

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΛΥΤΙΜΩΝ ΛΙΘΩΝ

ΙΩΑΝΝΟΥ ΚΛΕΟΜΕΝΗΣ ΑΕΜ:2671

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΝΑ ΚΑΣΩΛΗ-ΦΟΥΡΝΑΡΑΚΗ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ		σελ.
	ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1.	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΛΥΤΙΜΩΝ ΛΙΘΩΝ	2
1.1	Γενικά	2
1.2	Κρύσταλλος	2
1.3	Ορατές ιδιότητες	4
1.4	Προσδιορίσιμες ιδιότητες	9
2.	ΠΟΛΥΤΙΜΟΙ ΛΙΘΟΙ	12
2.1	Διαμάντι	12
2.2	Σμαράγδι	15
2.3	Τοπάζι	17
2.4	Ρουμπίνι –Ζαφείρι (Κορούνδιο)	19
2.5	Χρυσός	21
2.6	Λευκόχρυσος	24
3.	ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΟΛΥΤΙΜΩΝ ΛΙΘΩΝ	26
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	29

050230
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έχει σαν στόχο να παρουσιάσει τις χημικές ιδιότητες των πολύτιμων λίθων και να αναλύσει τις επιδράσεις αυτών στις φυσικές και οπτικές ιδιότητες τους. Αναφέρονται τα κυριότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λίθων καθώς γίνεται και εκτενής αναφορά στον τρόπο γένεσης και στα φιλοξενούντα πετρώματα.

Αρχικά δίνονται οι ορισμοί του ορυκτού και των πολύτιμων λίθων και γίνεται μια προσπάθεια εισαγωγής στην δομή του κρυστάλλου. Στη συνέχεια ακολουθεί ανάλυση των ιδιοτήτων ενός κρυστάλλου καθώς και κάποιων προσδιορίσιμων παραμέτρων που βοηθούν στην σύγκριση των λίθων. Αφού έχει αναλυθεί το γενικό πλαίσιο ακολουθεί ειδική αναφορά στους πολύτιμους λίθους διαμάντι, σμαράγδι, τοπάζι, ρουμπίνι και ζαφείρι, χρυσό και λευκόχρυσο. Παρουσιάζονται τα κρυσταλλογραφικά στοιχεία, οι φυσικές και οπτικές ιδιότητες, η εμφάνιση του ορυκτού, οι χρήσεις του καθώς και διαγνωστικά στοιχεία για τον διαχωρισμό από άλλα όμοια ορυκτά.

Τέλος γίνεται μια αναφορά στους τρόπους αναβάθμισης και επεξεργασίας των παραπάνω λίθων, στην ειδική φροντίδα που απαιτείται καθώς και στους λίθους απομιμήσεις του καθενός.

1. Ιδιότητες Πολύτιμων Λίθων

1.1 Γενικά

Ορυκτό ονομάζεται ένα φυσικώς ομογενές στερεό συστατικό του φλοιού της γης το οποίο κάτω από ορισμένες φυσικοχημικές συνθήκες έχει καθορισμένη χημική σύσταση και κρυσταλλική δομή, επομένως ορισμένες φυσικές σταθερές και ιδιότητες. Τα ορυκτά τα οποία έχουν εξαιρετική όψη, λάμψη, χρώμα, διαφάνεια, σκληρότητα και είναι σπάνια ονομάζονται πολύτιμοι λίθοι.

Μερικά ορυκτά μπορεί να είναι όμορφα αλλά πολύ μαλακά και να χαράσσονται εύκολα, όπως ο φθορίτης, ο οποίος είναι εξαιρετικά ζωηρόχρωμος και όμορφος αλλά έχει σκληρότητα μόλις 4 στην κλίμακα Mohs. Οι περισσότεροι πολύτιμοι λίθοι έχουν σκληρότητα πάνω από 5 και υψηλό δείκτη διάθλασης όμως έχουν μερικά χαρακτηριστικά που υπολείπονται της τελειότητας. Το φαινομενικά τέλειο διαμάντι έχει 4 κατευθύνσεις σχισμού. Οι περισσότεροι πολύτιμοι λίθοι είναι πυριτικά άλατα και μπορούν να είναι πολύ ανθεκτικά, σκληρά ορυκτά. Μερικά είναι οξείδια και μόνο ένας πολύτιμος λίθος, το διαμάντι, αποτελείται από ένα στοιχείο, τον άνθρακα.

Στους πολύτιμους λίθους συγκαταλέγονται και κάποια μέταλλα τα οποία έχουν το στοιχείο της σπανιότητας. Άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά είναι η διάρκεια αντοχής, δεν πρέπει να διαβρώνεται εύκολα, να είναι εύθραυστο και να είναι όλκιμο. Αυτό σημαίνει πως το μέταλλο πρέπει να είναι ελατό, να μπορεί να καμφθεί, να είναι σφυριπατήσιμο και να σχηματοποιείται. Ο χρυσός είναι ο πιο ελατός των μετάλλων, δεν διαβρώνεται και δεν διαλύεται. Είναι τόσο ανθεκτικός που σχεδόν όλος ο χρυσός που εξάγεται είναι πάντα στην κυκλοφορία ή στην αποθήκευση.

Υλικά που παρασκευάστηκαν στο χημικό εργαστήριο είναι δυνατό να έχουν την ίδια κρυσταλλική δομή και χημική σύσταση με έναν πολύτιμο λίθο, επειδή όμως έχουν τεχνητή γένεση καλούνται συνθετικοί πολύτιμοι λίθοι. Αυτοί ταξινομούνται ανάλογα με τη χημική τους σύσταση σε δύο ομάδες. Σ' αυτούς που έχουν αντίστοιχους πολύτιμους λίθους στη φύση (συνθετικά διαμάντια, σπινέλιοι, κορούνδιο, σμαράγδι) και σε αυτούς που δεν έχουν (φινίτης, φαμπουλίτης, YAG).

1.2 Κρύσταλλος

Οι δυνάμεις που συνδέουν τα άτομα, τα ιόντα και τις ιοντικές ομάδες μαζί στα κρυσταλλικά πλέγματα είναι ηλεκτρικές με τον τύπο και την ένταση τους υπεύθυνες για τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των ορυκτών. Όσο ισχυρότερος ο δεσμός τόσο σκληρότερος ο κρύσταλλος και υψηλότερο το σ. τήξης. Η υψηλή σκληρότητα του διαμαντιού παρουσιάζεται λόγω των ισχυρών ηλεκτρικών

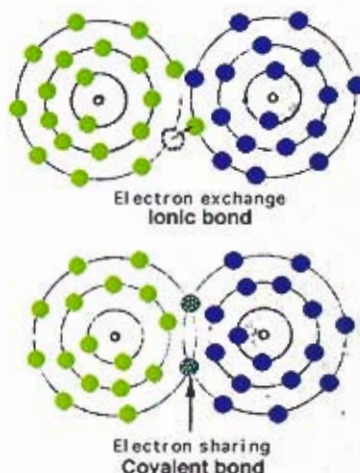
δυνάμεων που συνδέουν τα άτομα του άνθρακα. Αυτές οι ηλεκτρικές δυνάμεις που συγκρατούν τα ανόργανα υλικά μαζί είναι οι χημικοί δεσμοί.

Στον ιοντικό δεσμό τα ορυκτά είναι μηχανικώς ισχυρά και σκληρά, έχουν υψηλό σ. τήξης, υψηλό συντελεστή θερμικής διαστολής, είναι συνήθως άχρωα και άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα μόνο με μετακίνηση ιόντων σε θερμοκρασίες που βρίσκονται πολύ κοντά στο σ. τήξης αυτών (NaCl).

Στον ομοιοπολικό δεσμό τα ορυκτά είναι μονωτές του ηλεκτρισμού και έχουν μικρή περιοχή της υγρής φάσης (διαμάντι, σφαλερίτης).

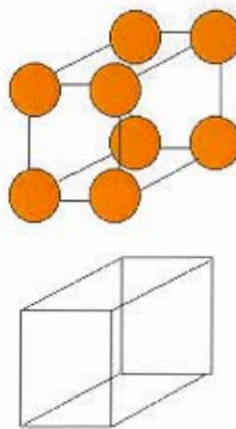
Στον μεταλλικό δεσμό το νέφος ηλεκτρονίων έχει σαν αποτέλεσμα τα ορυκτά να είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, είναι αδιαφανή, γενικά δε κρυσταλλικά σώματα με μεταλλική σύνδεση έχουν μεγάλη περιοχή υγρής φάσης. Ποικίλλουν σε σκληρότητα και αντοχή (χρυσός, χαλκός).

Δυνάμεις Van der Waals, υδρογόνου και κάποιοι συνδυασμοί (ετεροσύνδετες ενώσεις στα ορυκτά που έχουν περισσότερους από έναν δεσμούς, συνήθως συνδυασμός ιοντικής και ομοιοπολικής συνδέσεως).



Σε μια σταθερή κρυσταλλική δομή κάθε κατιόν βρίσκεται στο κέντρο ενός πολυέδρου που οι κορυφές του καταλαμβάνονται από ανιόντα. Μπορεί ακόμη να θεωρηθεί ότι κατά ανάλογο τρόπο ανιόντα καταλαμβάνουν τα κέντρα πολυέδρων και περιβάλλονται από κατιόντα. Ο αριθμός των ιόντων που βρίσκονται στις κορυφές του πολυέδρου αυτού και σε ίσες αποστάσεις από το κεντρικό και αντίθετα προς αυτά φορτισμένο ιόν, αποτελεί τον καλούμενο αριθμό συντάξεως. Ο ολικός αριθμός των ιόντων όλων των ειδών σε οποιαδήποτε σταθερή δομή πρέπει να είναι τέτοιος ώστε ο κρύσταλλος σαν σύνολο να είναι ηλεκτρικά ουδέτερος.

Orange circles represent atoms, note the arrangement



The box represents the pattern of arrangement of atoms

Τα ορυκτά έχουν μια χαρακτηριστική κρυσταλλική δομή. Αυτό σημαίνει ότι αναπτύσσονται σε μια κανονική και συμμετρική ρύθμιση. Τα άτομα, μόρια ή ιόντα βρίσκονται σε ορισμένα σημεία που επαναλαμβάνονται περιοδικά σε τριπλή διάταξη στο χώρο (κρυσταλλικό πλέγμα). Έτσι κρύσταλλοι σχηματίζονται όποτε η ύλη μεταβαίνει σε στερεά κατάσταση. Αλλά και όταν

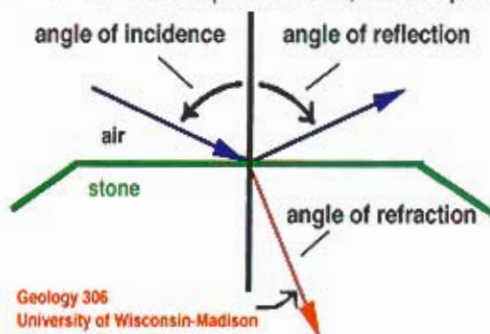
εξωτερικά δεν παρατηρείται το κανονικό πολυέδρο σχήμα, όπως συμβαίνει σε πολλά στερεά σώματα, δεν σημαίνει ότι δεν έχουμε κρυστάλλους. Αν και μια κρυσταλλική δομή είναι σταθερή για όλα τα ορυκτά, δεν διαμορφώνονται όλα τα ορυκτά τέλεια. Όταν η εξωτερική μορφή δεν είναι μια τέλεια αντανάκλαση της εσωτερικής ρύθμισης των ατόμων η παρουσιαζόμενη μορφή καλείται όψη του ορυκτού. Ο όρος αυτός περιγράφεται ως κυβική, οκταεδρική, πρισματική, ρομβοεδρική, πινακοειδής όψη, κλπ. Η κρυσταλλική ή ατομική δομική ρύθμιση καθορίζει τις οπτικές ιδιότητες καθώς επίσης και τις φυσικές όπως η εξωτερική μορφή, η σκληρότητα, ο σχισμός, ο θραυσμός και το ειδ. βάρος. Η εξωτερική μορφή των ορυκτών μπορεί να επηρεαστεί από την σύνθεση και την δομή όπως καθορίζεται από τον ψευδομορφισμό, πολυμορφισμό και ισομορφισμό.

Το μάγμα στο οποίο το ορυκτό κρυσταλλώνεται μπορεί να περιλάβει πολλά στοιχεία τα οποία να μην είναι αρχικά στην χημική σύνθεση. Τέτοια πρόσθετα στοιχεία μπορούν να είναι παρόντα στη δομή κρυστάλλου σε μικρά ποσά και να αντικαθιστούν ένα σημαντικό στοιχείο μέσα στο ορυκτό. Αυτή η ιοντική αντικατάσταση μπορεί να προκαλέσει το χρώμα όπως το χρώμιο στο σμαράγδι προκαλεί το πράσινο χρώμα και ο σίδηρος το μπλε στην ακουαμαρίνα. Η αντικατάσταση είναι κοινή εάν η ιοντική ακτίνα διαφέρει λιγότερο από 15% υποθέτοντας ότι η γενική ουδετερότητα του ορυκτού διατηρείται. Όταν τα ορυκτά κρυσταλλώνονται στις υψηλές θερμοκρασίες, η υψηλή εσωτερική θερμική ενέργεια επιτρέπει τις λιγότερο αυστηρές τοποθετήσεις στα κενά και η ιοντική αντικατάσταση είναι εκτενής. Όταν το ορυκτό ψυχθεί τα χαλαρά ιόντα αναγκάζονται να μεταναστεύσουν μέσω της κρυσταλλικής δομής και ένας τύπος εμφανίζεται.

1.3 Ορατές Ιδιότητες

Χρώμα. Αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά των πολύτιμων λίθων, είναι ορατό με γυμνό μάτι, συχνά δε ανάλογα με την μόδα ή την τοποθεσία(Αραβία-μπλε χρώμα, Κ. Αμερική - πράσινο χρώμα) καθορίζει την αξία ενός λίθου. Όταν φως πέσει σε επιφάνεια κρυστάλλου ενός ορυκτού μέρος του μπορεί να ανακλαστεί και μέρος του να περάσει το ορυκτό. Έτσι οι πολύτιμοι λίθοι ταξινομούνται στις ακόλουθες ομάδες:

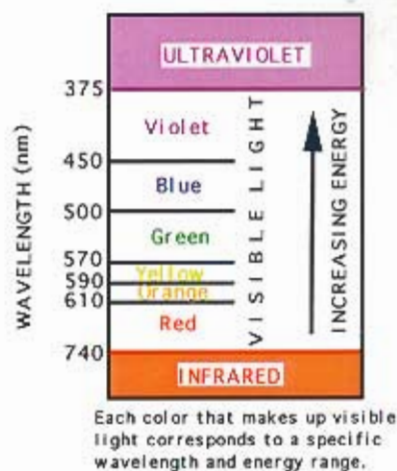
- Άχρωμοι (αχρωματικοί). Όταν το φως περάσει μέσα από τον κρύσταλλο χωρίς καμία απορρόφηση τότε αυτό είναι πλήρως διαπερατό και άχρωμο (διαμάντι).



- Έγχρωμοι (ιδιοχρωματικοί). Το χρώμα οφείλεται στην παρουσία ορισμένων ιχνοστοιχείων τα οποία εμφανίζονται στον χημικό τύπο.
- Έγχρωμοι (αλλοχρωματικοί). Το χρώμα τους οφείλεται σε ορισμένα ιχνοστοιχεία τα οποία δεν εμφανίζονται στον χημικό τύπο.
- Φαινομενικά έγχρωμοι (ψευδοχρωματικοί). Το χρώμα οφείλεται σε διάφορα οπτικά φαινόμενα όπως ιριδισμό, κινούμενη ανταύγεια, χρωματισμό τύπου οπαλίου, αβεντουρινισμό, χρωματισμό τύπου καβραδορίτη, χρωματική διασπορά και πλεοχροϊσμό, ως επίσης και σε φαινόμενα τα οποία δημιουργούνται από την εσωτερική δομή ενός κρυστάλλου (χρωματική ζώνωση).

Όταν ο κρύσταλλος απορροφά ένα μέρος του φωτός, αυτός θα χρωματιστεί ανάλογα με την φύση (μήκος κύματος) των ακτινών που θα απορροφηθούν και έτσι θα προκληθεί το αντίστοιχο αίσθημα στο μάτι. Το είδος των ακτινών που απορροφούνται κατά συνέπεια και αυτών που εξέρχονται εξαρτάται κυρίως από την χημική σύσταση και την κρυσταλλική δομή του. Ορυκτά που περιέχουν στη σύσταση τους στοιχεία όπως Fe, Cr, Ni, Mn, Ti, V, Cu, Co, τα οποία καλούνται χρωμοφόρα γιατί απορροφούν το ορατό φως, παρουσιάζουν απορρόφηση.

Τα ηλεκτρόνια, αρνητικά φορτία των μορίων, υπάρχουν σε διαφορετικά ενεργειακά επίπεδα μέσα στο άτομο. Τα ηλεκτρόνια στα υψηλότερα επίπεδα είναι στις εξωτερικές τροχιές οι οποίες μπορούν να συμπληρωθούν εντελώς ή μερικώς με ηλεκτρόνια. Η ακτινοβολός ενέργεια (φωτόνια) μπορεί να επηρεάσει ένα κρύσταλλο και να ανυψώσει ένα ηλεκτρόνιο σε υψηλότερη τροχιά εάν το ενεργειακό επίπεδο είναι μερικώς συμπληρωμένο. Αυτή η επιλεκτική απορρόφηση των μηκών κύματος και η ταλάντωση ηλεκτρονίων μεταξύ των τροχιακών επιπέδων μπορούν να προκαλέσουν το χρώμα και τον φθορισμό, σχηματισμός κέντρων απορρόφησης του φωτός από αλλαγή στην κατανομή ενέργειας του κρυστάλλου. Έτσι το χρώμιο, το τιτάνιο, το βανάδιο, το μαγγάνιο, ο σίδηρος, το κοβάλτιο, το νικέλιο, ο χαλκός συμπληρώνουν μερικώς τις εξωτερικές τροχιές. Αυτά τα στοιχεία όταν υπάρχουν σαν κύρια μέρη του χημικού τύπου ή σαν εγκλείσματα σε έναν κρύσταλλο είναι η αιτία για τον χρωματισμό του ορυκτού. Επομένως είναι χρωμοφόρα ή η ηλεκτρική διαμόρφωση των ιόντων των στοιχείων μετάβασης στη δομή του κρυστάλλου μπορεί να παραγάγει το χρώμα. Ένα στοιχείο μετάβασης μπορεί να παραγάγει διαφορετικά χρώματα όταν καταλαμβάνει διαφορετικές θέσεις μέσα στη δομή του κρυστάλλου.

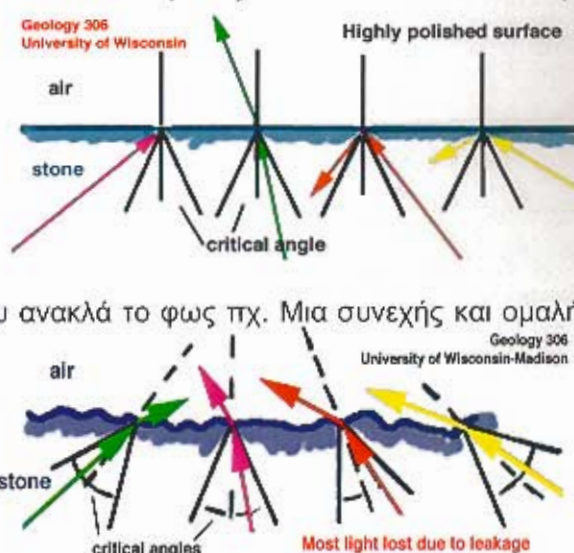


Οι διαφορετικές καταστάσεις οξείδωσης των στοιχείων μπορούν να επηρεάσουν την απορρόφηση. Ο δισθενής σίδηρος δημιουργεί πράσινο χρώμα ενώ ο τρισθενής σίδηρος κίτρινο. Η οξείδωση είναι ο λόγος που με την θερμική επεξεργασία μπορούμε να εντείνουμε ένα χρώμα ή να δημιουργήσουμε τα πιο επιθυμητά χρώματα.

Διαφάνεια. Ο όρος αυτός περιγράφει την ικανότητα ενός λίθου να αφήνει να διέρχεται το φως μέσω αυτού. Η μετάδοση του φωτός εξαρτάται από το ποσό του φωτός, του συντελεστή ανάκλασης και απορρόφησης. Επηρεάζεται κυρίως από το μέγεθος των κρυσταλλικών κόκκων, τα εγκλείσματα και τις ρωγμές. Οι κρύσταλλοι διακρίνονται σε διαφανείς, ημιδιαφανείς και αδιαφανείς. Η διαφάνεια ενός κρυστάλλου είναι δυνατόν να μειωθεί με ακτινοβολία, θερμότητα και μηχανική φθορά. Ο βαθμός διαφάνειας όχι μόνο επηρεάζει την ποιότητα και την τιμή των πολύτιμων λίθων αλλά αποτελεί επίσης αποφασιστικό παράγοντα στην επιλογή του τρόπου επεξεργασίας τους.

Λάμψη. Είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα που αναφέρεται στη γενική εμφάνιση μιας επιφάνειας ενός κρυστάλλου και που οφείλεται κυρίως στο ποσό του φωτός που ανακλάται από την επιφάνεια αυτή. Δημιουργείται από την ανάκλαση και την διάχυση του φωτός επί της επιφάνειας ή αμέσως κάτω από την επιφάνεια της ορατής έδρας του κρυστάλλου. Ορίζεται από τον δείκτη διαθλάσεως, την απορρόφηση, τη διαφάνεια, τον χαρακτήρα της έδρας και την φύση του υλικού.

Ποικίλει ανάλογα με τη μορφή της επιφάνειας που ανακλά το φως πχ. Μια συνεχής και ομαλή επιφάνεια ανακλά καλύτερα από μια ανώμαλη, ενώ σε επιφάνειες της ίδιας ομαλότητας η ποσότητα του ανακλώμενου φωτός επομένως και η λάμψη είναι ανάλογες με τον δείκτη διαθλάσεως του ορυκτού. Σε γενικές γραμμές η λάμψη είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης του ορυκτού. Διακρίνουμε τα εξής είδη λάμψης:



- **Μεταλλική.** Ορυκτά αδιαφανή στο φως με δείκτη διάθλασης γενικά μεγαλύτερο από 3 (αυτοφυής χρυσός).
- **Μη μεταλλική.** Ορυκτά ανοιχτόχρωμα και διαφανή με δείκτη διάθλασης μικρότερο από 2,6. Αυτή διακρίνεται σε αδαμάντινη (διαμάντι), υαλώδη (ζαφείρι), λιπώδη (ήλεκτρον), μαργαριτώδη (άστριοι), μεταξώδη και ρητινώδη.

- Ημιμεταλλική. Ενδιάμεση λάμψη (2,6-3), αδιαφανή ή σχεδόν αδιαφανή ορυκτά (κυπρίτης).

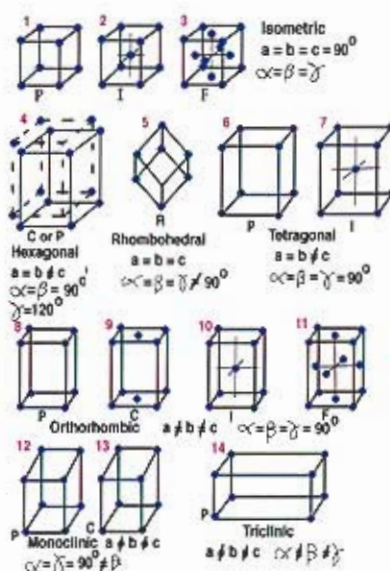
Αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες ιδιότητες των πολύτιμων λίθων και λαμβάνεται υπ' όψη στην επιλογή του τρόπου επεξεργασίας του λίθου.

Σχισμός. Σχισμό ονομάζουμε την τάση που έχει ένας κρύσταλλος να σπάει μετά από μηχανική κρούση, κατά ορισμένες κατευθύνσεις που είναι πάντα παράλληλες σε δυνατές κρυσταλλικές έδρες. Οι επιφάνειες σπασίματος ονομάζονται σχισμογενείς επιφάνειες και συμβολίζονται όπως και οι έδρες προς τις οποίες είναι παράλληλες με τους δείκτες κατά Muller. Ο σχισμός οφείλεται πάντοτε στην κρυσταλλική δομή του ορυκτού και είναι σταθερός για κάθε είδος ορυκτού αντίθετα προς την σχιστότητα, η οποία δημιουργείται από την παρουσία επιπέδων διδυμίας ή την κανονική κατανομή εγκλεισμάτων. Υπάρχουν τα ακόλουθα είδη σχισμού: Τέλειος σχισμός (τοπάζι), καλός (ανδαλουσίτης), ασαφής (σμαράγδι) και ατελής (τουρμαλίνης).

Η γνώση του σχισμού ενός πολύτιμου λίθου διευκολύνει τον ασχολούμενο με την επεξεργασία των λίθων να κάνει την σωστή επιλογή και τον προσανατολισμό του κρυστάλλου πριν από την κοπή του. Οι κρύσταλλοι που έχουν τέλειο έως καλό σχισμό πρέπει να προστατεύονται από απότομα κτυπήματα και απότομες αλλαγές θερμοκρασίας.

Θραυσμός. Είναι η τάση του ορυκτού να σπάει σε άλλες διευθύνσεις εκτός από αυτές τις ομαλές του σχισμού. Οι ανώμαλες αυτές επιφάνειες καλούνται θραυσιγενείς. Διακρίνουμε διάφορα είδη θραυσμού ανάλογα με την μορφή της επιφάνειας που παίρνει. Έτσι έχουμε τον κογχοειδή (οψιδιανός), τον ανομοιόμορφο (κυανίτης), τον δαντελωτό θραυσμό (αυτοφυής άργυρος) και τον θραυσμό σε ράβδους (τσαροίτης).

Κρυσταλλικά Συστήματα. Οι περισσότεροι φυσικοί πολύτιμοι λίθοι ανευρίσκονται σε μορφή καλοσχηματισμένων κρυστάλλων. Η συμμετρική διάταξη ατόμων και μορίων, δηλαδή το κρυσταλλικό πλέγμα ενός κρυστάλλου, καθορίζει το εξωτερικό του σχήμα όπως επίσης τις οπτικές και πολλές από τις φυσικές του ιδιότητες. Οι γωνίες μεταξύ ομοίων εξωτερικών εδρών είναι σταθερές για όλους τους κρυστάλλους ενός ορυκτού. Υπάρχουν μόνο επτά βασικοί τρόποι σύμφωνα με τους οποίους τα άτομα και τα μόρια είναι δυνατόν να διευθετηθούν συμμετρικά για να σχηματίσουν κρυστάλλους. Τα επτά κρυσταλλικά συστήματα είναι τα εξής: τρικλινές, μονοκλινές, ρομβικό, τετραγωνικό, τριγωνικό, εξαγωνικό και

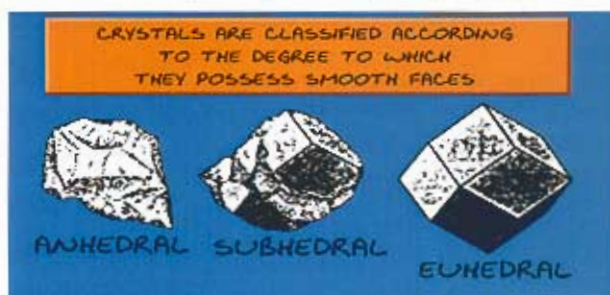


κυβικό.

Για να διακρίνουμε τα κρυσταλλικά συστήματα αναφερόμαστε σε τρεις νοητούς άξονες που διέρχονται από το κέντρο ενός ιδεατού κρυστάλλου. Η συμμετρία ενός κρυσταλλικού συστήματος μπορεί έτσι να περιγραφεί αναφέροντας τα σχετικά μήκη των αξόνων και τις γωνίες που σχηματίζουν οι άξονες στο σημείο τομής τους:

- Οι τρικλινείς άξονες δεν έχουν το ίδιο μήκος και σχηματίζουν μεταξύ τους γωνίες διαφορετικές από την ορθή γωνία (αξινίτης, τιτανίτης).
- Οι μονοκλινείς άξονες είναι επίσης ανισομήκεις αλλά οι δύο από αυτούς σχηματίζουν ορθή γωνία με τον τρίτο άξονα (γύψος, ορθόκλαστο).
- Οι ρομβικοί άξονες είναι άνισοι σε ότι αφορά το μήκος αλλά και οι τρεις σχηματίζουν ορθές γωνίες μεταξύ τους (τοπάζι, ολιβίνης).
- Στο τετραγωνικό σύστημα δύο άξονες είναι ίσοι σε ότι αφορά το μήκος ενώ ο τρίτος έχει διαφορετικό μήκος και σχηματίζει ορθές γωνίες με τους άλλους δύο (ζιρκόνιο).
- Στο τριγωνικό σύστημα δυο άξονες είναι ίσοι μεταξύ τους και τέμνονται σε γωνία 60 μοιρών ενώ ο τρίτος άξονας είναι κάθετος στους άλλους δύο και έχει διαφορετικό μήκος.
- Στο εξαγωνικό σύστημα δυο άξονες είναι ίσοι ως προς το μήκος και σχηματίζουν γωνία 120 μοιρών ενώ ο τρίτος άξονας είναι διαφορετικού μήκους και σχηματίζει ορθές γωνίες με τους άλλους δύο (βήρυλλος, απατίτης).
- Οι κυβικοί άξονες είναι ίσοι μεταξύ των ως προς το μήκος και όλοι μαζί σχηματίζουν ορθές γωνίες μεταξύ τους (διαμάντι, γρανάτης).

Μορφολογία. Η κρυσταλλική δομή και τα φιλοξενούντα πετρώματα είναι οι σπουδαιότεροι παράγοντες που καθορίζουν την μορφολογία ενός πολύτιμου λίθου. Αν και ιδανικά οι κρύσταλλοι αναπτύσσονται κανονικά, στις περισσότερες περιπτώσεις έχουμε ατελείς μεμονωμένους κρυστάλλους ή συγκεντρώσεις κρυστάλλων (συσσωμάτωση). Η μορφή ή όψη αναφέρεται στα επικρατέστερα μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός κρυσταλλικού πολυέδρου που προκαλούν τη μεγαλύτερη εντύπωση στον παρατηρητή και οφείλονται είτε στην παραμόρφωση του κρυστάλλου είτε στην ιδιαίτερη ανάπτυξη κάποιου από τα απλά σχήματα ενός σύνθετου κρυστάλλου.



Ανάλογα με την εξωτερική εμφάνιση ενός κρυστάλλου χρησιμοποιούνται διαφορετικά ονόματα για διαφορετικά σχήματα κρυστάλλων: ισομετρικοί (διαμάντι, γρανάτης), επιμήκης προς μία διεύθυνση ή σπηλαιοειδής (τουρμαλίνης), επιμήκης προς δύο διευθύνσεις ή πεπλατυσμένοι (βαρύτης) ή φυλλώδεις (λεπιδόλιθος), μεταβατικοί ή υπό μορφή βαρελιού (ζαφείρι).

Άλλα μορφολογικά γνωρίσματα των πολύτιμων λίθων είναι η διδυμία και η πολλαπλή ανάπτυξη. Οι συγκεντρώσεις κρυστάλλων πολύτιμων λίθων οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην κοσμηματοποιία μπορεί να έχουν μορφή κοκκώδη, συμπαγή, ινώδη, λεπιοειδή, ωολιθική, δενδριτική, κολοειδή ή μορφολογία επικαλύμματος.

1.4 Προσδιορίσιμες Ιδιότητες

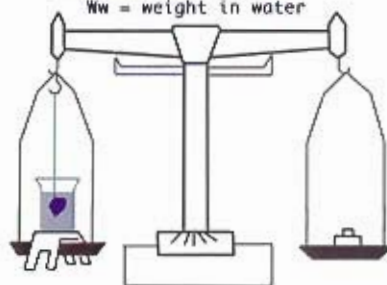
Σκληρότητα. Είναι μια ιδιότητα των ορυκτών που οφείλεται στην ένταση των δυνάμεων που συνδέουν τα μόρια, άτομα ή ιόντα από τα οποία αποτελούνται αυτά. Αναφέρεται στην αντίσταση ενός πολύτιμου λίθου να χαράσσεται. Από τις διάφορες σκληρομετρικές κλίμακες που έχουν προταθεί, η πλέον γνωστή είναι η κλίμακα Mohs. Η σκληρότητα εξαρτάται κατά κάποιο τρόπο από την πυκνότητα της κρυσταλλικής δομής. Σημαντική ελάττωση της σκληρότητας προκύπτει από την περιεκτικότητα των ορυκτών σε υδροξύλια ή μόρια ύδατος την οποία ακολουθεί και ελάττωση του ειδικού βάρους αυτών. Οι αλλαγές αυτές της σκληρότητας στην πραγματικότητα προκαλούνται από αλλαγές της κρυσταλλικής δομής. Όταν εξετάζουμε την σκληρότητα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί ώστε να μην προκαλέσουμε ζημιά στις έδρες, τις ακμές και τις γωνίες του κρυστάλλου.

Mohs	
Ορυκτά	Σκληρότητα
Τάλκης	1
Γύψος	2
Ασβεστίτης	3
Φθορίτης	4
Απατίτης	5
Ορθόκλαστο	6
Χαλαζίας	7
Τοπάζιο	8
Κορούνδιο	9
Διαμάντι	10

Ειδικό βάρος. Ειδικό βάρος ενός σώματος είναι η σχέση του βάρους του σώματος ως προς το βάρος ίσου όγκου ύδατος σε 4°C και είναι καθαρός αριθμός, ενώ πυκνότητα είναι η μάζα του για κάθε μονάδα όγκου εκφραζόμενη σε γραμμάρια ανα κυβικό εκατοστό. Αποτελεί μια από τις παραμέτρους για τον προσδιορισμό ενός πολύτιμου κρυσταλλικού ορυκτού, καθώς συνιστά διαφορά ελάχιστα σε δείγματα ενός και του αυτού ορυκτού. Εξαρτάται από την χημική σύσταση και την κρυσταλλική δομή του ορυκτού. Η μέθοδος του εμβαπτίσματος αποτελεί ένα

$$\text{Specific gravity} = W_a / (W_a - W_w)$$

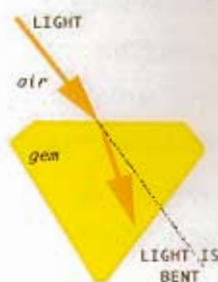
W_a = weight in air
 W_w = weight in water



σχετικά γρήγορο και ακριβή τρόπο προσδιορισμού του ειδ. βάρους ενός κρυστάλλου. Ο κρύσταλλος εμβυθίζεται σε ένα υγρό γνωστού ειδ. βάρους. Εάν επιπλέει, το ειδ. βάρος του είναι μεγαλύτερο από το ειδ. βάρος του υγρού. Με κατάλληλη σειρά υγρών είναι δυνατόν να μετρηθεί το ειδ. βάρος μεγάλης ποικιλίας πολύτιμων κρυστάλλων. Για να μετρηθεί με ακρίβεια το ειδ. βάρος ενός κρυστάλλου χρησιμοποιείται η μέθοδος της διπλής ζυγίσσεως, ζυγίζοντας τον κρύσταλλο μια φορά στον αέρα και μια φορά στο νερό.

Γραμμή κόνεως. Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε στο χρώμα ενός κονιοποιημένου ορυκτού που πολλές φορές μπορεί να είναι διάφορο από το χρώμα του ορυκτού. Το χρώμα της σκόνης μπορούμε να το προσδιορίσουμε τρίβοντας το ορυκτό πάνω σε μία αστίλβωτη επιφάνεια ενός λευκού πλακιδίου πορσελάνης. Το χρώμα της γραμμής της σκόνης ενός ορυκτού είναι συνήθως πιο σταθερό και αμετάβλητο από το χρώμα του ορυκτού. Πολλά διαφανή και ημιδιαφανή ορυκτά έχουν γενικά λευκή γραμμή σκόνης, ορυκτά σκούρα μη μεταλλικής λάμψης έχουν χρώμα σκόνης συνήθως ανοικτότερο από το χρώμα τους, ενώ ορυκτά μεταλλικής λάμψης έχουν χρώμα σκόνης συχνά σκουρότερο από το χρώμα τους. Τα ορυκτά ανάλογα με την γραμμή σκόνης τους τα διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες: στα αυτόχρωα που δίνουν χρωματισμένη γραμμή και στα ετερόχρωα που δίνουν λευκή ή άχρωμη γραμμή σκόνης.

Δείκτης διαθλάσεως. Όταν μία ακτίνα φωτός εισέρχεται από ένα οπτικά αραιότερο περιβάλλον (αέρας) σε ένα οπτικά πυκνότερο περιβάλλον (κρύσταλλος) υπό μία συγκεκριμένη γωνία, γωνία προσπτώσεως, η ακτίνα διαθλάται. Εάν η ακτίνα φωτός πέπτει κάθετα πάνω σε μία επιφάνεια δεν υπάρχει διάθλαση. Ο δείκτης διάθλασης αποτελεί άλλη μία σπουδαία παράμετρο για τον προσδιορισμό πολύτιμων λίθων.

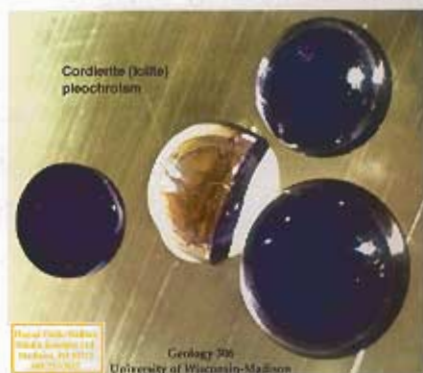


Διπλοθλαστικότητα. Στα οπτικά ανισότροπα κρυσταλλικά πολύεδρα, το φως που μεταδίδεται μέσα σε αυτά παρουσιάζει διαφορετική ταχύτητα για διάφορες κατευθύνσεις. Αυτά ονομάζονται διπλοθλαστικά, αφού σε αυτά έχουμε το φαινόμενο της διπλής διαθλάσεως κατά το οποίο από μία προσπίπτουσα ακτίνα προκύπτουν δύο διαθλώμενες. Από αυτές η μία επειδή ακολουθεί τους νόμους της διαθλάσεως λέγεται τακτική ενώ η άλλη έκτακτη. Οι δ. διαθλάσεως που προκύπτουν από την τακτική και την έκτακτη συμβολίζονται με n_o και n_e αντίστοιχα. Διπλοθλαστικά είναι όλα τα σώματα που κρυσταλλώνονται σε σύστημα διαφορετικό από το κυβικό. Η διαφορά των δύο δεικτών διάθλασης λέγεται τιμή διπλοθλαστικότητας και βρίσκεται με προσδιορισμό των δύο δεικτών διαθλάσεως. Δεν υπάρχει διπλοθλαστικότητα κατά μήκος των οπτικών αξόνων. Όσοι ασχολούνται με την επεξεργασία των πολύτιμων λίθων πρέπει να γνωρίζουν την διπλοθλαστικότητα των λίθων.

Διασπορά. Τα διαφορετικά μήκη κύματος του φωτός διαθλώνται με διαφορετικές γωνίες στους πολύτιμους λίθους προκαλώντας έτσι τη διάσπαση του λευκού φωτός στα συστατικά του χρώματα. Το αξιόλογο αυτό φαινόμενο ονομάζεται διασπορά και παρατηρείται σε πολύτιμους λίθους όπως το διαμάντι. Μερικοί συνθετικοί λίθοι, απομιμήσεις διαμαντιών παρουσιάζουν υψηλή διασπορά (κυβικά ζirkόνια, YAG).

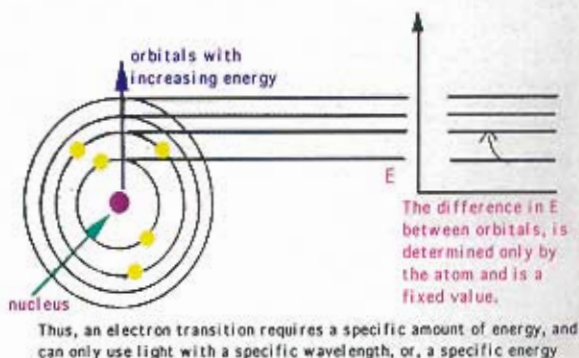
Πλεοχροϊσμός. Μερικοί διπλοθλαστικοί πολύτιμοι λίθοι απορροφούν το φως κατά διαφορετικό τρόπο προς διαφορετικές διευθύνσεις έτσι ώστε να παρατηρούνται διαφορετικά χρώματα κατά μήκος και κάθετα στον οπτικό άξονα. Το φαινόμενο ονομάζεται πλεοχροϊσμός. Οι μοναξονικοί κρύσταλλοι δείχνουν δύο διαφορετικά χρώματα, διχροϊσμός.

Οι διαξονικοί κρύσταλλοι δείχνουν τρία διαφορετικά χρώματα, τριχροϊσμός. Ο πλεοχροϊσμός διακρίνεται σε ισχυρό, ευδιάκριτο και ισχνό. Αν και ορατός πλεοχροϊσμός δεν παρουσιάζεται στους περισσότερους πολύτιμους λίθους είναι δυνατόν να ενισχυθεί ή να μειωθεί με προσεκτικό προσανατολισμό του κρυστάλλου σε σχέση με τους οπτικούς άξονες στην περίπτωση επεξεργασίας του.



Φωταύγεια. Είναι η ικανότητα ορισμένων κρυστάλλων να εκπέμπουν φως υπό την επίδραση ακτινοβολίας (ενέργειας). Το μήκος κύματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας κατά την φωταύγεια είναι συνήθως μεγαλύτερο από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που προκάλεσε τη διέγερση. Η φωταύγεια καλείται φθορισμός στην περίπτωση που η εκπομπή φωτός που οφείλεται στη διέγερση του φθορίζοντος υλικού είναι σχεδόν ταυτόχρονη με την ακτινοβολία που προκάλεσε τη διέγερση και σταματά σε χρόνο μικρότερο από 10^{-8} δεύτερα μετά την ακτινοβολία. Αν όμως έχουμε έκλυση φωτός και μετά την διακοπή της προσπίπτουσας ακτινοβολίας τότε η φωταύγεια καλείται φωσφορισμός. Το φαινόμενο διαρκεί επί ορισμένο χρονικό διάστημα από 10^{-8} δεύτερα μέχρι και μερικές ώρες ή και χρόνια ακόμη ανάλογα με τις ιδιότητες του φωσφορίζοντος υλικού και της θερμοκρασίας.

Η φωταύγεια, πρόσθετο βοηθητικό χαρακτηριστικό, οφείλεται σε ορισμένα ιχνοστοιχεία, τα οποία δημιουργούν διαφορετικά χρώματα σε διαφορετικούς κρυστάλλους, όπως Mn, Cr, Pb, Mo και άλλα τα οποία ονομάζονται ενεργοποιητές. Γενικά τα φαινόμενα φωταύγειας αποδίδονται στην εμφάνιση ελλειπών τύπων πλεγμάτων όπου άτομα δεν κατέχουν τις



προβλεπόμενες θέσεις από την κανονική ανάπτυξη του πλέγματος αλλά γειτονικές σε κενά διαστήματα αυτού. Λόγω της ανώμαλης και ιδιάζουσας αυτής διατάξεως των, δημιουργούνται ειδικές συνθήκες διεγέρσεως αυτών όποτε ερεθισμοί από ακτινοβολία τα διεγείρουν και προκαλείται το φαινόμενο της φωταύγειας. Επειδή ένας πολύτιμος λίθος από μία περιοχή μπορεί να παρουσιάζει φωταύγεια και από άλλη τοποθεσία να μην παρουσιάζει μπορεί αυτή να βοηθήσει στον ακριβή προσδιορισμό της τοποθεσίας προέλευσης του.

2. Πολύτιμοι Λίθοι

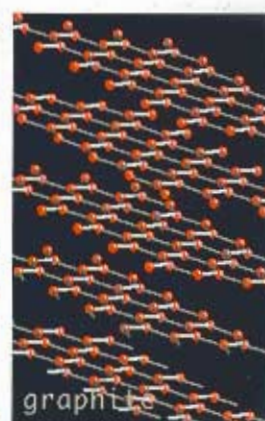
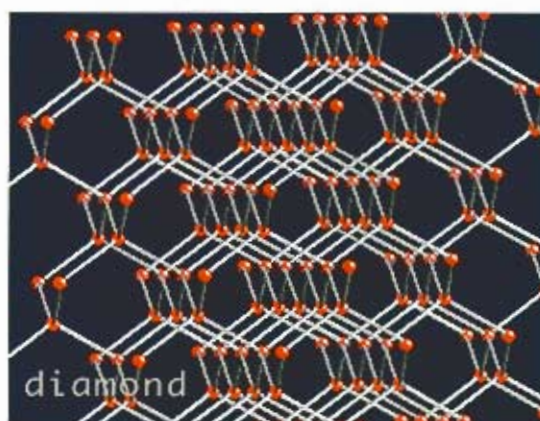
2.1 Διαμάντι



Το όνομα του οφείλεται στην ελληνική λέξη αδάμας λόγω της μεγάλης του σκληρότητας. Αποτελείται εξ' ολοκλήρου από άνθρακα (C) τα άτομα του οποίου συνδέονται με ομοιοπολικούς δεσμούς. Όλα τα ηλεκτρόνια του άνθρακα είναι κοινά μεταξύ των ατόμων του, δημιουργώντας μια σύνδεση με απεριόριστο αριθμό ατόμων, για την δημιουργία τρισδιάστατου οικοδομήματος. Στο διαμάντι κάθε άτομο άνθρακα περιβάλλεται από τέσσερα άλλα άτομα που βρίσκονται στις κορυφές κανονικού τετραέδρου και σε απόσταση $1,53 \text{ \AA}$ από το κεντρικό άτομο. Η διάταξη αυτή των ατόμων του άνθρακα στο

διαμάντι είναι η ίδια με την διάταξη των υποκαταστατών γύρω από κορεσμένο άνθρακα σε οργανικές ενώσεις, θα ήταν δε δυνατό σύμφωνα με τα παραπάνω να θεωρηθεί ολόκληρος ο κρύσταλλος του διαμαντιού σαν ένα γιγαντιαίο μόριο.

Ο γραφίτης αποτελείται επίσης μόνο από άνθρακα. Εδώ έχουμε χαρακτηριστικό παράδειγμα διμορφίας όπου οι δύο μορφές του άνθρακα οφείλουν τις διάφορες ιδιότητες τους στο διαφορετικό τύπο του πλέγματος τους. Ο γραφίτης δεν έχει τόσους πολλούς

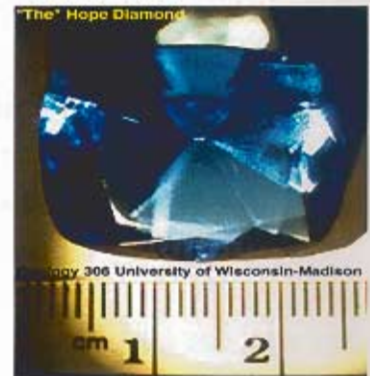


ομοιοπολικούς δεσμούς όπως το διαμάντι. Κάθε άτομο άνθρακα στο διαμάντι έχει τέσσερις ομοιοπολικούς δεσμούς με άλλα άτομα άνθρακα. Στον γραφίτη κάθε άτομο άνθρακα έχει τρεις

ομοιοπολικούς δεσμούς με άλλα άτομα άνθρακα και τα άτομα του άνθρακα δημιουργούν εξαγωνικά φύλλα δυκτιωτού πλέγματος που συγκρατούνται από δεσμούς Van der Waals.

Κρυσταλλογραφικά το διαμάντι ανήκει στο κυβικό σύστημα. Έχει οκταεδρική μορφή και πιο σπάνια δωδεκαεδρική, κυβική και τετραεδρική. Οι έδρες είναι συχνά καμπύλες. Βρίσκεται πολλές φορές σε επίπεδους κατά (111) επιμηκυσμένους κρυστάλλους ή σε σφαιρικές μορφές με ακτινωτή διάταξη. Συχνή ή απλή και πολλαπλή κατά (111) διδυμία.

Αν και το διαμάντι είναι συνήθως άσπρο ή άχρωμο, εμφανίζεται σε πολλά χρώματα. Το εξασθετισμένο κίτρινο χρώμα μειώνει την αξία του. Οι βαθιές σκιές, κίτρινες, κόκκινες, πράσινες ή μπλε στο διαμάντι το ονομάζουν φανταχτερή πέτρα. Ένα διάσημο και πολύτιμο διαμάντι είναι το <<Διαμάντι της Ελπίδας>> με βαθύ μπλε χρώμα. Τα διαμάντια είναι διαφανή έως αδιαφανή με αδαμάντινη λάμψη. Τα ακατέργαστα διαμάντια έχουν συνήθως μια λιπαρή λάμψη. Έχει τέλειο κατά (111) σχισμό, κογχοειδή θραυσμό και είναι εύθραστο. Σκληρότητα 10 και άσπρη γραμμή σκόνης. Ειδικό βάρος 3,47-3,56, δείκτη διαθλάσεως $N:2,417$ και δεν παρουσιάζει διπλοθλαστικότητα. Διασπορά 0,044 μέχρι 0,063 και φυσικά δεν παρουσιάζει πλεοχροισμό. Φωταύγεια μπλε, ανοικτό πράσινο, κίτρινο. Ο χρωματισμός στους κρυστάλλους του διαμαντιού οφείλεται στα ιχνοστοιχεία N για το κίτρινο, Mn για το ροζ, B για το μπλε. Μερικές φορές υπάρχουν Si, Al, Mg, Fe.



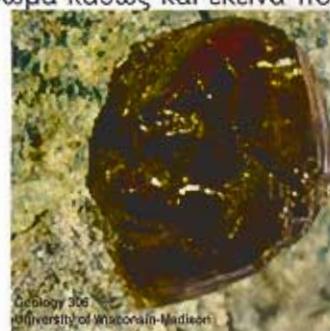
Τα διαμάντια έχουν βρεθεί σε πολλές διαφορετικές τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο αλλά υπάρχουν λίγα μέρη με σημαντικές ποσότητες. Πρωτογενής πηγή διαμαντιών είναι κυρίως οι κιμπερλίτες στους οποίους βρίσκονται σαν διάσπαρτοι κρύσταλλοι. Είναι μαγματικές παρεισφρύσεις με σωληνοειδή μορφή. Στενή διατομή με μορφή κυκλικού ή ελλειπτικού κυλίνδρου. Η ονομασία αυτής της μορφής αποδόθηκε στις φλέβες κιμπερλίτη της Ν. Αφρικής που περιέχουν διαμάντια. Είναι υπερβασικά πετρώματα πλούσια σε μαγνήσιο και κάλιο γι' αυτό θεωρούνται αλκαλικοί περιδοτίτες. Συνήθως περιορίζονται σε σταθερά ηπειρωτικά κρατόν όπως είναι εκείνα της ανατολικής και νότιας Αφρικής, της ανατολικής Σιβηρίας, της Βραζιλίας και του ανατολικού Καναδά. Ιστολογικά είναι ολοκρυσταλλικά πετρώματα με πορφυριτικό ιστό. Αποτελούνται από μαγνησιούχο ολιβίνη, φλογοπίτη, χρωμιούχο διοψίδιο, ενστατίτη και μαγνησιούχο



γρανάτη. Η περιεκτικότητα των κιμπεριτών σε χαρακτηριστικά ορυκτά υψηλής πίεσης (μαγνησιούχο γρανάτη, διαμάντι) και η παρουσία εγκλεισμάτων ξενολίθων, όπως των εκλογιτών, δείχνουν το πολύ μεγάλο βάθος (μανδύα) στο οποίο σχηματίστηκαν τα πετρώματα αυτά. Αναλογία διαμαντιού προς στείρο βράχο 1 προς 30.000.000.

Διαμάντια βρέθηκαν επίσης σε προσχλωσιγενείς αποθέσεις, καθώς το ορυκτό συσσωρεύεται λόγω της αδρανούς χημικής φύσης του, της μεγάλης σκληρότητας και του μεγάλου ειδικού βάρους του, στις περιοχές της Ν. Αφρικής, στο Κογκό, Αγκόλα, Τανζανία.

Τα καθαρά διαμάντια, άχρωα και διαυγή, καθώς και τα λευκοκύανα και υποκίτρινα χρησιμοποιούνται σαν πολύτιμοι λίθοι. Εκείνα που έχουν σκούρο χρώμα καθώς και εκείνα που βρίσκονται σε κρυπτοκρυσταλλική κατάσταση (καρμπονάντο) χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία. Τα τεμάχια των κρυστάλλων χρησιμοποιούνται στην κοπή γυαλιού. Η λεπτή του σκόνη χρησιμοποιείται στην λείανση και στίλβωση άλλων διαμαντιών. Οι τροχοί που χρησιμοποιούνται για την κοπή πετρωμάτων και άλλων σκληρών ορυκτών αποτελούνται από διαμάντια. Κομμάτια χάλυβα τοποθετούνται μαζί με διαμάντια για την διάτρηση διαμαντιών. Το διαμάντι χρησιμοποιείται επίσης στο σχεδιασμό καλωδίων και στα εργαλεία για την ευθυγράμμιση των τροχών άλεσης.



Διακρίνονται από τα άλλα άχρωα ορυκτά όπως ο χαλαζίας, το τοπάζι, το κορούνδιο, από την μεγάλη τους σκληρότητα, τους οκταεδρικούς κρυστάλλους, την εξαιρετικά υψηλή διάθλαση που παρουσιάζουν καθώς και την ιδιάζουσα στεατώδη λάμψη τους όταν δεν είναι κομμένα. Είναι αδιάλυτα στα οξέα και αλκάλια. Σε ψηλές θερμοκρασίες καίγονται παρουσία οξυγόνου σε διοξείδιο του άνθρακα χωρίς να αφήσουν τέφρα.

Προκειμένου να αξιολογηθεί η ποιότητα του διαμαντιού έχει δημιουργηθεί μια βαθμολογημένη κλίμακα. Τα διαμάντια βαθμολογούνται σ' αυτό που πολλοί αναφέρουν ως <<four C's>>. Κοπή, χρώμα, καράτι, διαύγεια (cut, color, carat, clarity).

Διαύγεια: το διαμάντι είναι διαφανές σε μια μεγάλη σειρά μηκών κύματος σε σχέση με κάθε άλλη στερεά ή υγρή ουσία. Θερμική αγωγιμότητα: διευθύνει την θερμότητα καλύτερα από οτιδήποτε (πέντε φορές καλύτερα από το δεύτερο στοιχείο, το ασήμι). Σημείο τήξης: το υψηλότερο, 3820°C. Πυκνότητα δικτυωτού πλέγματος: τα άτομα του ταξινομούνται πιο σφικτά από τα άτομα οποιουδήποτε άλλου στοιχείου.

Διαφορές διαμαντιού και γραφίτη. Έχουν πολύ διαφορετικές δομές και ιδιότητες. Το διαμάντι είναι σκληρό, ο γραφίτης μαλακός. Είναι άριστος ηλεκτρικός μονωτής ενώ ο γραφίτης είναι καλός

αγωγός της ηλεκτρικής ενέργειας. Το διαμάντι είναι το τελευταίο λειαντικό, ο γραφίτης είναι πολύ καλό λιπαντικό. Το διαμάντι είναι διαφανές και κρυσταλλώνεται στο κυβικό σύστημα, ο γραφίτης είναι αδιαφανής και κρυσταλλώνεται στο εξαγωνικό. Έκπληξη προκαλεί το γεγονός ότι στις θερμοκρασίες και πιέσεις κοντά στην επιφάνεια ο γραφίτης είναι η σταθερή μορφή άνθρακα. Στην πραγματικότητα όλα τα διαμάντια κοντά στην επιφάνεια της γης μετασχηματίζονται σε γραφίτη. Αυτή η αντίδραση είναι εξαιρετικά αργή.

2.2 Σμαράγδι

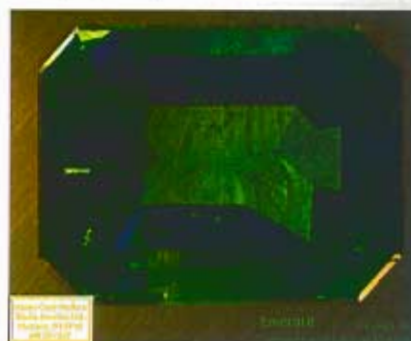


Το όνομα του προέρχεται από την ελληνική λέξη σμάραγδος. Είναι η πράσινη ποικιλία του ορυκτού της βηρύλλου (Be). Αποτελείται από πυριτικό άλας του αργιλίου και του βηρυλλίου με χημικό τύπο $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$. Ο κρύσταλλος του σμαραγδιού όπως όλα τα ορυκτά σχηματίζεται ανά μόριο. Κάθε μόριο τοποθετείται στην κρυσταλλική δομή υπό τις κατάλληλες συνθήκες. Άνεση χώρου και χρόνου απαιτούνται για να επιτρέψουν έναν ποιοτικό κρύσταλλο να δημιουργηθεί. Τα σμαράγδια που εξορύσσονται σήμερα είναι

πραγματικά υπολείμματα των γεωλογικών γεγονότων που πραγματοποιήθηκαν εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια πριν στο εσωτερικό της γης. Η θεωρητική σύσταση σε %οξείδια του τύπου της βηρύλλου είναι 19% Al_2O_3 , 67% SiO_2 , 14% BeO . Πάντοτε όμως η παρουσία Na, K, Li, μειώνουν το ποσοστό του Be. Επίσης υπάρχουν και μικρά ποσοστά Fe, Mg, Ca, Cr, νερού και αερίων.

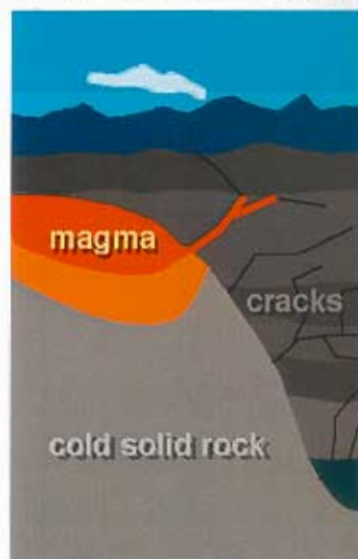
Το σμαράγδι κρυσταλλώνεται στο εξαγωνικό σύστημα και έχει πρισματική μορφή. Εμφανίζεται συνήθως σε κρυστάλλους με απλή εξαγωνική πρισματική μορφή, συχνά με κατακόρυφες ραβδώσεις στις πρισματικές έδρες. Οι κρύσταλλοι πολλές φορές έχουν μεγάλες διαστάσεις. Βρίσκεται επίσης και σε συμπαγή συσσωματώματα.

Το χρώμα των σμαραγδιών κυμαίνεται από κιτρινωπό πράσινο έως γαλαζωπό πράσινο με τα περισσότερα σμαράγδια να έχουν ένα γαλαζωπό πράσινο χρώμα γνωστό ως σμαραγδοπράσινο. Το χρώμα οφείλεται σε ιχνοστοιχεία Cr, V. Το χρώμιο αντικαθιστά το αργίλιο, τα οξείδια της βηρύλλου και πυριτίου αλλάζουν την δομή του κρυστάλλου και έτσι τις συχνότητες του φωτός που απορροφάται. Το σμαράγδι απορροφά τα ιώδη και κιτρινοκόκκινα τμήματα του φάσματος και διαβιβάζει τα πρασινομπλέ μήκη κύματος. Η διαφάνεια των σμαραγδιών

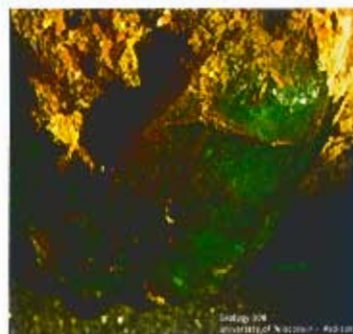


είναι ποικίλη από αδιαφανής ως διαφανής. Έχει υαλώδη λάμψη και κογχοειδή, ανομοιόμορφο θραυσμό, ισχνό, ατελή κατά (0001) σχισμό και η σκληρότητα του κυμαίνεται μεταξύ 7,5-8 (μικρότερη αν περιέχει εγκλείσματα), άσπρη γραμμή σκόνης. Το ειδικό βάρος του είναι 2,67-2,90. Το σμαράγδι παρουσιάζει ευδιάκριτο πλεοχροισμό. Ο δείκτης διάθλασης N_g : 1,569-1,585, N_o : 1,574-1,592, με διπλοθλαστικότητα 0,005-0,009. Διασπορά 0,014 και δεν παρουσιάζει φωταύγεια. Παρουσιάζει κινούμενη ανταύγεια και ένα ειδικό χαρακτηριστικό του είναι οι τριπλοί κρύσταλλοι.

Το σμαράγδι αν και περιέχει το σχετικά σπάνιο στοιχείο Be είναι αρκετά διαδεδομένο ορυκτό. Βρίσκεται κυρίως σε πηγματίτες, γρανίτες και υψηλής θερμοκρασίας υδροθερμικές φλέβες. Επίσης σε μαρμαρυγακούς γνεύσιους και σχιστολίθους και σε βιτουμενούχους ασβεστόλιθους. Συνακολουθείται από χαλαζία, άστριους, μαρμαρυγίες, κασσιπερίτη, σποδομένη. Σημαντικές συγκεντρώσεις σμαραγδιού βρέθηκαν στην Κολομβία, Ινδίες, Ρωσία, Αυστρία, Βραζιλία, Μαδαγασκάρη, ΗΠΑ, Ζάμπια. Τα σμαράγδια της Ζάμπιας και Βραζιλίας χρωματίζονται λόγω της παρουσίας βαναδίου ενώ οι κολομβιανές ποικιλίες λόγω της παρουσίας χρωμίου. Οι καλύτεροι κρύσταλλοι προέρχονται από την Κολομβία. Κατά κανόνα τα σμαράγδια της Βραζιλίας τείνουν να είναι σκοτεινότερα και βαρύτερα. Τα εγκλείσματα στα βραζιλιάνικα σμαράγδια είναι σκούρα στο χρώμα ενώ στα κολομβιανά τα εγκλείσματα είναι ανοιχτού χρώματος. Οι κρύσταλλοι της Ζάμπια τείνουν σε μια γαλαζωπή απόχρωση σε σχέση με τους Βραζιλίας και Κολομβίας.



Τα σμαράγδια της Κολομβίας σχηματίζονται σε υδροθερμικές φλέβες. Οι φλέβες δημιουργούνται από την φυγή ρευστών από το μάγμα. Αν τα ρευστά περιέχουν τις επαρκείς συγκεντρώσεις των απαραίτητων στοιχείων για την δημιουργία ενός κρυστάλλου σμαραγδιού και οι συνθήκες είναι κατάλληλες και ώριμες, ο κρύσταλλος αρχίζει να σχηματίζεται καθώς τα υδροθερμικά ρευστά αρχίζουν να ψύχονται στους χώρους απόθεσης. Το Chivor και Muzo είναι τα δύο κύρια σημεία εμφάνισης του σμαραγδιού στην Κολομβία. Το Chivor, βορειοανατολικά της Μπογκοτά, είναι σε μια πολύ τραχιά έκταση με πυκνή βλάστηση. Σ' αυτήν την περιοχή επικρατούν σχιστόλιθοι και ψαμμίτες. Τα σμαράγδια μπορεί να βρεθούν στις φλέβες που περιέχουν πυρίτη, χαλαζία και αλβίτη. Το Muzo είναι η πιο διάσημη περιοχή εξόρυξης της Κολομβίας. Βρίσκεται 60 μίλια βόρεια της Μπογκοτά. Το κλίμα



είναι θερμό και υγρό με συνεχείς βροχοπτώσεις. Το Muzo Cosquez και το Pena Blanca είναι τα κύρια ορυχεία και οι κρύσταλλοι βρίσκονται μέσα σε σχιστόλιθους.

Τα σμαράγδια αποτελούν το κυριότερο μέταλλευμα βηρυλλίου. Οι διαυγείς κρύσταλλοι αποτελούν σπουδαία πολύτιμα πετράδια. Είναι τουλάχιστον είκοσι φορές πιο σπάνιοι από τα διαμάντια και πολλές φορές έχουν μεγαλύτερη αξία από αυτά.

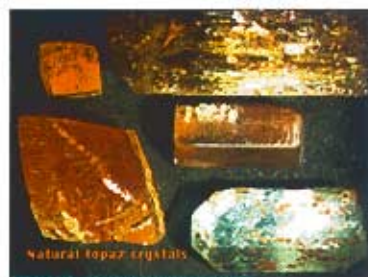
Λίγοι πολύτιμοι λίθοι υπάρχουν με το έντονο πράσινο χρώμα και την λαμπρότητα ενός σμαραγδιού. Κάποιοι χρωμιούχοι τουρμαλίνες έρχονται πιο κοντά στο σμαράγδι όσον αφορά το χρώμα και την λάμψη. Άλλοι πράσινοι λίθοι όπως περιδοίτες, πράσινο ζαφείρι, πράσινος σπινέλιος και πράσινο ζirkόνιο στερούνται την ένταση και το ζωηρό χρώμα του σμαραγδιού. Στο εργαστήριο ο διαχωρισμός είναι απλή διαδικασία και περιλαμβάνει την μέτρηση των οπτικών και φυσικών ιδιοτήτων. Η οπτική παρατήρηση είναι συχνά η μόνη απαραίτητη διαδικασία για τον καθορισμό ενός πράσινου λίθου λόγω του μοναδικού και ευδιάκριτου χρώματος του σμαραγδιού. Άλλα διαγνωστικά στοιχεία είναι οι εξαγωνικοί πρισματικοί κρύσταλλοι και η σκληρότητα. Τήκεται δύσκολα στους 5-5,5 κατά Kobell και είναι αδιάλυτο στα οξέα.

2.3 Τοπάζι



Το όνομα του προκύπτει πιθανώς από το νησί Topazion της Ερυθράς θάλασσας. Ανήκει στα πυριτικά ορυκτά με τύπο $\text{Al}_2(\text{F},\text{OH})_2\text{SiO}_4$ ο οποίος περιέχει 56,6% Al_2O_3 , 33,4% SiO_2 και 10% H_2O . Μεγάλο μέρος όμως του (OH) αντικαθίσταται από F που το μέγιστο του φτάνει τα 20,7%. Ανήκει στο ρομβικό σύστημα το οποίο απεικονίζεται στη πρισματική κρυσταλλική μορφή. Οι κρύσταλλοι είναι μακροπρισματικοί συνήθως και τελειώνουν με αμφιπυραμίδες. Οι έδρες των κατακόρυφων πρισμάτων έχουν ραβδώσεις. Συνήθως εμφανίζεται σε κρυστάλλους πλούσιους σε αριθμό εδρών, αλλά επίσης και σε συμπαγή συσσωματώματα, κοκκώδη χονδροκόκα ή λεπτόκοκα.

Στο παρελθόν όλοι οι κίτρινοι, χρυσοί, καστανοί και μερικές φορές πράσινοι πολύτιμοι λίθοι ονομάζονταν τοπάζι. Μπορεί ακόμη να είναι άχρωμο, λευκό, κίτρινο, κραιοκίτρινο, υπογάλαζο, υποπράσινο, ιώδες, κραιοκόκκινο. Το χρώμα μερικών τοπαζιών ξεθωριάζει με θέρμανση ή έκθεση στο φως. Το πιο κοινό χρώμα είναι κίτρινο με μια κοκκινωπή απόχρωση, ενώ το πολυτιμότερο χρώμα είναι ρόδινο σε κοκκινωποροζαλί. Αυτό το χρώμα δίνει στο τοπάζι το όνομα

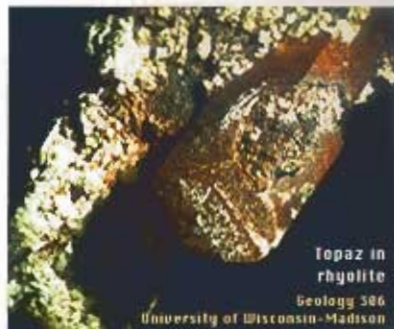


αυτοκρατορικό τοπάζι. Ένα κοκκινοκαφέ καλείται rootbeer topaz. Το φυσικό μπλε τοπάζι είναι αρκετά σπάνιο. Το χρώμα οφείλεται στα ιχνοστοιχεία Fe, Cr, Ti, V. Είναι ορυκτό υψηλής θερμοκρασίας στο οποίο επέρχεται αλλαγή χρώματος και με την επίδραση της θερμότητας. Κίτρινο τοπάζι όταν θερμανθεί στους 300-400°C γίνεται ανοικτό ροδόχρουν. Όταν θερμαίνεται ή τρίβεται φορτίζεται ηλεκτρικά.

Έχει σκληρότητα 8. Έχει τέλειο βασικό σχισμό κατά (001) και ένα κογχοειδή και ανώμαλο θραυσμό. Είναι διαφανές ως ημιδιαφανές με υαλώδη λάμψη και υψηλό ειδικό βάρος 3,4-3,6 το οποίο αυξάνει με το ποσοστό του F. Λευκή γραμμή σκόνης. Δείκτης διάθλασης $N_p: 1,606-1,629$, $N_m: 1,609-1,631$, $N_g: 1,616-1,638$. Είναι διπλοθλαστικό 0,009-0,011 με έναν ισχυρό και καθορισμένο πλεοχροϊσμό με διαφορετικές χροιές ανάλογα το χρώμα του λίθου, με εξαίρεση το μπλε τοπάζι στο οποίο είναι αδύναμος και ασαφής. Έχει χρυσή, κίτρινη, κρεμ, πράσινη φωταύγεια και αδύναμο φθορισμό.



Το τοπάζι βρίσκεται σε πηγματίτες, σε χαλαζιακές υδροθερμικές φλέβες υψηλής θερμοκρασίας και σε κοιλότητες γρανιτών και ρουλίθων. Σχηματίζεται από φθοριούχα αέρια που αποχωρίζονται κατά τα τελευταία στάδια της στερεοποίησης των όξινων πυριγενών πετρωμάτων. Συνδέεται με τουρμαλίνη, απατίτη, βήρυλλο, φθορίτη, βολφραμίτη, μολυβδαινίτη, μαρμαρυγίες και κασσιτερίτη. Βρίσκεται επίσης σε αλλουβιακές αποθέσεις. Τα εγκλείσματα είναι δακρυοδιαμορφωμένες κοιλότητες. Το τοπάζι εμφανίζεται σε όλα τα στάδια πήξης του όξινου μάγματος. Στους πηγματίτες κατά το βραδυλιθιούχο στάδιο το οποίο χαρακτηρίζεται από μεγάλη συγκέντρωση λιθίου, ρουβιδίου και κασίου όπως επίσης και φθορίου από τα αέρια του οποίου σχηματίζεται κατά την αποχώρησή τους. Ο σίδηρος λείπει σχεδόν εξ' ολοκλήρου σε αυτό το στάδιο. Η παρουσία του μαγγανίου έχει σαν αποτέλεσμα ένα ρόδινο ή ιώδες χρώμα. Εξαιρετικά μεγάλου μεγέθους διαυγείς κρύσταλλοι διαφόρων χρωμάτων βρέθηκαν στη Βραζιλία, Σιβηρία, Σρι Λάνκα, Μπουρλά, Ουράλια, ΗΠΑ. Συμπαγείς εμφανίσεις τοπαζιού βρέθηκαν με κασσιτερίτη και βολφραμίτη στην Αγγλία και τον Καναδά.



Σπουδαίο πολύτιμο πετράδι διακρίνεται από όμοια ορυκτά όπως ζαφείρι, χαλαζία και βήρυλλο από την μορφή των κρυστάλλων του και το ειδικό βάρος του. Είναι άτηκτο και αδιάλυτο στα οξέα, με χαρακτηριστικό σχισμό και σκληρότητα.

2.4 Ρουμπίνι-Ζαφείρι (Κορούνδιο)



Το ρουμπίνι και το ζαφείρι αποτελούν ποικιλίες του κορούνδιου. Ένα οξείδιο της αργίλου με χημικό τύπο Al_2O_3 . Τα συστατικά του κατανέμονται 52,9%Al, 47,1%O, με ίχνη Cr στα ρουμπίνια και Fe,Ti στα ζαφείρια. Το κορούνδιο ανήκει στο εξαγωνικό σύστημα κρυστάλλωσης. Έχει πινακοειδή μορφή κατά (0001) ή βραχυπρισματική κατά τον C άξονα και σπάνια ρομβοεδρική. Οι κρύσταλλοι καταλήγουν συχνά σε οξύληκτες

εξαγωνικές πυραμίδες, είναι τραχείς, αποστρογγυλεμένοι και βαρελοειδείς. Οι πρισματικές και πυραμιδικές έδρες εμφανίζονται με έντονες οριζόντιες ραβδώσεις. Βρίσκεται επίσης σε συμπαγή, κοκκώδη συσσωματώματα και αποστρογγυλεμένους κόκκους. Παρουσιάζει διδυμία κατά (0001) και (1011) και συχνά πολυδυμία.

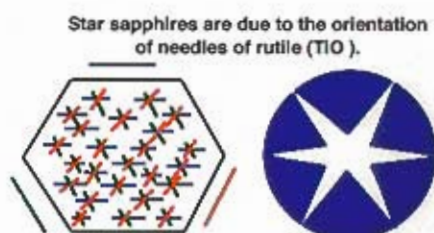
Το καθαρό κορούνδιο είναι λευκό αλλά μπορεί να βρίσκεται με διάφορα χρώματα. Μπορεί να είναι κόκκινο, μπλε, ροζ, πορτοκαλί, κίτρινο, πράσινο, πορφυρό και μαύρο. Το κόκκινο κορούνδιο είναι γνωστό ως ρουμπίνι, οποιοδήποτε άλλο χρώμα κορούνδιου καλείται ζαφείρι. Το χρώμα στο ρουμπίνι οφείλεται στα ιχνοστοιχεία Cr, Fe, ενώ στο ζαφείρι μπορεί να προκαλείται από τα ιχνοστοιχεία Fe, Ti, Cr, Mn, V. Κυρίως το χρώμο είναι υπεύθυνο για το κόκκινο χρώμα του ρουμπινιού. Το κόκκινο χρώμα εμφανίζεται όταν αντικαθίσταται περίπου το 1% του αργιλίου (Al^{+3}) από τα ιόντα χρωμίου (Cr^{+3}). Το κόκκινο χρώμα δημιουργείται από την απορρόφηση του φωτός από το χρώμο στα κίτρινοπράσινα και ιώδη σημεία του ορατού φάσματος του φωτός και την μετάδοση στα



κόκκινα και δευτερεύοντα μπλε τμήματα φασματικών χρωμάτων. Το χρώμο όμως είναι υπεύθυνο και για το πράσινο χρώμα στο σμαράγδι. Η απορρόφηση και η μετάδοση ορισμένων μηκών κύματος του φωτός εξαρτάται από την διαμόρφωση ηλεκτρονίων στο χρώμο αλλά και από την ενσωμάτωση ιόντων στην κρυσταλλική δομή. Στο σμαράγδι το χρώμο αντικαθιστά το αργίλιο αλλά τα οξείδια του βηρυλλίου και πυριτίου αλλάζουν την δομή του κρυστάλλου και έτσι τις συχνότητες του φωτός που απορροφάται.

Το κορούνδιο έχει σκληρότητα 9 και δεν παρουσιάζει σχισμό. Είναι εύθραστο με κογχοειδή, ανώμαλο θραυσμό. Είναι διαφανές και έχει μία αδαμαντώδη μέχρι υαλώδη λάμψη. Υψηλό ειδικό βάρος 3,9-4,1, παρουσιάζει διπλοθλαστικότητα 0,008 με δείκτη διάθλασης $N_g:1,760-1,770$,

N_o:1,768-1,778 με καθορισμένο έως ισχυρό πλεοχροϊσμό σε διάφορες αποχρώσεις ανάλογα με το χρώμα του κρυστάλλου. Έχει λευκή γραμμή σκόνης, 0,018 διασπορά και παρουσιάζει αποχωρισμό κατά (0001) και (1011). Παρουσιάζει αστερισμό και σπανιότερα κινούμενη ανταύγεια. Το ρουτίλιο σε βελονοειδή μορφή είναι ένα κοινό έγκλεισμα που δημιουργεί αστερισμό στον κρύσταλλο όταν προσανατολίζεται και κόβεται κατάλληλα. Το αργίλιο και το οξυγόνο του κορουνδίου μπορούν να δεσμεύσουν το τιτάνιο που αντικαθιστά το αργίλιο στην κρυσταλλική δομή. Με αργή ψύξη το τιτάνιο αντιδρά με το οξυγόνο παράγοντας κρυστάλλους ρουτιλίου. Η εξαγωνική κρυσταλλική δομή του κορουνδίου περιορίζει τους κρυστάλλους ρουτιλίου και τους προσανατολίζει σε τρεις κατευθύνσεις στις 60° και 120° το ένα από το άλλο. Εάν υπάρχουν αρκετοί κρύσταλλοι ρουτιλίου όταν ο κρύσταλλος είναι κομμένος με ομαλή κυρτή κορυφή στον C άξονα ο αστερισμός θα εμφανιστεί. Κορούνδιο με τιτάνιο μπορεί να επεξεργαστεί θερμικά με αργή ψύξη για να ενισχύσει τον αστερισμό ενώ με γρήγορη θέρμανση και ψύξη μειώνει την επίδραση αστερισμού και ενισχύει την διαφάνεια του κρυστάλλου.



Βρίσκεται σαν επουσιώδεις ορυκτό σε πυριγενή πετρώματα φτωχά σε διοξείδιο του πυριτίου (νεφελινικούς συηνίτες, συηνίτες), σε πηγματίτες, σε μεταμορφωμένους μη καθαρούς ασβεστόλιθους, σε μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και σε αργιλικούς σχιστόλιθους και βωξίτες μεταμορφωμένους εξ' επαφής. Συνήθως βρίσκεται μαζί με μαγνητίτη, αιματίτη, κυανίτη, κορδιερίτη, σιλλιμανίτη, τουρμαλίνη, μαρμαρυγίες, νεφελίνη, γρανάτες, αστρίους. Είναι συστατικό ορισμένων κερατιτών πολύ πλουσίων σε αργίλιο και σχετικά φτωχών σε πυρίτιο, ενώ είναι το κύριο συστατικό της σμύριδας που σχηματίζεται κατά την μεταμόρφωση βωξιτικών κοιτασμάτων. Βρίσκεται στους εκλογίτες (τύπου Α) και στους μεταπηλίτες όμως σπάνια εξορύσσεται από τις αρχικές αποθέσεις, ενώ συνήθως βρίσκεται σε δευτερογενείς αλλουβιακές αποθέσεις.



Τα προσχωματικά κοιτάσματα της Σρι Λάνκα, μιας περιοχής μεγαλύτερης από 2.000 τετρ. χλμ, αποτελούν σημαντική πηγή παραγωγής ρουμπινιών που παρουσιάζουν αστερισμό, ζαφειριών και άσπρων ζαφειριών. Τα περισσότερα από τα μεγάλα και εξαιρετικά ρουμπίνια προήλθαν από τα μεταμορφωμένα πετρώματα και σκαρν της περιοχής Mogok της Μπούρμα (400 τετρ.χλμ). Τα ρουμπίνια της περιοχής Mogok μεταφέρθηκαν από τα πρωτογενή πετρώματα σε προσχωματικά

κοιτάσματα. Σπανιότερα βρέθηκαν και ζαφείρια. Ζαφείρια με βαθύ μπλε χρώμα έχουν βρεθεί στο Matto Grosso της Βραζιλίας. Πρόσφατα σπουδαία παραγωγή ζαφειριών γίνεται στο Κουήνσλαντ και Νέα Ουαλία, στην Αυστραλία. Στις περιοχές αυτές τα ζαφείρια εντοπίζονται σε προσχωματικά κοιτάσματα τα οποία έχουν δημιουργηθεί από βασάλτες, έχουν ανοικτό μπλε χρώμα έως ανοικτό πράσινο, συχνά δε εμφανίζουν ζώνωση. Ευμεγέθεις και καθαροί κρύσταλλοι βρέθηκαν επίσης στο Κασμίρ της Β. Ινδίας, Ταϊλάνδη, Κίνα, Σιάμ, Μαδαγασκάρη, Τρανσβάαλ Ν.Αφρικής, Ρωσία. Εκτεταμένα κοιτάσματα κορουνδίου βρέθηκαν στη βόρεια και νότια Καρολίνα και Γεωργία των ΗΠΑ, Ουράλια Ρωσίας, Αφγανιστάν, Οντάριο Καναδά. Στην Ελλάδα βρέθηκε στην σμύριδα της Νάξου και της Σάμου, στην Γοργόνα της Ξάνθης καθώς και σε κρυστάλλους σε ασβεστόλιθους και σχιστόλιθους.

Χρησιμοποιείται σαν πολύτιμος λίθος, σαν λειαντικό μέσο και σαν πετράδια στους μηχανισμούς ρολογιών και άλλων επιστημονικών οργάνων. Το ζαφείρι ξεχωρίζει από όμοια ορυκτά όπως ο σπινέλιος, ο τουρμαλίνης, τοπάζι και κυανίτης από την μεγάλη του σκληρότητα, τις χαρακτηριστικές μορφές των εξαγωνικών πρισματικών και βαρελοειδών κρυστάλλων και από τις οριζόντιες ραβδώσεις. Είναι άτηκτο και αδιάλυτο.

2.5 Χρυσός



Ο χρυσός (Au) βρίσκεται στο εσωτερικό της γης με αναλογία 0,005γραμ.ανα τόνο. Η παρουσία του στην υδροθερμική φάση ορυκτογένεσεως θα μας οδηγούσε στο συμπέρασμα ότι είναι χαλκόφιλο στοιχείο. Το γεγονός όμως ότι βρίσκεται μέσα στους μετεωρίτες σε ποσότητα τριακόσιες φορές μεγαλύτερη από ότι στα πετρώματα του στερεού φλοιού της γης δείχνει ότι είναι σιδηρόφιλο στοιχείο. Ο αυτοφυής χρυσός κρυσταλλώνεται στην ολοεδρία του κυβικού συστήματος με σταθερά του πλέγματος $a=4,079 \text{ \AA}$. Οι κρύσταλλοι του είναι σπάνιοι και τις περισσότερες φορές μικροί και παραμορφωμένοι. Εμφανίζεται σε οκτάεδρα, ρομβικά δωδεκάεδρα, εξαέδρα ή τρις οκτάεδρα. Συνήθως εμφανίζεται με μορφή μικρών κόκκων ή βόλων καθώς επίσης και σε δενδριτικά, δικτυωτά, λεπιοειδή, τριχοειδή και σπογγώδη συσσωματώματα, ψήγματα ή σαν επιφλοίωση πάνω σε χαλαζία. Συνηθισμένη διδυμία κατά (111) συχνά επαναλαμβανόμενη (πολυδυμία).

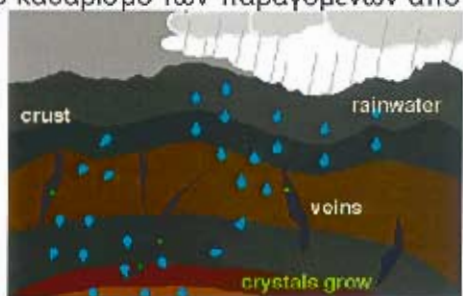
Έχει σκληρότητα 2,5-3, ειδικό βάρος 19,3 όταν είναι καθαρός. Η παρουσία άλλων μετάλλων κυρίως αργύρου και χαλκού μικραίνει το ειδ. βάρος, που φτάνει 15. Έχει μεταλλική λάμψη, είναι αδιαφανής εκτός από την περίπτωση πολύ λεπτών φύλλων από τα οποία διέρχεται το κυανό και πράσινο φως. Το χρώμα του, που είναι κίτρινο διαφόρων αποχρώσεων, εξαρτάται από την καθαρότητα του. Έτσι ο καθαρός χρυσός είναι χρυσοκίτρινος όταν περιέχει άργυρο, είναι

αργυροκίτρινος και πορτοκαλοκόκκινος όταν περιέχει χαλκό. Η γραμμή σκόνης είναι ίδια με το χρώμα, μεταλλίζει. Έχει οδοντωτό θραυσμό. Δεν παρουσιάζει σχισμό, διπλοθλαστικότητα, διασπορά και φωταύγεια. Είναι πάρα πολύ εύπλαστος, εύξεστος, ελατός και όλκιμος. Είναι δυνατόν να ελαθεί σε φύλλα διαφανή πάχους μέχρι 0,2μμ, ένα γραμμάριο δε χρυσού μπορεί να δώσει σύρμα μήκους μέχρι 2,5χλμ. Στο πλέγμα του ορυκτού χρυσού, ο χρυσός, μπορεί να αντικατασταθεί από άργυρο σχηματίζοντας έτσι μια πλήρης σειρά μεικτών κρυστάλλων που εκτείνεται μέχρι τον καθαρό άργυρο. Ο αυτοφυής χρυσός περιέχει συνήθως 10-15% άργυρο. Όταν το ποσοστό του αργύρου είναι 20% ή μεγαλύτερο τότε το ορυκτό ονομάζεται ήλεκτρο. Στο χρυσό μπορούν επίσης να περιέχονται μικρά ποσά χαλκού και σιδήρου καθώς και ίχνη Bi, Pb, Sn, Zn, Hg, Pd, Rh και μετάλλων του λευκοχρύσου. Στη φύση βρίσκονται και πολλές ενώσεις του χρυσού με τελλούριο από τις οποίες οι σπουδαιότερες είναι ο καλαβερίτης $AuTe_2$, συλβανίτης $(Au,Ag)Te_2$, κρεννερίτης $(Au,Ag)Te_2$, ετερόμορφο του συλβανίτη.



Όλος σχεδόν ο χρυσός που βρέθηκε στο στερεό φλοιό της γης είναι σε αυτοφυή κατάσταση. Σε μερικές περιοχές βρέθηκαν ενώσεις του με τελλούριο. Επίσης βρέθηκαν, πιο σπάνια, ενώσεις του με βισμούθιο, αντιμόνιο και σελήνιο. Τα κοιτάσματα του χρυσού είναι βασικά δύο τύπων: υδροθερμικών φλεβών και προσχλωσιγενών αποθέσεων.

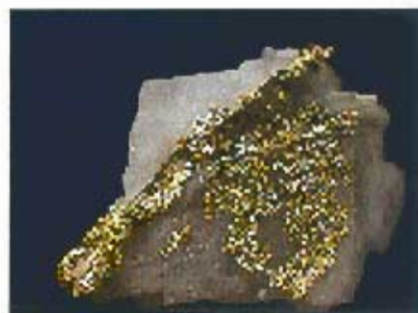
Ο χρυσός υδροθερμικής προελεύσεως απαντάται και σε βασικά γαββρικά και σε όξινα με γρανιτική σύσταση υλικά. Είναι εκμεταλλεύσιμα όταν έχουν περιεκτικότητα σε χρυσό 2γρ.ανα τόνο. Χρυσός υπάρχει μέσα στους υψηλής θερμοκρασίας σχηματισμούς κοιτασμάτων πεντλανδίτη $(Fe,Ni)_9S_8$, μαγνητοπυρίτη (FeS) που συνδέονται με γαββρικά μάγματα και παραλαμβάνεται σε μικρή ποσότητα κατά τον ηλεκτρολυτικό καθαρισμό των παραγομένων από αυτά νικελίου και χαλκού. Από οικονομικής πλευράς σημαντικές συγκεντρώσεις αυτοφυούς χρυσού υδροθερμικής γενέσεως καθώς και ενώσεις αυτού με τελλούριο βρίσκονται συνδεδεμένες με ηφαιστίτες πχ. σε ανδεσίτες, τραχείτες καθώς και πλουτωνίτες της κατηγορίας των διοριτών και γρανιτών. Από τις πιο συνηθισμένες εμφανίσεις αυτοφυούς χρυσού είναι εκείνες που βρίσκονται σε φλέβες χαλαζία με σιδηροπυρίτη και αρσеноπυρίτη. Οι χρυσοφόρες αυτές φλέβες που εμφανίζονται πολλές φορές σε εκτάσεις 1 έως 1,5χλμ. γύρω από τον γρανιτικό όγκο αποτέθηκαν υδροθερμικά από υπολειμματικά διαλύματα γρανιτικών μαγμάτων και αποτελούν τα πιο συνηθισμένα και πολύ



παραγωγικά κοιτάσματα χρυσού. Σε μερικές περιπτώσεις συγκεντρώσεις αυτού σε χρυσό φθάνουν τα 100γρ. ανά τόνο.

Σημαντικό μέρος του παραγόμενου χρυσού που ξεπερνά τα 20% είναι προσχωματικός που προέρχεται από δευτερογενή κοιτάσματα τα οποία σχηματίστηκαν με διάβρωση των πρωτογενών και με εμπλουτισμό κατά την μεταφορά. Στα κοιτάσματα αυτά η περιεκτικότητα σε χρυσό καθίσταται μεγαλύτερη στα βαθύτερα σημεία προς τον πυθμένα των προσχωσιγενών αποθεμάτων όπου συγκεντρώνονται κατά την μηχανική διαλογή τα ειδικώς βαρύτερα υλικά. Ο προσχωματικός χρυσός είναι συνήθως καθαρότερος από τον πρωτογενή γιατί κατά την αποσάθρωση και μεταφορά μέρος του αργύρου που συνυπάρχει μ' αυτόν απομακρύνεται εκπλυνόμενος. Το μέγεθος των κομματιών χρυσού που υπάρχει μέσα στις προσχώσεις ποικίλλει από πολύ λεπτομερή σε ψήγματα μόλις ορατά μέχρι και αρκετά μεγάλων βόλων των οποίων το βάρος ξεπερνάει σε μερικές περιπτώσεις το ένα κιλό. Δευτερογενή κοιτάσματα είναι εκμεταλλεύσιμα όταν έχουν περιεκτικότητα λίγων εκατοστών του γραμμαρίου κατά τόνο. Σαν πιο σπουδαία πηγή παραγωγής χρυσού στον κόσμο αναφέρονται τα συμπαγή χαλαζιακά κροκαλοπαγή σε μια περιοχή κοντά στο Γιοχάννεσμπουργκ του Τρανσβάαλ στη Ν. Αφρική. Τεράστια προσχωσιγενή κοιτάσματα βρίσκονται στη Σηβηρία και στις ανατολικές και δυτικές πλευρές των Ουραλίων. Ο Καναδάς (χαλαζιακές φλέβες στο Οντάριο) είναι η τρίτη χώρα παραγωγής χρυσού και ακολουθείται από τις ΗΠΑ, την Αυστραλία και τις Ινδίες. Στην Ελλάδα αναφέρονται σαν χρυσοφόρες περιοχές στην αρχαιότητα το Παγγαίο, το Λαύριο και ο Γαλλικός ποταμός. Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες εκμετάλλευσης της χρυσοφόρου άμμου του Γαλλικού ποταμού. Χρυσός βρέθηκε επίσης στη Νικήσιανη, στη Θάσο, στα Δολιανά και την Αλαγονία Πελοποννήσου.

Ο χρυσός εκτός από τις γνωστές του εφαρμογές στην κατασκευή κοσμημάτων, στις ηλεκτρικές και επιστημονικές συσκευές και στην οδοντοτεχνική, χρησιμοποιείται ευρύτατα και σαν μέσο αποθησαυρισμού με μορφή ράβδων χρυσού και νομισμάτων (λίρες), αποτελεί δε ρυθμιστή της νομισματικής αξίας του χαρτονομίσματος που κυκλοφορεί. Για να είναι πιο ανθεκτικός στη φθορά χρησιμοποιείται κράμα του με άργυρο και χαλκό και πιο σπάνια νικέλιο. Ο βαθμός καθαρότητας αυτού προσδιορίζεται πρόχειρα από την γραμμή που λαμβάνεται όταν συρθεί το χρυσό αντικείμενο πάνω σε λεία επιφάνεια από λυδία λίθο και συγκριθεί η γραμμή αυτή με την γραμμή που δίνουν δείγματα με γνωστή περιεκτικότητα. Η καθαρότητα του χρυσού στην περίπτωση των χρυσών ράβδων και λιρών εκφράζεται σαν μέρη ανά 1000. Τα χρυσά νομίσματα π.χ. στη Βρετανική κοινοπολιτεία αποτελούνται από 916,6 μέρη χρυσού και 83,4 μέρη χαλκού. Η καθαρότητα του χρυσού των κοσμημάτων εκφράζεται συνήθως



σε καράτια που είναι μέρη χρυσού ανά 24. Έτσι χρυσός 18 καρατίων αποτελείται από 18/24 χρυσού και 6/24 άλλων μετάλλων.

Το λαμπρό χρυσοκίτρινο χρώμα του, η μεταλλική του λάμψη, το μεγάλο ειδικό του βάρος και η εξαιρετική ευπλαστότητα, ελατότητα και ευξεστοτητά του αποτελούν χαρακτηριστικά διαγνωστικά του στοιχείου. Διακρίνεται από τον σιδηροπυρίτη και τον χαλκοπυρίτη από τις διαφορετικές γραμμές σκόνης. Χρυσά φυλλάκια αλλοιωμένου βιοτίτη (χρυσός της γάτας) μοιάζουν επίσης με λέπια χρυσού, ο βιοτίτης όμως μπορεί εύκολα να αποχωρισθεί με ένα μαχαιράκι. Τήκεται στους 1062°C (3 κατά Kobell), δεν προσβάλλεται από τα γνωστά οξέα, διαλύεται όμως στο βασιλικό νερό, στον υδράργυρο και στο κυανιούχο κάλιο. Τα δύο τελευταία σώματα χρησιμοποιούνται για την παραλαβή του χρυσού από φτωχά σε περιεκτικότητα μεταλλεύματα. Είναι εξόχως σφυρηλατήσιμο, ηλεκτρικά αγωγίμο και με μικρή μαγνητική ευαισθησία (διαμαγνητικό σώμα).

2.6 Λευκόχρυσος



Ο λευκόχρυσος (Pt) λέγεται αλλιώς και πλατίνα. Το όνομα το πήρε από την ισπανική λέξη plata που σημαίνει άργυρος επειδή μοιάζει πάρα πολύ με τον άργυρο. Ο αυτοφυής λευκόχρυσος περιέχει αρκετό σίδηρο και όταν το ποσοστό του σιδήρου είναι μεγάλο γίνεται μαγνητικός με πολικότητα. Περιέχει επίσης μικρότερα ποσά ιριδίου, ροδίου, παλλαδίου, οσμίου, χαλκού και νικελίου. Ο λευκόχρυσος συμμετέχει στη λιθόσφαιρα με αναλογία 0,005γρ.ανα τόνο, δηλαδή με την ίδια περίπου αναλογία που συμμετέχει και ο χρυσός.

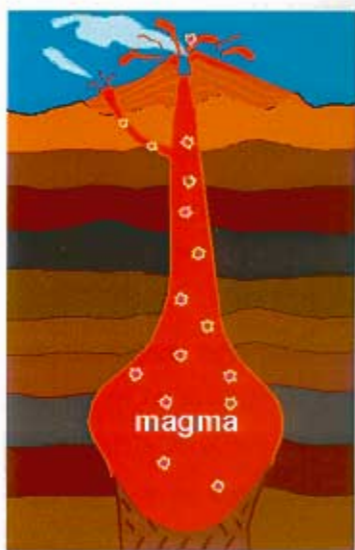
Ο αυτοφυής λευκόχρυσος κρυσταλλώνεται στην ολοεδρία του κυβικού συστήματος με σταθερά του πλέγματος $a=3,924 \text{ \AA}$ και περιεχόμενο της κυψελίδας $z=4$. Σπάνια βρίσκεται σε κυβικούς κρυστάλλους που τις πιο πολλές φορές είναι παραμορφωμένοι.

Συνήθως βρίσκεται σε μικρούς κόκκους και λέπια. Σε μερικά μέρη απαντά σε ακανόνιστες μάζες και βόλους μεγάλου μεγέθους. Έχει χρώμα ανοικτό χαλυβδόφαιο, λάμψη μεταλλική, σκληρότητα 4-4,5 και γραμμή σκόνης ίδια με το χρώμα του. Ο καθαρός λευκόχρυσος έχει ειδικό βάρος 21,45 ενώ το κράμα με άλλα μέταλλα 14-19. παρουσιάζει οδοντωτό θραυσμό και είναι



εύπλαστος, ελατός και όλκιμος. Από ένα γραμμάριο καθαρού λευκόχρυσου είναι δυνατόν να παρασκευαστεί σύρμα μήκους 5χλμ. Δεν παρουσιάζει διάθλαση, διασπορά, πλεοχροϊσμό και φωταύγεια.

Ο περισσότερος λευκόχρυσος εμφανίζεται σαν αυτοφυές μέταλλο σε υπερβασικά και βασικά πετρώματα, κυρίως δουνίτη, που συνδέονται με ολιβίνη, πυρόξενο, χρωμίτη και μαγνητίτη. Ο λευκόχρυσος στα πρωτογενή κοιτάσματα του μέσα στους δουνίτες βρίσκεται σε πολύ μικρή ποσότητα συνήθως 0,02 γρ. ανά τόνο, με τοπικές συγκεντρώσεις που φθάνουν το 1γρ.ανά τόνο. Οικονομική σημασία παρουσιάζουν τα δευτερογενή προσχωματικά κοιτάσματα, που προέρχονται από διάβρωση των πρωτογενών και εμπλουτίστηκαν ύστερα από μηχανική διαλογή σε λευκόχρυσο, κατά την μεταφορά των προϊόντων της διαβρώσεως. Σ' αυτά η περιεκτικότητα ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 2γρ.ανά τόνο. Σε παρόμοια δευτερογενή προσχωματικά κοιτάσματα



ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τους Ισπανούς στη Κολομβία το 1735 από τους οποίους ονομάστηκε πλατίνα. Το κοιτάσμα της Κολομβίας αποτέλεσε την μοναδική πηγή λευκόχρυσου μέχρι το 1783 οπότε ανακαλύφθηκαν τα πλούσια και με ανάλογη γένεση προσχωματικά κοιτάσματα του Nizhni-Tagilsk στα Ουράλια όρη. Η μέχρι το 1913 εξαγχθείσα ποσότητα λευκόχρυσου από τα κοιτάσματα αυτά κάλυψε το 93% της παγκόσμιας παραγωγής. Από το 1923 άρχισε η εκμετάλλευση του λευκόχρυσου από τα κοιτάσματα του νικελιούχου μαγνητοπυρίτη του Καναδά. Άξια λόγου είναι τα πρωτογενή κοιτάσματα του Τρανσβάαλ όπου απαντάται αυτοφυής λευκόχρυσος μέσα σε φλέβες δουνίτη που αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από χορτονόλιθο σε πολύ υψηλή συγκέντρωση 0,5-5γρ.ανά τόνο, που φτάνει όμως μερικές φορές τοπικώς και μέχρι 30γρ.ανά τόνο. Μικρή ποσότητα λευκόχρυσου παραλαμβάνεται και κατά την παραγωγή χαλκού από τα μεταλλεύματα της Κατάγκα του Κογκό. Η παγκόσμια ετήσια παραγωγή κυμαίνεται περίπου στους 20 τόνους. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής, κατά σειρά, είναι ο Καναδάς, η Ρωσία, η Ν. Αφρική και η Κολομβία.

Το αργυροκόκκινο χρώμα και η γραμμή σκόνης, το μεγάλο ειδικό βάρος, η σχετικά μεγάλη για στοιχείο-μέταλλο σκληρότητα, το πολύ υψηλό σημείο τήξης ($1755-1774^{\circ}\text{C}$), η αδιαλυτότητα, μόνο μέσα σε θερμό βασιλικό νερό διαλύεται, και η ευπλαστότητα είναι χαρακτηριστικά διαγνωστικά στοιχεία του λευκόχρυσου. Είναι ανθεκτικός στις χημικές προσβολές και οξειδώσεις. Είναι σφυρηλατήσιμος και ηλεκτρικά αγωγίμος. Μοιάζει με τον άργυρο στο χρώμα και την ευπλαστότητα.

Χρησιμοποιείται σαν καταλύτης στη χημική βιομηχανία και στην βιομηχανία πετρελαίων, στην κατασκευή χημικών οργάνων και ηλεκτρικών συσκευών, στα χειρουργικά όργανα, στην οδοντοτεχνική και στα κοσμήματα.

3. Αξιοποίηση Πολύτιμων Λίθων



Οι πολύτιμοι λίθοι από την εξόρυξη τους μέχρι να παρουσιαστούν σαν κοσμήματα περνούν από κάποιες διαδικασίες για να αναδειχθεί η ομορφιά τους. Αυτές είναι η αναβάθμιση και η επεξεργασία.

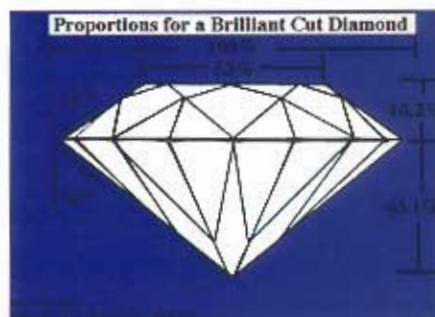
Αναβάθμιση είναι κάθε εργασία που βελτιώνει αισθητικά την εμφάνιση ενός λίθου χωρίς σημαντική αλλαγή στην χημική σύσταση ή στις φυσικές του ιδιότητες. Οι πολύτιμοι λίθοι

αναβαθμίζονται συχνά ώστε να ενισχυθεί το χρώμα τους ή να αλλάξει αυτό ή να εξαλειφθούν τυχόν ελαττώματα (ρωγμές, φτερά, πόροι).

Με την επεξεργασία ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένας όμορφος λίθος του οποίου το χρώμα, το σχήμα και οι οπτικές του ιδιότητες να προκαλούν την προσοχή. Οι βασικές τεχνικές της επεξεργασίας είναι το σχίσιμο, το χάραγμα, το τρύπημα, το κόψιμο και το σκάλισμα. Ο ιδανικός τρόπος είναι να δημιουργηθούν τόσες έδρες ώστε να εξωτερικευτεί το μέγιστο των οπτικών του ιδιοτήτων. Κάθε είδος επεξεργασίας - καμποσόν, κοπή με έδρες, στρογγυλό σχήμα-απαιτεί διαφορετικό είδος κρυστάλλου.

Όμως για να διατηρηθεί η εμφάνιση τους χρειάζονται και κάποια φροντίδα. Κάθε πολύτιμος λίθος θα πρέπει να χρησιμοποιείται, επεξεργάζεται, μεταφέρεται, τοποθετείται και να διαχειρίζεται με ειδικούς τρόπους που εξαρτώνται από τις φυσικές του ιδιότητες. Τέλος οι υψηλές τιμές, η δύσκολη πρόσβαση και ιδιαίτερα η έλλειψη υψηλής ποιότητας πολύτιμων λίθων οδήγησε στην δημιουργία λίθων απομίμησης.

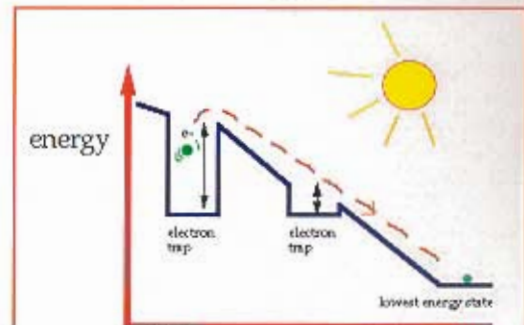
Διαμάντι. Αναβάθμιση με ακτινοβολία, συχνά συνδυαζόμενη με θέρμανση, επεξεργασία επιφάνειας για καλύτερη οπτική διάχυση. Κοπή με έδρες. Περίπου το 20% της παραγωγής των διαμαντιών είναι πολύτιμα. Η αγορά επεξεργασμένων διαμαντιών πρέπει να συνοδεύεται με πιστοποιητικό γνησιότητας (μερικά διαμάντια έχουν τον αριθμό της ταυτότητας τους γραμμένο με λείζερ στην κόψη τους). Επειδή τα διαμάντια είναι εύθραυστα χρειάζονται προστασία από απότομα κτυπήματα, απότομες αλλαγές θερμοκρασίας. Δεν υπάρχουν προβλήματα καθαρισμού εκτός εάν έχουν εγκλείσματα. Συνθετικά διαμάντια, ορεία κρύσταλλος, γκοσενίτης, κασσιτερίτης, κερουσίτης, ζαφείρι, τοπάζι, συνθετικά ζirkόνια, YAG, GGG, ορυκτό και φυσικό μέλυθο είναι μερικές απομιμήσεις.



Σμαράγδι. Αναβάθμιση με λάδι, πλήρωση ρωγμών με ρητίνη, εποξικό υλικό, χρώση. Τα πολύτιμα σμαράγδια επεξεργάζονται σε σχήμα<<σμαραγδιού>> και μπριγιάν, ενώ τα κατώτερης ποιότητας χρησιμοποιούνται για καμποσόν, χάνδρες σφαιρικού σχήματος και άλλα αντικείμενα. Το σμαράγδι τοποθετείται κυρίως στο κέντρο ενός χρυσού κοσμήματος και περιβάλλεται από διαμάντια. Πολύ εύθραυστος λίθος και πρέπει να προστατεύεται από απότομα κτυπήματα, θέρμανση και πίεση. Καθαρίζεται μόνο με σαπούνι και νερό ενώ δεν πρέπει να γίνεται καθαρισμός με υπέρηχο ή ατμό. Σταθερό σε κοινά οξέα, χάνει το χρώμα του σε θερμοκρασίες πάνω από 700°C. Οι αναβαθμισμένοι με λάδι λίθοι μπορεί να ξεθωριάζουν επίσης. Συνθετικό σμαράγδι (chatam, linde, Gilson), πράσινο σπινέλιος, γυαλί κολλημένο με έγχρωμη συγκολλητική ουσία.



Τοπάζι. Αναβάθμιση με ακτινοβολία, θέρμανση, κοπή με έδρες, καμποσόν, γλυπτική. Λόγω του τέλειου σχισμού, το τοπάζι πρέπει να προστατεύεται από απότομα κτυπήματα και απότομη αλλαγή θερμοκρασίας. Το χρώμα του μπορεί να ξεθωριάζει όταν εκτεθεί στο φως του ήλιου. Ακόμη και αναβαθμισμένοι λίθοι είναι δυνατόν να ξεθωριάζουν στο φως του ήλιου με την πάροδο του χρόνου, ενώ μερικοί λίθοι μπορεί να είναι ελαφρώς ραδιενεργοί. Δεν υπάρχουν προβλήματα με τον καθαρισμό εκτός εάν οι κρύσταλλοι έχουν εγκλείσματα. Το συνθετικό κορούνδιο, γυαλί και χαλαζίας παρουσιάζονται ως απομιμήσεις.



Ρουμπίνι. Αναβάθμιση με θέρμανση, ακτινοβολία, επεξεργασία επιφάνειας για καλύτερη οπτική διάχυση. Κοπή με έδρες, καμποσόν, γλυπτική. Πρέπει να προστατεύεται από υψηλές θερμοκρασίες που μπορεί να του αλλάξουν το χρώμα. Δεν υπάρχουν προβλήματα καθαρισμού εκτός εάν ο κρύσταλλος έχει εγκλείσματα. Σπινέλιος, συνθετικό κορούνδιο, γυαλί, γρανάτης, τουρμαλίνη.

Ζαφείρι. Αναβάθμιση με θέρμανση, ακτινοβολία, χρωματισμός με διάχυση. Κοπή με έδρες, καμποσόν, γλυπτική. Προστασία από υπερβολική θερμοκρασία που διαφορετικά μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια του χρώματος. Δεν υπάρχουν προβλήματα με τον καθαρισμό του λίθου εκτός εάν έχει εγκλείσματα. Συνθετικό κορούνδιο, διπλής δομής, γυαλί.

Χρυσός. Αλλάζει ιδιότητες με προσθήκη άλλων στοιχείων. Ο ορείχαλκος σαν λίθος απομίμησης. Ο χρυσός πρέπει να προστατεύεται από απόξεση. Καθαρίζεται με κατάλληλα υγρά καθαρισμού

τα οποία χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό κοσμημάτων. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή κοσμημάτων, διακοσμητικών αντικειμένων και επιχρύσωση. Στην κατασκευή κοσμημάτων χρησιμοποιείται κυρίως χρυσός 585/1000 (14 καράτια), σπανιότερα 375/1000 (9 καράτια) και μερικές φορές 750/1000 (18 καράτια).

Λευκόχρυσος. Αλλάζει ιδιότητες με την προσθήκη άλλων μετάλλων. Χρησιμοποιείται στην βιομηχανία κατασκευής κοσμημάτων σε καθαρότητα 950/1000 με προσθήκη Pd, Os, Ir. Χρειάζεται προστασία από απόξεση. Καθαρίζεται με ειδικά υγρά καθαρισμού κοσμημάτων. Απομίμηση από άλλα μέταλλα.

Το καράτι ως μονάδα μετρήσεως του βάρους πολύτιμων λίθων ισούται προς 200mg.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ηλ. Σ. Σαπουντζή (1991-92), <<Στοιχεία ορυκτολογίας>>, Θεσσαλονίκη

Ηλ. Σ. Σαπουντζή (1985), <<Ορυκτοδιαγνωστική>>, Θεσσαλονίκη

Κλ.Μ. Μιχαηλίδη, Μ. Κ. Βαβελίδη, Αν.Α. Φιλιππίδη (1991), <<Σημειώσεις κοιτασματολογίας Ι>>, Θεσσαλονίκη

Γ. Ε. Ελευθεριάδη, <<Σημειώσεις πετρολογίας πυριγενών πετρωμάτων>>

Σ. Θ. Δημητριάδη, <<Εισαγωγή στην πετρολογία των μεταμορφωμένων πετρωμάτων>>, Θεσσαλονίκη

Α. Κασώλη-Φουρναράκη, <<Σημειώσεις πολύτιμων λίθων>>

Πηγές από το διαδίκτυο:

<http://socrates.berkeley.edu/~eps2/wisc/>

<http://www.emporia.edu/earthsci/amber/go340/syllabus.htm>

<http://mineral.galleries.com/minerals/elements/>

http://www.semiprecius.com/physical_chemical_properties.htm

<http://www.gemdepot.com/mall/properties.htm>