑπὸ τῆς μεταβολῆς  $dP$  τῆς πιέσεως,  $V_s$  καὶ  $V_1$  οἱ μοριακοὶ ὄγκοι τῆς θεωρηθείσης οὐσίας εἰς στερεὰν καὶ ὑγρὰν κατάστασιν,  $r$  ἡ μοριακὴ θερμότης τήξεως, ἡ αὔξησης τῆς πιέσεως προκαλεῖ αὔξησην τοῦ σημείου τήξεως. Πράγματι, ἐφ' ὅσον  $r$  καὶ  $T_f$  ἔχουν τιμὰς πάντοτε θετικὰς, αὔξησης τῆς πιέσεως ( $dP > 0$ ) συνεπάγεται αὔξησην τοῦ σημείου τήξεως ( $dT_f > 0$ ), διότι ἔχομεν  $V_1 > V_s$ .

Οὕτως, ἀνθρακικὰ καὶ θεικὰ ἄλατα τῶν ἀρχικῶν πετρωμάτων δύνανται νὰ παραμείνουν εἰς τὸ μάγμα ἐν στερεᾷ ἢ τετηκνία καταστάσει, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν πιέσεως καὶ θερμοκρασίας, ἐφ' ὅσον κατὰ τὴν πορείαν τῆς θερμάνσεως καὶ τῆς τήξεως ἐπεκράτησαν συνθηκαὶ κλειστοῦ κυκλώματος. Εἰς ἣν δὲ περιπτώσιν ἐπέλθῃ διατάραξις τῶν συνθηκῶν τούτων, προκειμένου περὶ μάγματος, ὅπου συνυπάρχουν θειοῦχοι καὶ θεικαὶ ἐνώσεις τοῦ αὐτοῦ μετάλλου  $M$ , δύνανται νὰ λάβῃ χώραν ἀντίδρασις τοῦ τύπου :



ἡ ὁποία ὀδηγεῖ εἰς τὸν σχηματισμὸν μεταλλικῆς φάσεως.

### 5. Ἄερια καὶ διαλυτότης αὐτῶν ἐντὸς τῶν μαγμάτων.

Τὰ μάγματα περιέχουν ἐν διαλύσει σημαντικὰς ποσότητας αερίων ὡς τὸ ὕδρογόνο, τὸ ἄζωτο, τὸ ὀξυγόνο, τὸ φθόριο, τὸ χλώριο κλπ. Τοῦτο ἀπορρέει ἐκ τῆς προελεύσεως τοῦ μάγματος καὶ τοῦ τρόπου γενέσεως αὐτοῦ, ἐπιβεβαιοῦται δὲ ἀπὸ πολυαρίθμους ἀναλύσεις αερίων ἐκλύσεων, συνδεομένων μὲ τὴν μαγματικὴν δρᾶσιν καὶ ἐκρηξιγενῶν πετρωμάτων [10, 17, 19].

Ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι ἡ κατὰ τὰ ἀνωτέρω διαλυτότης διέπεται ὑπὸ τοῦ νόμου τοῦ Sieverts, ὡς εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν μεταλλικῶν τηγμάτων, ἡ πίεσις καθίσταται πρωταρχικὸς παράγων. Πράγματι, συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦτον οἱ διατομικοὶ ἄτμοι τοῦ  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $Cl_2$ ,  $S_2$  κλπ. διαλύονται ἐντὸς τοῦ τήγματος ὑπὸ μονατομικὴν μορφήν καὶ ἡ διαλυτότης εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς πίεσεως τοῦ αερίου. Διὰ τὴν περίπτωσιν π.χ. τοῦ ὕδρογόνου ἔχομεν τὴν ἰσορροπίαν :

$$H_2 = 2(H) \quad (18)$$

καὶ ἡ διαλυτότης  $S_H$  τοῦ ἐν λόγῳ αερίου δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως :

$$S_H = K \sqrt{p_{H_2}}$$

ἐνθα  $K$  σταθερά, ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ  $p_{H_2}$  ἡ πίεσις τοῦ ὕδρογόνου.

Πέραν τῶν προαναφερθέντων αερίων, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐν διαλύσει ἐντὸς τοῦ μάγματος ὑπὸ στοιχειώδη μορφήν, αεριοὶ ἐνώσεις, ὡς τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ( $CO_2$ ) καὶ τὸ διοξειδίου τοῦ θείου ( $SO_2$ ), δύνανται ὡσαύτως νὰ ὑπάρχουν εἰς τὸ μάγμα, προερχόμενοι ἀπὸ μερικὴν διάσπασιν ἀνθρακικῶν καὶ θεικῶν ἀλάτων συμφώνως πρὸς τὰς χημικὰς ἰσορροπίας (14) καὶ (15). Πάντως εἰς τὰ ἀέρια, τὰ ὁποῖα ἐκλύονται κατὰ τὴν ψύξιν τῶν μαγματικῶν ἐκχύσεων τῶν ἠφαιστείων ἢ ἐξέρχονται ἐκ τῶν κρατήρων τούτων, σημειοῦται ἡ παρουσία πλήθους καὶ ἄλλων αερίων οὐσιῶν, ὡς  $NH_3$ ,  $CH_4$ ,  $H_2S$ ,  $NH_4Cl$ ,  $CaCl_2$ ,  $NaCl$ ,  $MgCl_2$ , καθὼς καὶ χλωριούχων καὶ φθοριούχων ἀλάτων διαφόρων μετάλλων. Πρόκειται προφανῶς περὶ προϊόντων ἀντιδράσεων, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ μάγματος καὶ τῶν ἐξ αὐτῆς ἐκλυομένων αερίων, ἐφ' ὅσον ἐπέλθῃ προσήκουσα μεταβολὴ πίεσεως.

Ἐνταῦθα θὰ πρέπει νὰ διευκρινισθῇ ὅτι ἔμμεσοι πληροφοροὶ ἐπὶ μετὰ τῶν μαγμάτων συνδεομένων αερίων λαμβάνονται ἐκ τριῶν πηγῶν : ἀπὸ τὰ ἀέρια, τὰ ὁποῖα ἐκπέμπονται ἐκ τῶν κρατήρων τῶν ἠφαιστείων, τὰ ἀέρια τὰ ὁποῖα ἐκλύονται ἐκ τῆς ὑπὸ στερεοποίησησιν λάβας καὶ τέλος, τὰ ἀέρια, τὰ ὁποῖα ἐκλύονται κατὰ τὴν τήξιν κρυσταλλικῶν πυριγενῶν πετρωμάτων [17].

Εἶναι προφανές ὅτι αἱ ἐκ τῶν ἀνωτέρω πηγῶν προερχόμεναι πληροφορίες δὲν δύνανται νὰ εἶναι ποσοτικά. Τοῦτο διότι εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν σημειοῦται ἀναπόφευκτος πρόσμιξις ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ ὑδρατμῶν ἐξ ἐπιφανειακῶν ὑδάτων, ἐνῶ εἰς τὰς δύο ἄλλας περιπτώσεις, ὠρισμένα συστατικά ἔχουν ὀπωσδήποτε ἐκφύγει κατὰ τὴν ἐκχυσιν τῆς λάβας ἢ τὴν στερεοποίησιν τοῦ κρυσταλλικοῦ πυριγενοῦς πετρώματος. Πάντως, καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις, οἱ χημικοὶ προσδιορισμοὶ δεικνύουν ὅτι βασικά συστατικά τῶν μαγματικῶν ἀερίων εἶναι πρωτίστως ὁ ὑδρατμὸς ( $H_2O$ ) καὶ κατὰ δεύτερον λόγον τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος ( $CO_2$ ). Ἡ πλήρης χημικὴ ἀνάλυσις παρουσιάζει σημαντικὰς διακυμάνσεις ἀναλόγως τοῦ τύπου τῆς λάβας ἢ τοῦ πυριγενοῦς πετρώματος μετὰ τοῦ ὁποίου συνδέεται τὸ δεῖγμα. Ἐπαρκῶς διαφωτιστικὴ εἶναι ἐν τούτοις ἡ παρατιθεμένη ἀνάλυσις δείγματος ἀερίων προερχομένων ἐκ ρευστῆς λάβας τοῦ ἠφαιστείου *Kilauea* τῆς Χαβάης [17]:

Ὑδωρ ( $H_2O$ ), % κατ' ὄγκον . . . . .	78,100
Διοξείδιον ἀνθρακος ( $CO_2$ ) . . . . .	11,172
Μονοξείδιον ἀνθρακος ( $CO$ ) . . . . .	0,045
Χλώριον ( $Cl_2$ ) . . . . .	1,030
Φθόριον ( $F_2$ ) . . . . .	6,203
Θεῖον ( $S_2$ ) . . . . .	1,670
Διοξείδιον θείου ( $SO_2$ ) . . . . .	0,008
Ὑδρογόνον ( $H_2$ ) . . . . .	0,464
Ἀζωτον ( $N_2$ ) . . . . .	1,305
Ἀργὸν ( $A$ ) . . . . .	Ἰχνη
Σύνολον . . . . .	99,997

Ἰδιαιτέραν ἐντύπωσιν προξενεῖ ἡ τεραστία περιεκτικότης εἰς ὕδωρ. Καίτοι τὰ συνιστῶντα τοῦτο στοιχεῖα εὐρίσκονται, ὡς εἶδομεν, ἐν διαλύσει ἐντὸς τοῦ μαγματικοῦ τήγματος, εἶναι λίαν πιθανὸν ὅπως σημαντικὸν μέρος τοῦ ὕδατος τούτου προέρχεται ἀπὸ ὑδρατμούς, οἱ ὅποιοι παραλαμβάνονται κατὰ τὴν συνάντησιν τῆς λάβας μεθ' ὑδάτων ἐπιφανειακῆς προελεύσεως. Εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν σχετικῶς ὑψηλὴν εἰς  $CO_2$  περιεκτικότητα, αὕτη δύνανται νὰ ἀποδοθῇ εἰς διάσπασιν ἀνθρακικῶν ἐνώσεων, αἱ ὁποῖαι, ὡς προηγουμένως ἀνελύθη, εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ μάγματος.

## 6. Μηχανισμοί έκβολής ουσιών εκ τών μαγμάτων.

Υπό τὸ φῶς τῶν ὄσων εἰς τὰς προηγουμένας παραγράφους ἐξετέθησαν, τὸ μάγμα ἐμφανίζεται ὡς μία πολύπλοκος ἐνότης, συνισταμένη, ἀναλόγως τῆς περιπτώσεως, ἐξ ἐνὸς ἢ περισσοτέρων μὴ ἀναμιξίμων τηγμάτων, ἰδίας χημικῆς συστάσεως, ὅπου εὐρίσκονται ἐν διαλύσει διάφορα ἀέρια. Εἰς τὰ τήγματα ταῦτα συνυπάρχουν ἐνδεχομένως στερεαί τινες οὐσαί, ὅπως ἀνθρακικά, θεικαὶ κλπ. ἐνώσεις.

Οὕτως ἐχόντων τῶν πραγμάτων, βασικοὶ μηχανισμοὶ ἐκβολῆς οὐσιῶν ἐκ τοῦ μάγματος εἶναι ἡ ἀπόσταξις - ἐξάχνωσις καὶ ἡ ἔκλυσις ἀερίων. Πρόκειται περὶ διεργασιῶν ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐξασκεῖ μεγάλην ἐπίδρασιν ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία.

Διευκρινίζεται εὐθὺς ἀμέσως, ὅτι ὡς ἀπόσταξις χαρακτηρίζεται ἐνταῦθα ἡ δι' ἐξατμίσεως μετάβασις σώματός τινος ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν καὶ ὡς ἐξάχνωσις ἡ κατ' εὐθεῖαν μετάβασις ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν. Εἰς ἀμφοτέρας λοιπὸν τὰς περιπτώσεις πρόκειται περὶ ἐξατμίσεως.

Ἡ ἔντασις τῆς ἐξατμίσεως σώματός τινος εἰς δεδομένην θερμοκρασίαν μετράται ὑπὸ τῆς πίεσεως τοῦ ἀτμοῦ αὐτοῦ εἰς τὴν θεωρηθεῖσαν θερμοκρασίαν. Πράγματι, τὴν ἐξάτμισιν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὡς θερμοδυναμικὴν μεταβολὴν παριστωμένην ὑπὸ τῆς ἰσορροπίας.

$$A (\text{ὑγρὸν ἢ στερεὸν}) = A (\text{ἀέριον}),$$

ἐξ ἧς ἀπορρέει ἡ σχέσις :

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 - T \Delta S_T^0 = 4,575 T \log p_A$$

ὅπου  $\Delta G_T^0$ ,  $\Delta H_T^0$  καὶ  $\Delta S_T^0$  αἱ τιμαὶ standard τῆς ἐλευθέρως ἐνθαλπίας, τῆς ἐνθαλπίας καὶ τῆς ἐντροπίας τῆς ὡς ἄνω μεταβολῆς, δηλαδὴ τῆς ἀποστάξεως ἢ τῆς ἐξαχνώσεως τοῦ σώματος A εἰς τὴν θερμοκρασίαν T, καὶ  $p_A$  ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ σώματος τούτου εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν [16].

Κατὰ ταῦτα, ἡ ἀπόσταξις ἢ ἐξάχνωσις, δηλαδὴ ἡ ἐξάτμισις σώματός τινος, χωρεῖ μὲ ταχύτητα ἀξάνουσαν μετὰ τῆς τάσεως τοῦ ἀτμοῦ, δηλαδὴ τῆς θερμοκρασίας. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ τάσις ἀτμοῦ ἀποκτᾷ τιμὴν ἴσην πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν, σημειοῦται, προκειμένου περὶ ὑγροῦ, βρασμός. Ἡ ἐξάτμισις προχωρεῖ τότε ταχέως, ἐφ' ὅσον βεβαίως ἀπάγονται οἱ ἀτμοὶ, ἄλλως ἀποκαθίσταται δυναμικὴ ἰσορροπία καὶ ἡ ἐξάτμισις παύει. Ἀνάλογος εἶναι ἡ ἐξέλιξις, εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν δὲν ἐμφανίζεται ὑγρὰ φάσις· ἡ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως ἀξάνει ἀποτόμως, εὐθὺς ὡς ἡ τάσις ἀτμοῦ τοῦ στερεοῦ σώματος ἐξισωθῆ μὲ τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

Προκειμένου περὶ πολυμεροῦς τήγματος, ὑπεισέρχεται ἡ τάσις ἀτμοῦ  $p_A$  τοῦ

ἐν διαλύσει σώματος, ἥτις εἶναι κατωτέρα τῆς τάσεως  $p_A^0$  τοῦ καθαροῦ σώματος, λόγφ τῆς ὑπάρξεως ἑλκτικῶν δυνάμεων μεταξὺ τῶν ἑτεροειδῶν μορίων. Μεταξὺ τῶν τάσεων τούτων ὑφίσταται ἡ σχέσις

$$p_A = \alpha_A p_A^0$$

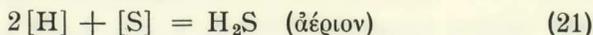
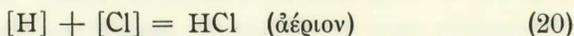
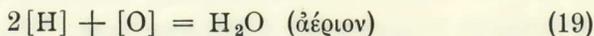
ἐνθα  $\alpha_A$  ἡ θερμοδυναμικὴ ἐνεργότης τοῦ ἐν τῷ τήγματι σώματος A. Ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας ἡ μερικὴ μοριακὴ ἐλευθέρη ἐνθαλπία  $\Delta \bar{G}_A$  τοῦ ἐν λόγφ σώματος καθίσταται συνάρτησις τῆς ἐνεργότητος τούτου καὶ ἐκφράζεται διὰ τῆς σχέσεως

$$\Delta \bar{G}_A = 4,575 T \ln \alpha_A.$$

Εἶναι ἡ θερμοδυναμικὴ αὐτὴ ἐνεργότης, ἡ ὁποία καθορίζει τὴν ἐν γένει συμπεριφορὰν τοῦ σώματος A ἐντὸς τοῦ τήγματος. Ἐξ αὐτῆς ἐξαρτᾶται ἡ τάσις αὐτοῦ πρὸς ἐξάτμισιν, ἥτις δύναται νὰ εἶναι τελείως διάφορος ἀπ' ἐκείνην τοῦ καθαροῦ σώματος εἰς τὴν ἰδίαν θερμοκρασίαν [16].

Οὕτως, ἡ σειρὰ πτητικότητος τῶν συστατικῶν τοῦ τήγματος μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς θερμοδυναμικῆς ἐνεργότητος αὐτῶν, ἡ ὁποία ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴν σύστασιν καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τήγματος. Διὰ θερμάνσεως ἐξέρχονται τοῦ τήγματος τὰ διάφορα συστατικὰ κατὰ τὴν σειρὰν αὐτήν. Παντελῆς ἐκδίωξις τούτων δὲν εἶναι πάντως ἐφικτὴ καὶ τοῦτο διότι ἡ βαθμιαία μείωσις τῆς περιεκτικότητός των συμβαδίζει μὲ τὴν μείωσιν τῆς θερμοδυναμικῆς ἐνεργότητός των. Κατὰ συνέπειαν, ἡ ἐξάτμισις ἢ ἄλλως ἢ ἀπόσταξις τήγματος ὑπὸ σταθερὰν τινα θερμοκρασίαν, ἀπολήγει, κατὰ γενικὸν κανόνα, εἰς τὴν λήψιν τήγματος σταθερᾶς συνθέσεως, μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν μέρους τῶν πλέον πτητικῶν συστατικῶν.

Πάντα ταῦτα ἀναφέρονται εἰς τὴν ἀπόσταξιν καὶ τὴν ἐξάχνωσιν. Εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν ἐκλυσιν τῶν ἐν διαλύσει εἰς τὸ τήγμα ἀερίων, αὕτη διέπεται ὑπὸ τοῦ νόμου τοῦ Sieverts, περὶ τοῦ ὁποίου ἐγένετο ἐν ἐκτάσει λόγος εἰς τὴν προηγουμένην παράγραφον. Δυνατὸν ὅμως νὰ προκύψῃ καὶ ἐκλυσις ἀερίων ἐνώσεων προερχομένων ἐξ ἀντιδράσεων μεταξὺ τῶν ἐν λόγφ ἀερίων ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ τήγματος. Εἶναι π. χ. ἡ περίπτωσις τῶν ἐνώσεων  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $H_2S$  κλπ. συνδεομένων μὲ τὰς ἀντιδράσεις :



Ἐπίσης ἐνώσεις εἶναι δυνατὸν νὰ προέλθουν ἀπὸ ἀντιδράσεις θερμικῆς διασπάσεως ἀνθρακικῶν ἢ θεικῶν ἀλάτων, ἐφ' ὅσον ἡ παρουσία τοιούτων

αλάτων είναι, ως είδομεν, δυνατή υπό ώρισμένας συνθήκας. Ἐκ τῆς διασπάσεως αὐτῆς ἐκλύονται αἱ ἐνώσεις  $\text{CO}_2$  καὶ  $\text{SO}_2$  συμφώνως πρὸς τὰς ἀντιδράσεις (14) καὶ (15).

### 7. Μαγματική γένεσις θειούχων κοιτασμάτων. Μεταλλουργική ἐρμηνεία.

Δι' ὅσων μέχρι τοῦδε ἐξετέθησαν, προβάλλονται ὡρισμένα βασικά σημεῖα, τῶν ὁποίων ἡ σύνθεσις παρέχει τὴν δυνατότητα διατυπώσεως τῆς κάτωθι ἐνδιαφερούσης μεταλλουργικῆς ἐρμηνείας, εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν ἐκ μαγμάτων γένεσιν θειούχων κοιτασμάτων :

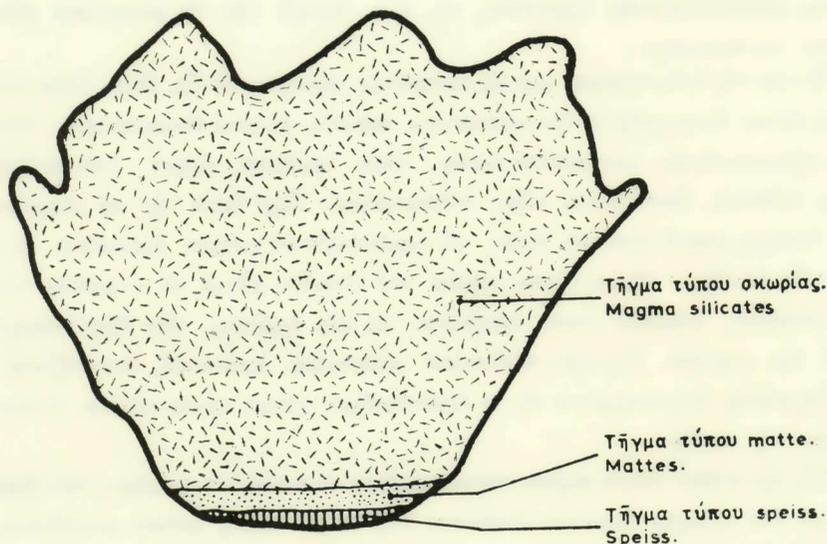
Ἐντὸς τῆς λιθοσφαιρας καὶ εἰς ὡρισμένας περιοχὰς αὐτῆς, ὅπου λόγῳ τεκτονικῶν ἢ ἄλλων διαταράξεων ἀναπτύσσονται τοπικῶς ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι, δύναται νὰ σχηματισθοῦν μαγματικαὶ ἐστίαι, ὅπου λαμβάνει χώραν, ὑπὸ συνθήκας ὑψηλῆς πίεσεως, ἐκτεταμένη τήξις πετρωμάτων. Ἐφ' ὅσον εἰς τὰ πετρώματα ταῦτα ὑπάρχει ἰκανὴ ποσότης θείου, τὸ λαμβανόμενον μάγμα διασπᾶται εἰς δύο φάσεις: ἐν θειούχον τῆγμα τύπου matte καὶ ἄνωθεν αὐτοῦ ἐν πυριτικὸν τῆγμα τύπου σκωρίας, ἀκριβῶς ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς καμίνας τῶν Μεταλλουργιῶν χαλκοῦ καὶ νικελίου. Εἰς τὴν περίπτωσιν παρουσίας ἀρσενικοῦ, ἐμφανίζεται καὶ μία τρίτη φάσις, ἀντιστοιχοῦσα εἰς ἐν ἀρσενικοῦχον τῆγμα τύπου spreiss, τὸ ὁποῖον ὑπόκειται τῆς matte.

Εἰς τὴν φάσιν τύπου matte συγκεντροῦται τὸ μεγαλύτερον μέρος τῶν βαρέων μετάλλων ὑπὸ μορφὴν θειούχων ἐνώσεων, ἐνῶ ἕτερον μέρος τούτων μεταβαίνει εἰς τὴν φάσιν τύπου spreiss, ὅπου τὰ ἐν λόγῳ μέταλλα σχηματίζουν συνθέτους συνήθως θειο-ἀρσενικο-ἀντιμονιούχους ἐνώσεις. Ἀντιθέτως, εἰς τὴν φάσιν τύπου σκωρίας τὰ βάρεια μέταλλα εὐρίσκονται ὑπὸ μορφὴν ὀξειδίων. Καὶ εἰς τὰς τρεῖς ὡς ἄνω φάσεις περιέχονται ἐν διαλύσει σημαντικαὶ ἐνδεχομένως ποσότητες ἀερίων, ὅπως τὸ ὑδρογόνον, ὀξυγόνον, χλώριον, φθόριον, ἄζωτον κλπ. Τὸ μέγιστον ὅμως μέρος τῶν ἀερίων τούτων συγκρατεῖται ἐντὸς τῆς φάσεως τύπου σκωρίας, ἢ ὁποῖα εἶναι ἀσυγκρίτως ὀγκωδεστέρα τῶν δύο ἄλλων.

Κατὰ ταῦτα, αἱ ὑπὸ τὰς ὡς ἄνω περιστάσεις ἀναπτυσσόμεναι μαγματικαὶ ἐστίαι παρουσιάζουν τὴν μορφὴν τοῦ σχ. 2. Ἄφ' ἧς δὲ στιγμῆς δημιουργηθῆ μία τοιαύτη κατάστασις, ὑφίσταται ὀπωσδήποτε βεβαιότης σχηματισμοῦ θειούχων κοιτασμάτων. Τὰ γεωμετρικὰ, χημικὰ καὶ λοιπὰ χαρακτηριστικὰ τῶν κοιτασμάτων τούτων εἶναι προφανῶς στενωῶς συνδεδεμένα μὲ τὴν σύστασιν τῶν ἀποτελουσῶν τὸ μάγμα φάσεων καὶ τὴν πορείαν τῆς ἐξελίξεως τῶν ἐξωτερικῶν συνθηκῶν (πίεσις, θερμοκρασία, κατάστασις τοῦ περιβάλλοντος). Μεταβολαὶ δὲ εἰς τὰς συνθήκας ταύτας θὰ πρέπει, κατ' ἀρχήν, νὰ εἶναι συνήθεις εἰς τὸν χῶρον τῶν μαγμάτων,

ἐφ' ὅσον ταῦτα ἐντοπίζονται, ὡς ἤδη ἐλέχθη, εἰς περιοχὰς τεκτονικῶν ἢ ἄλλων διαταράξεων τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς, ὅπου παρουσιάζονται τοπικαὶ ἀννψώσεις θερμοκρασίας.

Ἐκ τοῦ ἐκάστοτε συνδυασμοῦ τῶν ὡς ἄνω παραγόντων ἐξαρτᾶται ὁ μηχανισμὸς ἀποβολῆς διαφόρων συστατικῶν ἀπὸ τὰς συνιστώσας τὸ μάγμα φάσεις, καθὼς καὶ οἱ μηχανισμοὶ μεταφορᾶς καὶ ἀποθέσεως τούτων πρὸς σχηματισμὸν



Σχ. 2. Σχηματικὴ παράστασις μαγματικῆς ἐστίας ἐντὸς τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς.

θειούχου μεταλλοφορίας. Ἡ δυνατότης μεγάλου ἀριθμοῦ συνδυασμῶν παρέχει τὴν ἐξήγησιν τῆς παρατηρουμένης πολυμορφίας εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν γεωμετρίαν, τὴν ὀρυκτολογικὴν σύστασιν καὶ τὰ ἐν γένει χαρακτηριστικὰ τῶν ἀντιστοιχῶν κοιτασμάτων. Ἀνάλυσις ἀπλῶν τινῶν περιπτώσεων προβάλλει ἐναργέστερον τὴν ἐπίδρασιν τῶν τοιούτων συνδυασμῶν.

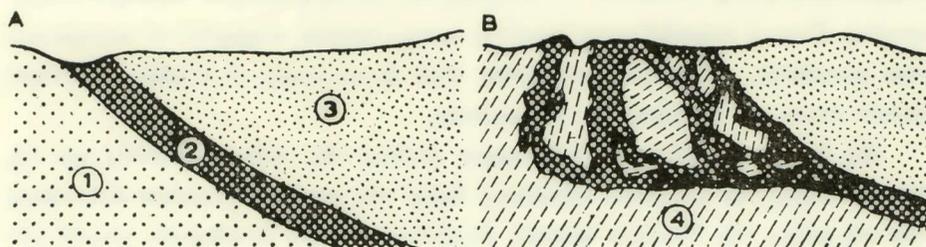
Θεωρήσωμεν, παραδείγματος χάριν, τὴν περίπτωσιν διαφασικοῦ μάγματος ἐκ τηγμάτων τύπου σκωρίας καὶ τύπου matte χαλκοῦ - νικελίου. Ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ μάγμα τοῦτο ψύχεται προοδευτικῶς καὶ στερεοποιεῖται *in situ* ὑπὸ συνθήκας ὑψηλῆς μὲν πίεσεως, ἀλλὰ τεκτονικῆς ἠρεμίας. Εἰς τὸν πυθμῆνα τῆς μαγματικῆς ἐστίας θὰ προκύψῃ κοίτασμα ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν θειούχον φάσιν τύπου matte. Τούτου θὰ ὑπέρχεται τὸ ἐκρηξιγενὲς πέτρωμα, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς στερεοποιήσεως τοῦ τήγματος τύπου σκωρίας. Εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν κατανομὴν τῶν

μετάλλων, μεταξύ τῶν δύο φάσεων θὰ ἰσχύουν αἱ γνωσταὶ ἐκ τῆς Μεταλλουργίας σχέσεις διὰ τὴν ἰσορροπίαν matte - σκωρίας [16].

$$\frac{\% [\text{Ni}]}{\% [\text{Fe}]} = K_1 \frac{\% (\text{NiO})}{\% (\text{FeO})}$$

$$\frac{\% [\text{Cu}]}{\% [\text{Fe}]} = K_2 \frac{\% (\text{CuO})}{\% (\text{FeO})}$$

ὅπου [Ni], [Cu], [Fe] αἱ περιεκτικότητες ἐντὸς τοῦ κοιτάσματος, (NiO), (CuO), (FeO) αἱ περιεκτικότητες ἐντὸς τοῦ ἐκρηξιγενοῦς πετρώματος καὶ  $K_1$ ,  $K_2$  συντε-



Σχ. 3. Κοιτάσματα νικελίου-χαλκοῦ εἰς Sudbury Καναδᾶ. Κατὰ A. P. Coleman.

A μορφή περιφερειακοῦ κοιτάσματος, B μορφή offset. 1, Γρανίτης παλαιὸς — 2, Μετάλλευμα — 3, Νορίτης — 4, Πρασινίτης.

λεσται ἰσορροπίας εἰς τὸ σημεῖον τήξεως τῆς δυστηκτοτέρας φάσεως, δηλαδὴ τοῦ ἐκρηξιγενοῦς πετρώματος. Τυπικὰ παραδείγματα τοιούτων κοιτασμάτων παρέχουν αἱ περιφερειακαὶ συγκεντρώσεις θειούχων μεταλλευμάτων νικελίου - χαλκοῦ τῆς περιοχῆς Sudbury Καναδᾶ (Σχ. 3, A).

Διάφορα εἶναι φυσικὰ τὰ σημεῖα τήξεως τῶν συνιστῶντων τὸ ὡς ἄνω διαφασικὸν μάγμα τηγμάτων. Σαφῶς χαμηλότερον εἶναι ἀσφαλῶς τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ θειούχου τήγματος καὶ κατὰ συνέπειαν τοῦτο ἐξακολουθεῖ νὰ εὐρίσκειται ἐν ρευστῇ καταστάσει ἐπὶ ἱκανὸν διάστημα μετὰ τὴν στερεοποίησιν τοῦ πυριτικοῦ τήγματος. Προσέκουςαι μεταβολαὶ πιέσεως κατὰ τὸ διάστημα τοῦτο δύνανται νὰ προκαλέσουν μερικὴν ἢ ὀλικὴν μετακίνησιν καὶ διείσδυσιν τῆς θειούχου φάσεως ἐντὸς τῶν πετρωμάτων τοῦ περιβάλλοντος. Κατὰ τὴν διείσδυσιν ταύτην λαμβάνουν ἐνδεχομένως χώραν τοπικαὶ πτώσεις τῆς πιέσεως, προκαλοῦσαι ἔκλυσιν ἀερίων ἐνώσεων ἐκ τῆς φάσεως ταύτης, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀνάπτυξιν φαινομένων μεταμορφισμοῦ. Εἶναι ἡ περίπτωσις τῶν κοιτασμάτων ἐκγύσεως (injection), τυπικὰ παραδείγματα τῶν ὁποίων ἀποτελοῦν αἱ μορφαὶ offset τῆς μεταλλοφορίας χαλκοῦ - νικελίου τῆς περιοχῆς Sudbury Καναδᾶ (Σχ. 3, B).

Ἐὰν ὁμως δεχθῶμεν ὅτι μετὰ τὴν στερεοποίησιν τοῦ πυριτικοῦ τήγματος, ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει ἐκρηξιγενὲς πέτρωμα, ἐπέρχεται ἀπότομος πτώσις τῆς πιέσεως συνοδευομένη ὑπὸ βραδείας μειώσεως τῆς θερμοκρασίας, θὰ λάβῃ χώραν κλασματικὴ ἐξάτμισις τῶν συνιστωσῶν τὸ θειοῦχον τήγμα ἐνώσεων. Μετὰ τῶν ἀτμῶν τῶν ἐνώσεων τούτων ἀναμειγνύεται ποσότης τις ἀερίων ὡς  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $H_2S$  κλπ. προερχομένων ἐκ τῶν ἀντιδράσεων (19, 20, 21) (βλ. § 6). Ἡ πτητικότης τῶν ἐν τῷ τήγματι θειούχων ἐνώσεων ἐπηρεάζεται, ὡς εἶδομεν (βλ. § 7), ὑπὸ τῆς θερμοδυναμικῆς τῶν ἐνεργότητος, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐπιδρᾷ, ἐκτὸς τῆς θερμοκρασίας, ἡ σύστασις τοῦ τήγματος [16]. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου προκύπτει ἀέριος μεταλλοφόρος φάσις, δυναμένη νὰ ὀδηγήσῃ εἰς τὸν σχηματισμὸν θειούχου μεταλλοφορίας. Τυπικὰ παραδείγματα τοιαύτης μεταλλοφορίας παρέχουν τὰ κοιτάσματα τύπου porphyry, τὰ ὁποῖα συνίστανται ἀπὸ ἐμποτισμοὺς ἢ φλεβίδια θειούχων ὀρυκτῶν ἐντὸς τοῦ ἐκρηξιγενοῦς πετρώματος.

Εἰς ἣν τώρα περιπτώσιν ἡ ἀπότομος πτώσις τῆς πιέσεως ἐπέλθῃ πρὸ τῆς στερεοποίησεως τοῦ πυριτικοῦ τήγματος, ἐκτὸς τῆς κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἐξατμίσεως ἐντὸς τῆς μάξης τῆς θειούχου φάσεως λαμβάνουν χώραν ἀντιδράσεις μεταξὺ τῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται ἐν διαλύσει τόσον εἰς τὸ θειοῦχον, ὅσον καὶ εἰς τὸ ἐν λόγῳ τήγμα. Ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας ὁ ὄγκος τοῦ προσαγομένου ὕδατος, ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, ὕδροθειοῦ κλπ. καθίσταται σημαντικώτατος καὶ ἐπηρεάζει οὐσιαστικῶς τὴν σύστασιν τῆς ἀερίου φάσεως. Σημειωτέον ὅτι εἰς τὸ ἀέριον τοῦτο μίγμα προστίθενται ἐνδεχομένως ἕτερα ἀέρια, ὅπως τὸ  $CO_2$ ,  $SO_2$ , προερχόμενα ἀπὸ διάσπασιν τῶν τυχῶν ἐν τῷ μάγματι εὐρισκομένων ἀνθρακικῶν καὶ θεικῶν ἐνώσεων (βλ. § 5). Ἀναπτύσσεται οὕτω πολὺπλοκος ἀέριος φάσις πλουσία εἰς ἀτμοὺς θειούχων μετάλλων. Διὰ κλασματικῆς συμπυκνώσεως τῆς φάσεως ταύτης δυνατὸν νὰ προκύψουν φλεβικὰ κοιτάσματα ἢ κοιτάσματα μετασωματώσεως, μὲ πολὺπλοκον παραγένεσιν καὶ χαρακτηριστικὴν ζωνικὴν διάταξιν (zoning). Πολυάριθμα κοιτάσματα μικτῶν θειούχων μεταλλευμάτων ἐμπίπτουν εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην.

Αἱ ἀνωτέρω περιπτώσεις εἶναι νομίζομεν ἐπαρκεῖς διὰ νὰ προβάλουν τὴν διαδικασίαν, ἡ ὁποία ὀδηγεῖ εἰς τὸν σχηματισμὸν θειούχων κοιτασμάτων μαγματικῆς προελεύσεως. Πρόκειται περὶ διαδικασίας, ἐδραζομένης ἐπὶ τοῦ συνδυασμοῦ τῶν πυρομεταλλουργικῶν διεργασιῶν : τήξις - ἐξάτμισις - συμπύκνωσις. Διὰ τῆς τήξεως ἐπιτυγχάνεται ἡ συγκέντρωσις τῶν θειούχων ὀρυκτῶν ἐντὸς ἰδιοτύπου ρευστῆς φάσεως τοῦ μάγματος τῆς θειούχου φάσεως. Διὰ τῆς ἐξατμίσεως τὰ ὀρυκτὰ ταῦτα μεταβαίνουν ἐντὸς ἀερίου φάσεως ὀξίνου χαρακτῆρος καὶ ἐκεῖθεν ἀποτίθενται διὰ συμπυκνώσεως. Ὑπεισέρχονται φυσικὰ καὶ ἀντιδράσεις

μεταξύ των συστατικών της ἐν λόγω φάσεως ἢ μετὰ τῶν περιβαλλόντων πετρωμάτων. Εἰς τὰς τελευταίας ταύτας ὀφείλονται αἱ συνοδεύουσαι τὰ θειοῦχα κοιτάσματα μετασωματώσεις.

Καὶ αἱ τρεῖς διεργασίαι ἐπιτελοῦνται ὑπὸ συνθήκας ὑψηλῆς πίεσεως. Πίσεις καὶ θερμοκρασία ἀποτελοῦν παράγοντας, ἀσκοῦντας κρίσιμον ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν ἐν λόγω διεργασιῶν καὶ ἰδιαίτερος ἐπὶ τῆς ἐξατίσεως καὶ τῆς συμπυκνώσεως. Ὑπάρχει πιθανότης μεγάλου ἀριθμοῦ συνδυασμῶν εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὰς τιμὰς τῶν δύο αὐτῶν παραμέτρων, αἱ ὁποῖαι ἐξελίσσονται ἐν τῷ χρόνῳ καὶ τῷ χώρῳ κατὰ τρόπον εὐνοοῦντα τὸν κλασματικὸν διαχωρισμόν. Τοῦτο ἀντανακλάται εἰς τὴν σύστασιν τῆς ἀερίου φάσεως καὶ ἐκεῖθεν τῆς σχηματιζομένης μεταλλοφορίας.

Δὲν ἀποκλείεται βεβαίως ἡ δυνατότης ὅπως ἡ ἐκ τοῦ μάγματος ἐκπηγάζουσα ἀέριος μεταλλοφόρος φάσις ἀπολήξῃ, κατὰ τὴν πρὸς τὰ ἄνω πορείαν της, εἰς θερμὰ διαλύματα διὰ συμπυκνώσεως τῶν ἐν αὐτῇ ὑδρατμῶν ἢ καὶ συναντήσεως αὐτῆς μετὰ τῶν ἐκ τῆς ἐπιφανείας διεισδυόντων ὑδάτων. Ἐνδείξεις ἐπεμβάσεως τοιούτων διαλυμάτων ἀπαντοῦν συνήθως εἰς τὰ ἀνώτερα τμήματα τῶν μεγάλης κατακορύφου ἐπεκτάσεως κοιτασμάτων καὶ ἐκδηλοῦνται διὰ τῆς παρουσίας ἰδιόμορφων ὑφῶν, ὡς φλοιώδης ταινιωτὴ ὑφή (crustified banding), βοτρυοειδῆς ὑφή (colloform textures), ἐπενδεδυμένας μὲ κρυστάλλους κοιλότητας (crystal lined cavities) κλπ. [20].

Εἰς ὅλα ἀνεξαιρέτως τὰ μεταλλοφόρα κοιτάσματα μαγματικῆς προελεύσεως καὶ ἰδιαίτερος τὰ θειοῦχα τοιαῦτα, ἀπαντᾷ πάντοτε ὁμὰς ὀρυκτῶν ἀποτεθέντων κατὰ χρονικὴν σειρὰν, συνιστῶσαν τὴν καλουμένην «παραγένεσιν» τοῦ κοιτάσματος. Προκειμένου περὶ τῶν τελευταίων τούτων ἀπαντᾷ βασικῶς ἡ σειρὰ: πυρίτης ( $\text{FeS}_2$ ), σφαλερίτης ( $\text{ZnS}$ ), χαλκοπυρίτης ( $\text{CuFeS}_2$ ), γαληνίτης ( $\text{PbS}$ ), ἀκολουθουμένη ὑπὸ συνθέτων σουλφιδίων μολύβδου - ἀντιμονίου καὶ ἀργύρου. Ἀναστροφαι εἰς τὴν σειρὰν ταύτην δὲν εἶναι ἀσυνήθεις. Εἰς πολλὰς π. χ. περιπτώσεις ὁ σφαλερίτης ἔπεται ἀντὶ νὰ προηγῆται τοῦ χαλκοπυρίτου. Τὰ σουλφίδια μολύβδου - ἀντιμονίου ἐνίοτε προηγοῦνται τοῦ γαληνίτου [21, 22, 23, 24, 25, 26].

Ἀνάλογος ὀρυκτολογικὴ διαφοροποίησις ἀπαντᾷ καὶ ἐν τῷ χώρῳ. Πρόκειται περὶ χαρακτηριστικῆς ιδιότητος, τοῦ λεγομένου «zoning», ὅπου τὰ διάφορα ὀρυκτὰ κατανέμονται κατὰ διαδοχικὰς ζώνας, ἀναλόγως τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τὴν μαγματικὴν ἐστίαν. Ἡ κατὰ ζώνας αὕτη κατανομή εἶναι ἐμφανῆς εἰς τὴν περίπτωσιν θειούχων κοιτασμάτων μεγάλης κατακορύφου ἐπεκτάσεως. Οὕτως, εἰς τὰ κοιτάσματα ταῦτα δύνανται συνήθως νὰ διακριθῶν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω τρεῖς ζῶναι, ἐκάστη τῶν ὁποίων χαρακτηρίζεται μὲ τὰ ἐξῆς κατὰ σειρὰν φθινούσης ποσότητος ὀρυκτὰ [17, 27] :

Ἐπιθερμική ζώνη : (1) διάφορα σύνδρομα (ἀνκερίτης, βαρυτίνη, ἀσβεστίτης, δολομίτης, φθορίτης, σιδηρίτης, χαλαζίας), (2) γαληνίτης, (3) σφαλερίτης, (4) πυρίτης καὶ μαρκασίτης, (5) ὄρυκτὰ ἀργύρου καὶ χρυσοῦ.

Μεσοθερμική ζώνη : (1) πυρίτης, (2) μαρματίτης, (3) γαληνίτης, (4) χαλαζίας.

Ἐποθερμική ζώνη : (1) πυρίτης καὶ πυρροσίτης, (2) μαρματίτης, (3) χαλκοπυρίτης, (4) χαλαζίας, (5) μολυβδαινίτης.

Κατὰ ταῦτα, παραγένεσις καὶ «zoning» ἐμφανίζονται ὡς ὄρυκτολογικαὶ διαφοροποιήσεις, ἀναπτυσσόμεναι ἀντιστοίχως ἐν τῷ χρόνῳ καὶ τῷ χώρῳ. Εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ σημειωθῇ ἡ εὐχέρεια, μὲ τὴν ὁποίαν ἡ διατυπωθεῖσα μεταλλουργικὴ ἐρμηνεία παρέχει ἐξήγησιν τῶν διαφοροποιήσεων τούτων :

Πράγματι, συμφώνως πρὸς τὴν ἐν λόγῳ ἐρμηνείαν ἡ θειοῦχος μεταλλογένεσις συνδέεται μὲ μεταλλοφόρον ἀέριον φάσιν ἐκπηγάζουσαν ἐκ τοῦ μάγματος, ὅπου λαμβάνουν χώραν ὠρισμένοι ἀντιδράσεις ἀερίων ἐν διαλύσει καὶ ἐξάτμισις διαφόρων θειούχων ἐνώσεων. Ἡ χημικὴ σύστασις τῆς φάσεως αὐτῆς ὑφίσταται, ὡς εἶδομεν, ἀναπόφευκτον ἐξέλιξιν ἐν τῷ χρόνῳ, ἀπόρροια τῆς ὁποίας εἶναι ἡ παραγένεσις. Περαιτέρω ἐξέλιξις παρουσιάζεται ὅμως καὶ ἐν τῷ χώρῳ, λόγῳ κλασματικῆς συμπυκνώσεως ὀφειλομένης εἰς τὴν βάρησιν τῆς θερμοκρασίας μὲ ἀποτελεσμα τὸν κατὰ ζώνας ὄρυκτολογικὸν διαφορισμόν, δηλαδὴ τὸ zoning.

Ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν ἐξελίξεων τούτων βασικὴν ἐπίδρασιν ἐξασκοῦν φυσικὰ ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία. Τὸ γεγονός ὅτι οἱ παράγοντες οὗτοι μεταβάλλονται σχεδὸν πάντοτε πρὸς τὴν αὐτὴν κατεύθυνσιν ἐξηγεῖ τὴν παρατηρουμένην σταθερότητα διαφοροποιήσεως εἰς τὸν χρόνον καὶ τὸν χώρον, δηλαδὴ τὴν παραγένεσιν καὶ τὸ zoning. Ἀναστροφαι εἰς τὰς συνήθεις σειρὰς παραγενέσεως καὶ zoning δύνανται ἐνδεχομένως νὰ προέλθουν ἀπὸ τὴν παρεμβολὴν τῆς ἐπιδράσεως ἄλλων τινῶν παραγόντων, ὡς π.χ. ἡ ἀρχικὴ σύστασις τοῦ μάγματος, ἡ ὄρυκτολογικὴ σύστασις τῶν τοιχωμάτων τῶν διόδων κυκλοφορίας τῆς ἀερίου φάσεως κλπ. [28].

#### Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Ι Σ

Ἐπίσταται ἀναμφισβήτητος στενὴ σχέσις μεταξὺ μαγματικῆς δράσεως καὶ γενέσεως ὠρισμένης κατηγορίας θειούχων κοιτασμάτων. Ἐπιχειρεῖται ἐνταῦθα διευκρίνισις τῶν λεπτομερειῶν τῆς σχέσεως ταύτης ὑπὸ τὸ φῶς θεωρητικῶν καὶ πρακτικῶν γνώσεων, ἐρανιζομένων ἐκ τῆς κλασσικῆς Μεταλλουργίας τῶν θειούχων μεταλλευμάτων.

Ἀπαραίτητος προϋπόθεσις σχηματισμοῦ τῶν ἐν λόγῳ θειούχων κοιτασμάτων θεωρεῖται ἡ ὕπαρξις καταλλήλου συστάσεως μάγματος. Συζητεῖται ἡ προέλευσις, ὁ τρόπος ἀναπτύξεως καὶ ὁ ἐντοπισμὸς τοιούτων μαγμάτων. Διερευνᾶται ἡ σύστασις αὐτῶν διὰ συσχετισμοῦ πρὸς τὰς μεταλλουργικὰς σκωρίας, καθὼς καὶ ἡ ἐν αὐτοῖς διαλυτότης θειούχων καὶ ἀρσενικούχων ἐνώσεων, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἐξαρτᾶται ὁ διαχωρισμὸς ἀντιστοίχων τηγμάτων (matte, speiss). Διερευνᾶται ἐπίσης ἡ διαλυτότης ἀερίων ἐντὸς τῶν τηγμάτων τούτων καὶ ἡ συμπεριφορὰ ἐνώσεων, ὑποκειμένων εἰς θερμικὴν διάσπασιν (ἀνθρακικαί, θεικαὶ ἐνώσεις). Ἐξετάζονται περαιτέρω αἱ συνθήκαι, ὑπὸ τὰς ὁποίας εἶναι δυνατὴ ἡ ἐκ τῶν ὡς ἄνω τηγμάτων δι' ἐξατμίσεως ἐκβολὴ ἀερίου φάσεως, φορέως θειούχου μεταλλοφορίας.

Προκύπτουν οὕτω πολύτιμα στοιχεῖα, ἡ σύνθεσις τῶν ὁποίων ἐπιτρέπει τὴν διατύπωσιν μιᾶς ἐνδιαφεροῦσης μεταλλουργικῆς θεωρίας εἰς ὅ,τι ἀφορᾷ τὴν γένεσιν θειούχων κοιτασμάτων, συνδεομένων μὲ τὴν μαγματικὴν δρᾶσιν.

#### A B S T R A C T

It is now universally accepted that there exists a close relation between magmatic action and the genesis of a certain group of sulfide deposits. In the present paper is undertaken the elucidation of various details of this relation, in the light of theoretical and practical knowledge compiled from the classical pyrometallurgy of the sulfide ores.

The existence of a magma of appropriate composition is considered essential to the formation of the ores in question. The origin, process of development and localization of such magmas are discussed and their composition is investigated by correlation with metallurgical slags. Also investigated are: the solubility of sulfide and arsenide compounds in these magmas, on which the separation of related melts (matte, speiss) depends, the solubility of gases in such melts, and the behavior of compounds subject to thermal decomposition (carbonates, sulfates). A further inquiry is made into the conditions which permit the development from said melts of a vapor phase bearing metalliferous sulfides.

The above considerations lead to valuable conclusions, the synthesis of which permits the formulation of an interesting metallurgical theory on the genesis of sulfide mineral deposits of magmatic origin.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. L. Moussoulos, Magmas Silicatés Roches Ignées et Gisements Métallifères, Athènes 1946.
2. El. de Beaumont, Notes sur les Emanations Volcaniques et Métallifères.—Bull. de la Soc. Géol. de France, Vol. 4 (1847), p. 1249.
3. A. Daubrée, Études et Expériences Synthétiques sur le Métamorphisme et la Formation des Roches Crystallines, 1860.
4. J. H. L. Vogt, Zeits. prakt. Geol., Vol. 1 (1893), pp 4, 125, 257.
5. De Launay, Formation des Gîtes Métallifères, 1893.
6. —, Gîtes Minéraux et métallifères.
7. W. Lindren, Mineral Deposits, Ed McGraw.—Hill Book Company, Inc., New York and London 1933.
8. P. Niggli, Ore deposits of Magmatic Origin—Translated by Dr H. C. Boydell—Ed. Thomas Murby & Co, 1929.
9. A. Lacroix, Produits Silicatés de l'Eruption du Vesuve, Paris 1907.
10. C. N. Fenner, The Katmai Magmatic Province.—J. of Geol. Vol. 34 (1926).
11. P. J. Hart, The Earth's Crust and Upper Mantle, 1969.
12. J. J. Sederholm, Selected Works: Granites and Migmatites, 1967.
13. E. Raquin, Géologie du Granite.—Ed. Masson et Cie, Paris 1957.
14. H. H. Read, The Granite Controversy.—Ed. Thomas Murby & Co, London 1957.
15. F. J. Dewey and M. J. Bird, Mountain Belts and the New Global Tectonics - Plate Tectonics - Selected Papers from the I. of Geophysical Research, Washington 1972.
16. Α. Μουσούλου, 'Εξαγωγική Μεταλλουργία - Θεωρητικά και Τεχνολογικά Βάσεις, 'Αθήναι 1969.
17. R. T. Walker and W. J. Walker, The Origin and Nature of Ore Deposits - Ed. The Walker Associates, Colorado 1956.
18. H. J. Perry, Chemical Engineer's Handbook - Ed. McGraw - Hill Book Company, Inc. New York 1963.
19. C. N. Fenner, Pneumatolytic Processes in the Formation of Minerals and Ores — Ore Deposits of the Western States, Lindgren Volume, AIME, 1933.
20. A. B. Edwards, Textures of the Ore Minerals and their significance - Ed. Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Inc, Melbourn 1947.
21. E. Raquin, Géologie des Gîtes Minéraux—Ed. Masson et Cie, Paris 1961.
22. P. Routier, Les Gisements Métallifères—Ed. Masson et Cie, Paris 1963.
23. A. Bateman, Economic Mineral Deposits - Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York 1950.
24. —, The Formation of Mineral Deposits - Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York 1951.

25. Γ. Παρασκευοπούλου, Κοιτασματολογία I, 'Αθήναι 1969.
26. P. Niggli, Rocks and Mineral Deposits — Ed. W. F. Freeman and Company, San Francisco 1954.
27. L. A. Walker, Some Factors affecting gas phase Ore Transport Econ. Geology, Vol. 60 (1965), pp. 117 - 123.
28. E. J. Hauley, Upside - down Zoning at Froot, Sudbury, Ontario - Econ. Geology, Vol. 50 (1965), pp. 529 - 575.



Ἀκολούθως, λαβὼν τὸν λόγον ὁ Ἀκαδημαϊκὸς κ. **I. Τρικκαλινός**, εἶπε τὰ ἑξῆς :

Εἰς τὴν παροῦσαν ἐργασίαν μὲ τίτλον «Ἐρρευναὶ ἐπὶ τοῦ σχηματισμοῦ τῶν μεταλλευτικῶν κοιτασμάτων — Μεταλλουργικὴ ἐρμηνεία τῆς γενέσεως θειούχων μεταλλευμάτων μαγματικῆς προελεύσεως», ὁ συγγραφεὺς ἐπιχειρεῖ μίαν ἐπιτυχῆ ἐρμηνείαν τῆς γενέσεως ὠρισμένης κατηγορίας θειούχων κοιτασμάτων, τὰ ὅποια σχετίζονται μὲ τὴν μαγματικὴν δρᾶσιν ἐπὶ τῇ βάσει θεωρητικῶν καὶ πρακτικῶν γνώσεων ἐκ τῆς ἑξαγωγικῆς Μεταλλουργίας.

Ἀπαραίτητος προϋπόθεσις σχηματισμοῦ τῶν ἐν λόγῳ κοιτασμάτων εἶναι, κατὰ τὸν συγγραφέα, ἡ ὑπαρξὶς μάγματος καταλλήλου συστάσεως, προερχομένου ἐκ πετρωμάτων περιεχόντων θειούχους ἐνώσεις.

Κατ' ἀρχάς, ὁ συγγραφεὺς μελετᾷ τὴν προέλευσιν, τὸν τρόπον ἀναπτύξεως καὶ τὰς συνθήκας ἐντοπισμοῦ τοιούτων μαγμάτων. Διερευνᾷ ἐν συνεχείᾳ τὴν σύστασιν αὐτῶν διὰ συσχετισμοῦ πρὸς τὰς μεταλλουργικὰς σκωρίας ἀναλύων τὴν ἐπίδρασιν τῆς ὑψηλῆς πίεσεως ἐπὶ διαφόρων δυναμένων νὰ λάβουν χώραν βασικῶν ἀντιδράσεων. Ἐξετάζει, μετὰ ταῦτα, τὴν ἐντὸς τοῦ μάγματος διαλυτότητα θειούχων καὶ ἀρσενικοῦχων ἐνώσεων, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἐξαρτᾶται ἡ διάσπασις αὐτοῦ εἰς τρία ἐπὶ μέρους τήγματα : ἐν θειοῦχον (matte), ἐν ἀρσενικοῦχον (speiss) καὶ ἐν πυριτικὸν τήγμα. Περαιτέρω, ὁ συγγραφεὺς συζητᾷ τὴν διαλυτότητα ἀερίων ἐντὸς τῶν τηγμάτων τούτων καὶ τὴν συμπεριφορὰν ἐνώσεων, ὑποκειμένων εἰς θερμοκίνη διάσπασιν. Ἐξετάζει, τέλος, τὰς συνθήκας ἐκβολῆς ἀερίου φάσεως ἐκ τῶν ἐν λόγῳ τηγμάτων, δυναμένης νὰ ἀποτελέσῃ φορέα θειούχου μεταλλογενέσεως.

Ὑπὸ τὸ φῶς τῶν ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀναλύσεως προκυπτόντων στοιχείων δίδεται ἡ ἑξῆς μεταλλουργικὴ ἐρμηνεία τῆς γενέσεως θειούχων κοιτασμάτων μαγμα-

τικῆς προελεύσεως: ἐντὸς τῆς λιθοσφαίρας καὶ εἰς ὠρισμένας περιοχὰς αὐτῆς, ἔνθα λόγῳ τεκτονικῶν ἢ ἄλλων διαταράξεων ἀναπτύσσονται τοπικῶς ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι, δύνανται νὰ σχηματισθοῦν μαγματικαὶ ἐστίαί, ὅπου λαμβάνει χώραν, ὑπὸ συνθήκας ὑψηλῆς πίεσεως, ἐκτεταμένη τῆξις πετρωμάτων. Ἐφ' ὅσον εἰς τὰ πετρώματα ταῦτα ὑπάρχει ἱκανὴ ποσότης θείου, τὸ λαμβανόμενον μάγμα διασπᾶται εἰς δύο φάσεις: ἐν θειοῦχον τῆγμα τύπου matte καὶ ἄνωθεν αὐτοῦ ἐν πυριτικὸν τῆγμα τύπου σκωρίας, ἀκριβῶς ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς καμίνοὺς τῶν Μεταλλουργιῶν χαλκοῦ καὶ νικελίου. Εἰς τὴν περίπτωσιν παρουσίας ἀρσενικοῦ, ἐμφανίζεται καὶ μία τρίτη φάσις, ἀντιστοιχοῦσα εἰς ἐν ἀρσενικοῦχον τῆγμα τύπου spreiss, τὸ ὁποῖον ὑπόκειται τῆς matte. Μετὰ τῶν τηγμάτων τύπου matte καὶ spreiss συνδέεται ἡ γένεσις θειούχων κοιτασμάτων.

Διὰ περισσότερας πληροφορίας παραπέμπουμεν εἰς τὰ Πρακτικὰ τῆς Ἀκαδημίας.