

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ Ι

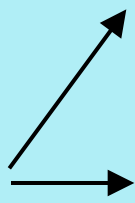
2^η ΔΙΑΛΕΞΗ

21/10/20

ΧΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ Ι



**ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ
(MINERALOGY)**



**Εισαγωγή στην Ορυκτολογία
(ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ I)**

**Κρυσταλλοχημεία Συστ. των Ορυκτών
(ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ II)**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ Ι

1. Χημεία των Ορυκτών
2. Γεωμετρικές Σχέσεις των συστατικών στοιχείων των Ορυκτών
3. Δομική Συγκρότηση
4. Οπτική Συμπεριφορά
5. Κρυσταλλοφυσικές Ιδιότητες
6. Κρυσταλλοχημικές Ιδιότητες
7. Φυσικοχημικές και Γεωχημικές συνθήκες γέννησης Ορυκτών

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ

Μπορούμε να πούμε ότι Ορυκτό είναι ένα :

- ❖ φυσικό
- ❖ ομογενές
- ❖ ανόργανο στερεό
- ❖ με χαρακτηριστική κρυσταλλική δομή και
- ❖ καθορισμένη χημική σύσταση

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)

Φυσικό

- Μια χημική ένωση για να είναι ορυκτό πρέπει να έχει σχηματιστεί στη φύση και να είναι αρκετά σταθερή ώστε να μελετηθεί στο εργαστήριο
- Μπορούμε να συνθέσουμε πολλές χημικές ενώσεις στο εργαστήριο που όμως δεν είναι ορυκτά παρότι μπορεί να έχουν την ίδια ατομική δομή και χημική σύσταση με ορυκτά

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)

Ομογενές

- Τα ορυκτά είναι χημικά και φυσικά ομογενή σε ατομική κλίμακα

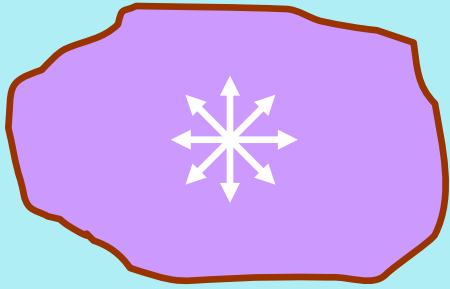
ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)

Τα πετρώματα (rocks) είναι φυσικά μίγματα ορυκτών σε διάφορες αναλογίες.

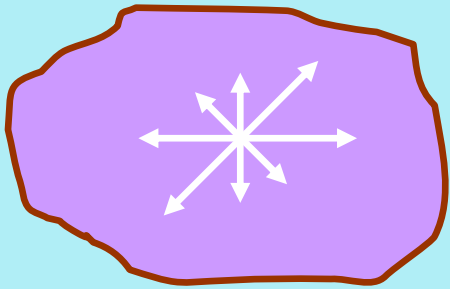


Γρανίτης

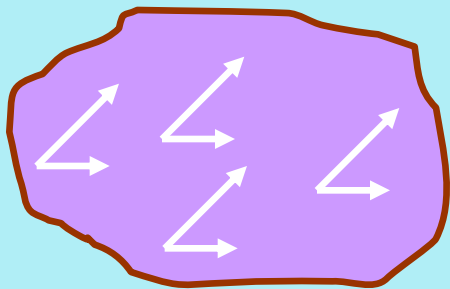
ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)



Σώμα ισότροπο



Σώμα ανισότροπο



Σώμα φυσικά ομογενές

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)

Στερεό

✓ Ο όρος στερεό που υπάρχει στον ορισμό του ορυκτού αποκλείει τα υγρά και τα αέρια.

Όμως

Ο πάγος μπορεί να θεωρηθεί σαν ορυκτό και μάλιστα πολύ κοινό στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη.

Πολλοί ορυκτολόγοι δεν συμφωνούν με αυτόν τον όρο και συμπεριλαμβάνουν στα ορυκτά τον αυτοφυή Hg ο οποίος είναι υγρό.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)

Ανόργανο

- ❖ Τα ορυκτά είναι φυσικά σώματα που σχηματίζονται με ανόργανες διεργασίες
- ❖ Το ορυκτό πρέπει να έχει τουλάχιστον μία εμφάνιση όπου δημιουργείται με ανόργανες διεργασίες
- ❖ Ο αραγωνίτης μπορεί να σχηματιστεί από οργανισμούς για να σχηματίσει τις αχιβάδες, εμφανίζεται όμως σε μαγματικά και μεταμορφωμένα περιβάλλοντα.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)

Καθορισμένη, αλλά όχι σταθερή, χημική σύσταση

- ❖ Τα ορυκτά έχουν χημικούς τύπους που προσδιορίζονται από τις ατομικές δομές
- ❖ Η συμμετρία απαιτεί τα άτομα να υπάρχουν σε απλές, ειδικές, ακέραιες αναλογίες
- ❖ Αλλά για ένα δεδομένο ορυκτό, είναι δυνατές αντικαταστάσεις παρόμοιων στοιχείων.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΥΚΤΟΥ (συν...)

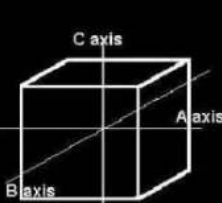
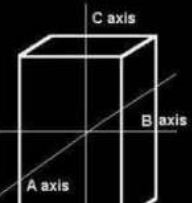
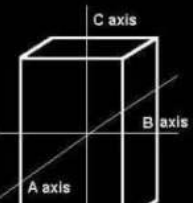
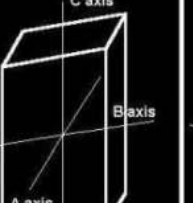
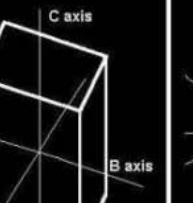
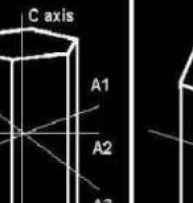
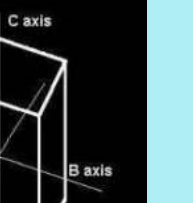






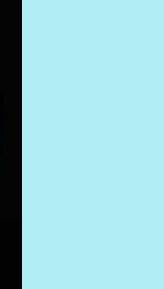
Χαρακτηριστική κρυσταλλική δομή

Τα ορυκτά είναι κρύσταλλοι

- ❖ Οι κρύσταλλοι είναι περιοδική παράταξη των ατόμων-ταξινομημένη ατομική διευθέτηση
- ❖ Υπάρχουν και εξαιρέσεις όπως οι ύελοι π.χ. ο λεσσατελιερίτης που είναι άμορφα ορυκτά ή ο οπάλιος

Παραδείγματα κρυσταλλικών μορφών

Crystal Systems

Isometric	Tetragonal	Orthorhombic	Monoclinic	Triclinic	Hexagonal	Trigonal
						
						
Fluorite	Wulfenite	Tanzanite	Azurite	Amazonite	Emerald	Rhodochrosite

Αυτά είναι ορυκτά

- Χρυσός, άργυρος, διαμάντι, γραφίτης
- Σιδηροπυρίτης, μαρκασίτης, σφαλερίτης
- Αλάτι (αλίτης), φθορίτης, ασβεστίτης, απατίτης
- Ολιβίνης, γρανάτης, ζιρκόνιο
- Πυρόξενος, αμφίβολος, μαρμαρυγίας (mica)
- Χαλαζίας (quartz), άστριος (feldspar), ζεόλιθος

Αυτά ΔΕΝ είναι ορυκτά

- ❖ Γρανίτης, βασάλτης, ασβεστόλιθος (πετρώματα)
- ❖ Ξύλο, κάρβουνο (οργανικά, μη κρυσταλλικά)

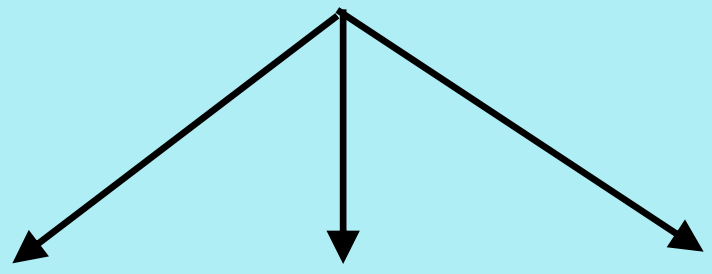
ΜΙΑ ΜΑΤΙΑ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ

- ❖ Η επεξεργασία των ορυκτών και ο εμπλουτισμός τους πρωτοεμφανίζεται το 2900 π.Χ. (κυρίως χρυσός, άργυρος και ορείχαλκος (κράμα χαλκού-κασσίτερου))
- ❖ Οι αλχημιστές ανέπτυξαν τεχνικές για την απομάκρυνση χημικών στοιχείων από τα ορυκτά και μελέτησαν τις ιδιότητες των ορυκτών (~1500 π.Χ.) με την ελπίδα να μετατρέψουν άλλα μέταλλα σε χρυσό.
- ❖ Οι Έλληνες (Αριστοτέλης, Θεόφραστος κ.ά.) “μελέτησαν” την φύση της ύλης και εξέφρασαν την θεωρία των ΑΤΟΜΩΝ (του μικρότερου, αδιαίρετου και ανεξάρτητου σωματιδίου από το οποίο αποτελείται η ύλη) 400-300 π.Χ.

ΜΙΑ ΜΑΤΙΑ ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ (συν...)

- ❖ Κατόπιν υπήρξε ένα μεγάλο χρονικό χάσμα ...
 - Οι φιλόσοφοι και οι θεωρητικοί παραμερίστηκαν από τους πρακτικούς
 - Ο συνδυασμός θεωρίας και πράξης οριοθετεί την αρχή της Βιομηχανικής επανάστασης
- ❖ Η μεγάλη πρόοδος της χημείας και της ορυκτολογίας θα έρθει το 19^ο μ.Χ. αιώνα.

ΥΛΗ



Στερεά

Άκαμπτο, διατηρεί το σχήμα του εκτός και αν διαταραχθεί από μια δύναμη (π.χ. ορυκτά, πετρώματα σίδηρος, ξύλο).

Υγρά

Ρέει εύκολα και αποκτά το σχήμα του χώρου που το περιέχει έχει καλά διαμορφωμένη ανώτερη επιφάνεια και μεγαλύτερη πυκνότητα από τα αέρια (π.χ. νερό, λάβα, κρασί)

Αέρια

Ρέει εύκολα και επεκτείνεται ώστε να καλύψει όλο το χώρο που το περιέχει, απουσία καλά διαμορφωμένης ανώτερης επιφάνειας, συμπιέζεται (π.χ. αέρας, ήλιο, άζωτο, εξατμισμένο νερό)

ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΑΤΟΜΑ

❖ Τα χημικά στοιχεία είναι απλές μη συνδεδεμένες χημικές ουσίες από τις οποίες αποτελούνται όλες οι ενώσεις και δεν έχουν ηλεκτρικό φορτίο.

❖ Τα άτομα αποτελούνται από :

➤ **Πρωτόνια** : Σωματίδια του πυρήνα του ατόμου με θετικό φορτίο

➤ **Νετρόνια** : Σωματίδια του πυρήνα του ατόμου χωρίς φορτίο

➤ **Ηλεκτρόνια** : Σωματίδια με πολύ μικρή μάζα, με αρνητικό φορτίο, που περιστρέφονται σε τροχιά γύρω από τον πυρήνα σε συγκεκριμένη υποστοιβάδα (τροχιακά) σε όλες τις δυνατές κυκλικές και ελλειπτικές τροχιές

➤ Το μοντέλο του Niels Bohr : Ηλιακού τύπου ατομικό μοντέλο με τα ηλεκτρόνια να περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα (1905), σήμερα είναι τροποποιημένο

Η δομή ενός ατόμου

Ο πυκνός πυρήνας αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια που περιβάλλονται από ένα σύννεφο από ηλεκτρόνια σε τροχιά

Ο ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- ❖ Γύρω στο 1870 παρατηρήθηκε ότι αν τα στοιχεία τοποθετηθούν με αυξανόμενη σειρά ατομικού βάρους «δημιουργείται» μια περιοδική επανάληψη χημικών ιδιοτήτων
- ❖ Αυτό οδήγησε στην τοποθέτηση των χημικών στοιχείων σε σειρές και στήλες
- ❖ Και τελικά στον σύγχρονο **Περιοδικό Πίνακα**
- ❖ Η ακολουθία των αριθμών είναι **ατομικοί αριθμοί = αριθμός πρωτονίων = αριθμός ηλεκτρονίων**

ΟΙ ΟΜΑΔΕΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΧΟΥΝ ΟΝΟΜΑΤΑ

Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων

Legend for Hydrogen (H):

- Atomic Number: 1
- Symbol: H
- Name: Hydrogen
- Atomic Weight: 1.008
- Electrons per shell: 1

State of matter (color of name): GAS (red), LIQUID (orange), SOLID (blue), UNKNOWN (green)

Subcategory in the metal-metalloid-nonmetal trend (color of background):

- Alkali metals (red)
- Alkaline earth metals (orange)
- Transition metals (blue)
- Lanthanides (light blue)
- Actinides (green)
- Post-transition metals (purple)
- Metalloids (yellow)
- Reactive nonmetals (light green)
- Noble gases (pink)
- Unknown chemical properties (grey)

1 IA H Hydrogen 1.008																	2 VIIIA He Helium 4.003																		
3 IIA Li Lithium 6.941	Be Beryllium 9.012											5 IIIA B Boron 10.811	6 IVA C Carbon 12.011	7 VA N Nitrogen 14.007	8 VIA O Oxygen 15.999	9 VIIA F Fluorine 18.998	10 VIIIA Ne Neon 20.180																		
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	13 IIIB Al Aluminum 26.982	14 IVB Si Silicon 28.086	15 VB P Phosphorus 30.974	16 VIB S Sulfur 32.06	17 VIIB Cl Chlorine 35.45	18 VIIIB Ar Argon 39.948	19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798										
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98	44 Ru Ruthenium 98.906	45 Rh Rhodium 101.07	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.29	55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.33	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium 209	85 At Astatine 210	86 Rn Radon 222
87 Fr Francium 223	88 Ra Radium 226	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium 261	105 Db Dubnium 262	106 Sg Seaborgium 266	107 Bh Bohrium 264	108 Hs Hassium 277	109 Mt Meitnerium 268	110 Ds Darmstadtium 271	111 Rg Roentgenium 272	112 Cn Copernicium 285	113 Nh Nihonium 284	114 Fl Flerovium 289	115 Mc Moscovium 288	116 Lv Livermorium 293	117 Ts Tennessine 289	118 Og Oganesson 294																		
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 145	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.255	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu Lutetium 174.967	89 Ac Actinium 227	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237	94 Pu Plutonium 244	95 Am Americium 243	96 Cm Curium 247	97 Bk Berkelium 247	98 Cf Californium 251	99 Es Einsteinium 252	100 Fm Fermium 257	101 Md Mendelevium 258	102 No Nobelium 259	103 Lr Lawrencium 260						

<https://www.sciencenewsforstudents.org/article/scientists-say-periodic-table>

ΙΣΟΤΟΠΑ

Ισότοπα του άνθρακα. Ένα άτομο άνθρακα έχει ατομικό αριθμό 6 και μαζικό αριθμό 12, 13, ή 14 ανάλογα με τον αριθμό των νετρονίων του πυρήνα

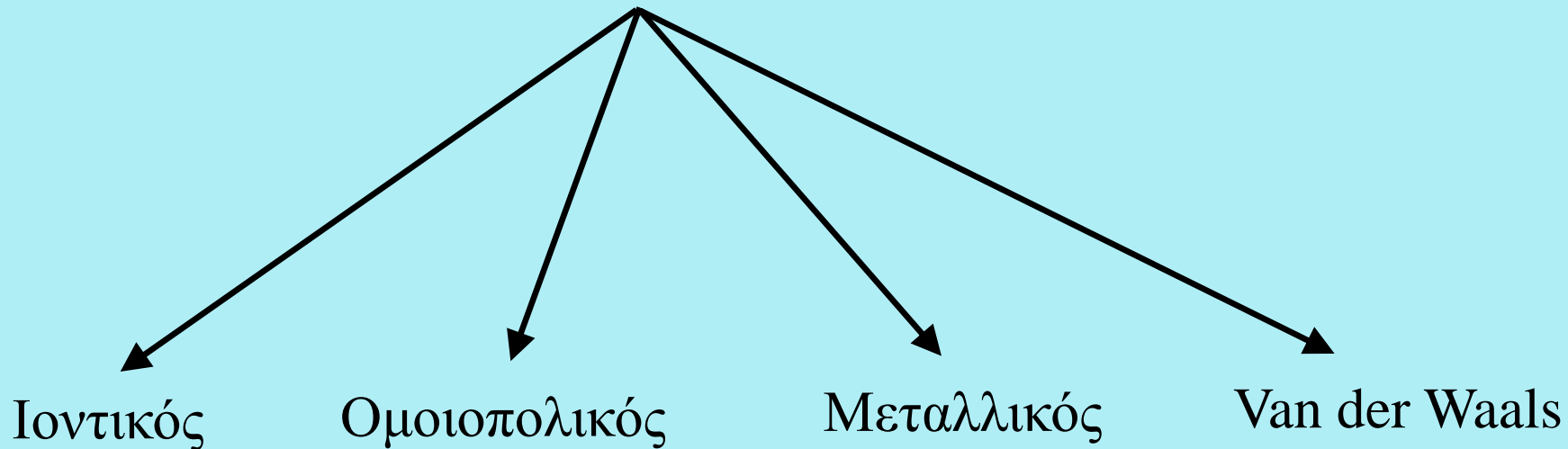
ΧΗΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

- ❖ Τα ευγενή αέρια είναι ιδιαίτερα σταθερά γιατί έχουν πλήρεις εξωτερικές ηλεκτρονιακές στοιβάδες
- ❖ Άλλα στοιχεία “προσπαθούν” να πληρώσουν τις εξωτερικές τους στοιβάδες “κλέβοντας” ή με το να μοιράζονται ηλεκτρόνια με άλλα στοιχεία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία **χημικού δεσμού**.
 - Όταν ένα άτομο προσλάβει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια μετατρέπεται σε ένα αρνητικά φορτισμένο ιόν (**ανιόν**)
 - Όταν ένα άτομο χάσει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια μετατρέπεται σε ένα θετικά φορτισμένο ιόν (**κατιόν**)

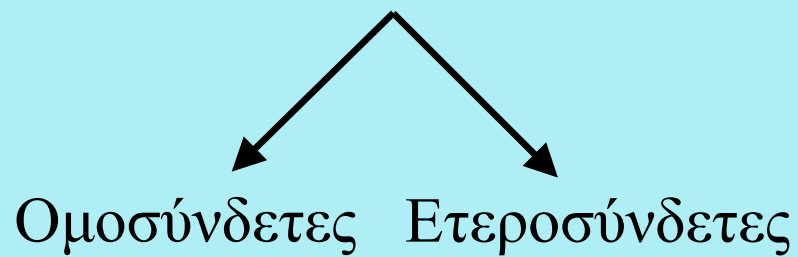
ΧΗΜΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ

- ❖ Κατιόντα έλκουν ανιόντα σχηματίζοντας **ιοντικούς δεσμούς**
- ❖ Όταν τα ηλεκτρόνια μοιράζονται σχηματίζεται **ομοιοπολικός δεσμός**
- ❖ Ο **μεταλλικός δεσμός** προκύπτει όταν ασθενώς συνδεδεμένα ηλεκτρόνια εξωτερικών στοιβάδων μετακινούνται ελεύθερα στη δομή (μοιράζονται μεταξύ περισσότερων των δύο ατόμων).

ΧΗΜΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ



ΕΝΩΣΕΙΣ



ΙΟΝΤΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

- ❖ Εμφανίζεται μεταξύ ατόμων μακρινών στον Περιοδικό Πίνακα
- ❖ Είναι ασθενέστερος από τον ομοιοπολικό αλλά ισχυρότερος από τον μεταλλικό δεσμό
- ❖ Σχηματίζει ορυκτά ευδιάλυτα στο νερό (H_2O), ένα πολικό διαλύτη
- ❖ Δεν είναι “κατευθυντικοί”. Τα κατιόντα και τα ανιόντα λειτουργούν σαν φορτισμένες σφαίρες που στοιβάζονται η μια δίπλα στην άλλη σε ορυκτολογικές δομές

ΙΟΝΤΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

❖ Ορυκτά με ιοντική σύνδεση είναι συνήθως άχρωμα, μηχανικώς ισχυρά, έχουν υψηλό σημείο τήξης, υψηλό συντελεστή θερμικής διαστολής και είναι αγωγοί του ηλεκτρισμού εάν βρίσκονται κοντά στο σημείο τήξεώς τους

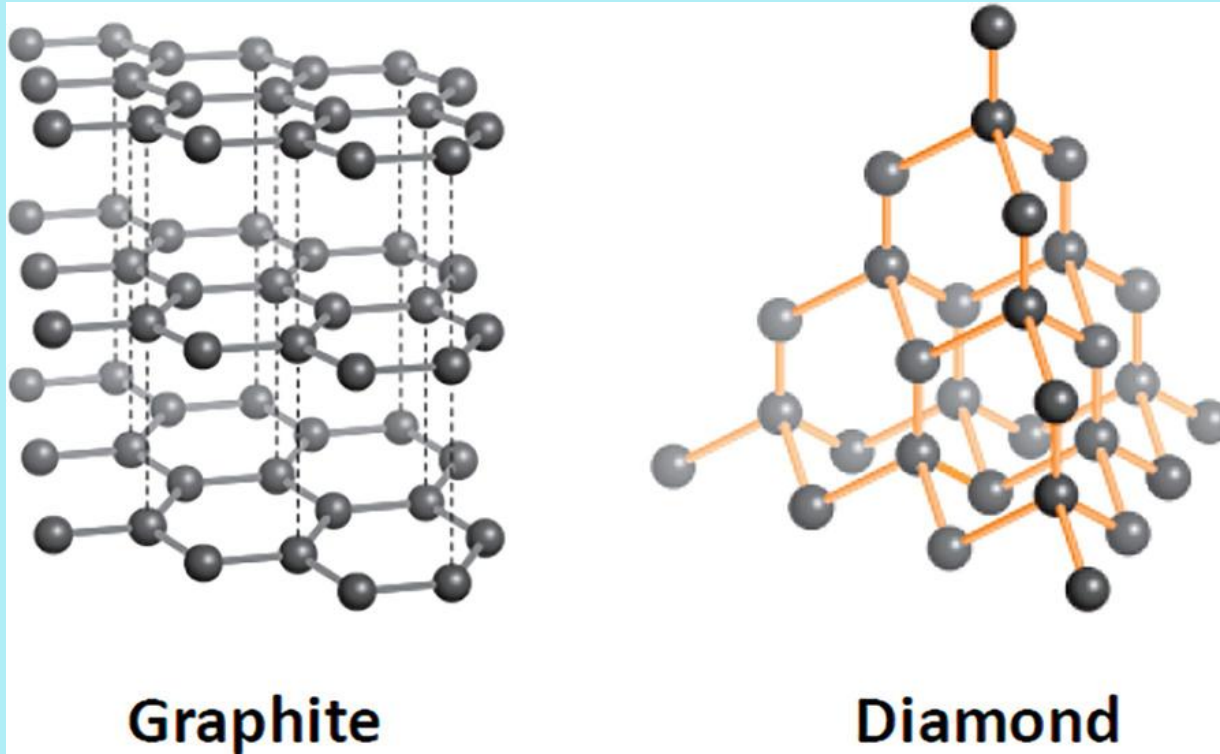
ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

- ❖ Σχηματίζεται μεταξύ ίδιων ατόμων ή κοντινών στον Περιοδικό Πίνακα
- ❖ Είναι ο ισχυρότερος δεσμός
 - έτσι τα σκληρότερα ορυκτά εμφανίζουν ομοιοπολικούς δεσμούς
 - και έχουν τις υψηλότερες θερμοκρασίες τήξης
- ❖ Είναι "κατευθυντικοί". Οι γωνίες μεταξύ των δεσμών καθορίζονται από τον προσανατολισμό των ηλεκτρονικών τροχιακών που μοιράζονται μεταξύ δύο ατόμων

ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

Ομοιοπολικοί δεσμοί στο γραφίτη, τα άτομα του C συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν φύλλα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς Van der Waals.

Ομοιοπολικός δεσμός ο οποίος σχηματίζεται από άτομα που μοιράζονται ηλεκτρόνια στο διαμάντι



ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

- ❖ Είναι κοινός σε ορυκτά που αποτελούνται από μέταλλα όπως Cu, Fe, Au, Zn...
- ❖ Είναι ασθενέστερος από τον ομοιοπολικό και τον ιοντικό δεσμό.
 - σαν αποτέλεσμα τα μεταλλικά ορυκτά είναι σχετικά μαλακά
- ❖ Επειδή τα ηλεκτρόνια κινούνται ελεύθερα στη δομή τους τα μεταλλικά ορυκτά είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού

.....ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

- ✓ Καλοί αγωγοί της θερμότητας
- ✓ Καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού
- ✓ Αδιαφανή
- ✓ Μεγάλη περιοχή υγρής φάσης
- ✓ Ποικιλία σκληρότητας και αντοχής

ΔΕΣΜΟΣ VAN DER WAALS

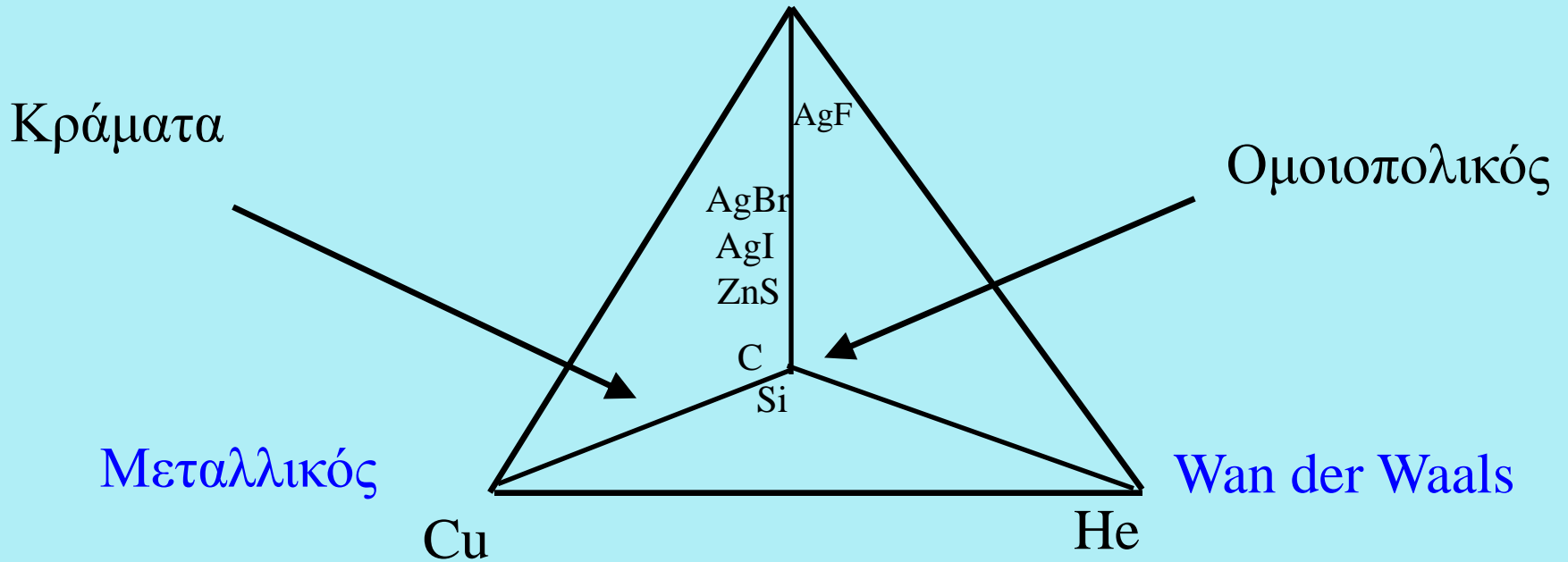
- Ο πιο ασθενής δεσμός
- Συνήθως μεταξύ ουδέτερων μορίων (ακόμα και μεγάλων όπως ο γραφίτης)
- Ακολουθεί ομοιοπολικό δεσμό
- Ο ασθενής χαρακτήρας του δεσμού αποτυπώνεται στο σχισμό του γραφίτη

ΟΜΟΣΥΝΔΕΤΕΣ – ΕΤΕΡΟΣΥΝΔΕΤΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

- ✓ Ομοσύνδετες ενώσεις ονομάζονται εκείνες που τα άτομα τους συνδέονται με ένα μόνο τύπο δεσμού
- ✓ Ετεροσύνδετες είναι οι ενώσεις των οποίων τα άτομα βρίσκονται ενωμένα με περισσότερους από ενός τύπου δεσμούς

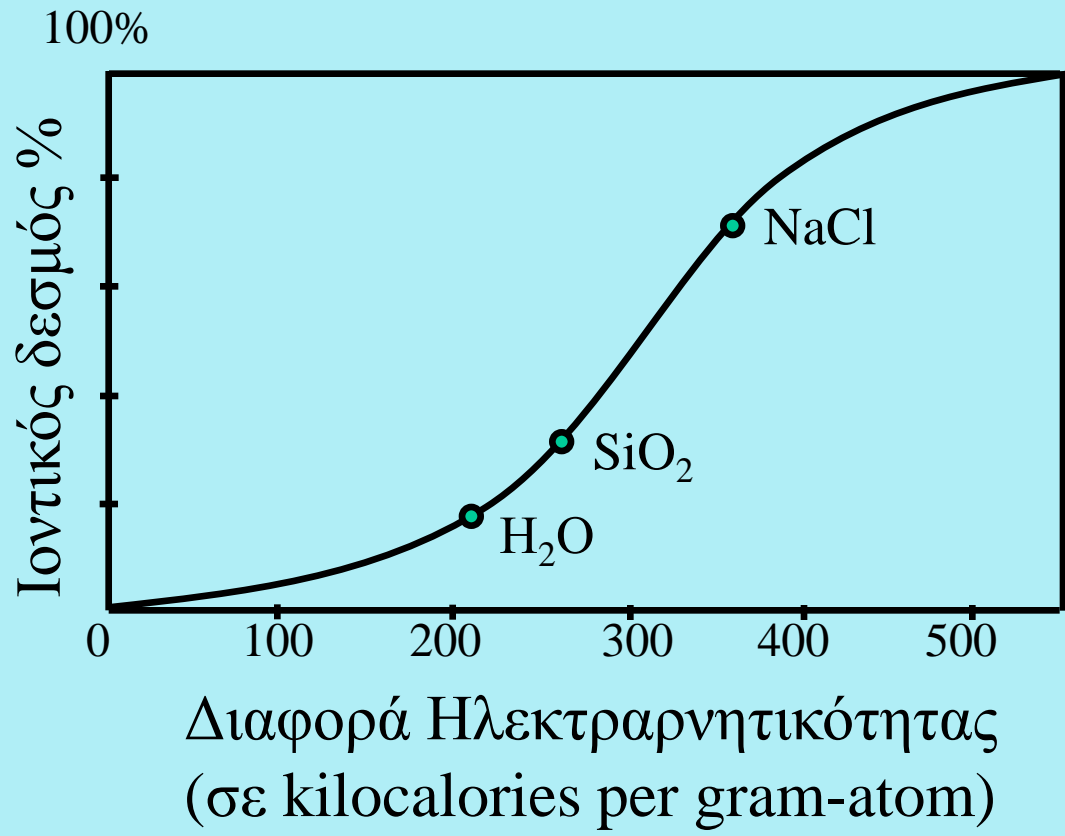
ΟΜΟΣΥΝΔΕΤΕΣ – ΕΤΕΡΟΣΥΝΔΕΤΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

NaF Ιοντικός



Ηλεκτραρνητικότητα

- ✓ Ηλεκτραρνητικότητα θεωρείται η ισχύς ενός ατόμου σε μία ένωση να προσελκύει ηλεκτρόνια προς τον εαυτό του
- ✓ Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των στοιχείων σε μία ένωση, τόσο περισσότερο ιοντικός είναι ο χαρακτήρας της σύνδεσης



Ηλεκτραρνητικότητα

✓ Στα ορυκτά που έχουν περισσότερους από έναν τύπο δεσμούς, τα πρότυπα δομής ελέγχονται από τον ισχυρότερο παρουσιαζόμενο δεσμό, οι φυσικές τους ιδιότητες όμως προσδιορίζονται από τους ασθενέστερα εμφανιζόμενους δεσμούς

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΝΔΙΑΤΑΞΕΩΣ (Α.Σ.)

Το πλήθος ενός τύπου ιόντων (συνήθως ανιόντων) τα οποία περιβάλλουν σε ίσες αποστάσεις ένα ιόν άλλου τύπου (συνήθως κατιόν)



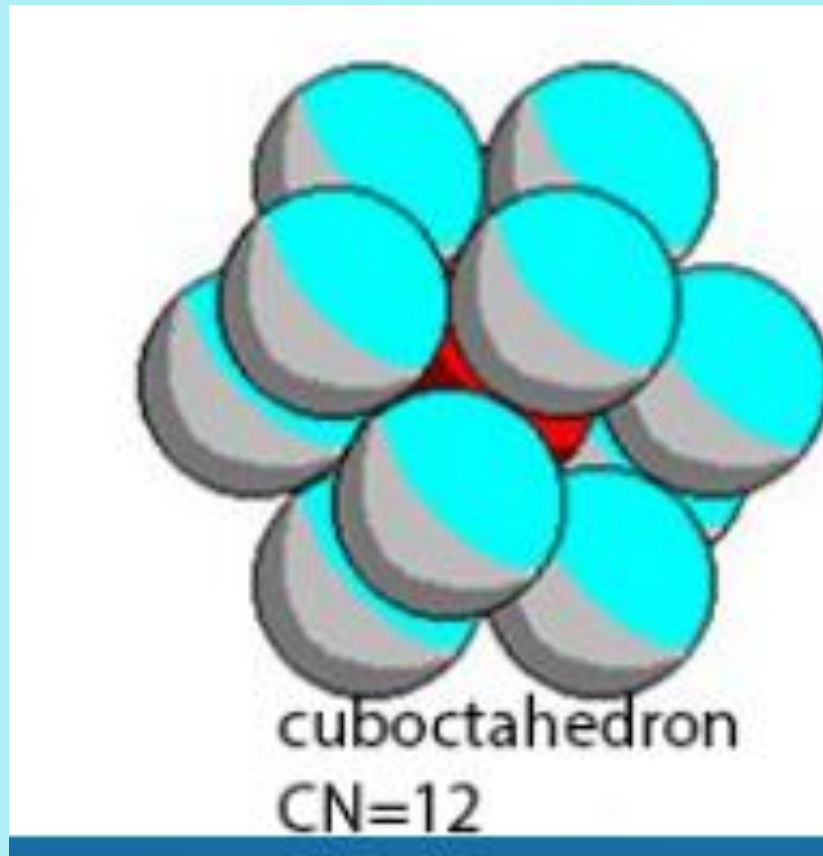
Αριθμός Συνδιατάξεως



Προσδιορίζεται κατά ένα μέρος από τα φορτία των ιόντων (ηλεκτρική σταθερότητα) αλλά κατά ένα μεγαλύτερο μέρος από τις διαστάσεις των ιόντων (γεωμετρική σταθερότητα)

$$A.\Sigma. = 12$$

$R_{κατ}/R_{αν} = 1$ Δωδεκαεδρική συνδιάταξη



<http://sarahlambart.com/teaching/mineralogy-03.pdf>

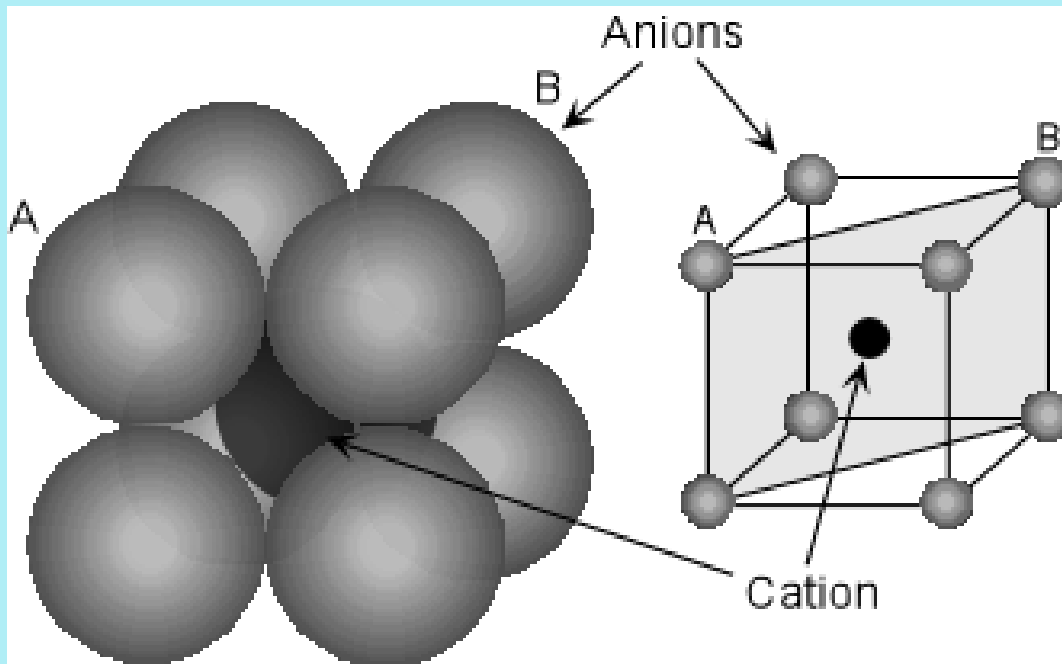
Κυβική Συνδιάταξη (Α.Σ. = 8)

$R_{κατ}/R_{αν} > 0,732$ Κυβική συνδιάταξη

(CsCl)

$RCs^+ = 1,67\text{\AA}$

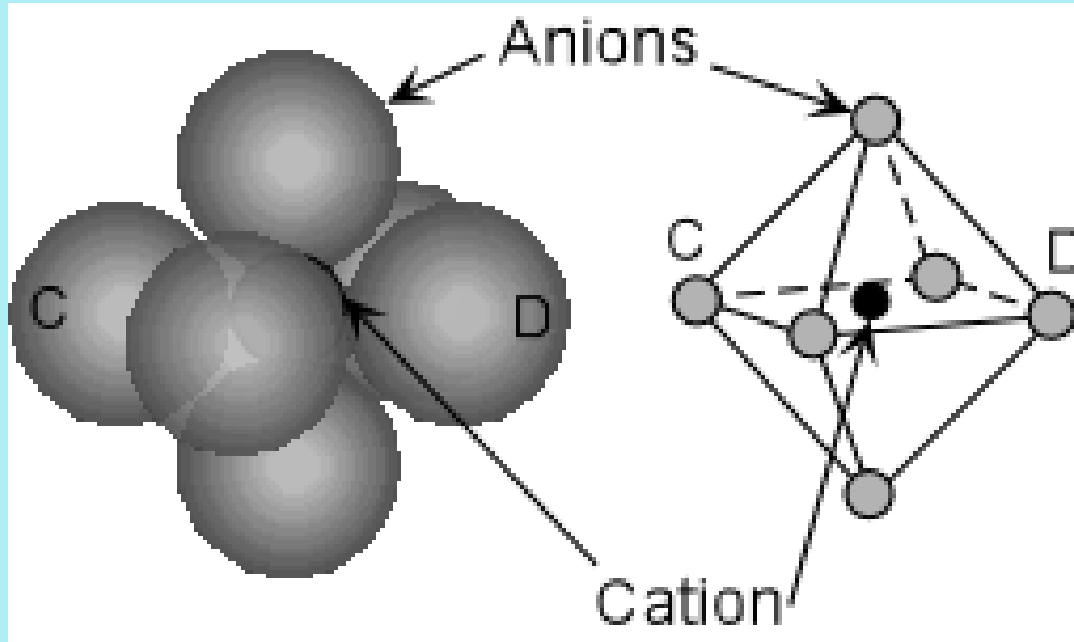
$RCl^- = 1,81\text{\AA}$



<https://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/paulingsrules.htm>

Οκταεδρική Συνδιάταξη (Α.Σ. = 6)

$$0,732 > R_{κατ}/R_{αν} > 0,414$$



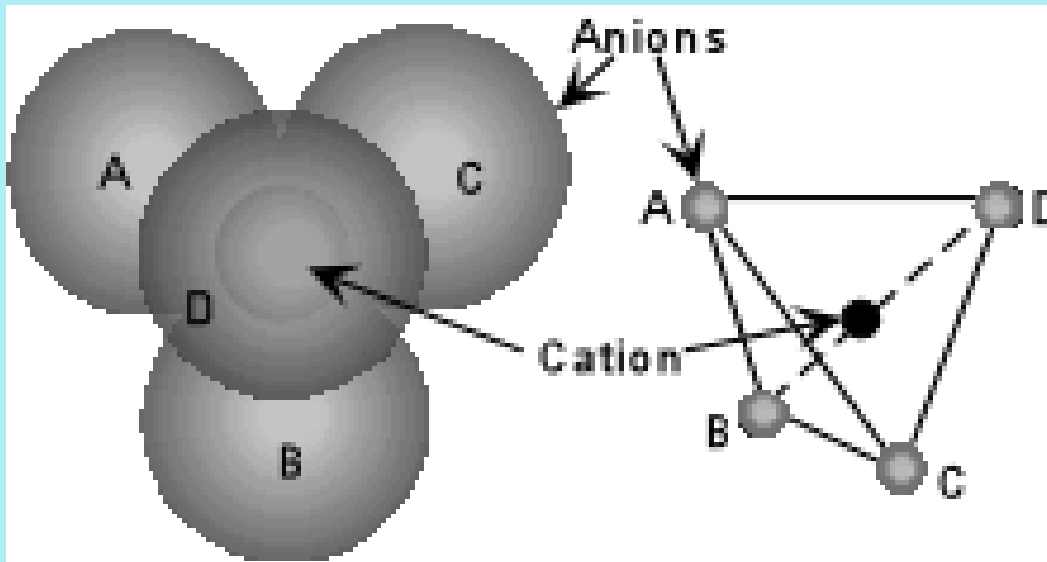
(NaCl)

$$R_{Na^+} = 0,97\text{\AA}$$

$$R_{Cl^-} = 1,81\text{\AA}$$

Τετραεδρική Συνδιάταξη (Α.Σ. = 4)

$$0,414 > R_{κατ}/R_{αν} > 0,225$$

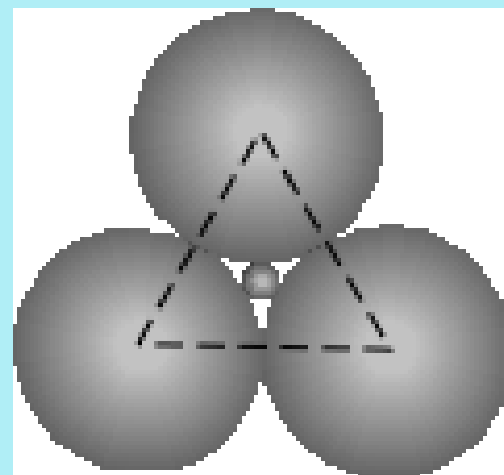


<https://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/paulingsrules.htm>

Καθώς ο λόγος $R_{κατ}/R_{αν}$ ελλαττώνεται κάτω από το 0,225 τα κατιόντα θα διαταχθούν σε άλλη συνδιάταξη την Τριγωνική. Τα κατιόντα τοποθετούνται στο κέντρο του τριγώνου.

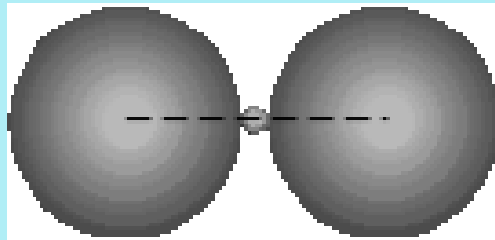
$$0,155 < R_{κατ}/R_{αν} < 0,225$$

$$A.Σ. = 3$$



Γραμμική Συνδιάταξη (Α.Σ. = 2)

$$0,155 > R_{κατ}/R_{αν}$$



<https://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/paulingsrules.htm>

ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ ΤΩΝ ΙΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΣΥΝΔΙΑΤΑΞΕΩΣ

$R_{κατ.}/R_{αν.}$	Αριθμ. συνδιατάξεως	Διάταξη των ανιόντων γύρω από το κατιόν
<0,155	2	Γραμμική συνδιάταξη
0,155-0,225	3	Γωνίες ισοπλεύρου τριγώνου
0,225-0,414	4	Κορυφές τετραέδρου
0,414-0,732	6	Κορυφές οκταέδρου
0,732-1	8	Κορυφές εξαέδρου (κύβου)
1	12	Μέσα ακμών εξαέδρου

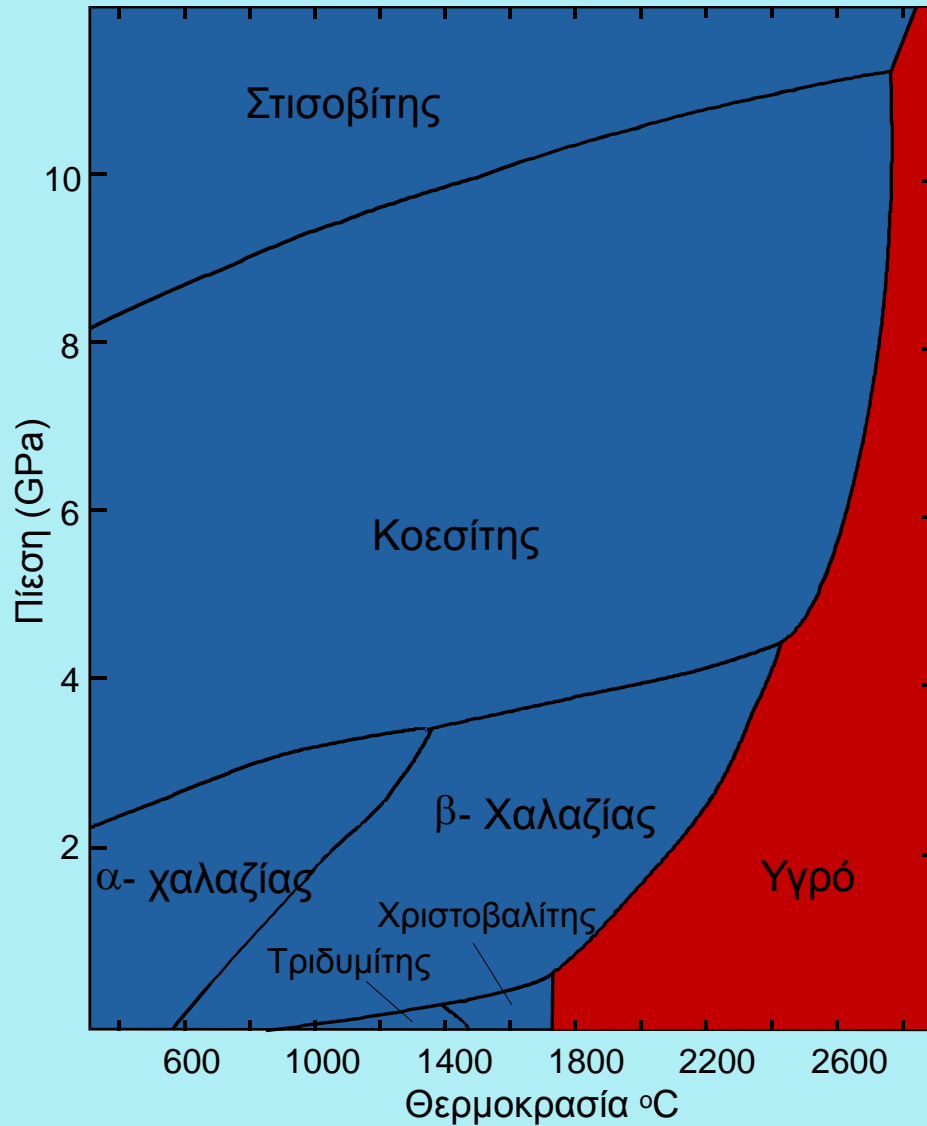
Α.Σ. ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- Υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλές πιέσεις ευνοούν μικρό Α.Σ.
- Χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις ευνοούν υψηλό Α.Σ.
- Έτσι π.χ. το Al σε ορυκτά υψηλής θερμοκρασίας τείνει να καταλάβει τετραεδρική συνδιάταξη και αντικαθιστά το Si, ενώ σε ορυκτά που σχηματίστηκαν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες συνήθως εμφανίζεται σε οκταεδρική συνδιάταξη

ΠΟΛΥΜΟΡΦΑ

- Δύο ορυκτά με την ίδια χημική σύσταση, αλλά διαφορετικές δομές είναι διαφορετικά ορυκτά (πολύμορφα).
- Το διαμάντι και ο γραφίτης είναι και τα δύο καθαρός άνθρακας, είναι όμως διαφορετικά ορυκτά.
- Χαλαζίας-τριδυμίτης-χριστοβαλίτης-κοεσίτης-στισοβίτης
όλα SiO_2
- Ασβεστίτης-αραγωνίτης (CaCO_3)

ΠΟΛΥΜΟΡΦΑ (SiO₂)



Τροποποιημένο από Saxena (1994), J. Geophys. Res., 99, 11,787-11,794. AGU

ΙΣΟΜΟΡΦΑ

Ορυκτά με την ίδια δομή και διαφορετικές συστάσεις είναι ισόμορφα

- Φορστερίτης (Mg_2SiO_4) και Φαϋαλίτης (Fe_2SiO_4) είναι ισόμορφα

ΙΣΟΜΟΡΦΕΣ ΣΕΙΡΕΣ

ΙΣΟΜΟΡΦΗ ΣΕΙΡΑ ΑΡΑΓΩΝΙΤΗ

ΙΣΟΜΟΡΦΗ ΣΕΙΡΑ ΑΣΒΕΣΤΙΤΗ

Ομάδα Αραγωνίτη $R_{\text{κατ}} > \text{Ca}^{+2}$	Ομάδα Ασβεστίτη $R_{\text{κατ}} < \text{Ca}^{+2}$
BaCO_3 (Βιθερίτης)	CaCO_3 (ασβεστίτης)
PbCO_3 (κερουσίτης)	MnCO_3 (ροδοχρωσίτης)
SrCO_3 (στροντιανίτης)	FeCO_3 (σιδηρίτης)
CaCO_3 (αραγωνίτης)	ZnCO_3 (σμισθονίτης)
	MgCO_3 (μαγνησίτης)



Ρομβική συμμετρία



Τριγωνική συμμετρία

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΙΟΝΤΩΝ

- Ο σπουδαιότερος παράγοντας είναι το μέγεθος των ιόντων. Εάν οι ακτίνες διαφέρουν σε ποσοστό $<15\%$ τότε έχουμε αμοιβαία αντικατάσταση.
- Εάν οι ακτίνες διαφέρουν σε ποσοστό $15-30\%$ τότε έχουμε περιορισμένη αντικατάσταση.
- Εάν οι ακτίνες διαφέρουν σε ποσοστό $>30\%$ τότε η αντικατάσταση είναι απίθανη.

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΙΟΝΤΩΝ (συν...)

- Η υψηλή θερμοκρασία επιτρέπει την αντικατάσταση ιόντων με μεγαλύτερες διαφορές ακτίνων λόγω της αταξίας που επικρατεί στο πλέγμα του κρυστάλλου. Η ιδιότητα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γεωθερμόμετρο.