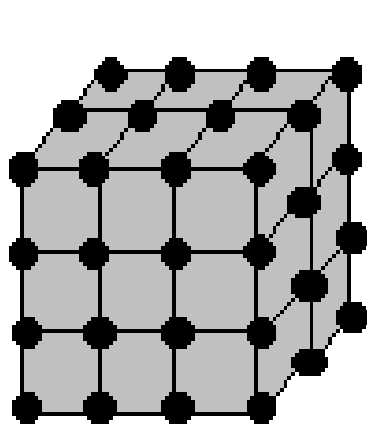


ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

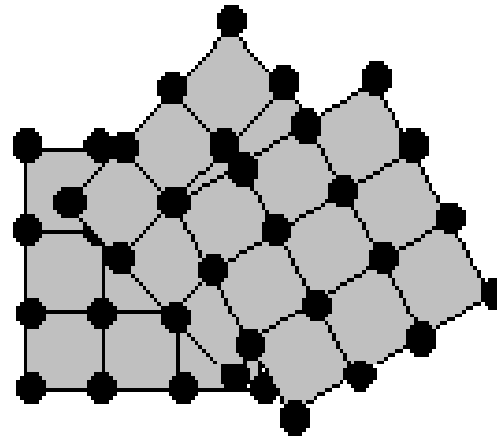
- ΑΕΡΙΑ
- ΥΓΡΗ
- ΣΤΕΡΕΑ

Σ Τ Ε Ρ Ε Α Υ Λ Ι Κ Α

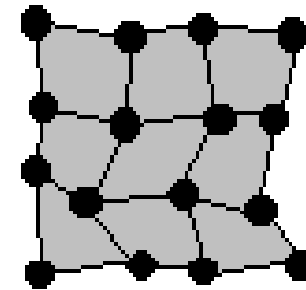
- * **Κρυσταλλικά**
- * **Άμορφα**



Κρυσταλλικό

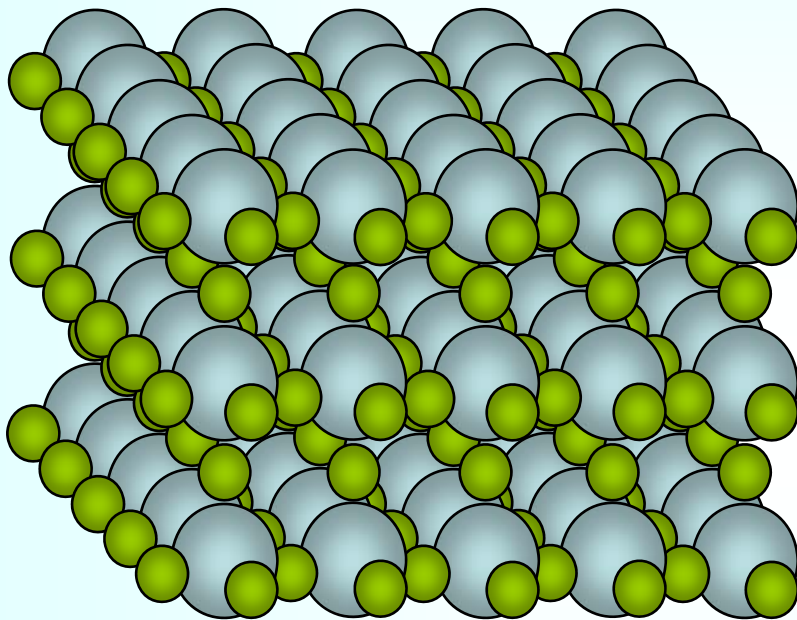


Πολυκρυσταλλικό

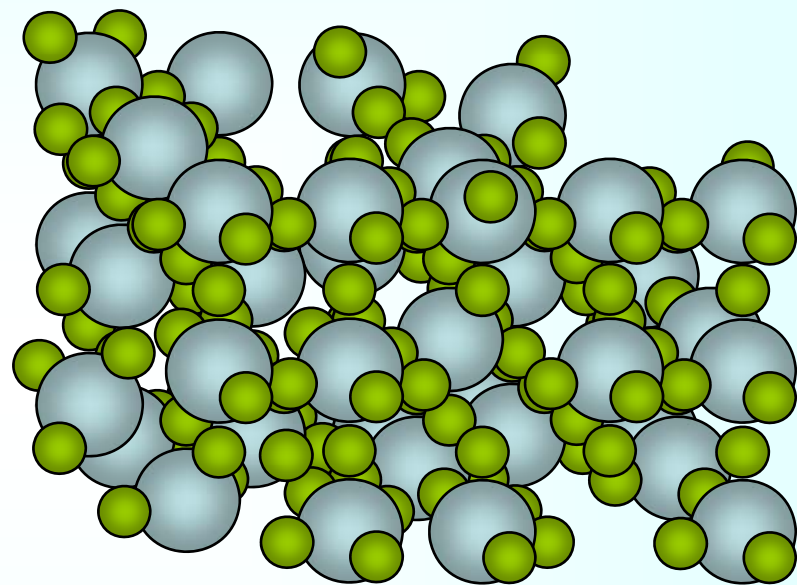


Άμορφο

● **ΔΟΜΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ (ΑΤΟΜΑ, ΙΟΝΤΑ, ΜΟΡΙΑ)**



ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΥΛΙΚΟ



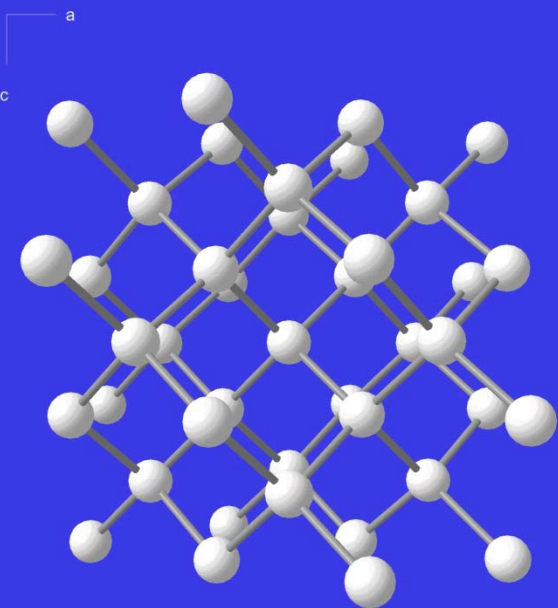
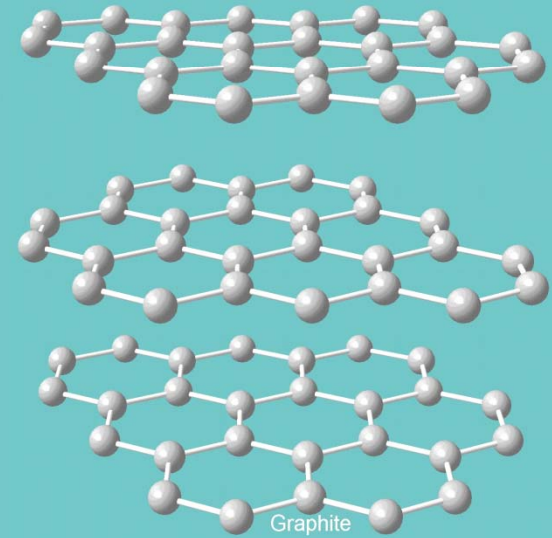
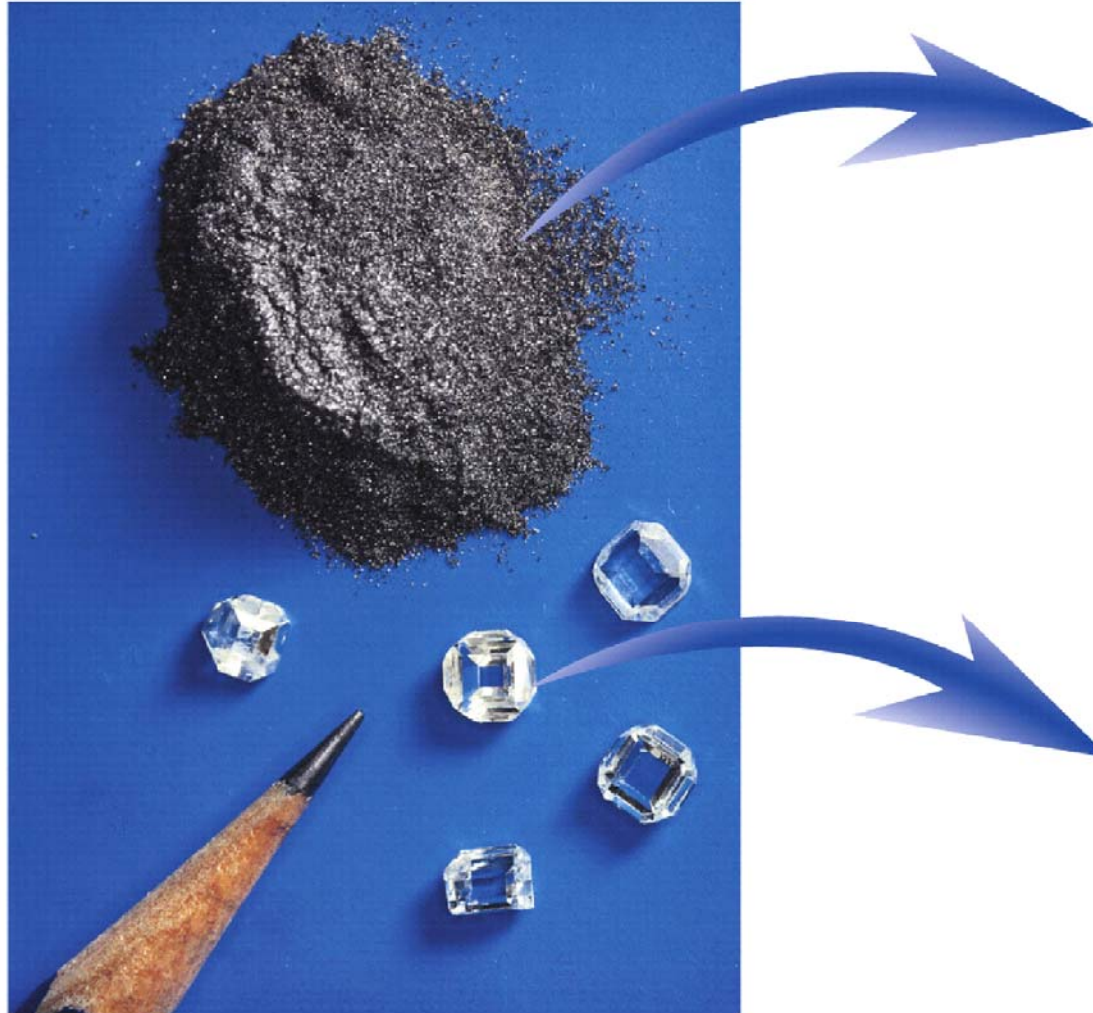
ΑΜΟΡΦΟ ΥΛΙΚΟ

ΒΑΣΙΚΑ ΕΙΔΗ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

Κρύσταλλοι	Τύπος Δεσμού	Παράδειγμα
ΙΟΝΤΙΚΟΙ	Ετεροπολικός	NaCl
ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟΙ	Ομοιοπολικός	C (Διαμάντι)
ΜΟΡΙΑΚΟΙ	Ομοιοπολικός / Van Der Waals / Υδρογόνου	C₆H₁₂O₆
ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ	Μεταλλικός	Fe

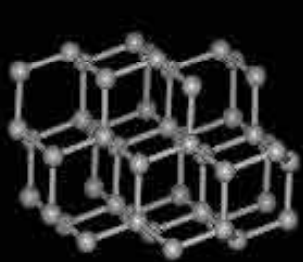
Ενδιάμεσες καταστάσεις : **ΓΡΑΦΙΤΗΣ**

ΓΡΑΦΙΤΗΣ (C)

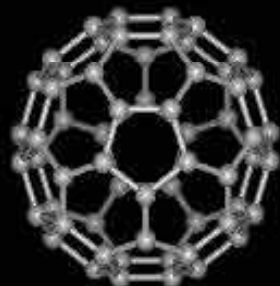


ΔΙΑΜΑΝΤΙ (C)

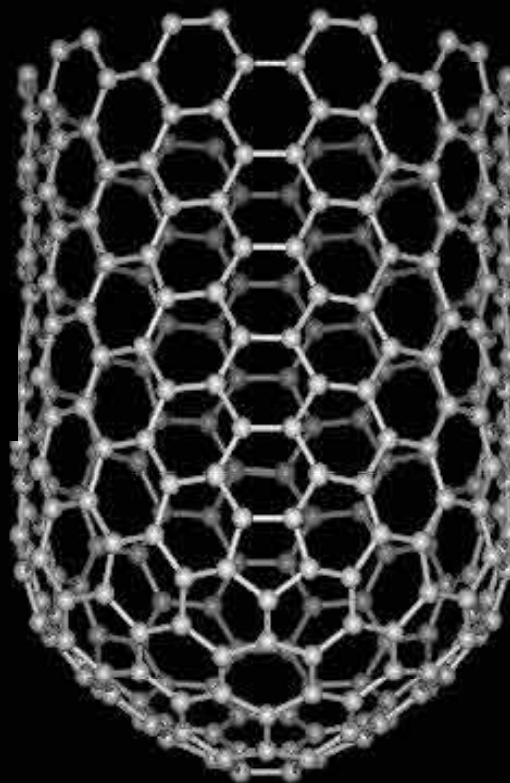
ΑΛΛΟΤΡΟΠΙΑ (Allotropy)



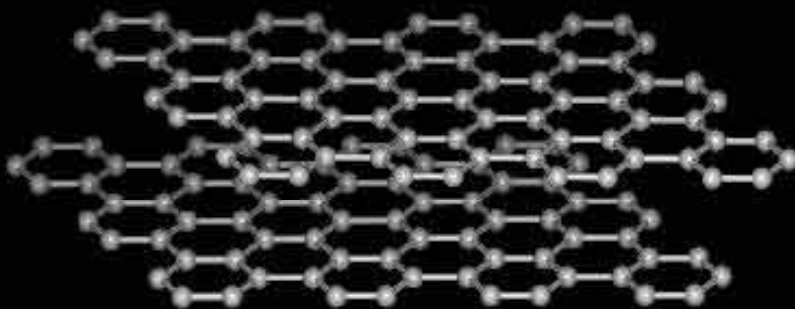
ΔΙΑΜΑΝΤΙ



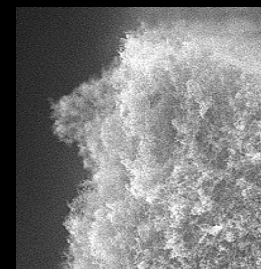
ΦΟΥΛΕΡΕΝΙΟ (C₆₀)



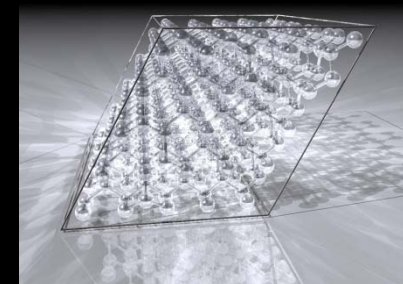
ΝΑΝΟΣΩΛΗΝΑΣ C



ΓΡΑΦΙΤΗΣ

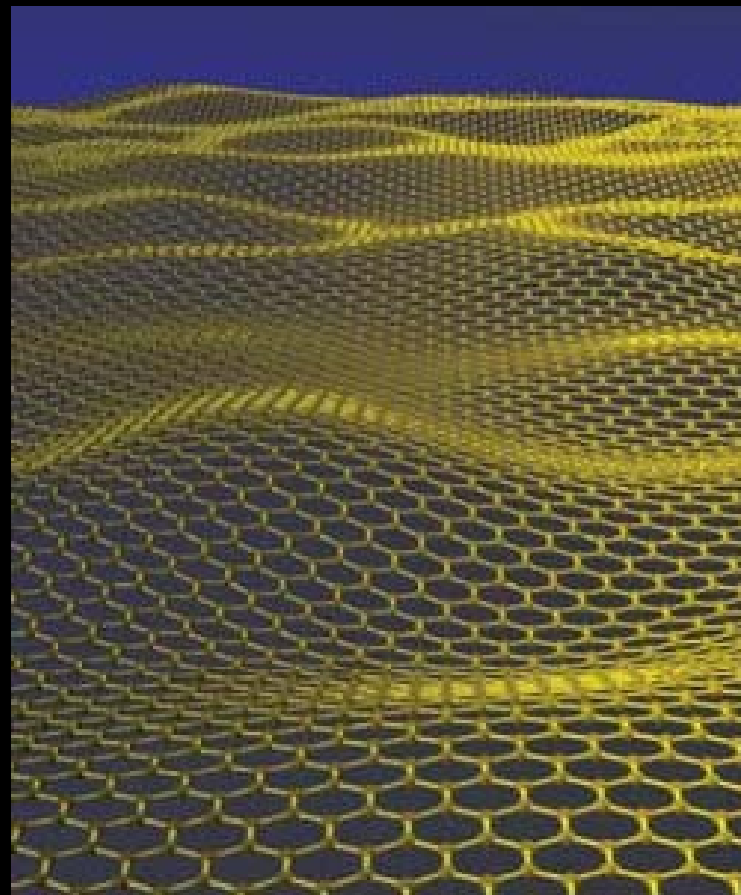
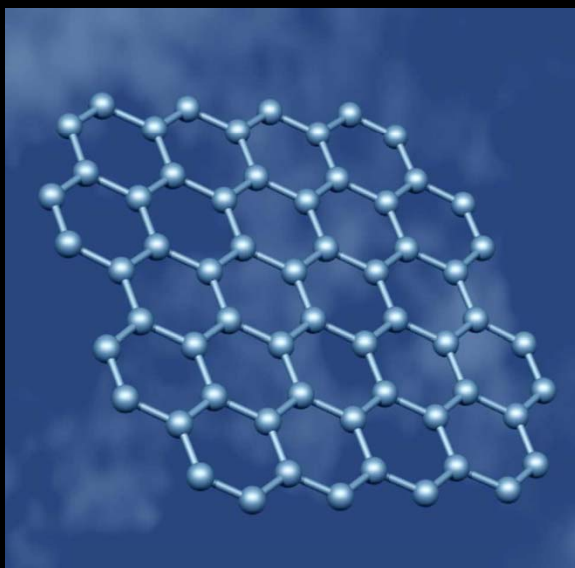
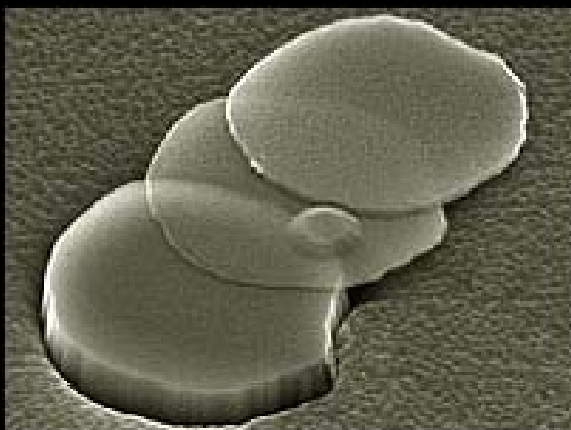


ΝΑΝΟΑΦΡΟΣ C



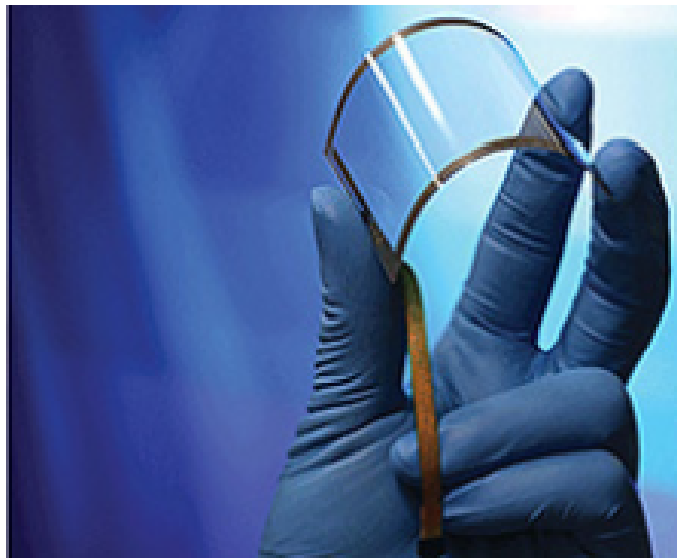
ΛΟΝΣΔΑΛΕΪΤΗΣ

ΓΡΑΦΕΝΙΟ





The European Commission has chosen Graphene as one of Europe's first 10-year, 1,000 million euro FET flagships

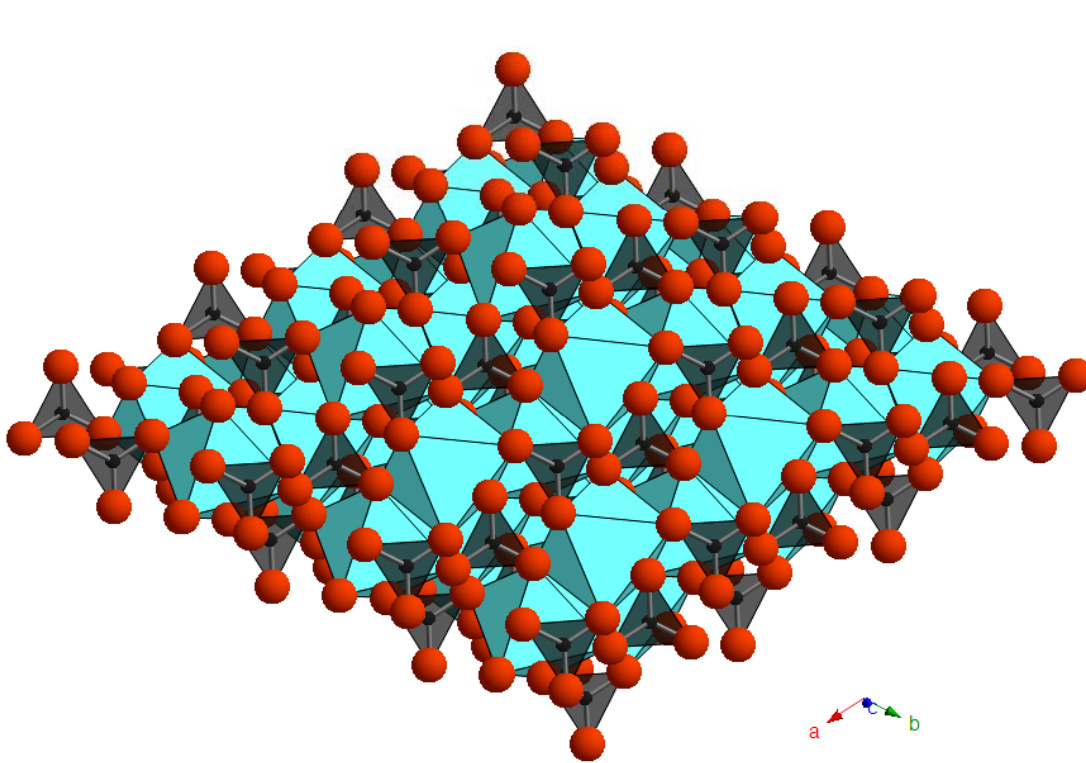


From www.chalmers.se - January 30, 2:19 AM

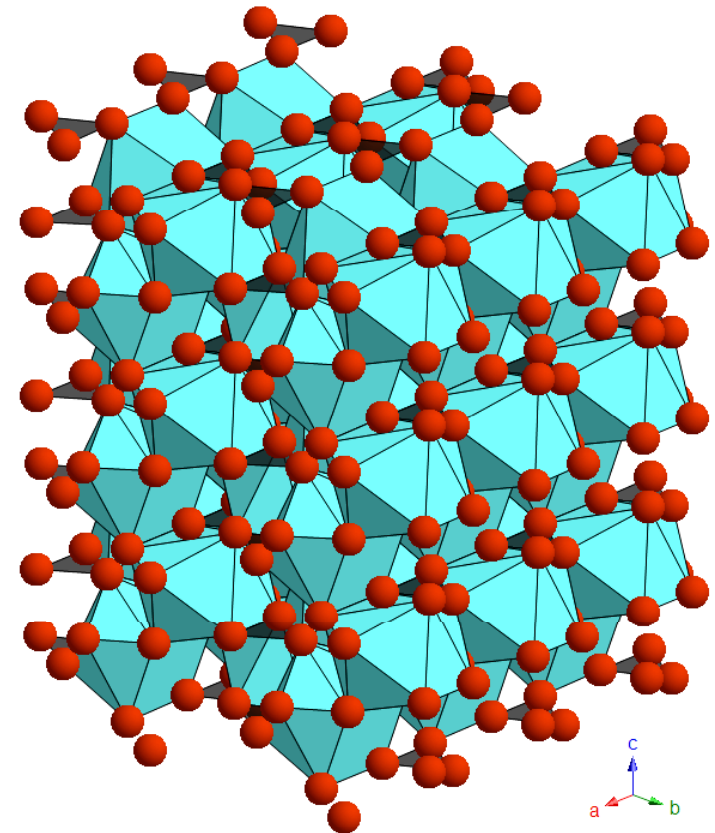
Graphene has been subject to a scientific explosion since the groundbreaking experiments on the novel material less than ten years ago, recognized by the Nobel Prize in Physics in 2010 to Professor Andre Geim and Professor Kostya Novoselov...

ΠΟΛΥΜΟΡΦΙΣΜΟΣ (Polymorphism)

ΚΥΡΙΑ ΠΟΛΥΜΟΡΦΑ ΤΟΥ CaCO_3



ΑΣΒΕΣΤΙΤΗΣ (CaCO_3)



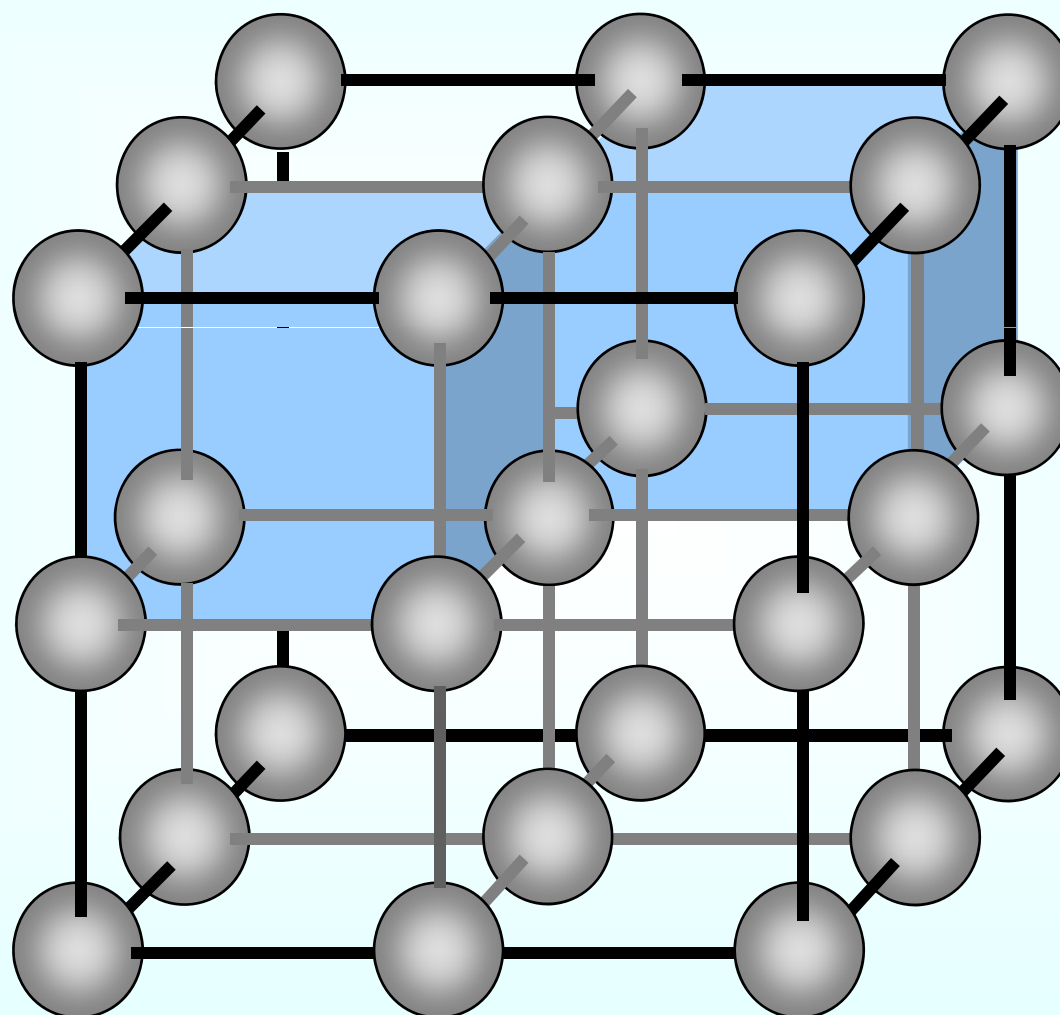
ΑΡΑΓΟΝΙΤΗΣ (CaCO_3)

*Το κύριο χαρακτηριστικό
των κρυσταλλικών στερεών
είναι η περιοδικότητα και η τάξη
στην δομή τους*

- ΜΟΝΑΔΙΑΙΑ ΚΥΨΕΛΙΔΑ
(Unit Cell)
- ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΠΛΕΓΜΑ
(Crystal Lattice)

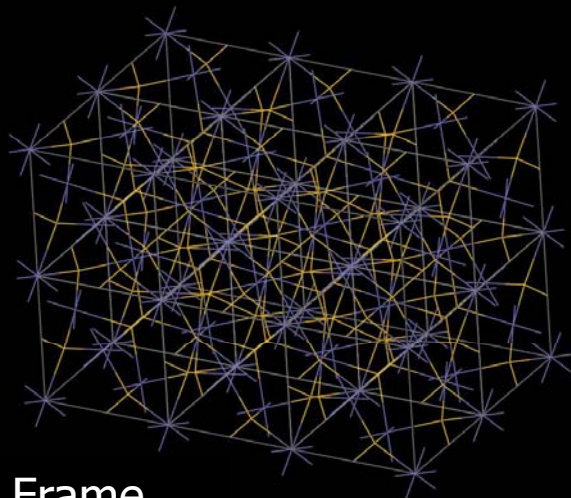
ΠΕΡΙΘΛΑΣΗ ΑΚΤΙΝΩΝ-Χ

ΜΟΝΑΔΙΑΙΕΣ ΚΥΨΕΛΙΔΕΣ

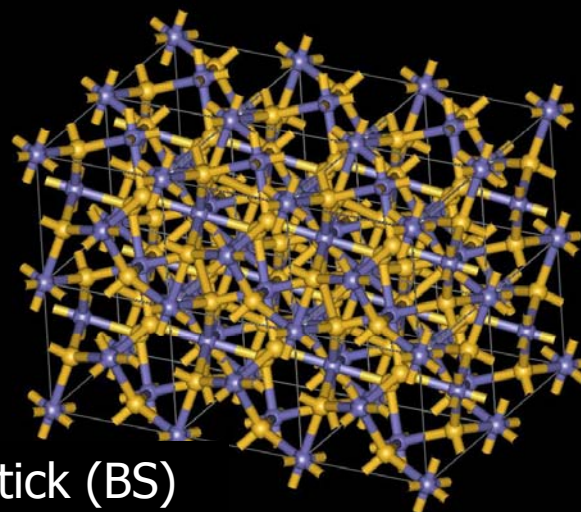


ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

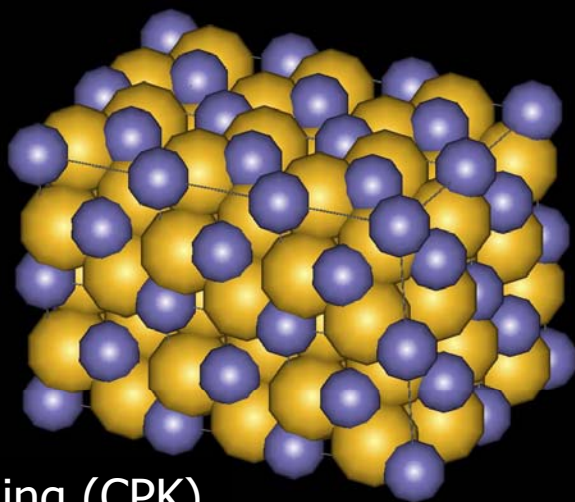
ΣΙΔΗΡΟΠΥΡΙΤΗΣ (FeS_2)



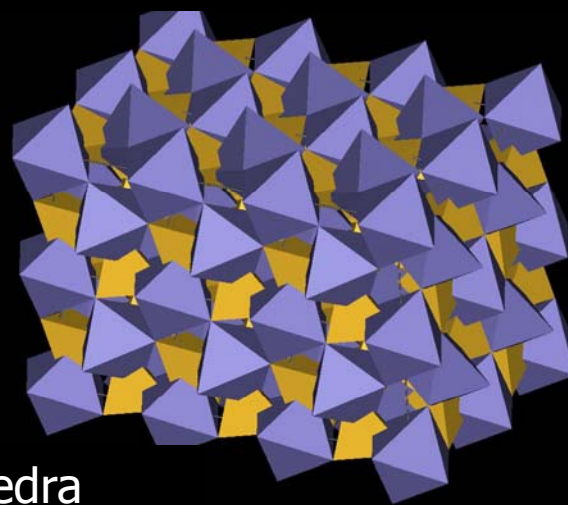
Wire / Frame



Ball & Stick (BS)

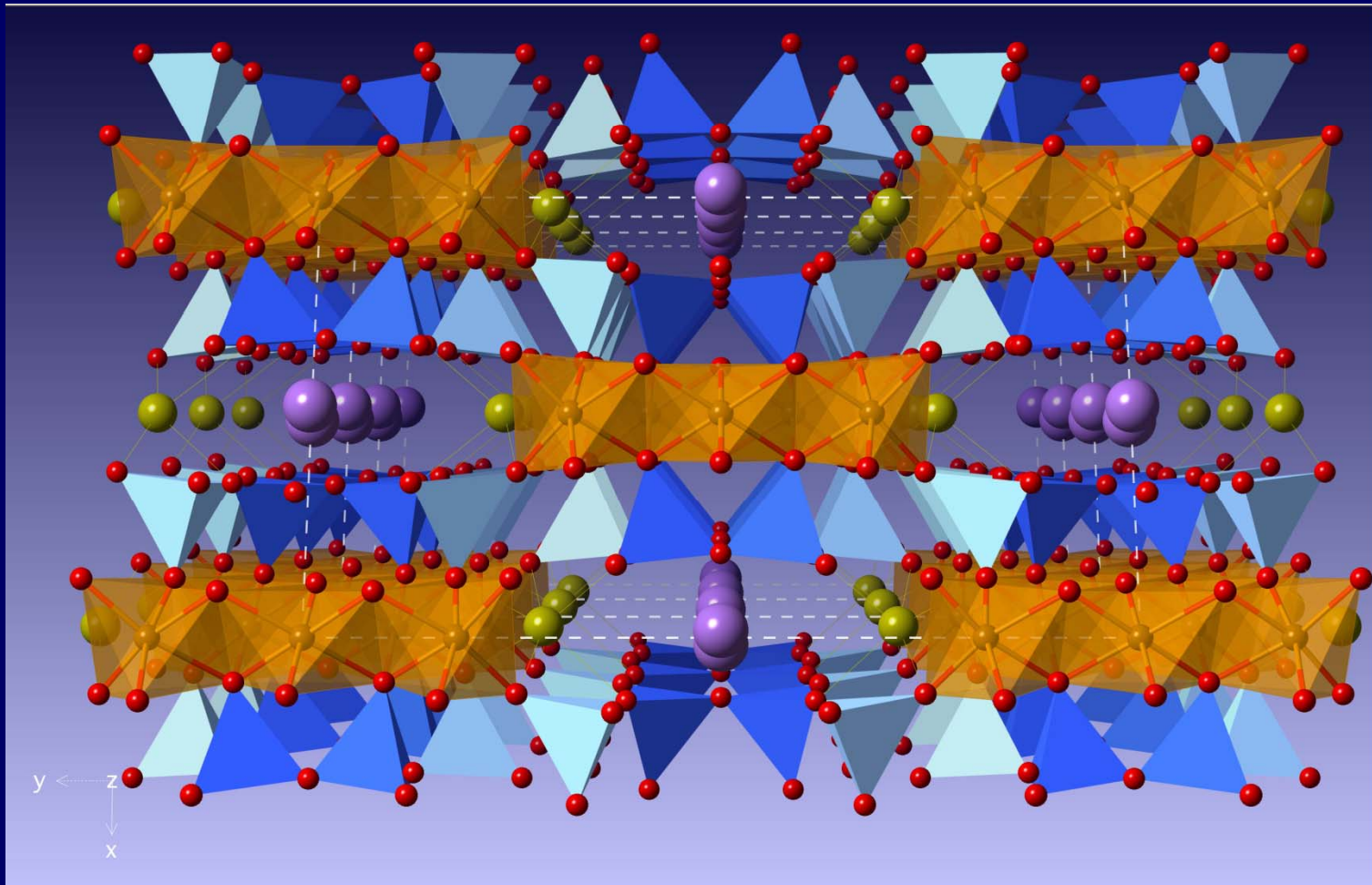


Space filling (CPK)



Polyhedra

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΤΡΟΠΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΛΥΠΛΟΚΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗΣ

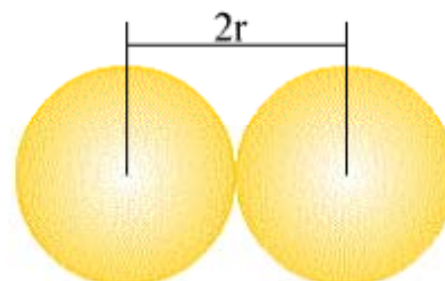


Νατριο-κλινοαμφίβολος

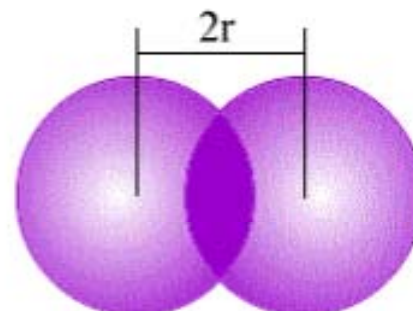
ΑΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (VFI ή CPK)

Αντιπροσωπεύει το μέγεθος (σε nm ή Å) ενός απομονωμένου και ηλεκτρικά ουδέτερου ατόμου ανεπηρέαστου από τοπολογίες χημικών δεσμών και εξαρτάται από το ηλεκτρονικό νέφος

→ Μεταλλική ακτίνα



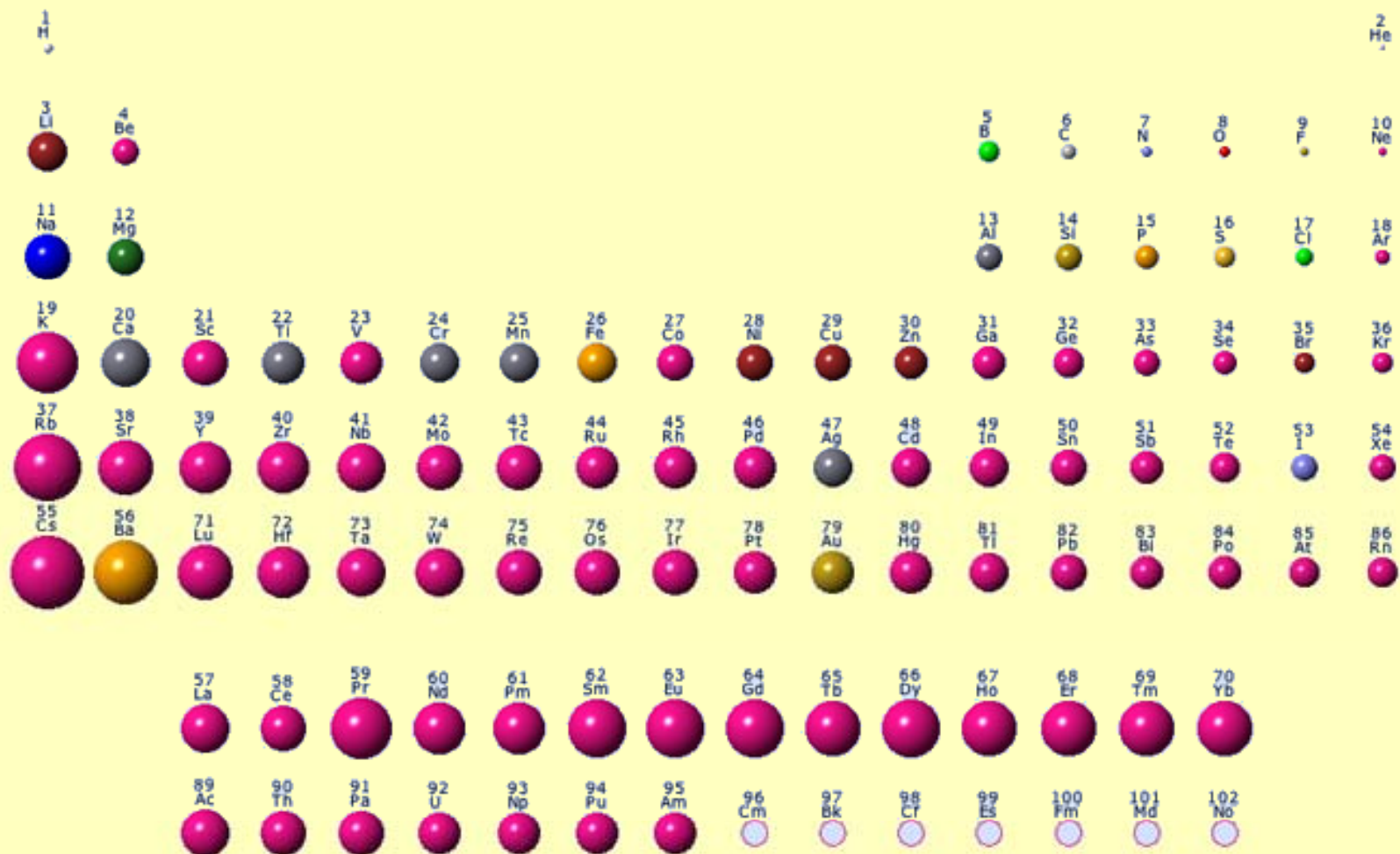
→ Ομοιοπολική ακτίνα

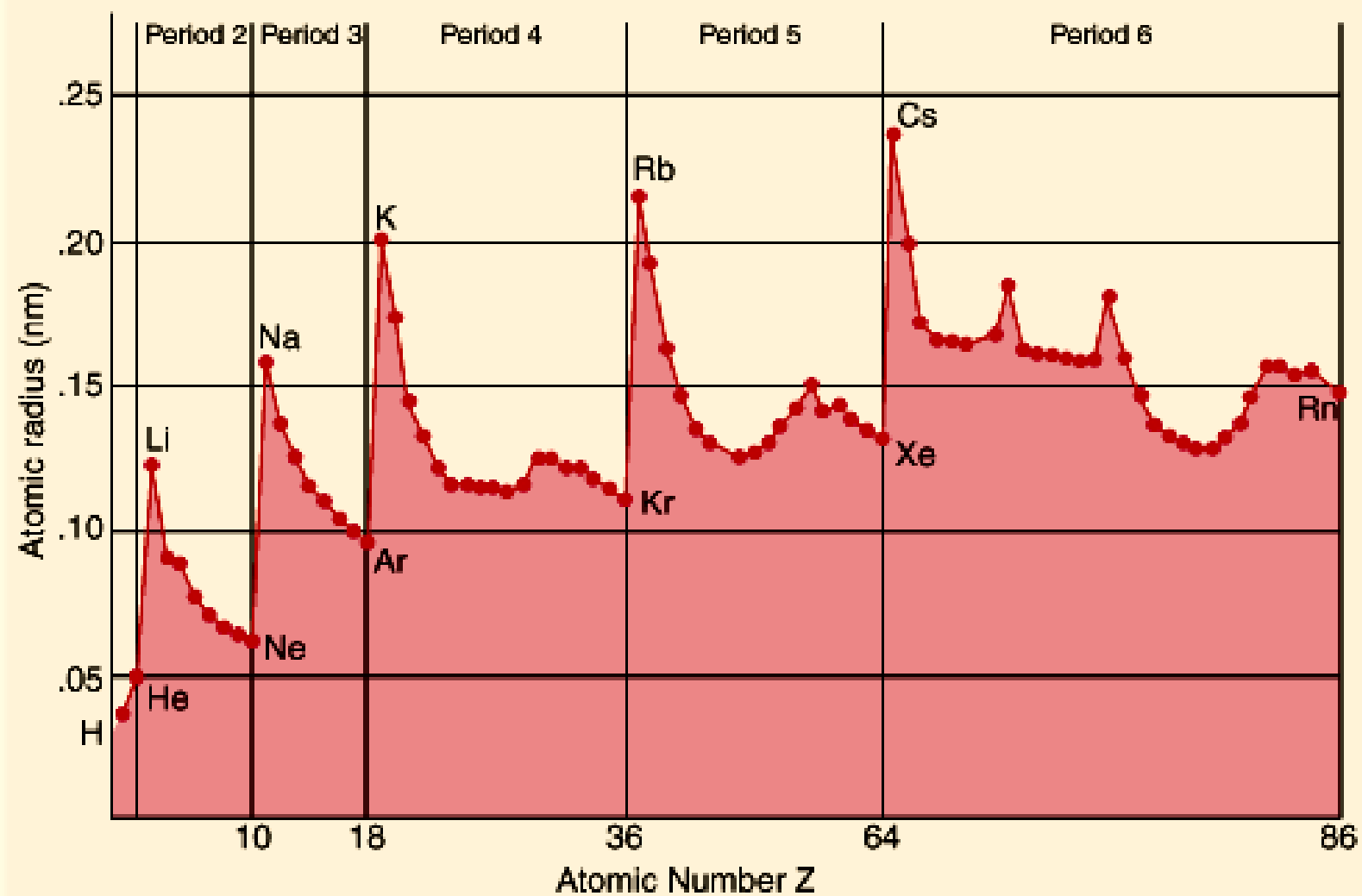


ATOMIKH AKTINA (VFI)

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

ATOMIKH AKTINA (CPK)

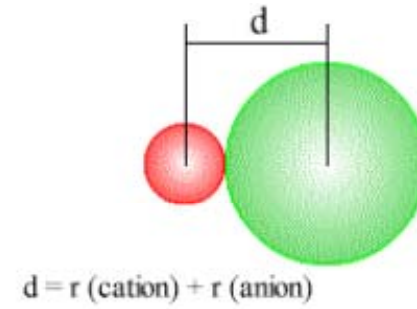




“ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ” ΚΑΙ ΙΟΝΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ

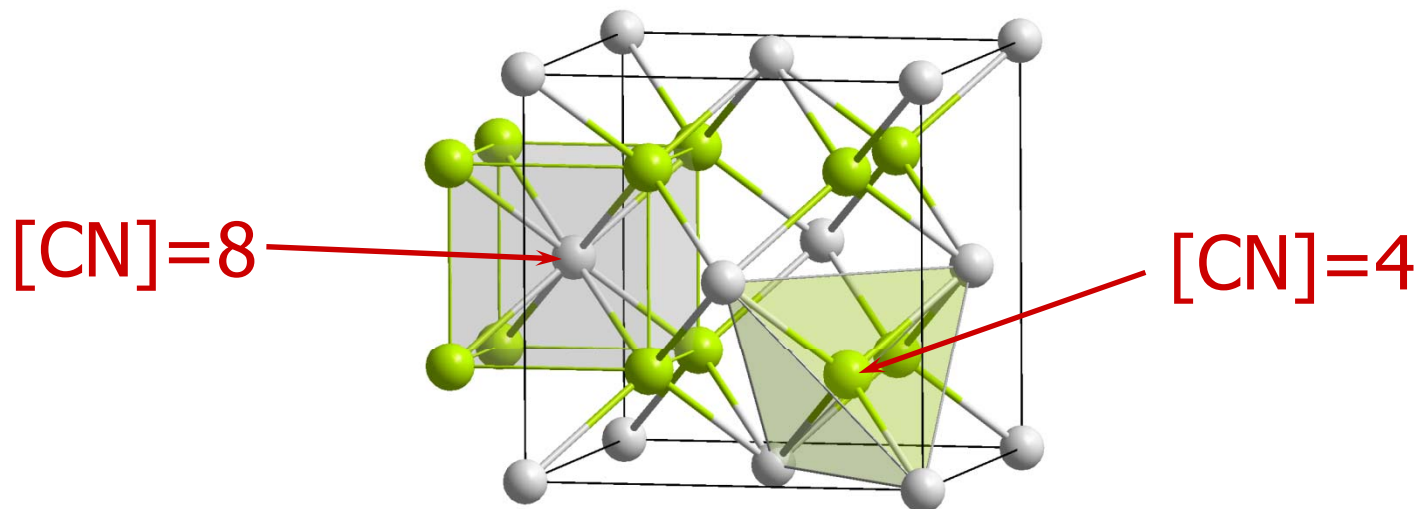
→ “Κρυσταλλική” ακτίνα

→ **Ιοντική ακτίνα (r)**



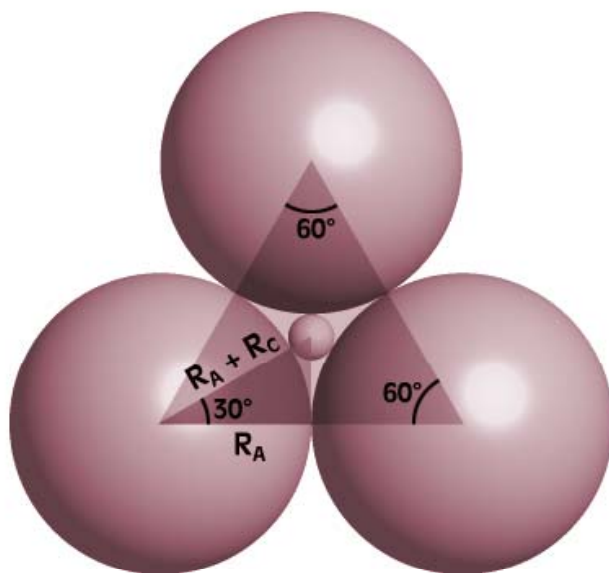
ΕΞΑΡΤΑΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ [CN]

Πολύεδρα συναρμογής



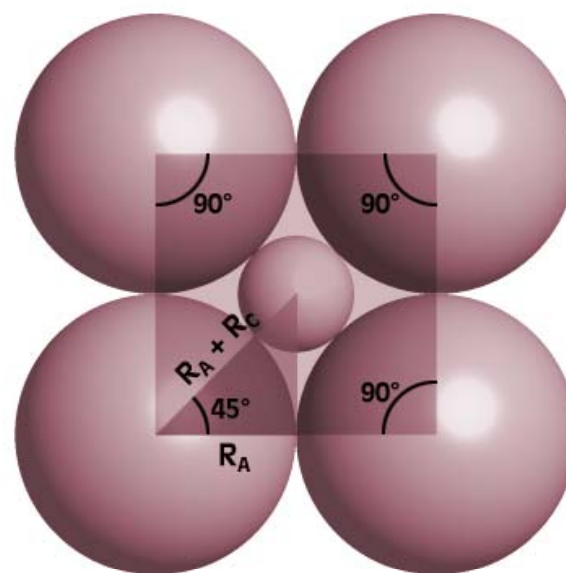
ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΙΟΝΤΙΚΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ

$$r_c / r_A \quad (r_c = r_{\text{ΚΑΤΙΟΝΤΟΣ}}, r_A = r_{\text{ΑΝΙΟΝΤΟΣ}})$$



$$[CN]=3$$

$$r_c / r_A = 0.155$$



$$[CN]=8$$

$$r_c / r_A = 0.414$$

ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΙΟΝΤΙΚΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ

Πολύεδρα συναρμογής

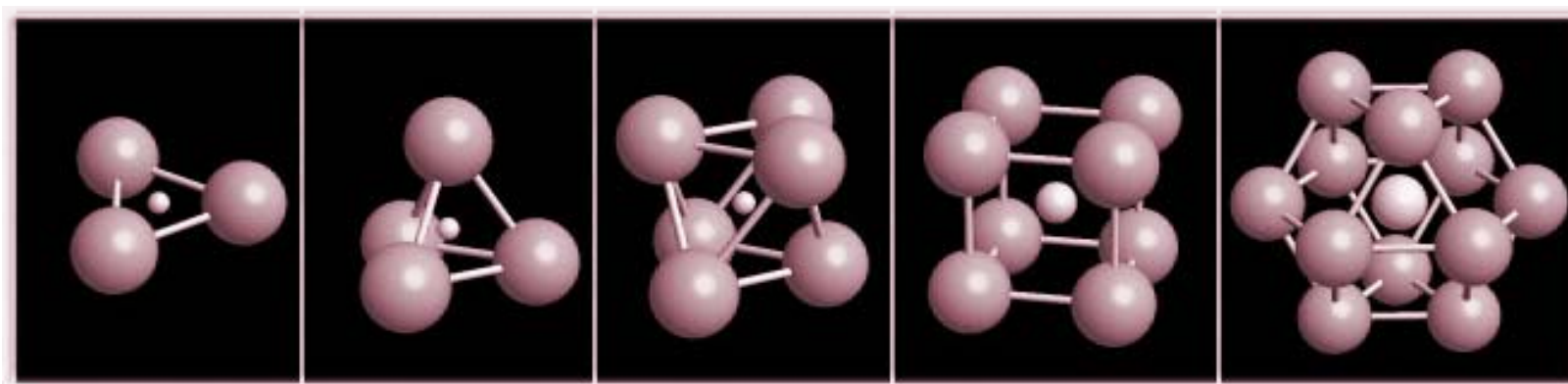
$[CN]=3$

$[CN]=4$

$[CN]=6$

$[CN]=8$

$[CN]=12$



0.15-0.22

0.22-0.41

0.41-0.73

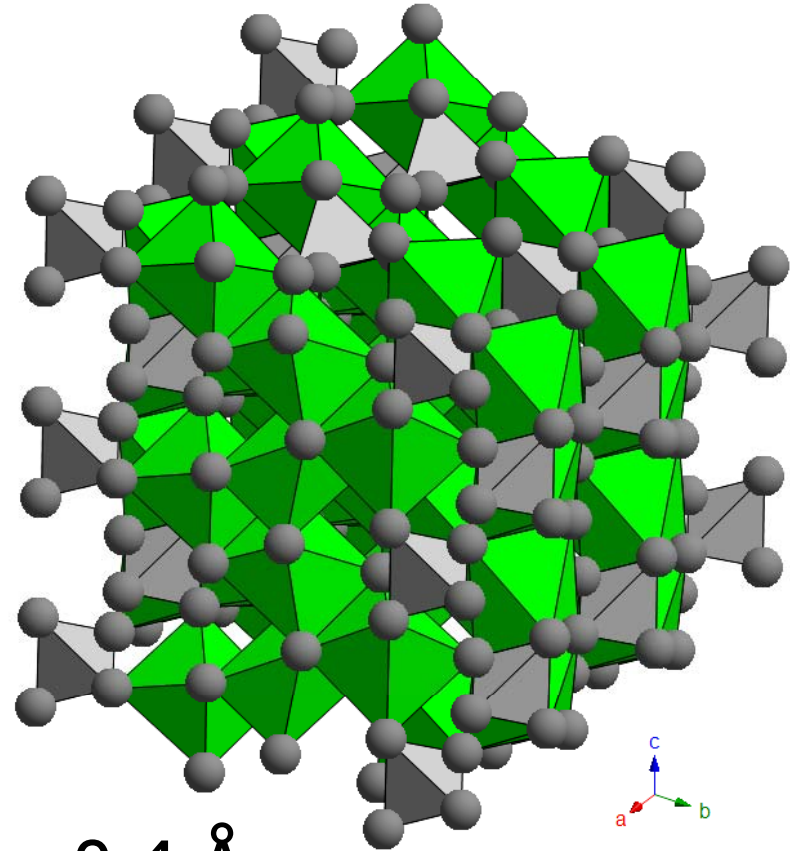
0.73-1

1

r_C / r_A

ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ ΟΛΙΒΙΝΗ

Η ιοντική ακτίνα του Si^{4+} είναι 0.04 nm ($0.4 \text{ \AA}$) και επομένως, υποθέτοντας ότι συναρμόζεται με O^{2-} του οποίου η ιοντική ακτίνα είναι $1.40 \text{ \AA}$, έχουμε $r_{\text{C}}/r_{\text{A}}$ ($r_{\text{Si}^{4+}}/r_{\text{O}^{2-}}$)= 0.286 οπότε και προκύπτει $[\text{CN}]=4$ (τετραεδρική συναρμογή). Αντίθετα, για το Mg^{2+} και τον Fe^{2+} προκύπτει $[\text{CN}]=6$ (οκταεδρική συναρμογή).

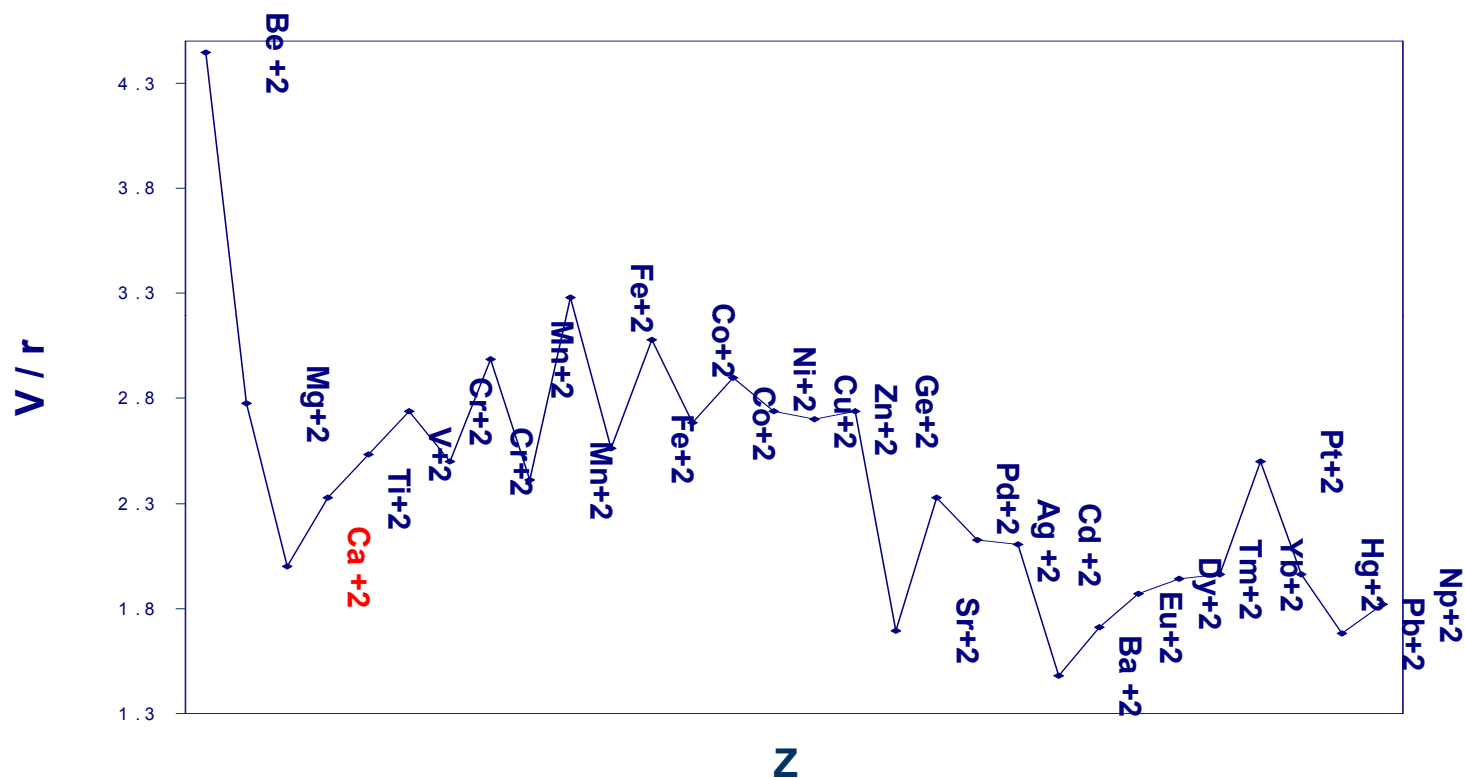


$$[4]r_{\text{Si}^{4+}} = 0.4 \text{ \AA}$$

$$[6]r_{\text{Mg}^{2+}} = 0.72 \text{ \AA}, [6]r_{\text{Fe}^{2+}} = 0.61 \text{ \AA}$$

Σθένος (valence) και Ιοντική Ακτίνα: Ο λόγος V/r

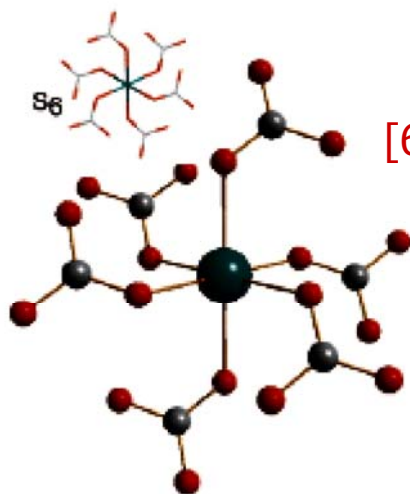
ΔΙΣΘΕΝΗ ΚΑΤΙΟΝΤΑ ΜΕ $[CN] = 6$



Τα κατιόντα με παραπλήσιο λόγο V/r αντικαθιστούν εύκολα το ένα το άλλο σε κρυσταλλικά πλέγματα στο ίδιο πολύεδρο συναρμογής (π.χ. $\text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}$, $V/r=2$ και $V/r=2.1$ αντίστοιχα, σε $[CN]=6$)

ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΜΟΡΦΩΝ ΤΟΥ CaCO_3

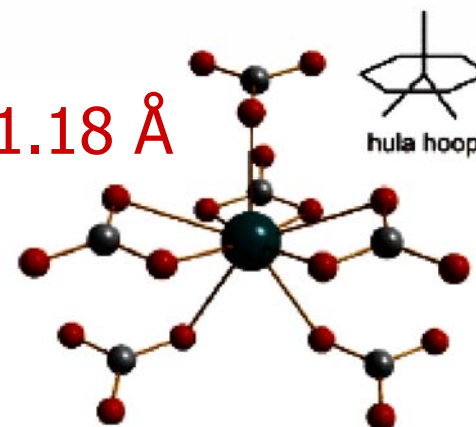
ΔΟΜΗ ΑΣΒΕΣΤΙΤΗ



$$[6] r_{\text{Ca}^{2+}} = 1 \text{ \AA}$$

$$[\text{CN}] = 6$$

ΔΟΜΗ ΑΡΑΓΟΝΙΤΗ



$$[9] r_{\text{Ca}^{2+}} = 1.18 \text{ \AA}$$

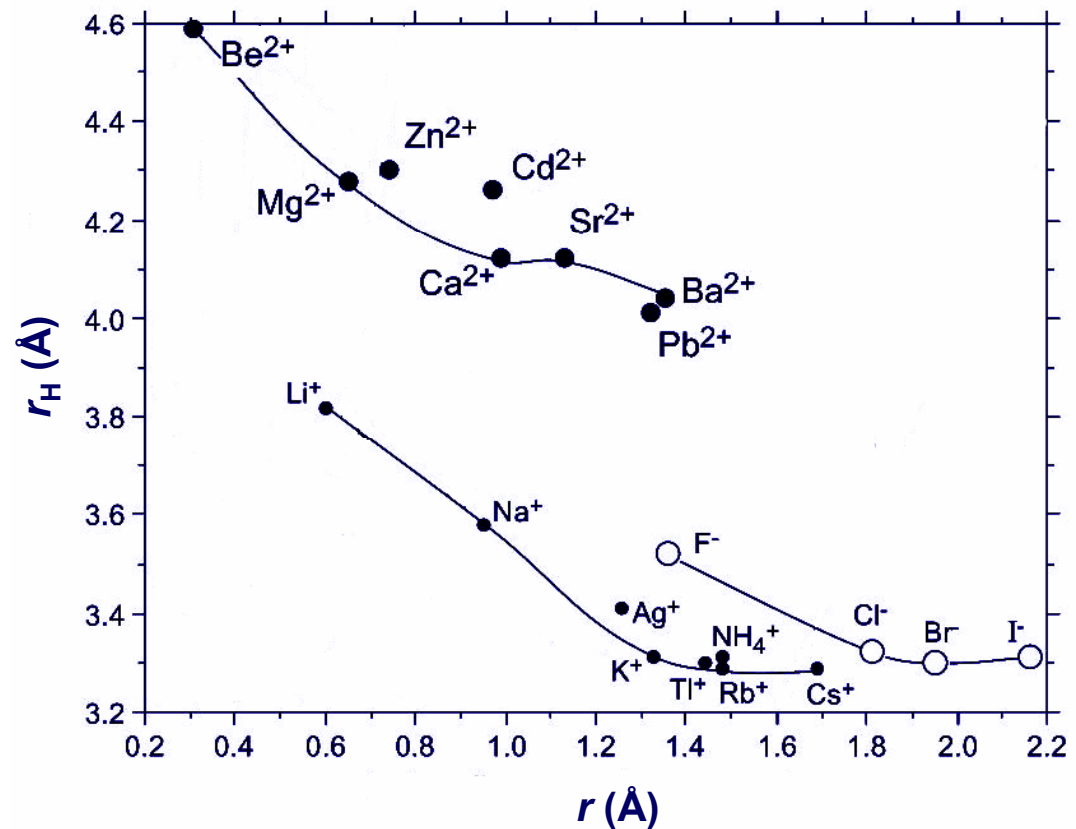
$$[\text{CN}] = 9$$

ΙΟΝ	Σθένος (V)	Ηλ. Διαμόρφωση	[CN]	"Κρυσταλλική" Ακτίνα	Ιοντική Ακτίνα (r)	V/r
Ca^{2+}	2	$3p^6$	6	1.14	1.00	2.00
Ca^{2+}	2	$3p^6$	7	1.20	1.06	1.89
Ca^{2+}	2	$3p^6$	8	1.26	1.12	1.79
Ca^{2+}	2	$3p^6$	9	1.32	1.18	1.69
Ca^{2+}	2	$3p^6$	10	1.37	1.23	1.63
Ca^{2+}	2	$3p^6$	12	1.40	1.34	1.49

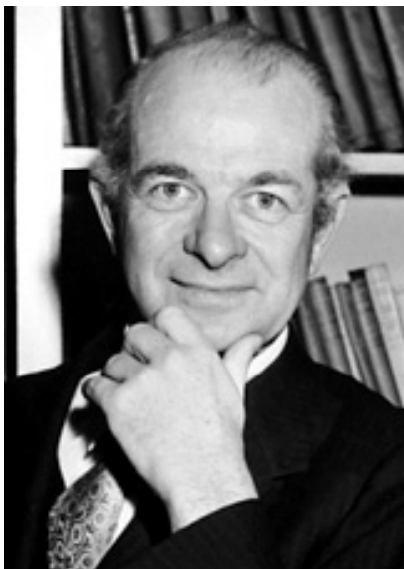
Η ΕΝΥΔΑΤΩΜΕΝΗ ΙΟΝΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ

Όταν τα κατιόντα εξέλθουν από το κρυσταλλικό πλέγμα και βρεθούν σε υδατικά διαλύματα αποκτούν ένα περίβλημα μορίων H_2O ενώ το μέγεθος της ενυδατωμένης ιοντικής ακτίνας (r_H) είναι αντιστρόφως ανάλογο του μεγέθους της ιοντικής ακτίνας στο στερεό

Η ιοντική ακτίνα του Cs^+ είναι $1.69 \text{ \AA}$ και η ενυδατωμένη του $3.29 \text{ \AA}$. Αντίστοιχα η ιοντική ακτίνα του Be^{2+} είναι $0.31 \text{ \AA}$ και η ενυδατωμένη του $4.59 \text{ \AA}$

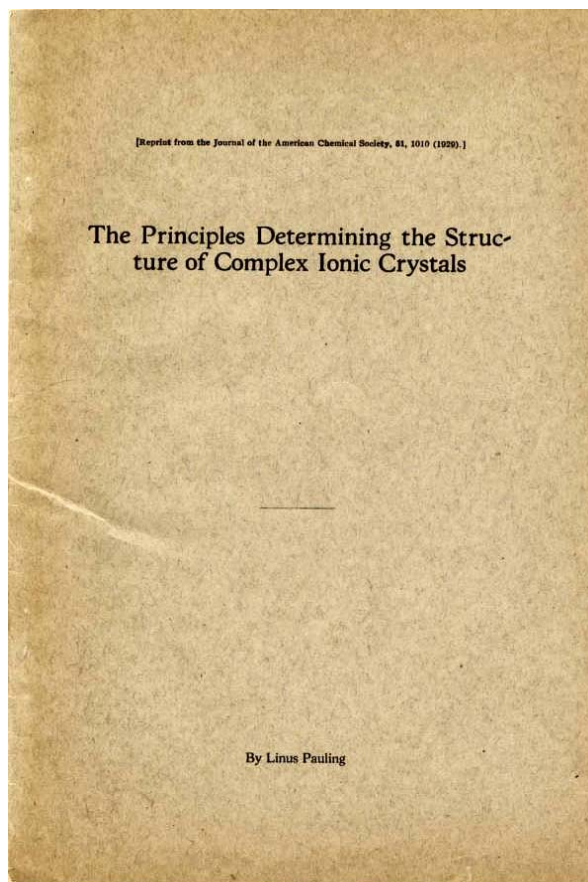


KANONEΣ TOY PAULING

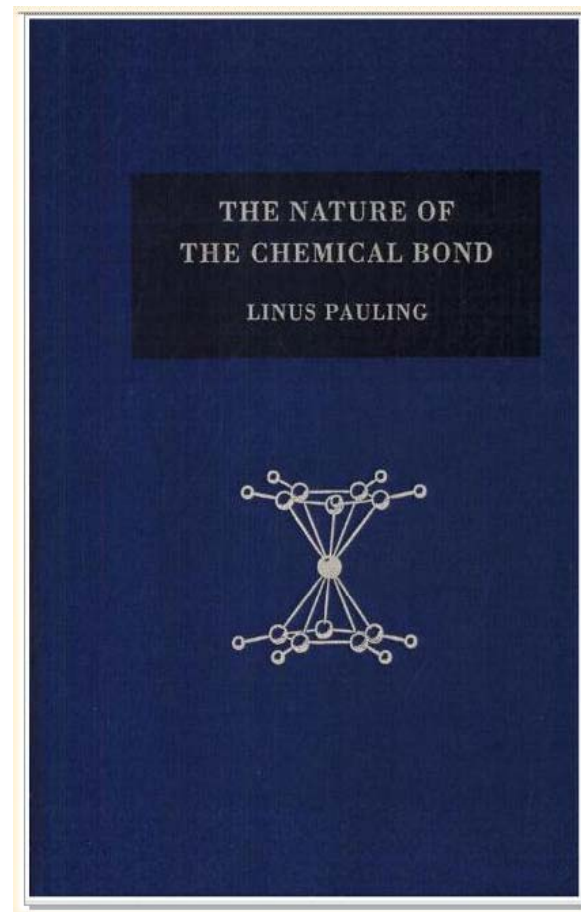


**L. Pauling
(1901-1994)**

**ΒΡΑΒΕΙΟ Nobel
ΧΗΜΕΙΑΣ 1954
&
ΒΡΑΒΕΙΟ Nobel
ΕΙΡΗΝΗΣ 1962**



*Journal of the
American Chemical
Society (1929)*



The Nature of the
Chemical Bond
(1939)

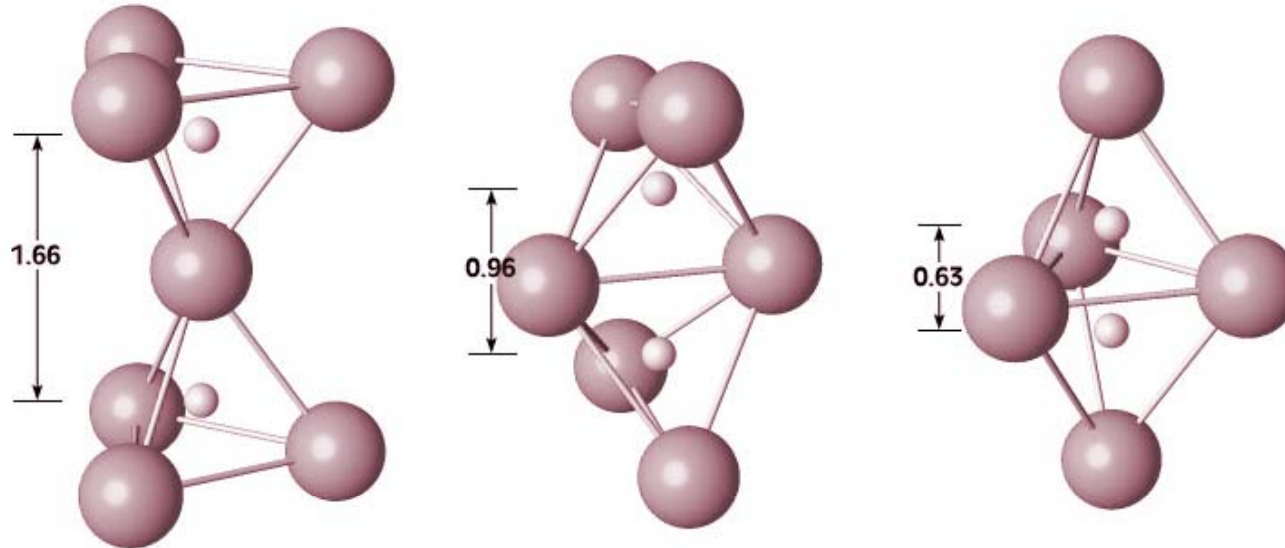


1ος και 2ος ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ PAULING

- ❑ Για κάθε κατιόν (στο κρυσταλλικό πλέγμα) σχηματίζεται ένα πολύεδρο συναρμογής από ανιόντα. Η απόσταση κατιόντος-ανιόντος προσδιορίζεται από το άθροισμα των ιοντικών ακτίνων και ο αριθμός συναρμογής $[CN]$ από την αναλογία των ιοντικών ακτίνων (r_C/r_A)
- ❑ Σε μια σταθερή δομή συναρμογής η ολική ισχύς των δεσμών από όλα τα γειτνιάζοντα κατιόντα προς ένα ανιόν ισούται με το φορτίο του ανιόντος (τοπική εξισορρόπηση φορτίου). Μπορεί να εκφρασθεί ως ο λόγος του σθένους προς τον αριθμό συναρμογής ($V/[CN]$). Εαν π.χ. το Si^{4+} σε τετραεδρική συναρμογή αντικατασταθεί από Al^{3+} τότε ο λόγος $V/[CN]$ από 1 γίνεται 0.75 και απαιτούνται επιπλέον μή-τετραεδρικά κατιόντα για εξισορρόπηση του φορτίου

3ος ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ PAULING

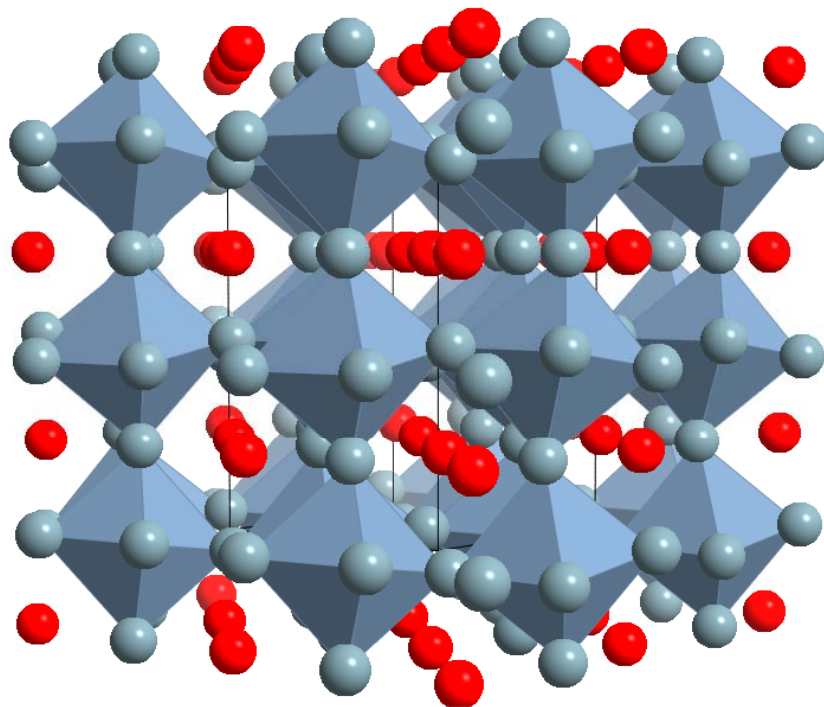
- ❑ Το μοίρασμα ακμών και ειδικότερα εδρών μεταξύ δύο πολυέδρων συναρμογής μειώνει τη σταθερότητα της ιοντικής δομής [πλησιάζουν τα κατιόντα που βρίσκονται μέσα στα πολυέδρα και ενισχύεται η άπωση]



Τα τετράεδρα κατιόντων με υψηλό σθένος όπως το Si^{4+} σχηματίζουν αλυσίδες, δακτυλίους και "φύλλα" με κοινές κορυφές, ενώ τα οκτάεδρα στοιχείων με χαμηλότερο σθένος όπως το Al^{3+} μπορούν να έχουν κοινές ακμές αλλά όχι έδρες

4ος ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ PAULING

- Σε ένα κρύσταλλο που περιέχει διαφορετικά κατιόντα εκείνα τα οποία εμφανίζουν υψηλή οξειδωτική κατάσταση (σθένος) και μικρό αριθμό συναρμογής [CN] τείνουν να μην μοιράζονται πολυεδρικά στοιχεία μεταξύ τους



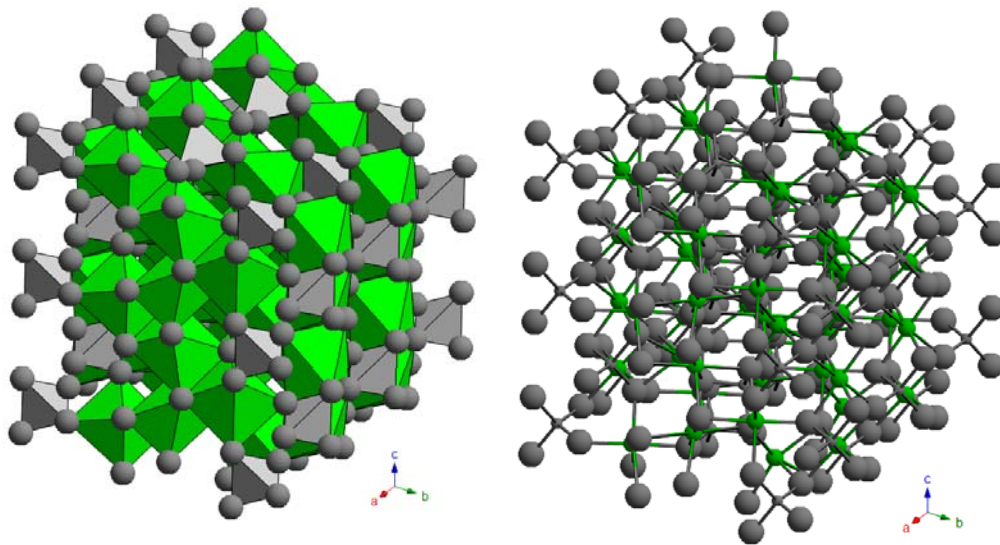
Ti⁴⁺: CN=6, ^[6] $r_{\text{Ti}^{4+}} = 0.60 \text{ \AA}$
ΜΟΙΡΑΣΜΑ ΑΚΜΩΝ

Ca²⁺: CN=12, ^[12] $r_{\text{Ca}^{2+}} = 1.34 \text{ \AA}$
ΜΟΙΡΑΣΜΑ ΕΔΡΩΝ

ΠΕΡΟΒΣΚΙΤΗΣ (CaTiO₃)

5ος ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΟΥ PAULING

□ Ο αριθμός των διαφορετικών ειδών δομικών συστατικών (πολύεδρα συναρμογής κ.λ.π.) σε ένα κρύσταλλο τείνει να είναι μικρός, δηλ. εμφανίζονται όμοια δομικά περιβάλλοντα για όμοια άτομα (απλούστερη δομή→χαμηλότερη δυνατή ενέργεια→σταθερότητα)

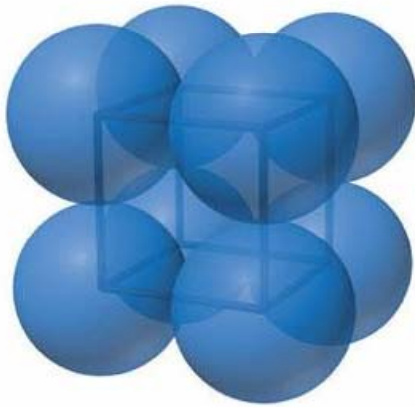


ΟΛΙΒΙΝΗΣ : $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$

Στη δομή π.χ. του ολιβίνη υπάρχουν μόνο 4 διαφορετικές διατάξεις ατόμων: όλα τα άτομα Ο μοιράζονται μεταξύ ενός τετραέδρου (που περιέχει πάντα Si^{4+}) και τριών οκταέδρων (που περιέχουν Mg^{2+} και Fe^{2+})

ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΚΥΒΙΚΟ ΠΛΕΓΜΑ

PCC

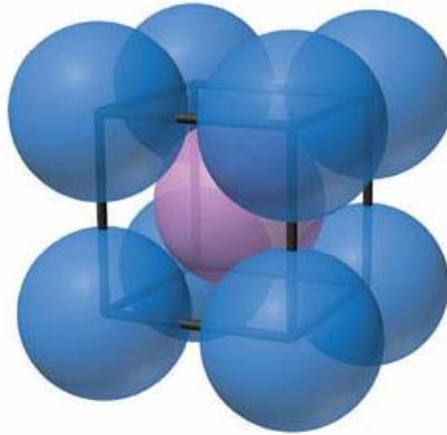


1/8 άτομα σε 8
κορυφές

CN=6

Άτομα/Κυψελίδα:
 $1/8 \cdot 8 = 1$

BCC

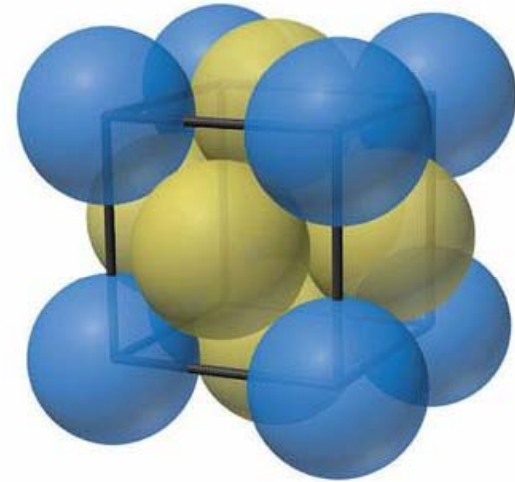


1/8 άτομα σε 8
κορυφές, 1 άτομο
στο κέντρο

CN=8

Άτομα/Κυψελίδα:
 $(1/8 \cdot 8) + 1 = 2$

FCC

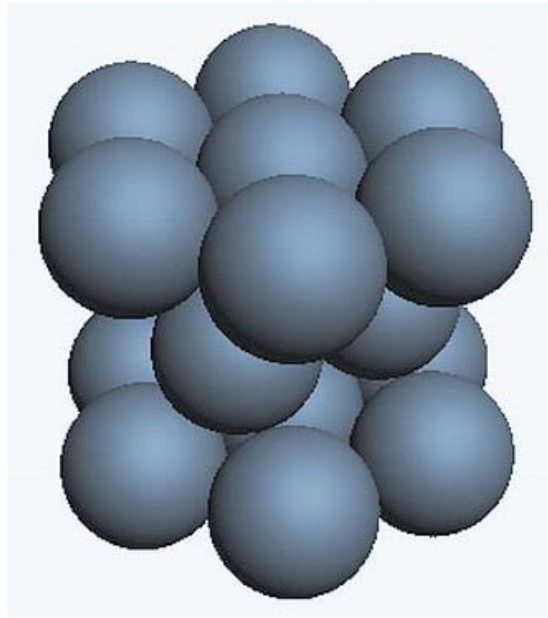


1/8 άτομα σε 8
κορυφές, 1/2
άτομα σε 6 έδρες

CN=12

Άτομα/Κυψελίδα:
 $(1/8 \cdot 8) + (1/2 \cdot 6) = 4$

ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΤΟΜΩΝ ΣΕ ΕΞΑΓΩΝΙΚΟ ΠΛΕΓΜΑ (**HCP**)



CN=12

Οι διατάξεις **FCC** (συμπαγής κυβική συσσωμάτωση) και **HCP** (συμπαγής εξαγωνική συσσωμάτωση) συνιστούν το τελειότερο πακετάρισμα σφαιρών με την μέγιστη δυνατή πυκνότητα που είναι $\pi/(3\sqrt{2}) \approx 74.048\%$ (**Υπόθεση Kepler**). Ωστόσο επειδή ισχύει **$r_c/r_A=1$** είναι σπάνιες σε κοινά ορυκτά και συναντώνται κυρίως σε κρυστάλλους αυτοφυών στοιχείων και σε κράματα

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

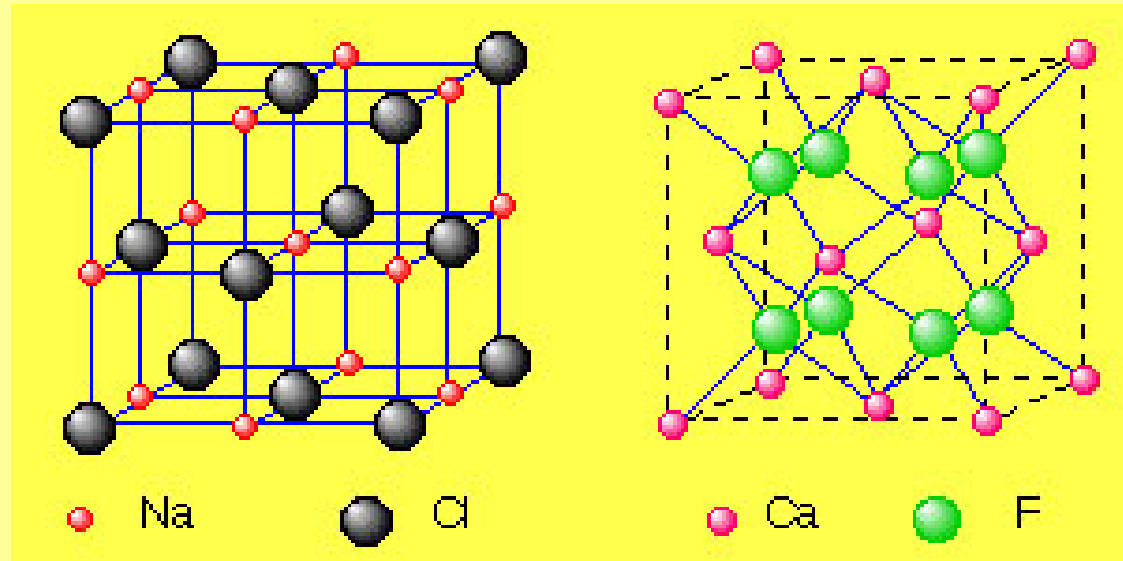
Οι στοιχειώδεις δομικές μονάδες των πλεγμάτων των κρυσταλλικών υλικών (άτομα, ιόντα, μόρια) συνδέονται μεταξύ τους με διαφόρων ειδών χημικούς δεσμούς με αποτέλεσμα να περικλείεται ενέργεια. Η ενέργεια W απαιτείται για την απομάκρυνση ουδέτερων ατόμων από το κρυσταλλικό πλέγμα προς το άπειρο, σε θερμοκρασία 0 °K, ονομάζεται **ενέργεια πλέγματος** και δίδεται σε **kJ/mol**:

$$W=(a*V_C*V_A*e^2*N_L/r_C+r_A)*(1-1/m)$$

όπου V_C , V_A είναι τα σθένη των ιόντων, r_C και r_A οι ιοντικές ακτίνες, e το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο, N_L ο αριθμός Lodschmidt, m ο εκθέτης απώθησης που παίρνει τιμές μεταξύ του 5 και του 12, και a η σταθερά **MADELUNG**

FCC

ΑΛΙΤΗΣ (NaCl) και ΦΘΟΡΙΤΗΣ (CaF₂)



[6]Na⁺ & [6]Cl⁻

[8]Ca²⁺ & [4]F⁻

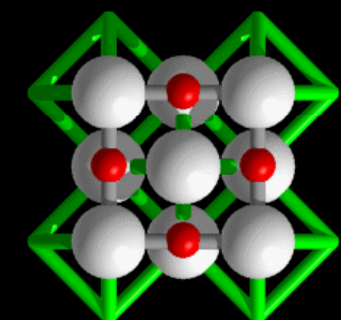
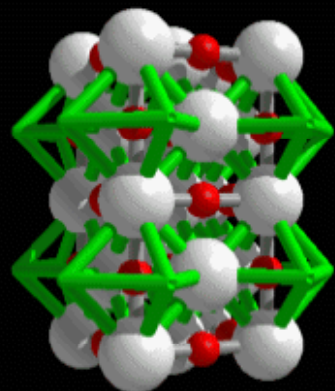
$$r_C/r_A (r_{\text{Na}^+}/r_{\text{Cl}^-})=0.55$$

όρα [CN]=6

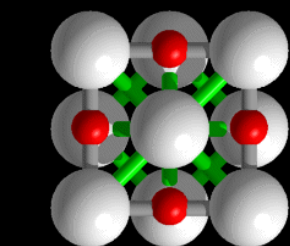
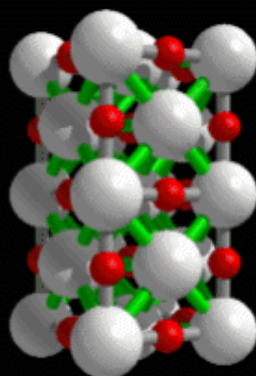
$$r_C/r_A (r_{\text{Ca}^{2+}}/r_{\text{F}^-})=0.75$$

όρα [CN]=8

ΑΛΙΤΗΣ (NaCl)

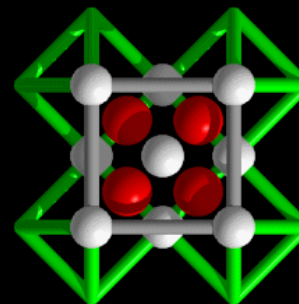
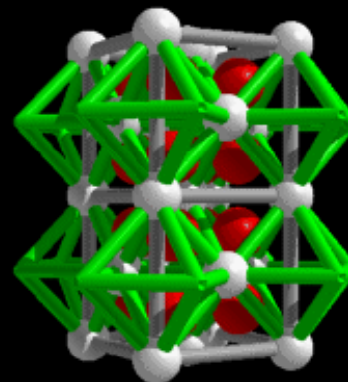


Οκταεδρικές
"οπές" με Na^+

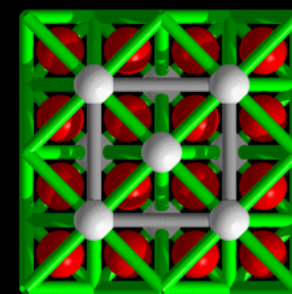
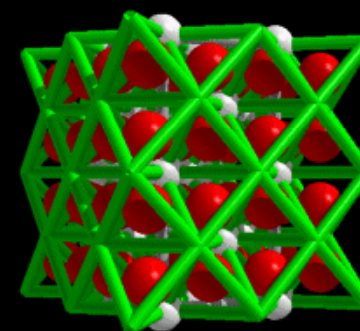


Τετραεδρικές
"οπές" κενές

ΦΘΟΡΙΤΗΣ (CaF_2)

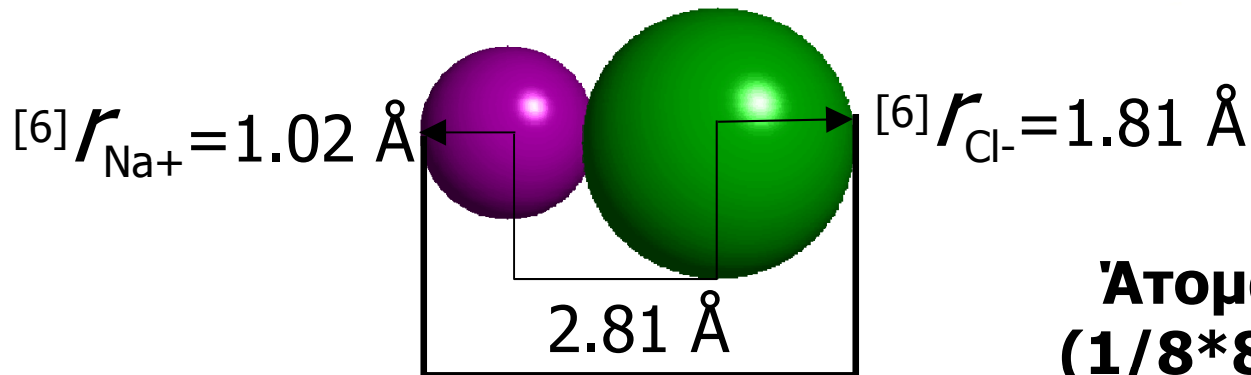
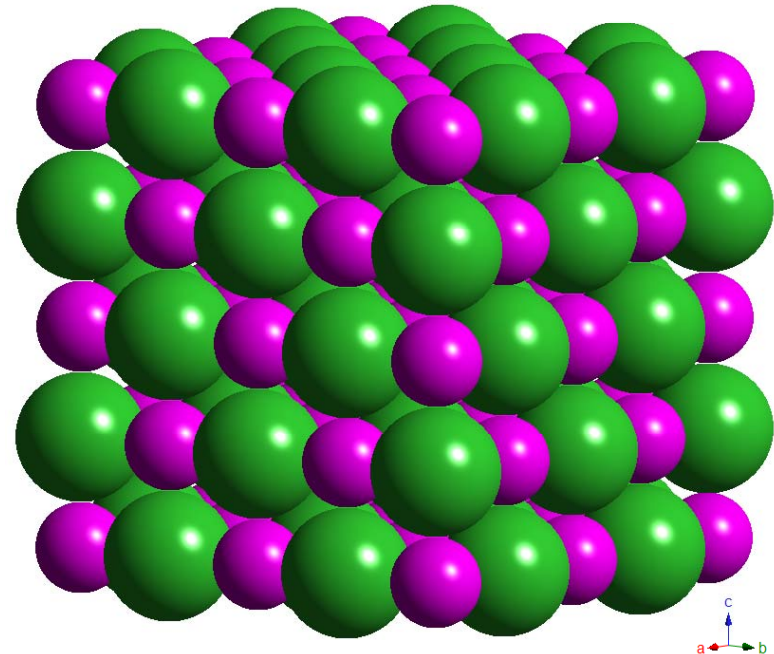
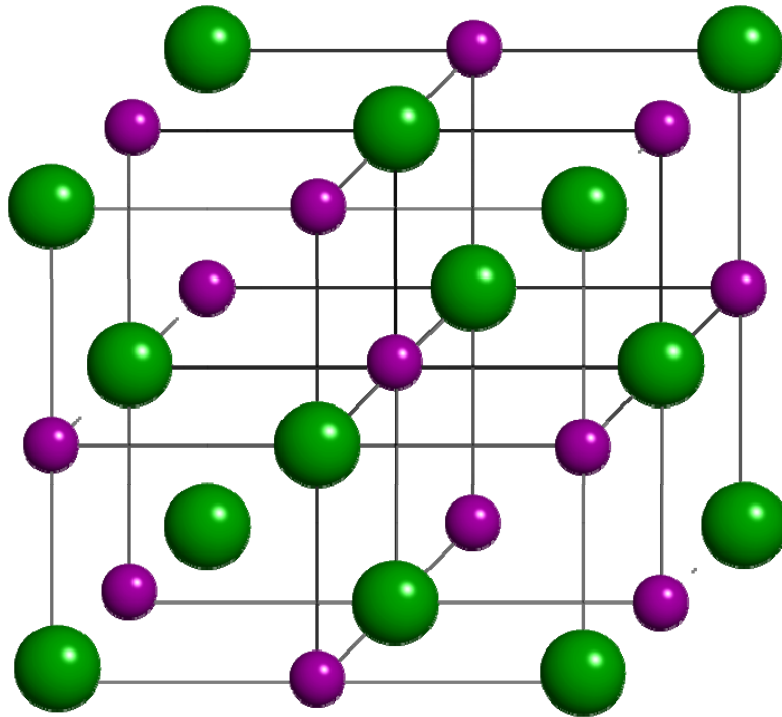


Οκταεδρικές
"οπές" κενές



Τετραεδρικές
"οπές" με F^-

NaCl (ΑΛΙΤΗΣ) - FCC



5.64 Å =
μέγεθος Κυψελίδας

Άτομα/Κυψελίδα:
 $(1/8 \cdot 8) + (1/2 \cdot 6) = 4$

ΑΤΕΛΕΙΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ (Defects)

ΕΝΔΟΓΕΝΕΙΣ (Intrinsic Defects)

**Frenkel
Schottky**

Η ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ

ΕΞΩΓΕΝΕΙΣ (Extrinsic Defects)

**Χρωματικά Κέντρα
Μή-Στοιχειομετρικές Φάσεις**

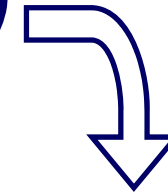


ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΑΤΕΛΕΙΕΣ
(Point Defects)



ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΑΤΕΛΕΙΕΣ
(Extended Defects)

Αταξία και ελαττώματα
στην ευθυγράμμιση των κυψελίδων
ΕΞΑΡΜΟΣΕΙΣ (Dislocations)



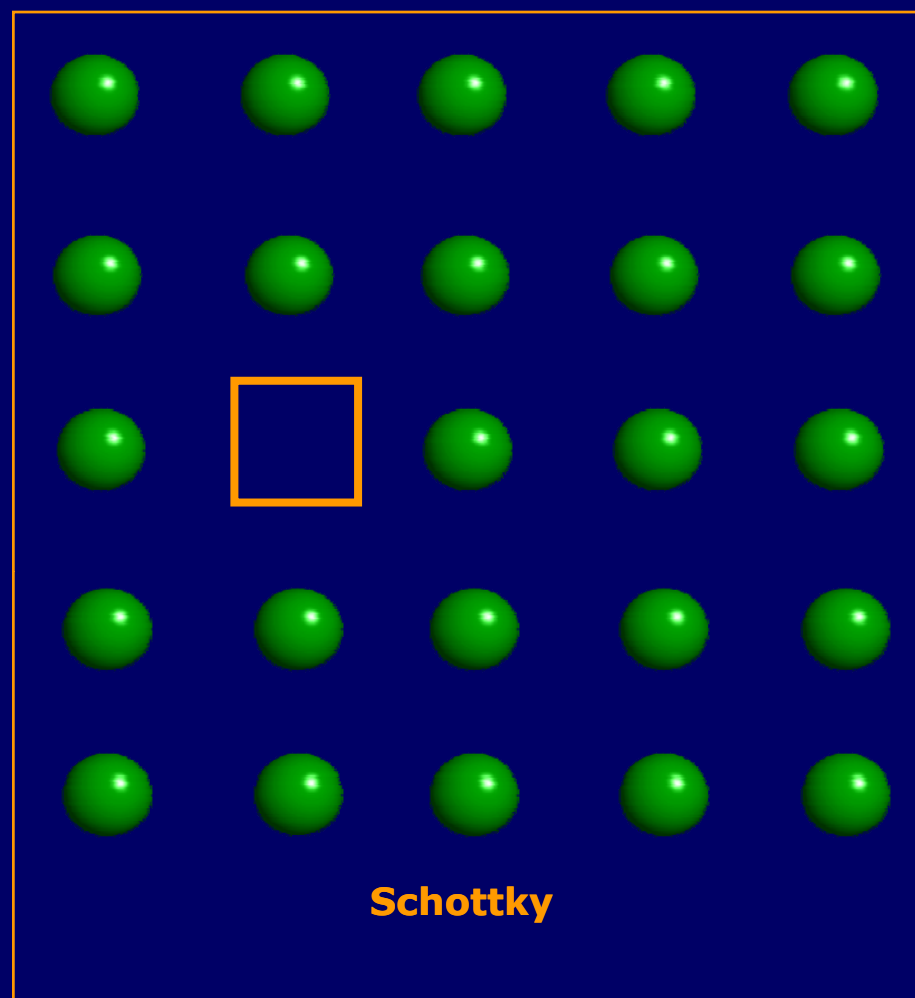
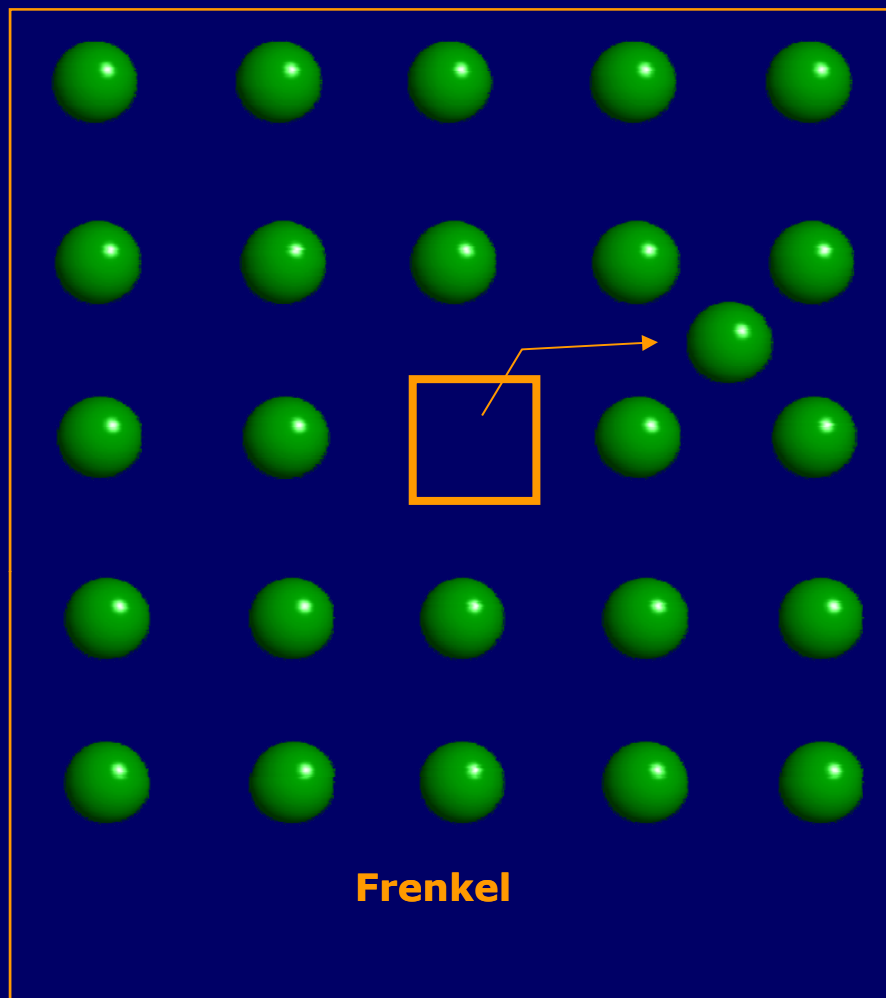
Αμορφοποίηση τμήματος
του κρυστάλλου (Partial
Amorphization)

ΣΤΕΡΕΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ **(Solid Solutions)**

ΠΑΡΑΛΕΙΨΗΣ
(Omission)

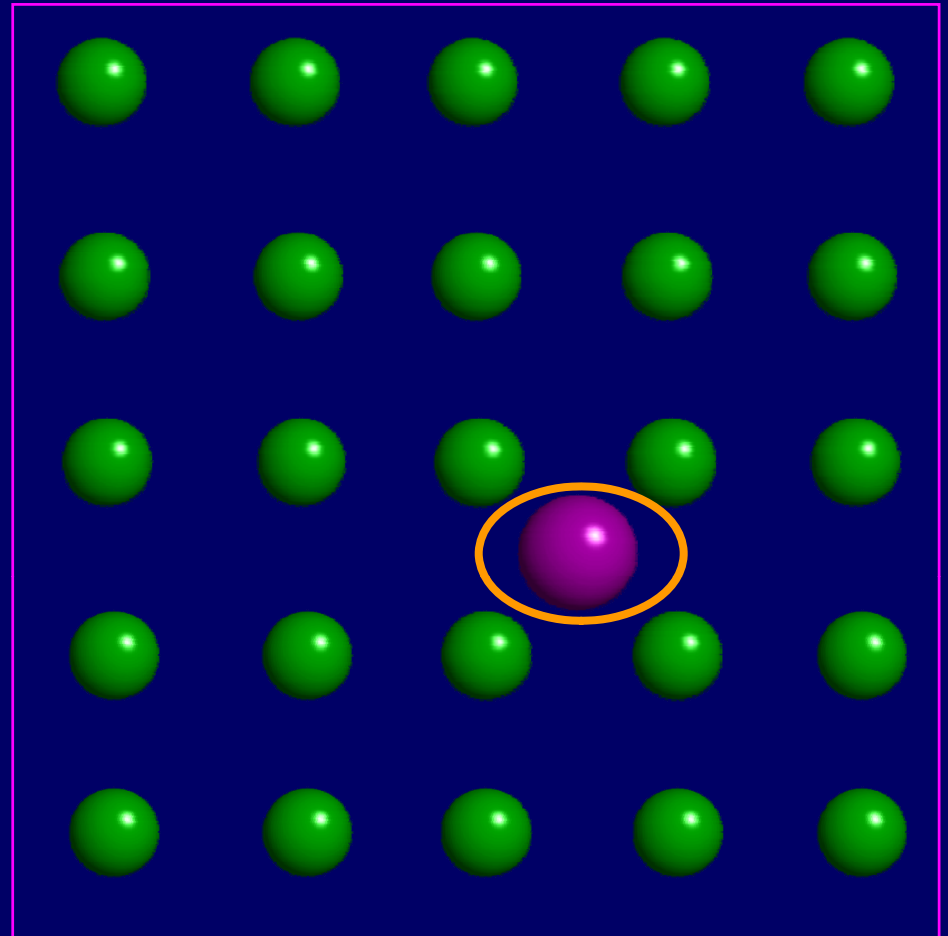
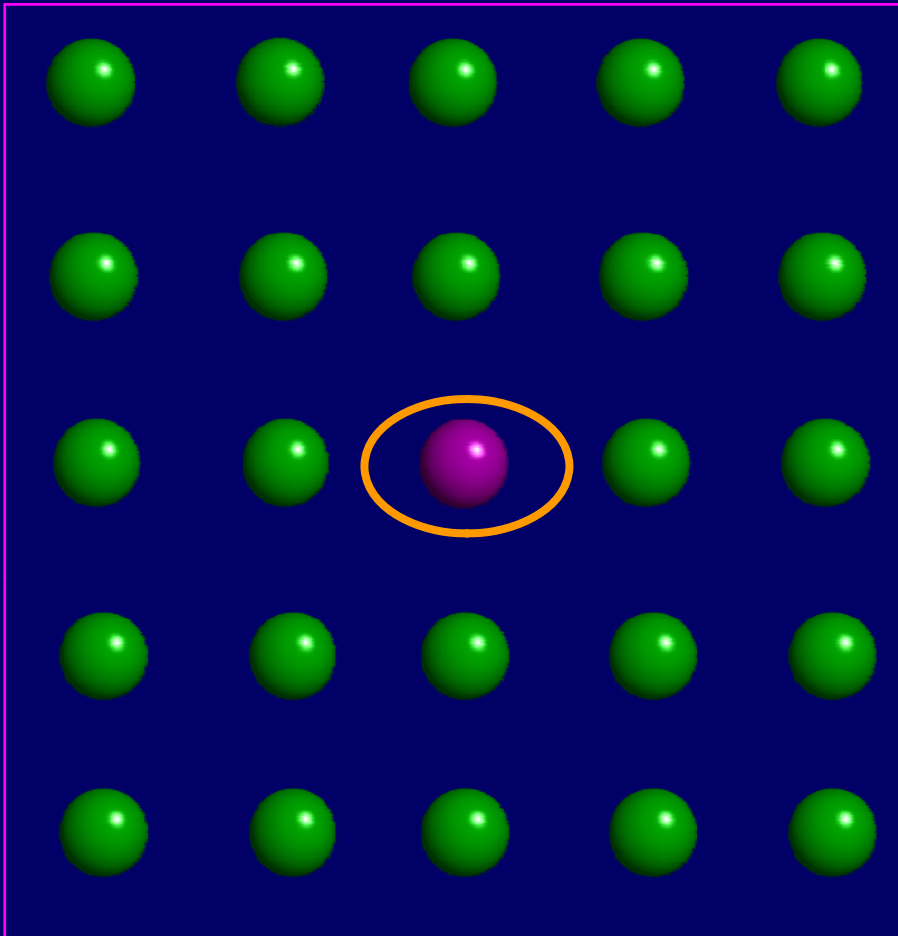
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
(Substitutional)

ΔΙΑΜΕΣΑ
(Interstitial)



ΣΤΕΡΕΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ
ΠΑΡΑΛΕΙΨΗΣ (Omission)

ΚΕΝΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ (Vacancies)



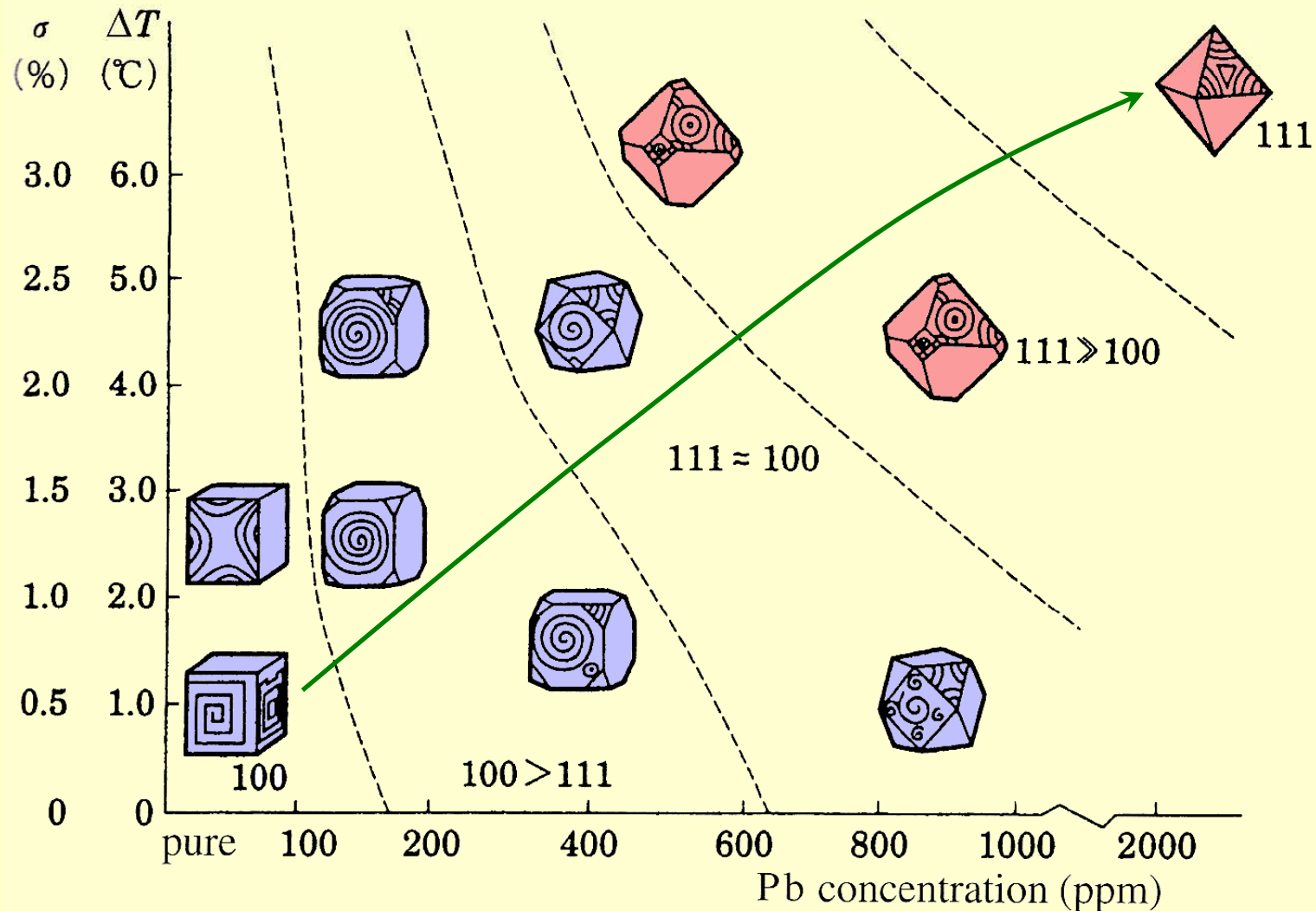
ΣΤΕΡΕΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
(Substitutional)

ΔΙΑΜΕΣΑ
(Interstitial)

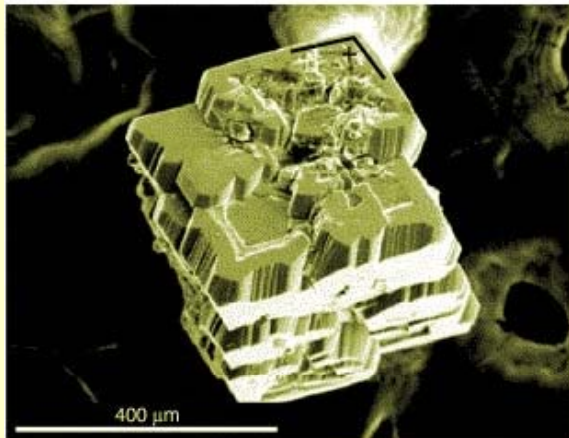
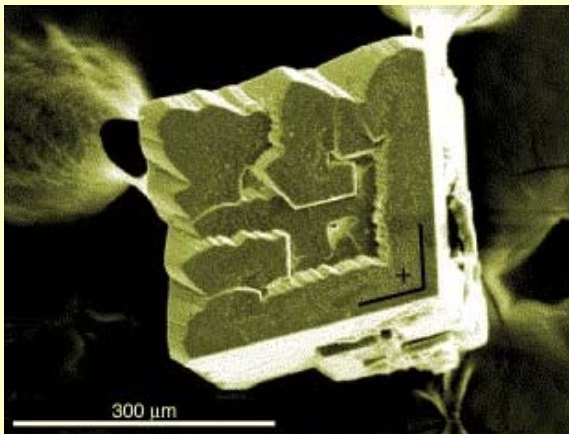
ΠΡΟΣΜΕΙΞΕΙΣ (Impurities)

Μορφοδρόμιο που δείχνει την μεταβολή της Περιβολής (Tracht) του **ΣΥΛΒΙΤΗ (KCl)** λόγω της παρουσίας **προσμείξεων Pb** κατά την κρυστάλλωση (σ =βαθμός υπερκορεσμού του διαλύματος KCl)

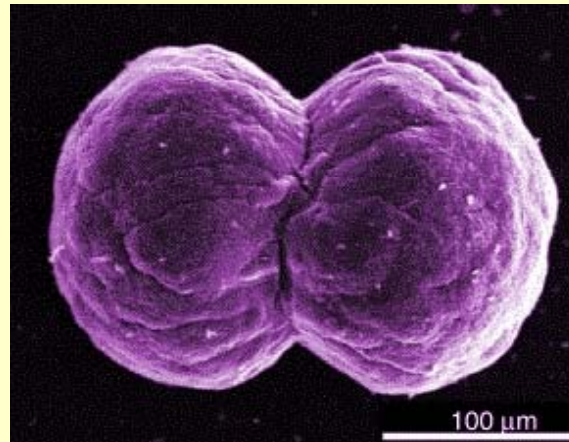
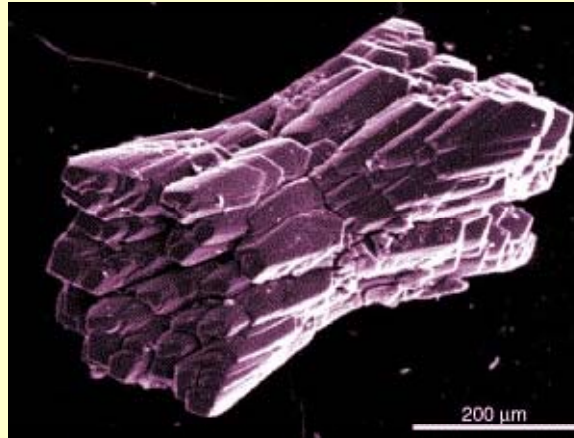


Μεταβολή της μορφολογίας μικροκρυστάλλων **ΑΣΒΕΣΤΙΤΗ (CaCO_3)**
λόγω της παρουσίας προσμείξεων δισθενών κατιόντων μετάλλων

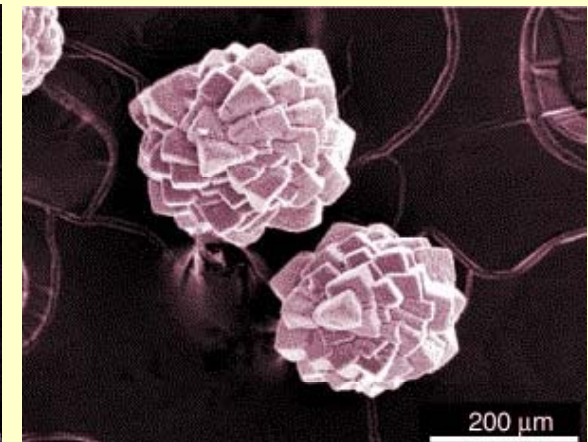
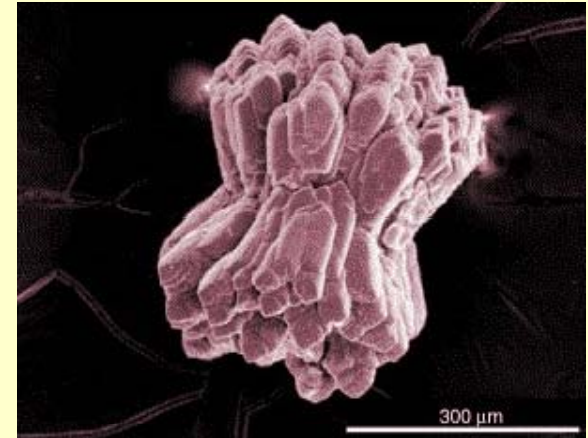
Sr^{2+}



Co^{2+}



Mn^{2+}



20 April 2000

International weekly journal of science

nature

ISSN 0028-280X (print) / 0028-280X (online) / 0028-280X (print) / 0028-280X (online)

www.nature.com

Crystal growth speedometry

Tuberculosis A new class of lipid antigens

Turbulent convection A single regime

Plant development Controlling flowering time

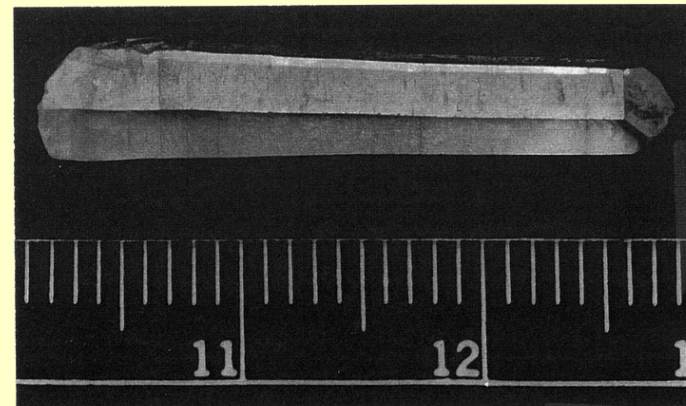
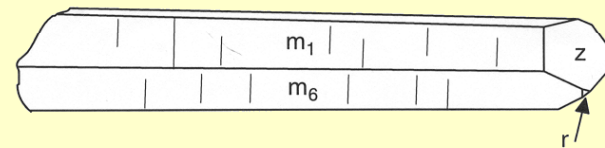
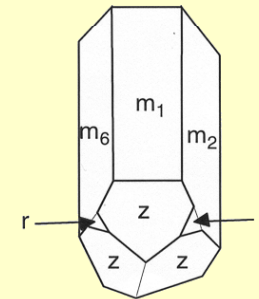
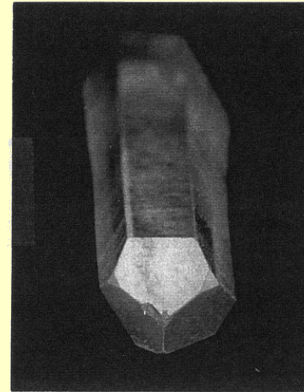


Επίδραση προσμείξεων με υδρογόνο στο σχήμα και στην ταχύτητα ανάπτυξης εδρών σε κρυστάλλους **ΧΑΛΑΖΙΑ (SiO₂)**

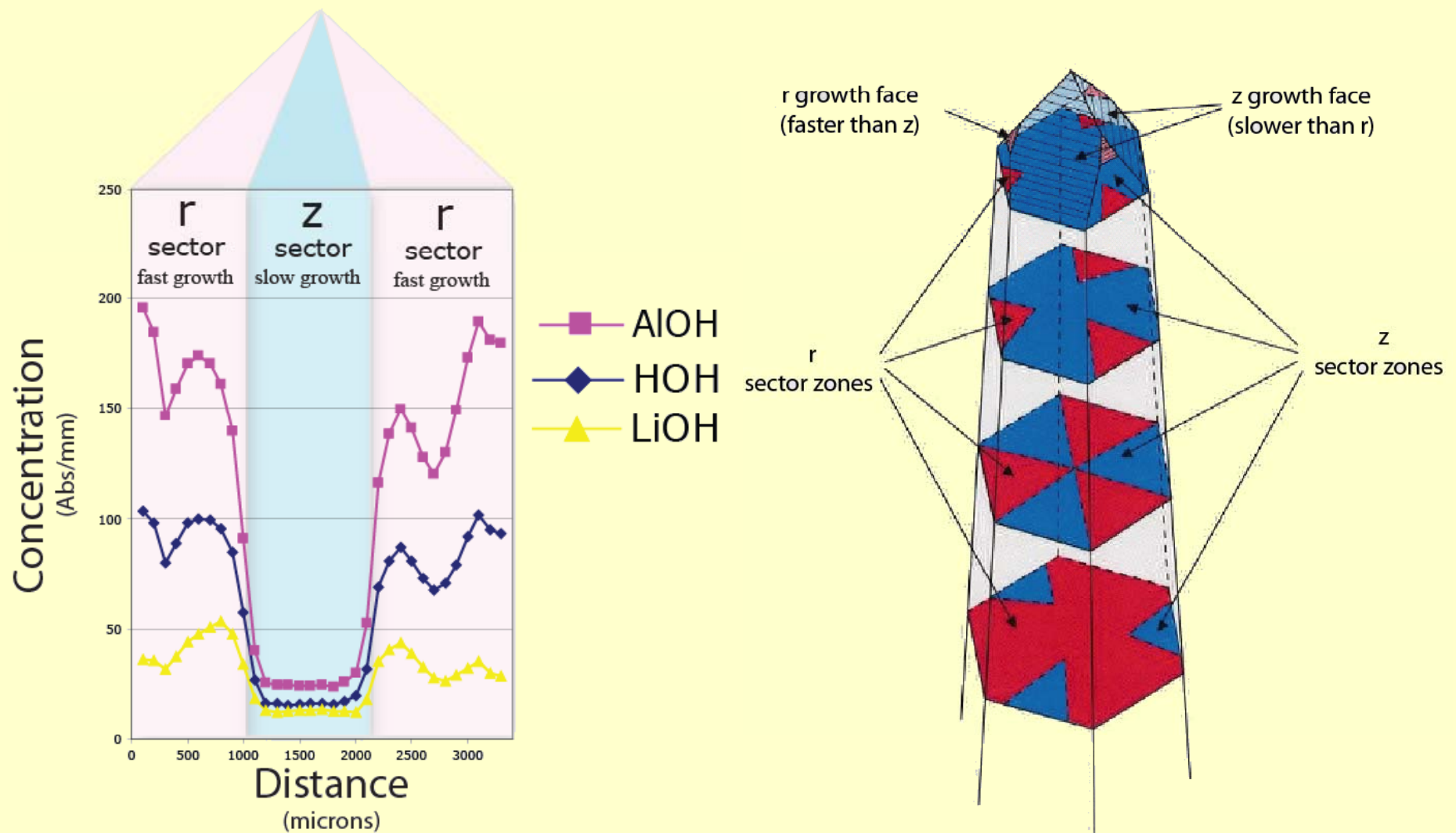
$\{1010\}$ 'm'

$\{01\bar{1}1\}$ 'r'

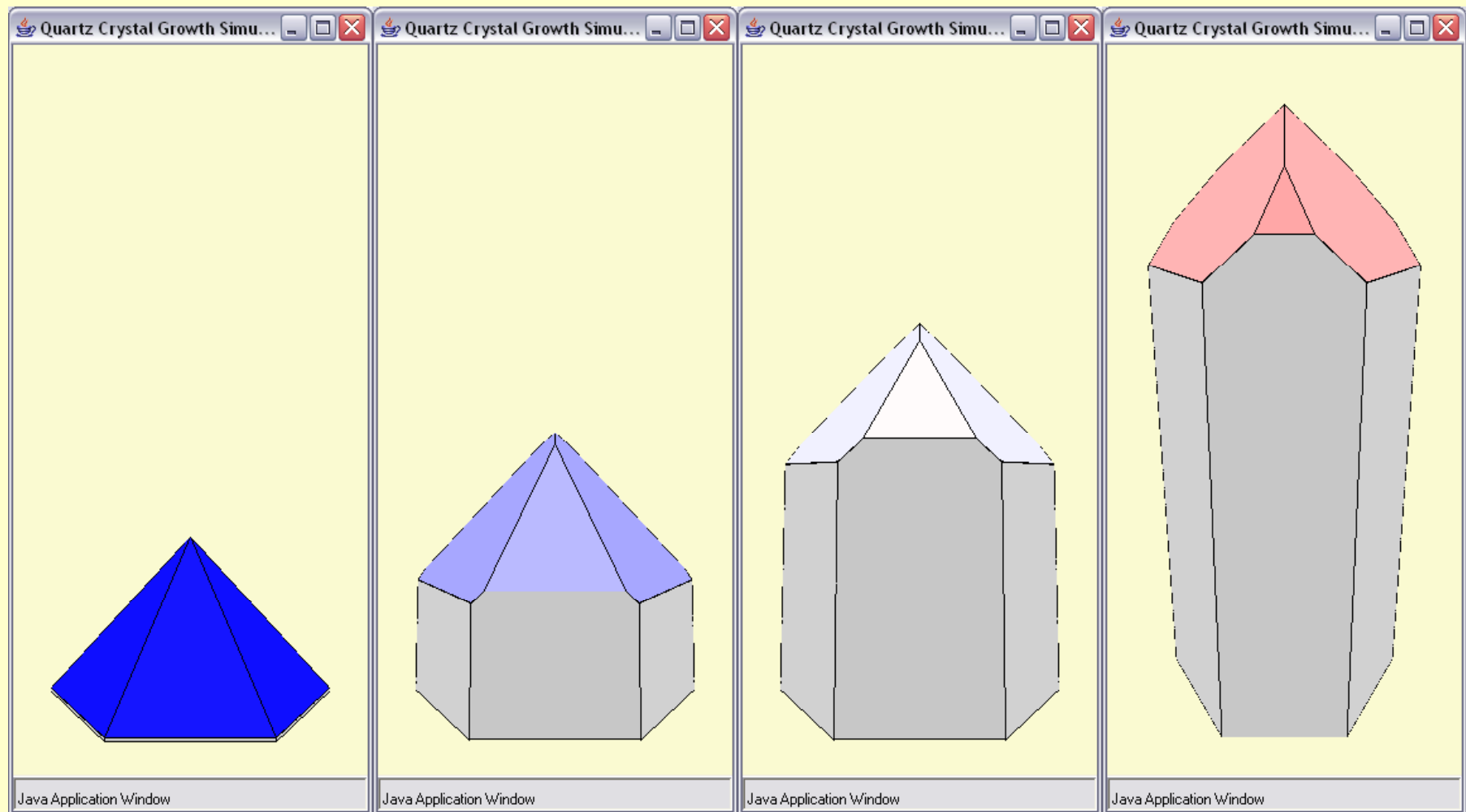
$\{10\bar{1}1\}$ 'z'

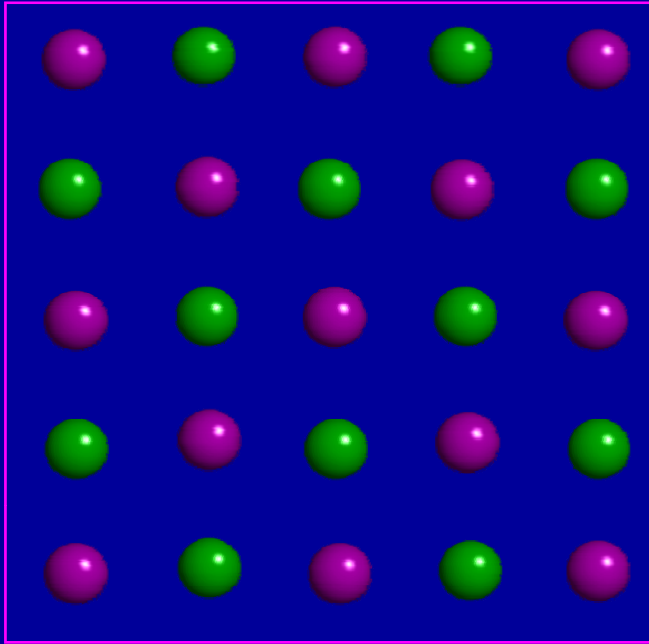


Επίδραση προσμείξεων με υδρογόνο στο σχήμα και στην ταχύτητα ανάπτυξης εδρών σε κρυστάλλους **ΧΑΛΑΖΙΑ (SiO₂)**



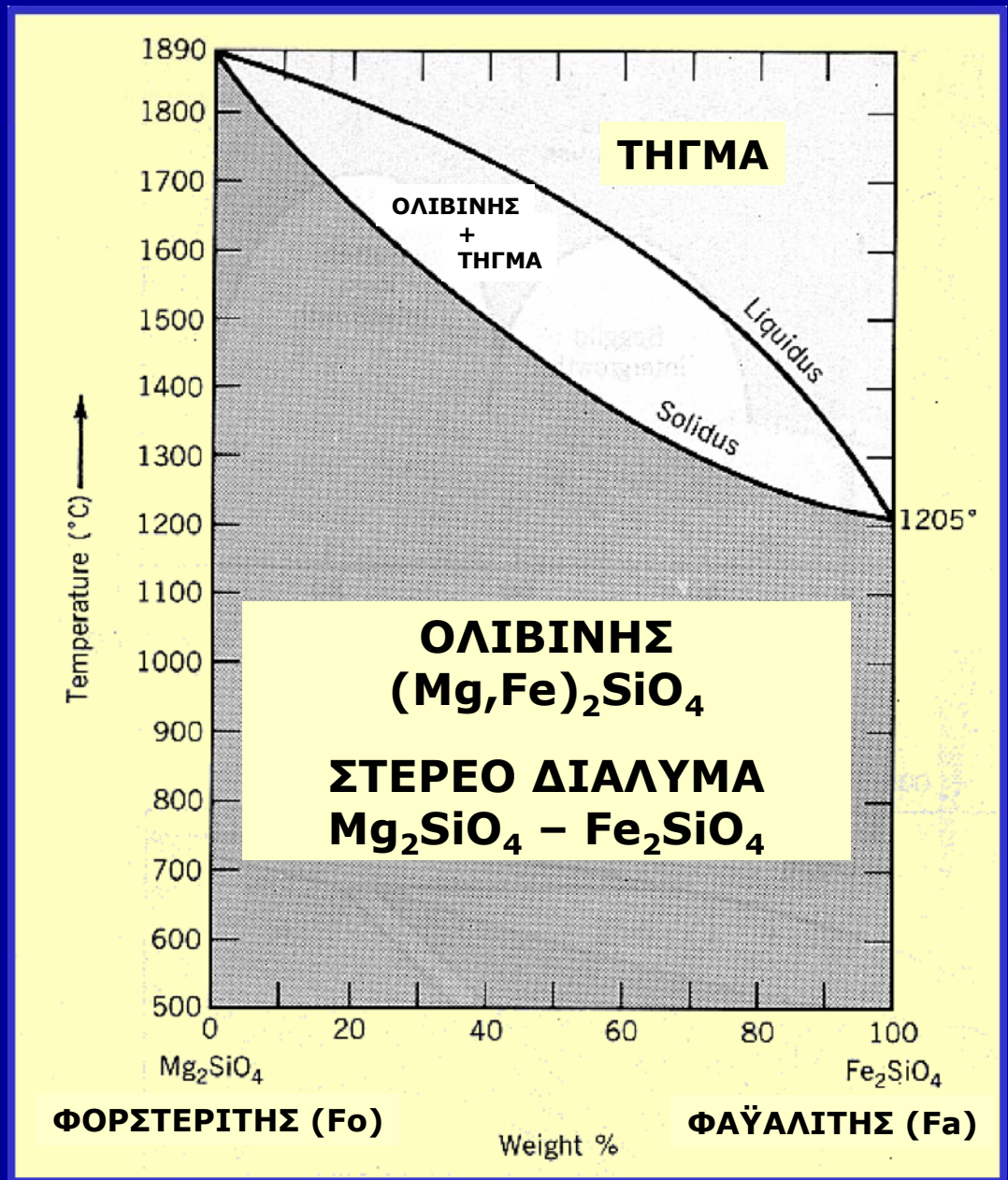
Επίδραση προσμείξεων με υδρογόνο στο σχήμα και στην ταχύτητα ανάπτυξης εδρών σε κρυστάλλους **ΧΑΛΑΖΙΑ (SiO₂)**





ΠΛΗΡΗ ΣΤΕΡΕΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΜΕ ΑΚΡΑΙΑ ΜΕΛΗ

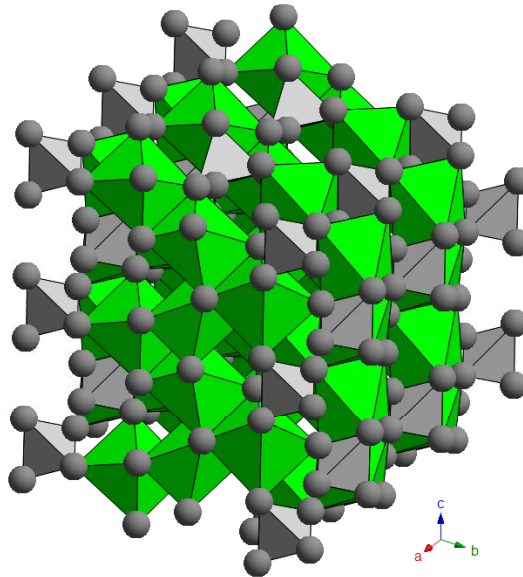
Η περίπτωση του
ΟΛΙΒΙΝΗ



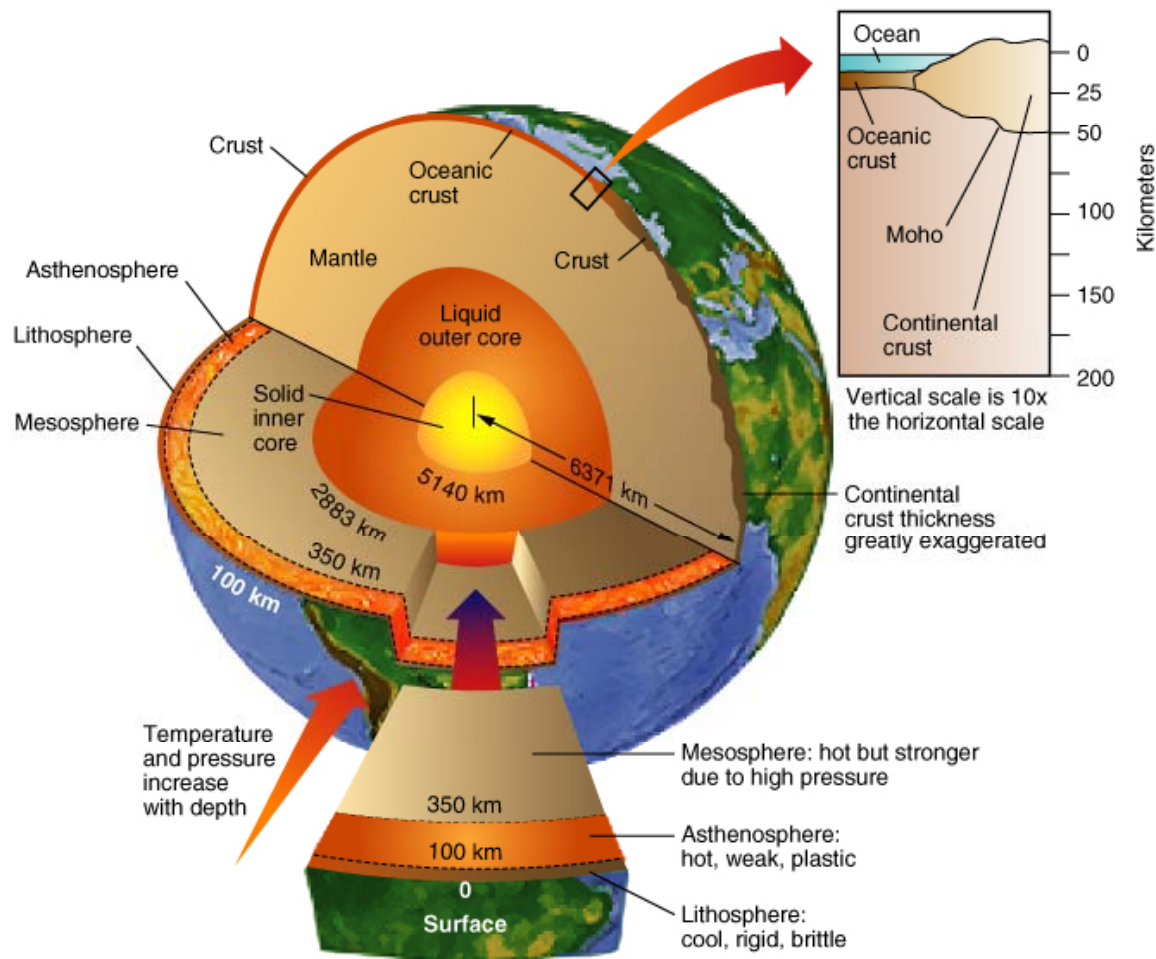
ΙΣΟΜΟΡΦΙΣΜΟΣ

Τα στερεά διαλύματα δύο ακραίων μελών αναφέρονται συχνά και ως «ΙΣΟΜΟΡΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΙΞΕΙΣ».

Ισομορφισμός (isomorphism) είναι το φαινόμενο κατά το οποίο δυο ή και περισσότερες ουσίες (ισόμορφα – isomorphs) με διαφορετική χημική σύσταση έχουν την ίδια κρυσταλλική δομή οπότε και μπορούν να σχηματίσουν ΣΤΕΡΕΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



ΠΟΛΥΜΟΡΦΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΛΙΒΙΝΗ ΣΕ ΥΨΗΛΗ ΠΙΕΣΗ



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

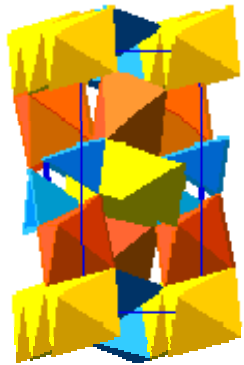


410 Km



520 Km

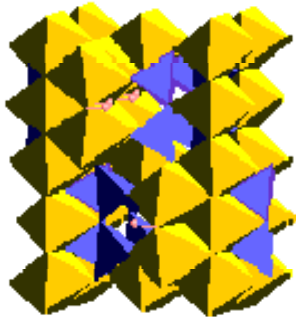




$\alpha\text{-(Mg,Fe)}_2\text{SiO}_4$
Ολιβίνης

PΟΜΒΙΚΟ

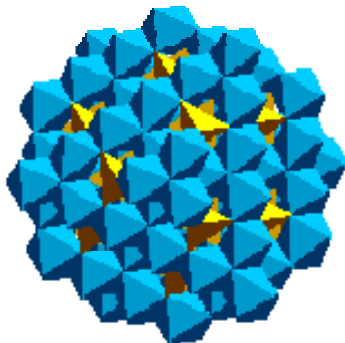
($a=4.75$, $b=10.2$, $c=5.2$)



$\beta\text{-(Mg,Fe)}_2\text{SiO}_4$
Γουαντςλεϊτης

PΟΜΒΙΚΟ

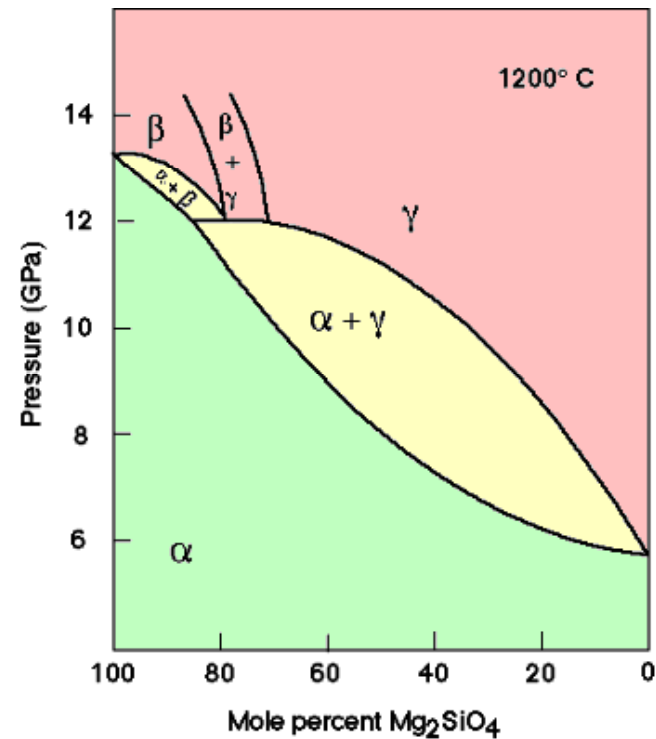
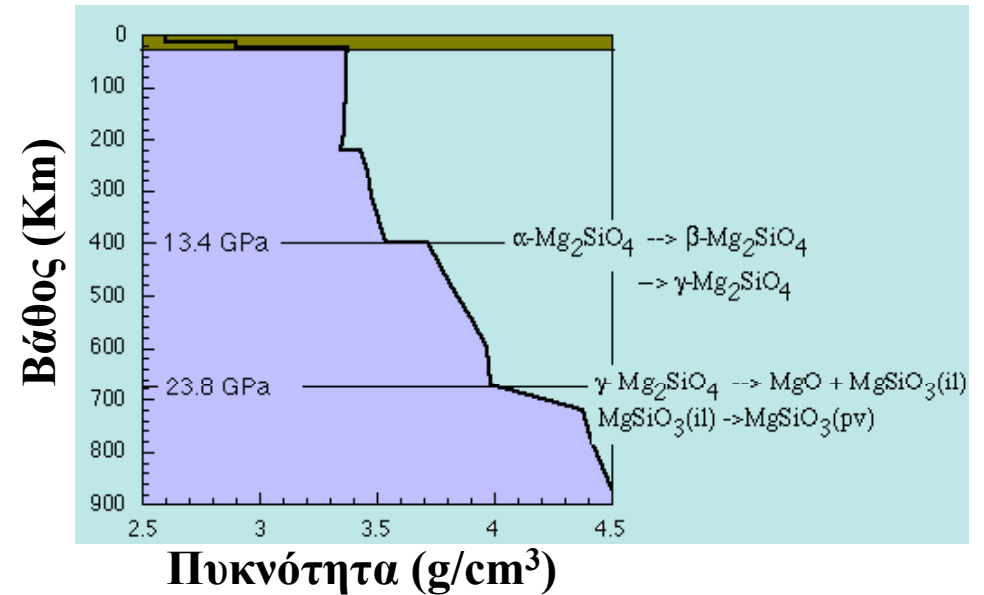
($a=5.70$, $b=11.71$, $c=8.24$)



$\gamma\text{-(Mg,Fe)}_2\text{SiO}_4$
Ρινγκουντίτης

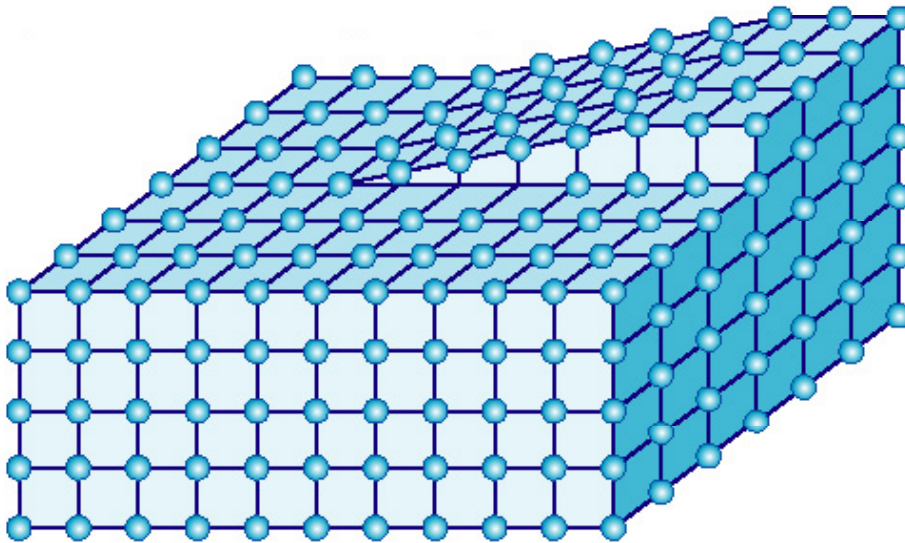
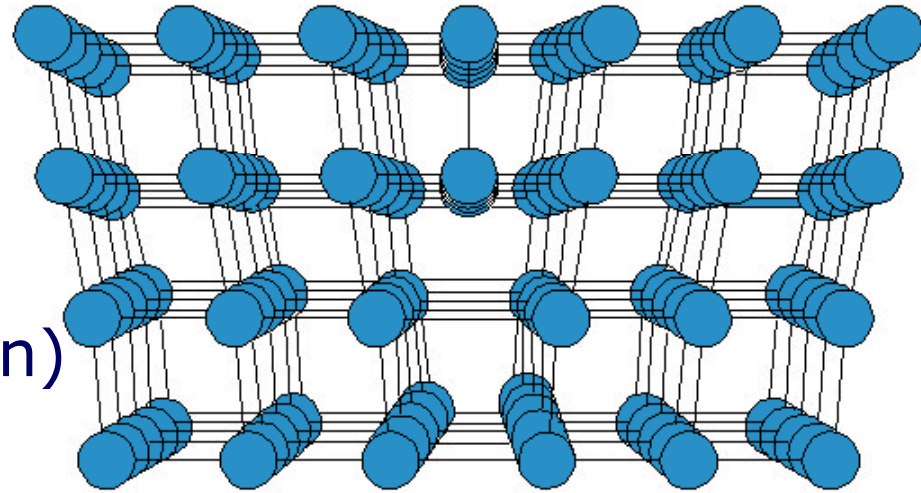
KΥΒΙΚΟ

($a=8.1$)



ΑΤΕΛΕΙΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

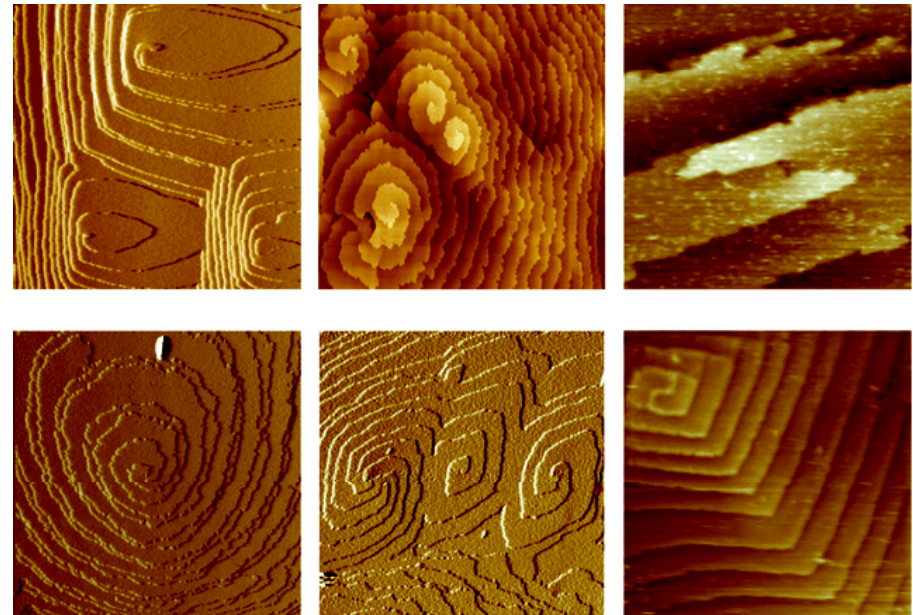
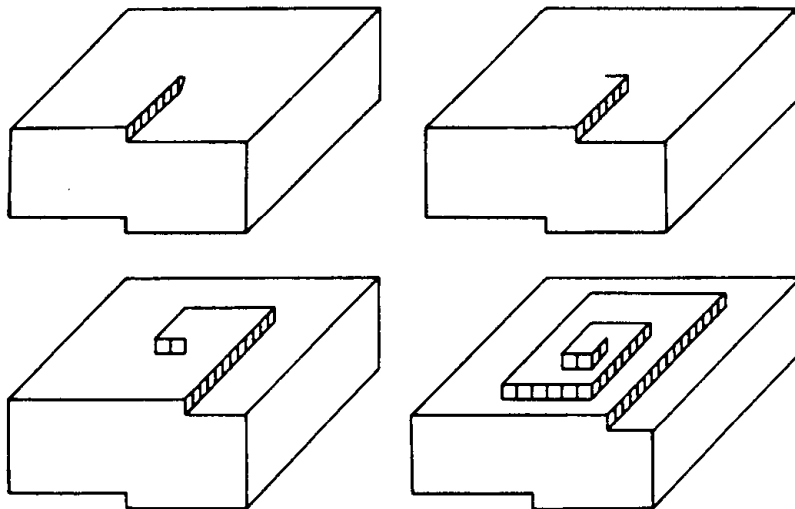
ΕΞΑΡΜΟΣΗ
ΚΑΤΑ ΑΚΜΗ
(Edge Dislocation)



ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ
ΚΟΧΛΙΩΔΗΣ ΕΞΑΡΜΟΣΗ
(Screw Dislocation)

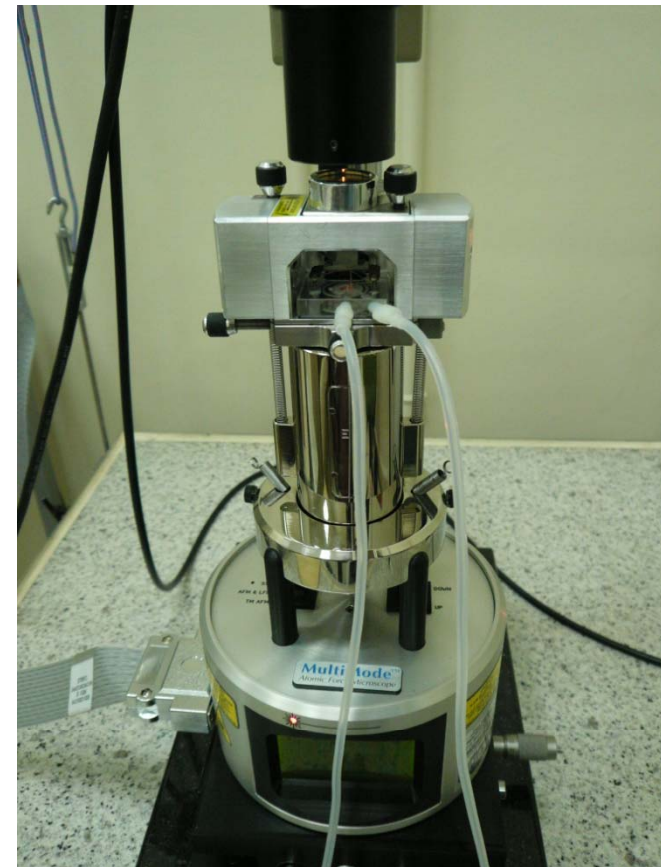
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΕΞΑΡΜΟΣΕΙΣ:

ΘΕΣΕΙΣ ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΟΥΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΕ NANO-ΚΛΙΜΑΚΑ (Nano-scale Spiral Crystal Growth)

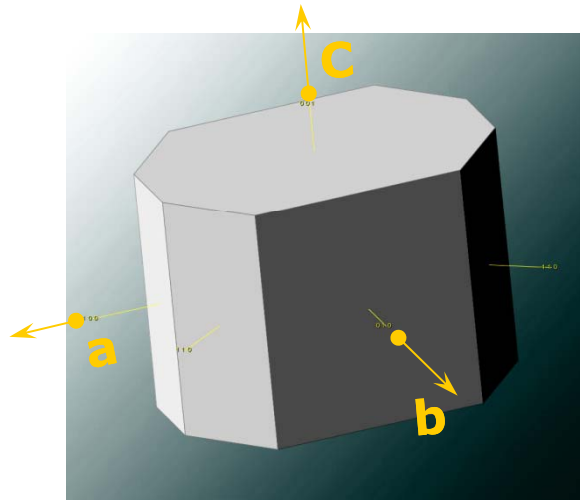


ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ (AFM)

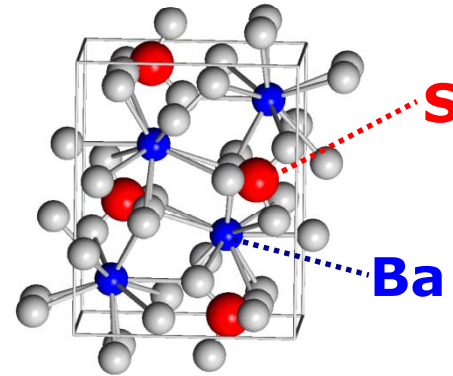
ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ (AFM)



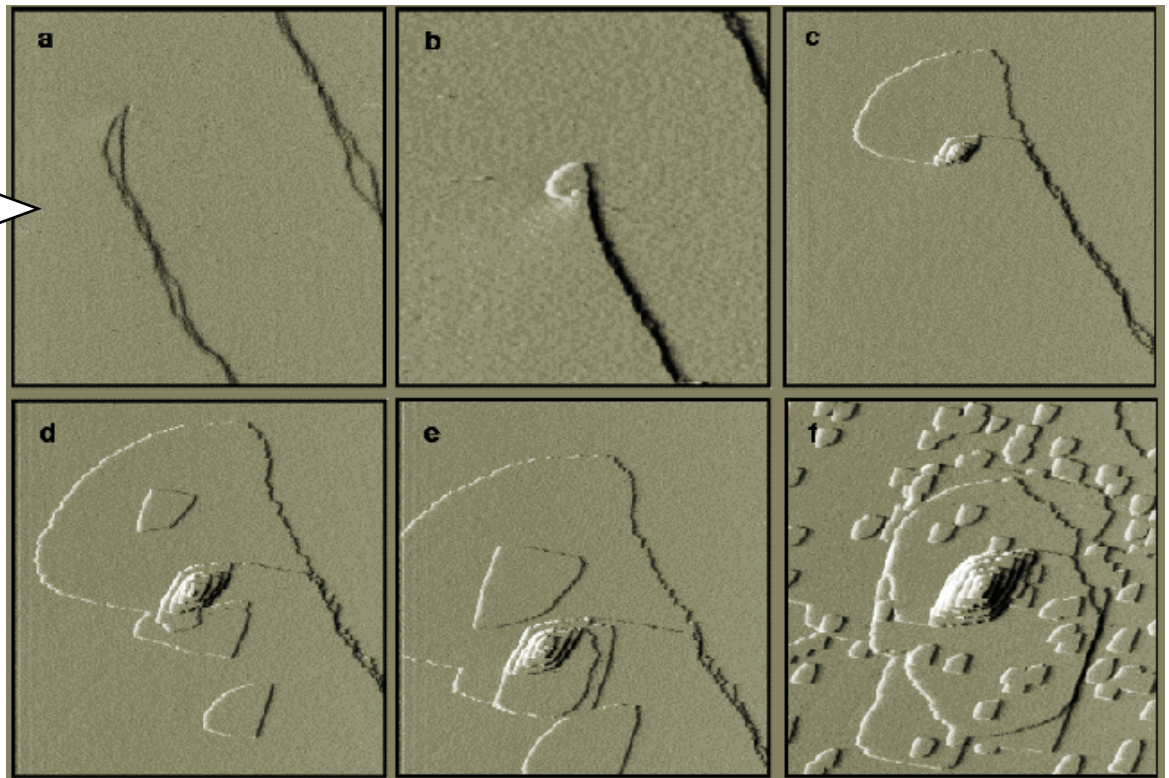
ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΗΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΡΥΤΗ



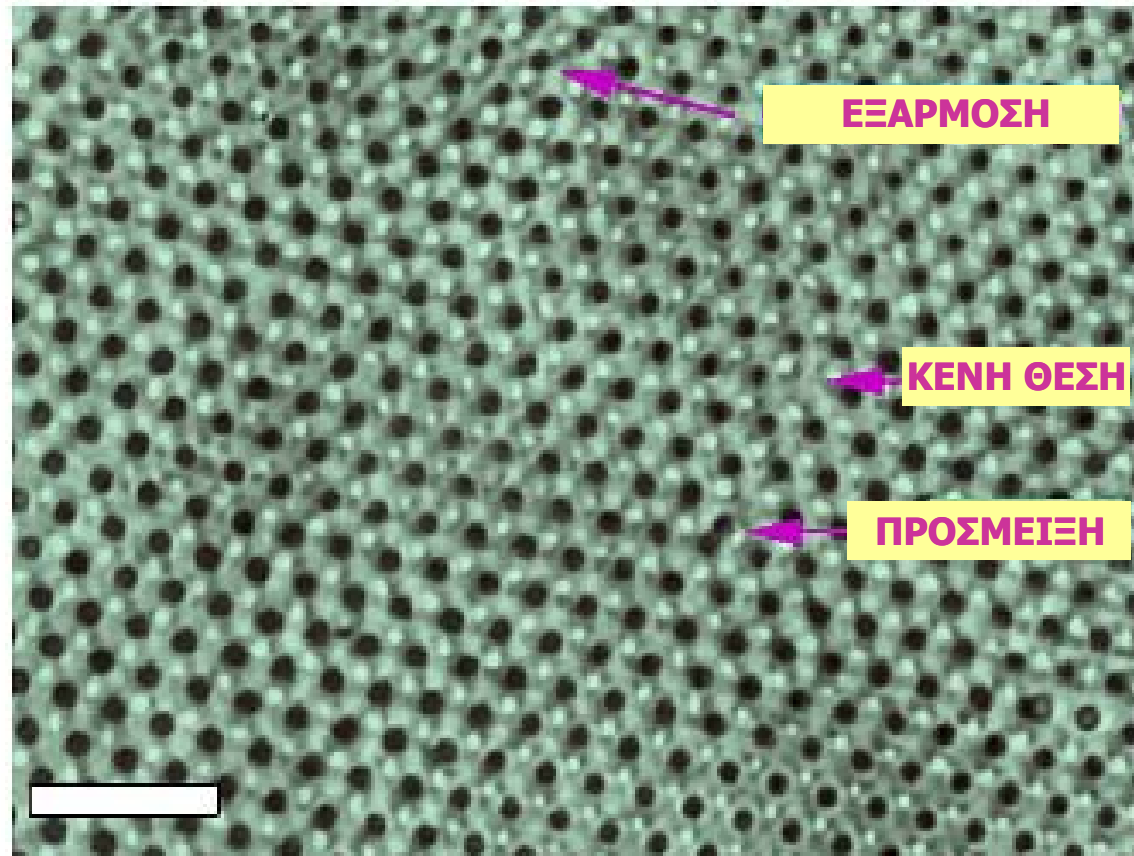
BaSO_4
Ρομβικό

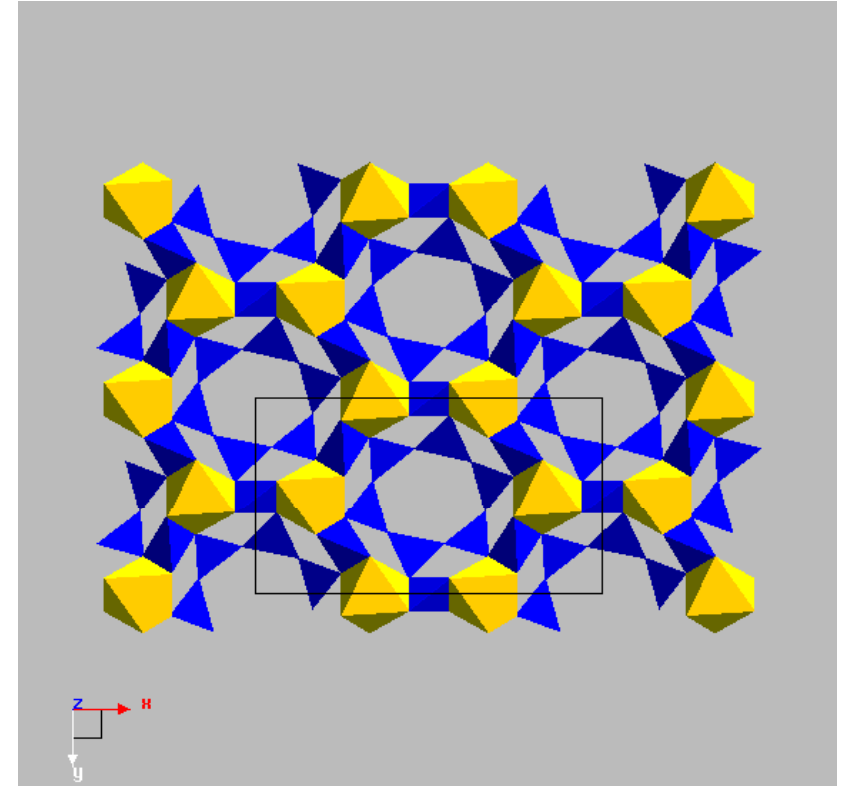
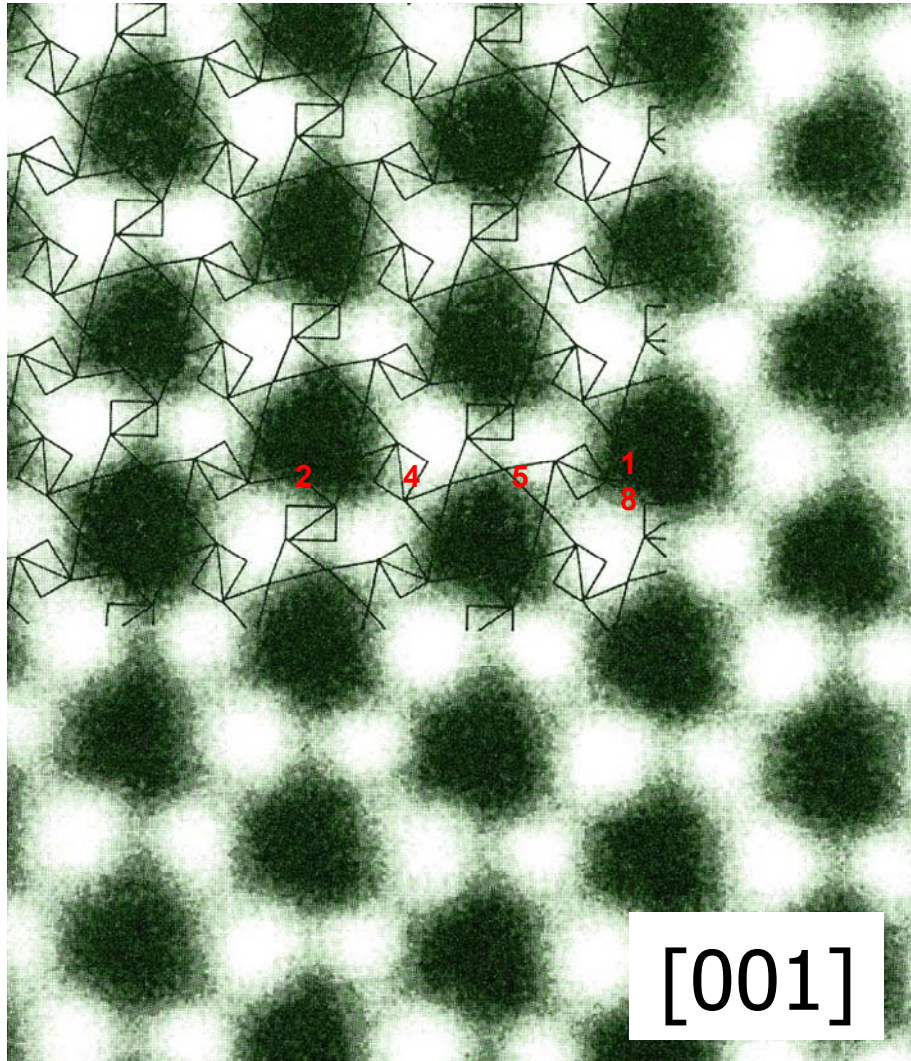


(001) ΣΧΙΣΜΟΓΕΝΗΣ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

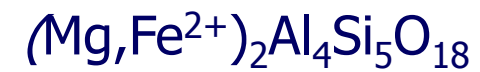


ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΑΤΕΛΕΙΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ





ΚΟΡΔΙΕΡΙΤΗΣ



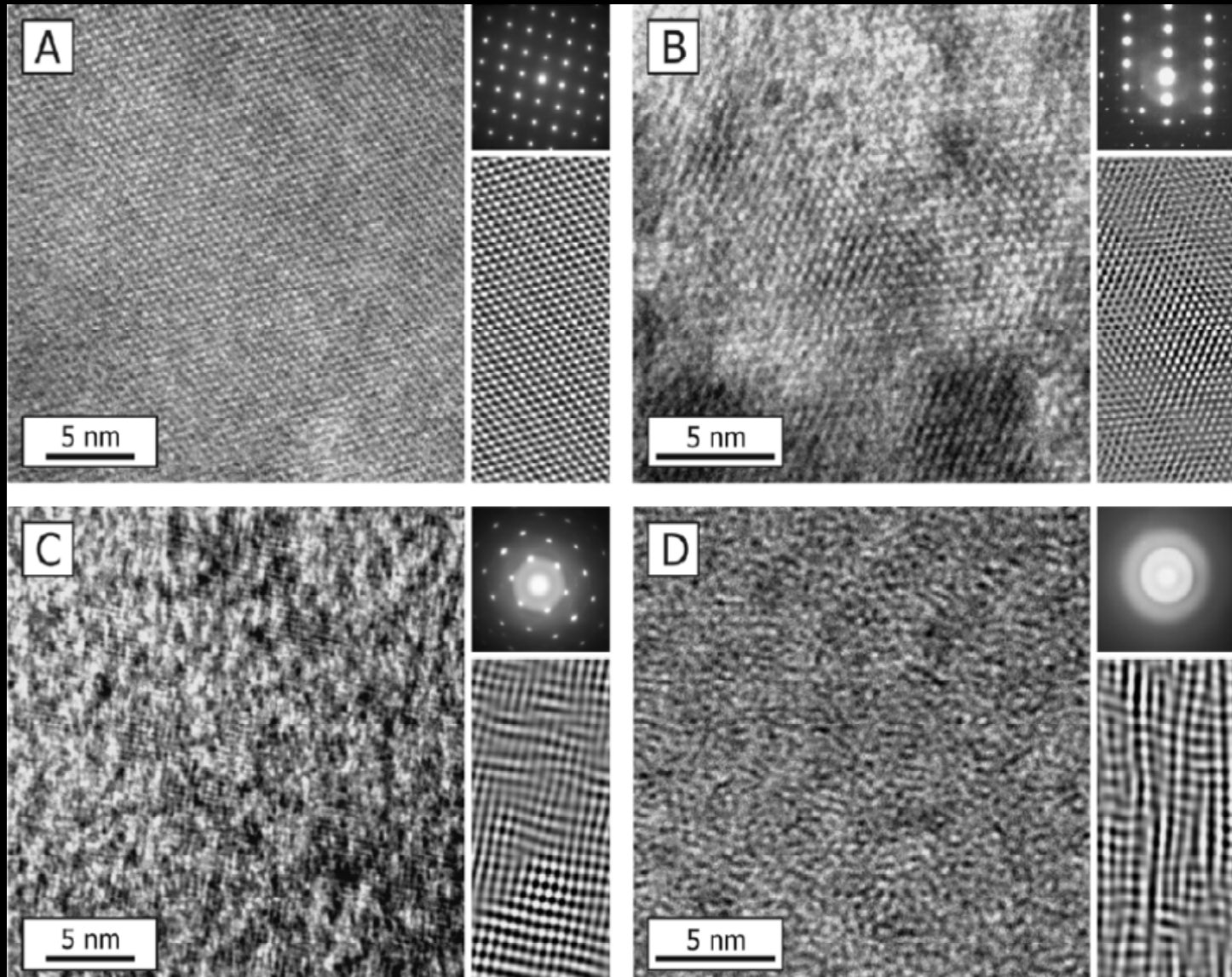
Ρομβικό (ψευδοεξαγωνικό)

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ (ΤΕΜ)

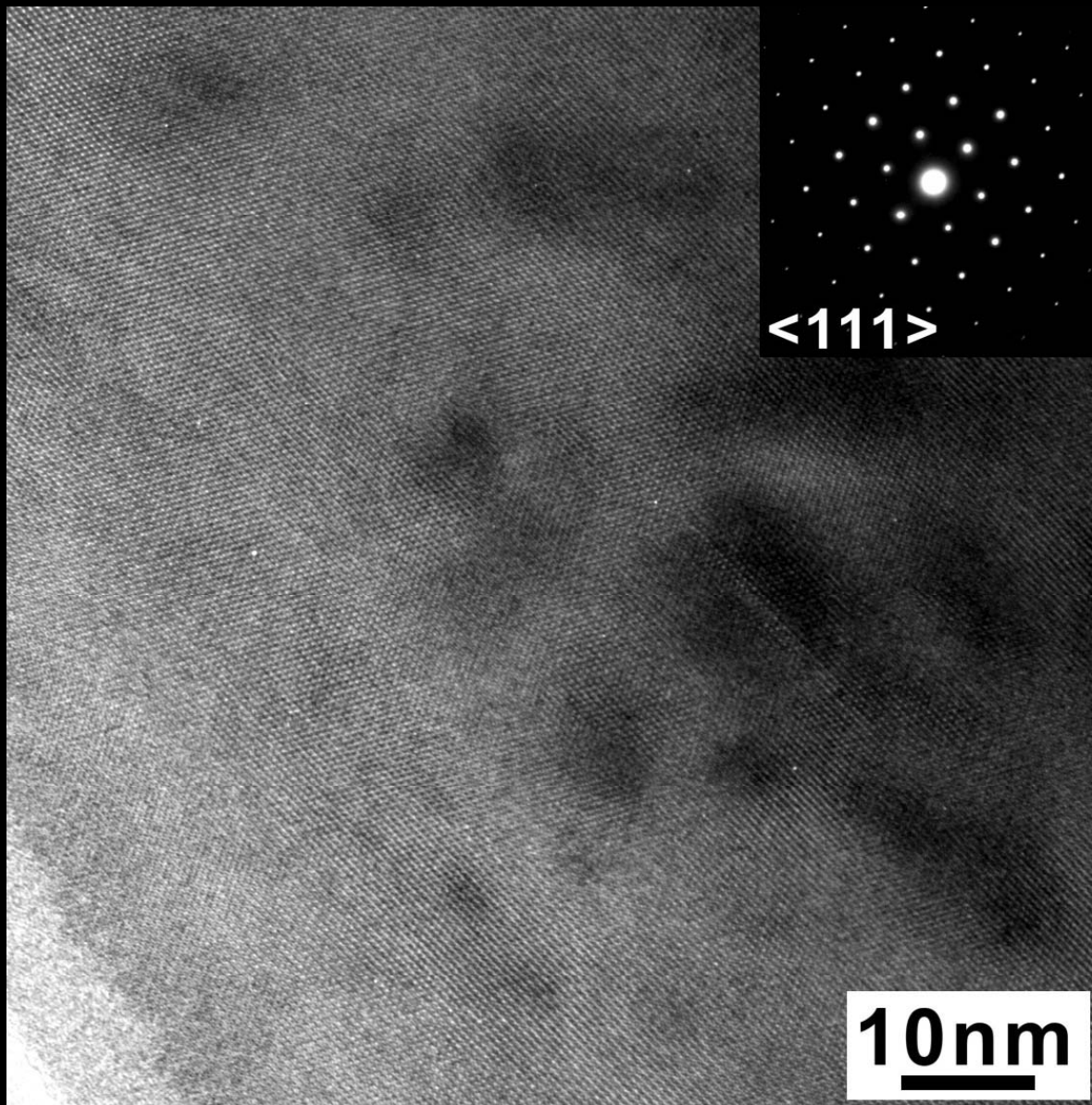
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ (TEM)



ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΕΣ ΑΤΕΛΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΜΕΙΚΤΙΚΟΥ ΖΙΡΚΟΝΙΟΥ (ZrSiO_4)



ΖΙΡΚΟΝΙΟ (ZrSiO_4) ΑΠΟ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΘΡΑΚΗΣ

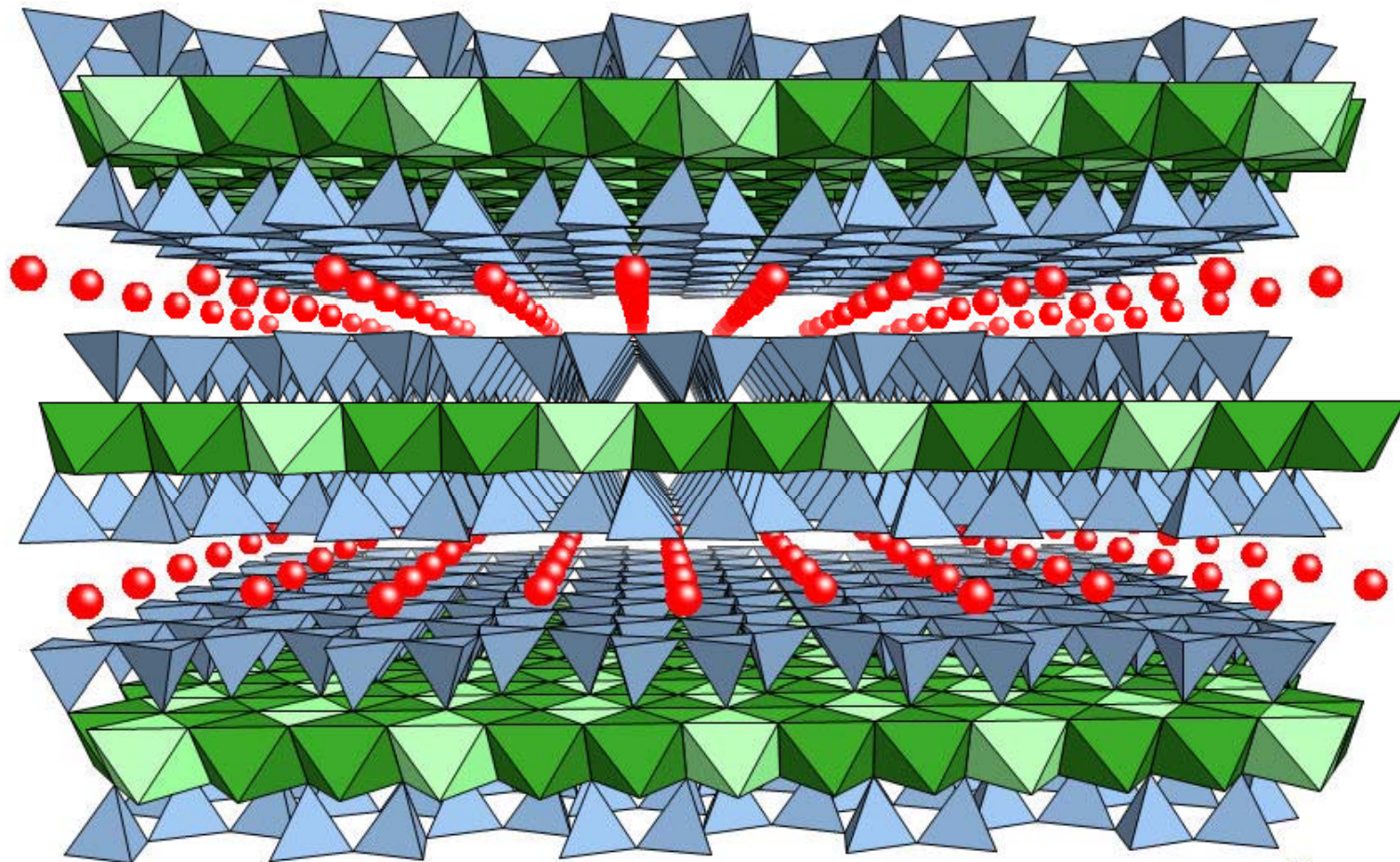


HRTEM
data:
Dr.
N. Miyajima,
BGI

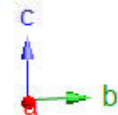
ΠΟΛΥΤΥΠΙΣΜΟΣ (POLYTYPISM)

Οι **πολύτυποι (polytypes)** μίας χημικής ένωσης είναι δομικές παραλλαγές οι οποίες είναι πανομοιότυπες σε δύο διαστάσεις και διαφέρουν ως προς την τρίτη διάσταση. Έτσι μπορούν να απεικονισθούν ως επάλληλες στοιβάδες τοποθετημένες σε μία συγκεκριμένη αλληλουχία ανάλογα με τον πολύτυπο. Κλασικά παραδείγματα αποτελούν το **σουλφίδιο του Zn (ZnS)** και το **καρβίδιο του Si (SiC)**, ενώ στην περίπτωση των κοινών ορυκτών ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πολύτυποι των **φυλλοπυριτικών ορυκτών** και κυρίως των **μαρμαρυγιών**. **Ο πολυτυπισμός μπορεί να γίνει αντιληπτός σε νανοκλίμακα με χρήση TEM**

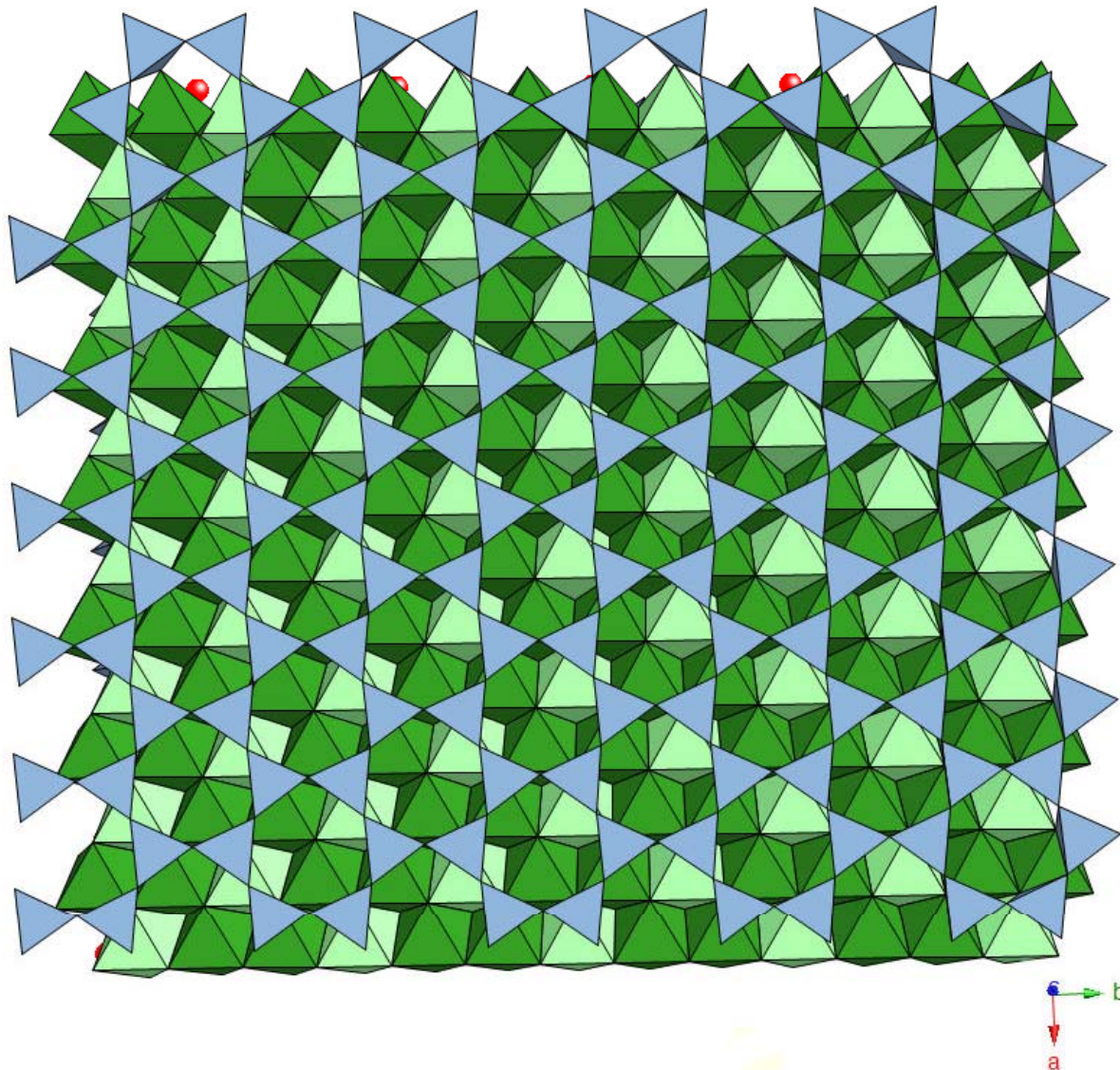
Η ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑ **BIOTITE** $(\text{K}[\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}]_3[\text{Al}, \text{Fe}^{3+}]\text{Si}_3\text{O}_{10}[\text{OH}, \text{F}]_2) \perp \mathbf{a}$



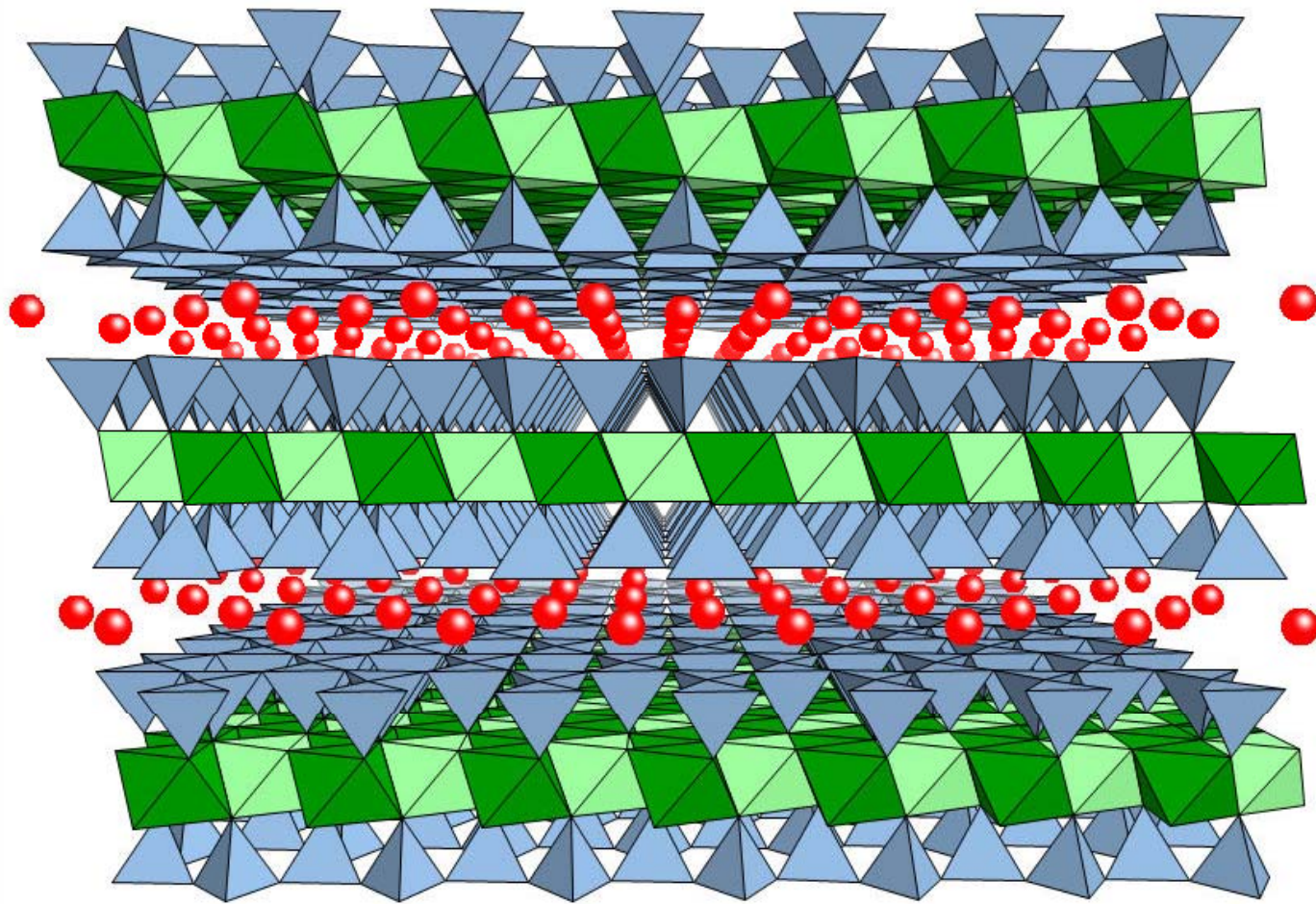
$$[12] r_{\text{K}^+} = 1.64 \text{ \AA}$$



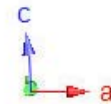
Η ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑ **BIOTITE**
($\text{K}[\text{Mg,Fe}^{2+}]_3[\text{Al,Fe}^{3+}]_3\text{Si}_3\text{O}_{10}[\text{OH,F}]_2$) $\perp c$



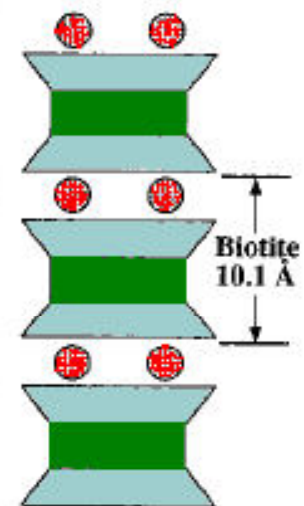
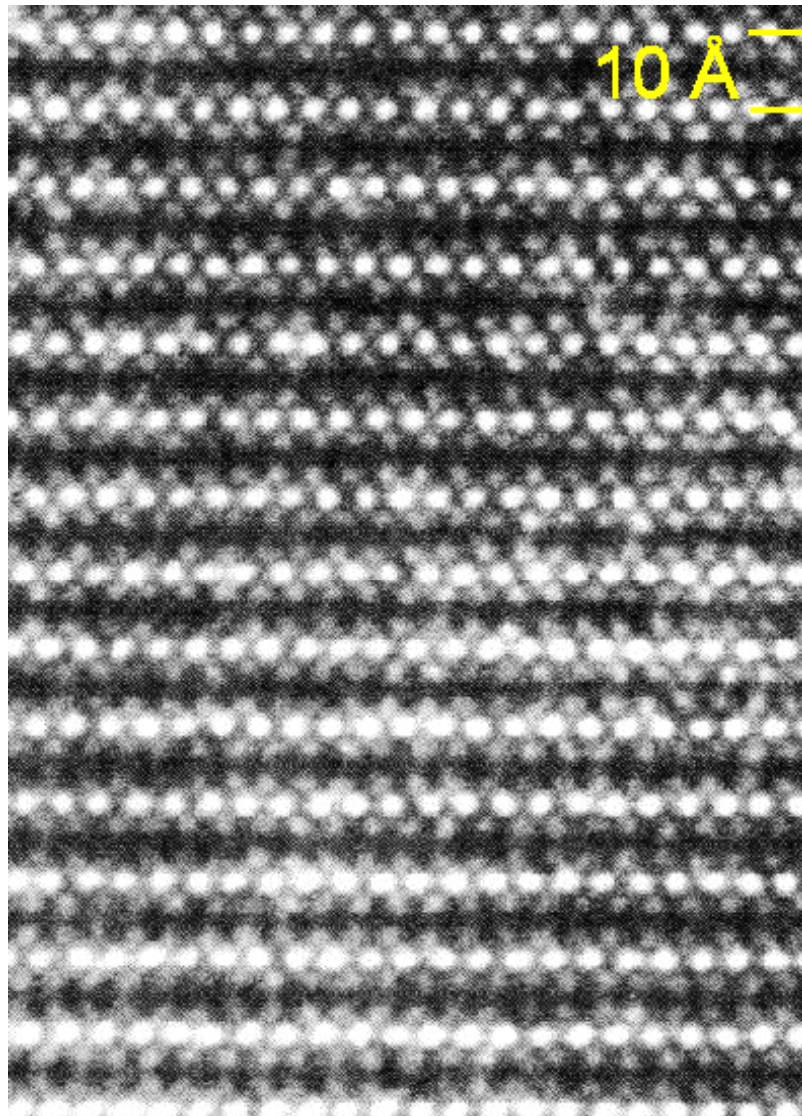
Η ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑ **BIOTITE** $(\text{K}[\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}]_3[\text{Al}, \text{Fe}^{3+}]\text{Si}_3\text{O}_{10}[\text{OH}, \text{F}]_2) \perp \mathbf{b}$



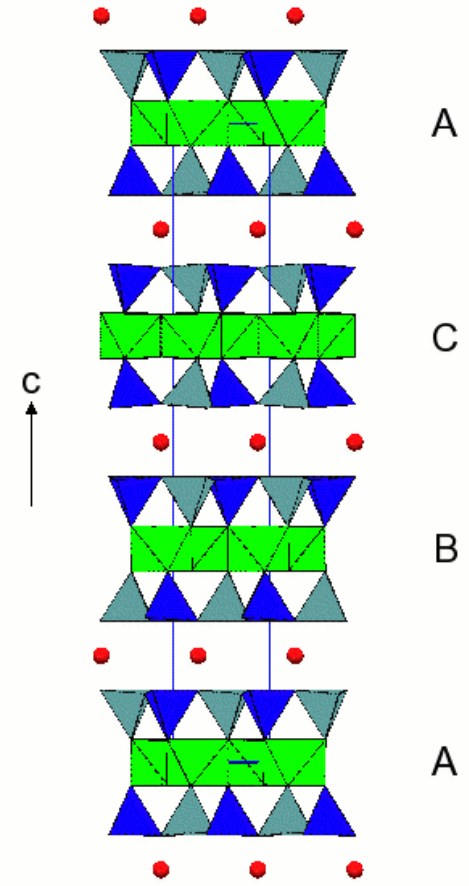
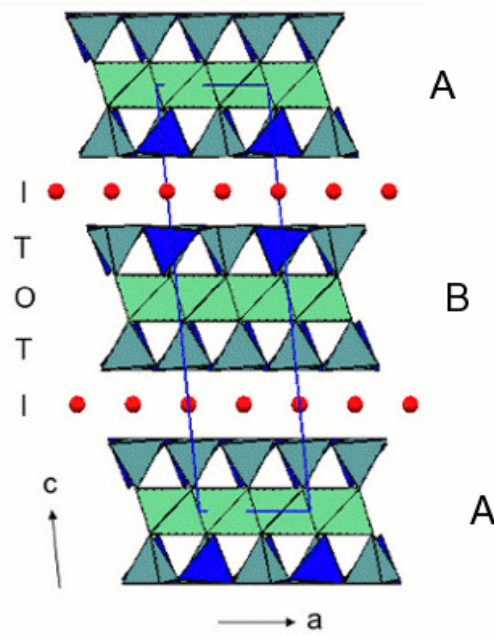
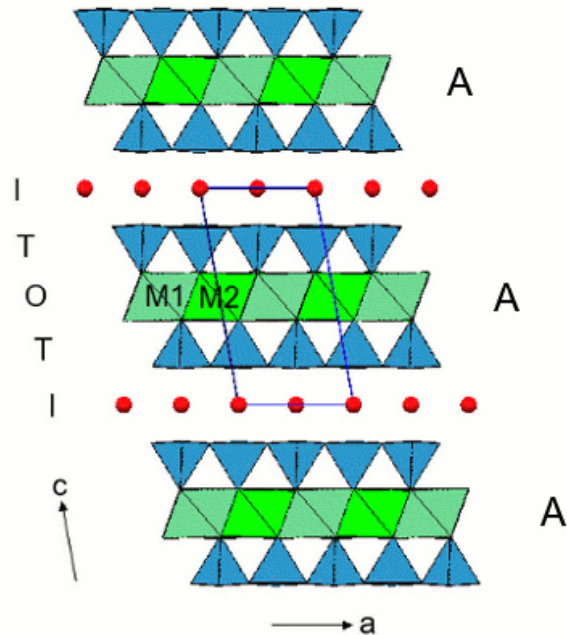
$$[12] r_{\text{K}^+} = 1.64 \text{ \AA}$$



Η ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΑ **ΒΙΟΤΙΤΗ** ΣΤΟ TEM

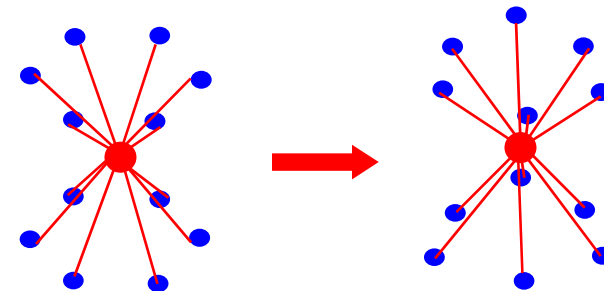


ΠΟΛΥΤΥΠΙΣΜΟΣ ΜΑΡΜΑΡΥΓΙΩΝ

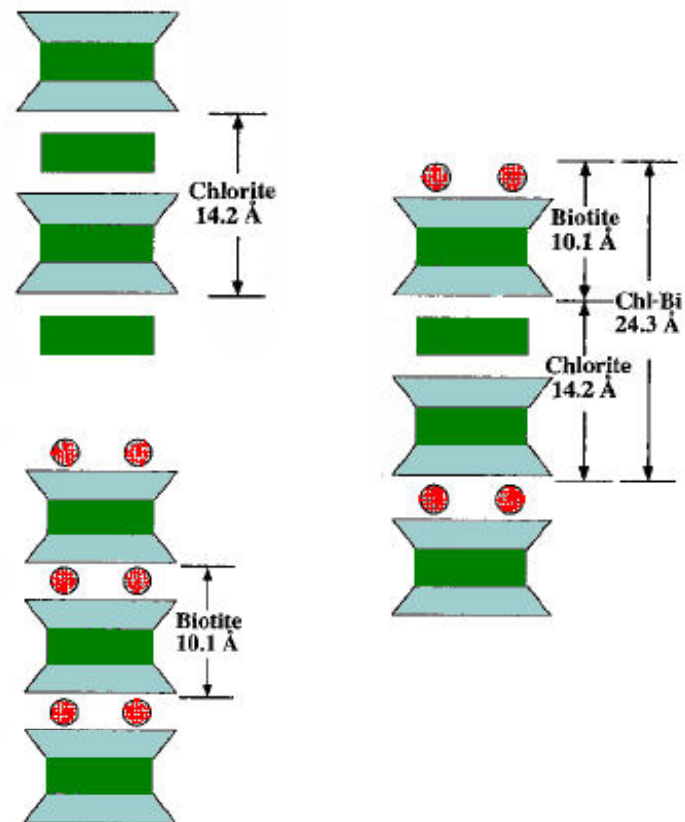


$$[12] r_{K+} = 1.64 \text{ \AA}$$

“Παραμόρφωση” του πολύεδρου
συναρμογής (ΕΞΑΓΩΝΙΚΟ ΠΡΙΣΜΑ →
ΔΙΤΡΙΓΩΝΙΚΟ ΑΝΤΙΠΡΙΣΜΑ

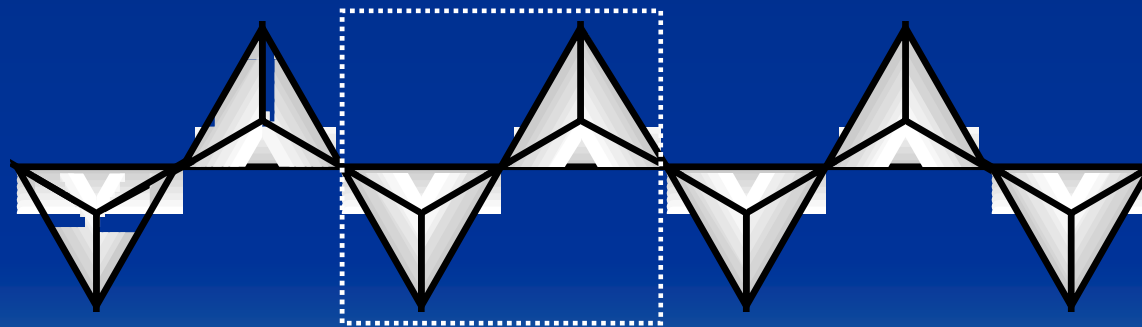


This figure shows an electron diffraction pattern of a lamellar structure. The pattern consists of alternating dark and light horizontal bands. A schematic diagram is overlaid on the pattern, showing a series of vertical lines representing the lamellae. The diagram is divided into two main sections by a horizontal line. The top section is labeled with 'Ibb' and 'Iab' alternating, and the bottom section is labeled with 'Ibb' and 'Iab' alternating. The schematic shows a periodic arrangement of lamellae with varying thicknesses. Two scale bars are provided: one labeled '1.4nm' and another labeled '1.0nm'.

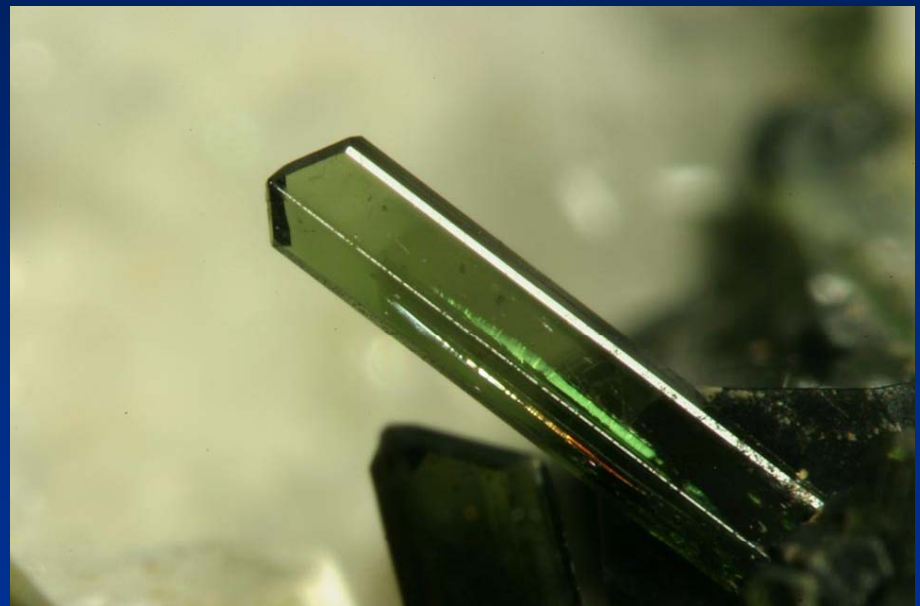


ΑΠΟΜΕΙΞΕΙΣ

Η ΟΜΑΔΑ ΠΥΡΟΞΕΝΩΝ



ΟΜΑΔΑ ΠΥΡΟΞΕΝΩΝ



<http://www.mindat.org>

ΠΥΡΙΤΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

VOLUME XXX

NUMBER 3

THE JOURNAL OF GEOLOGY

April-May 1922

THE REACTION PRINCIPLE IN PETROGENESIS

N. L. BOWEN

Geophysical Laboratory, Carnegie Institution of Washington

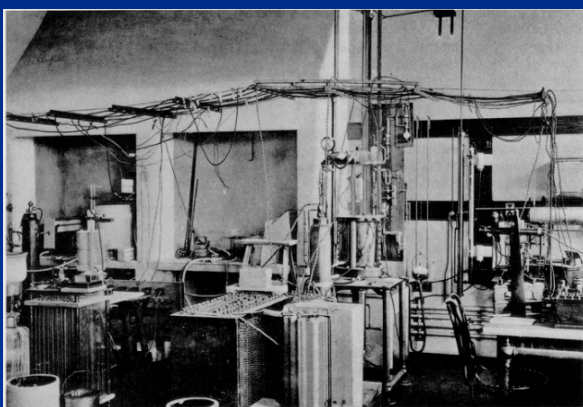
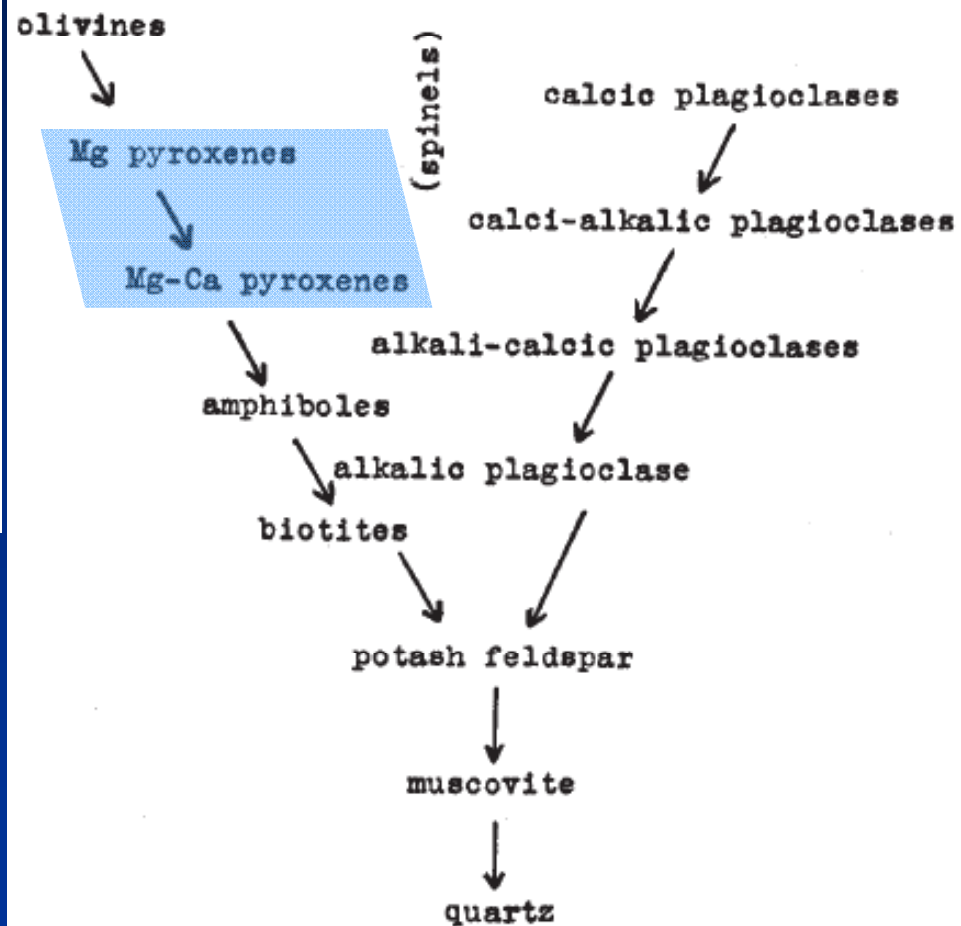


TABLE II

REACTION SERIES IN SUB-ALKALINE ROCKS



ΠΥΡΙΤΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

Journal of The American Ceramic Society—Osborn

1950

Vol. 33, No. 7

Segregation of Elements During the Crystallization of a Magma

by E. F. OSBORN

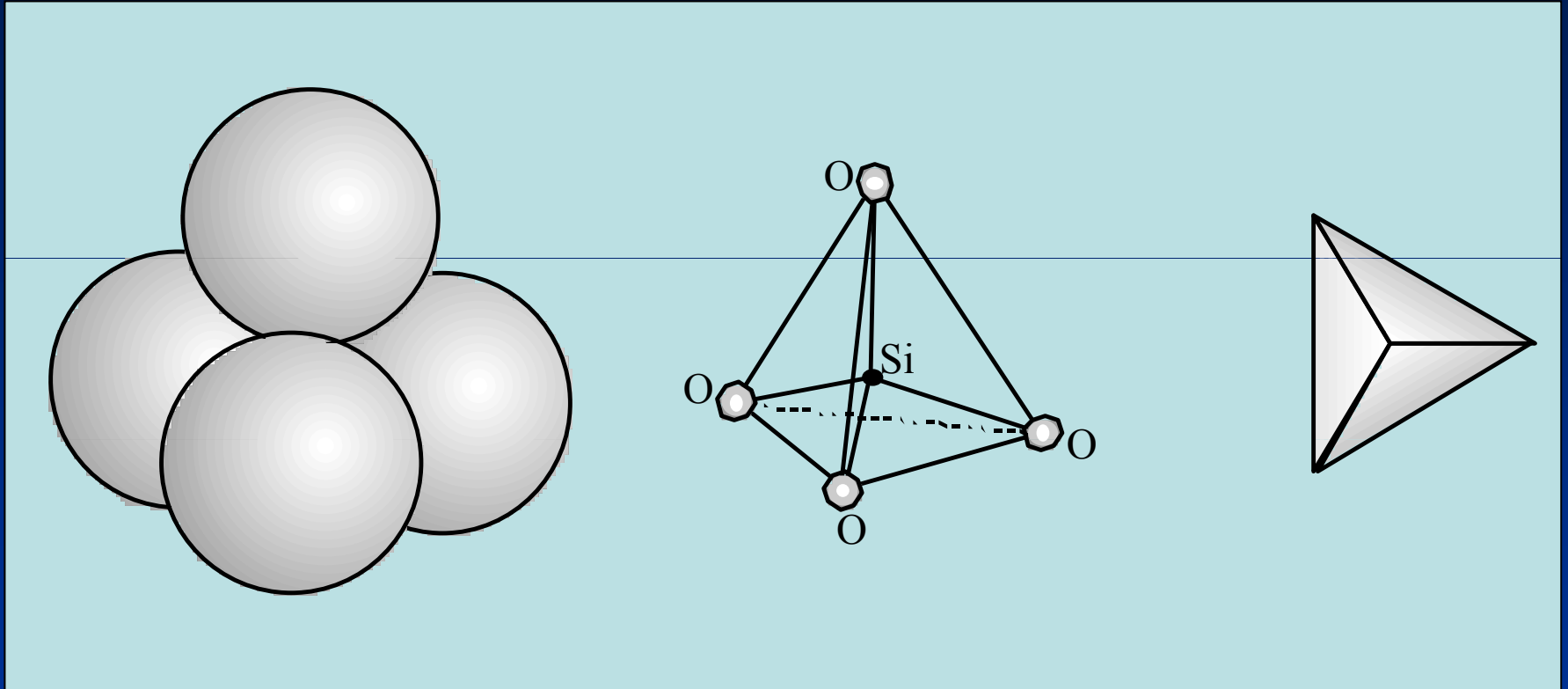
Department of Earth Sciences, School of Mineral Industries, The Pennsylvania State College, State College, Pennsylvania

to react with the liquid to form minerals occurring lower down in the series. Olivine reacts with the liquid to form pyroxene (MgO-FeO-CaO metasilicate) as in the familiar relation of forsterite (Mg_2SiO_4) to clinoenstatite (MgSiO_3), and plagioclase continually reacts with the liquid to form a more sodic member of the series. If equilibrium were maintained throughout the

causing a relative enrichment of the liquid in Na^+ and Fe^{2+} . Both Al^{3+} and Fe^{3+} , which could not enter the olivine structure, are fixed in small to moderate amounts in the pyroxenes.

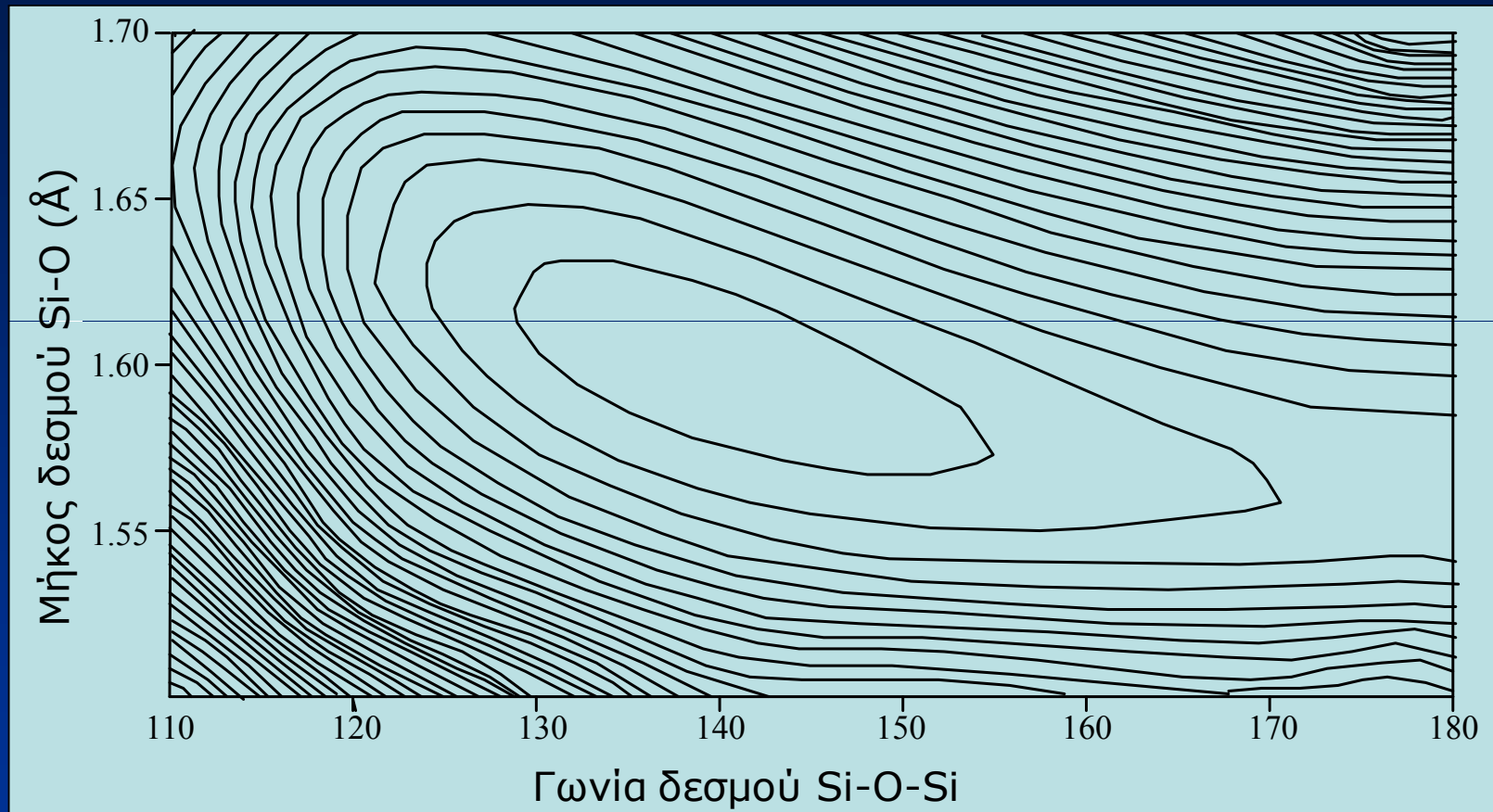
This outline of ionic and structural relationships existing

ΠΥΡΙΤΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ



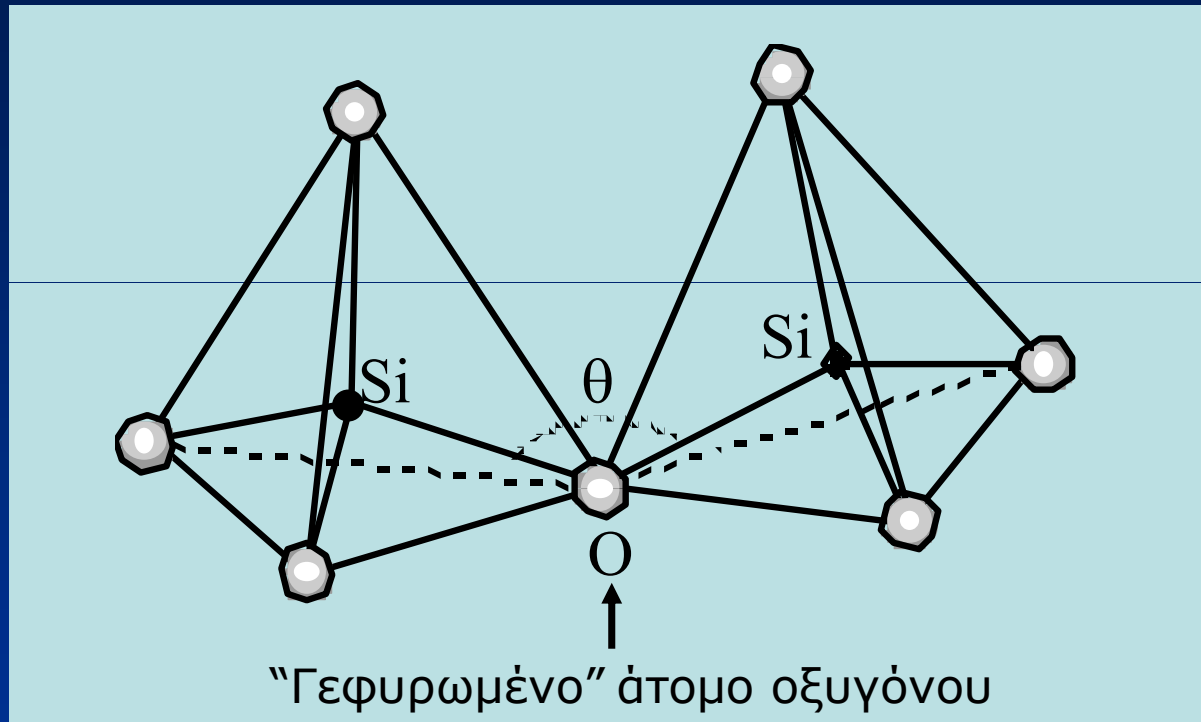
Το πυριτικό τετράεδρο: $[\text{SiO}_4]^{4-}$
(Si:O=1:4)

ΠΥΡΙΤΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ

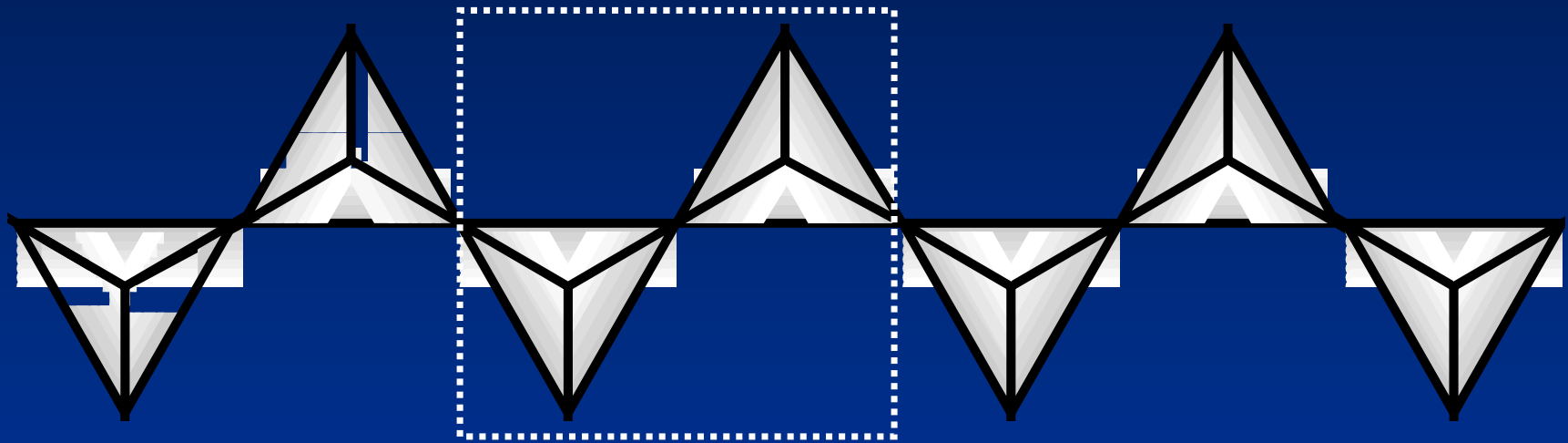


Το πυριτικό τετράεδρο: $[\text{SiO}_4]^{4-}$

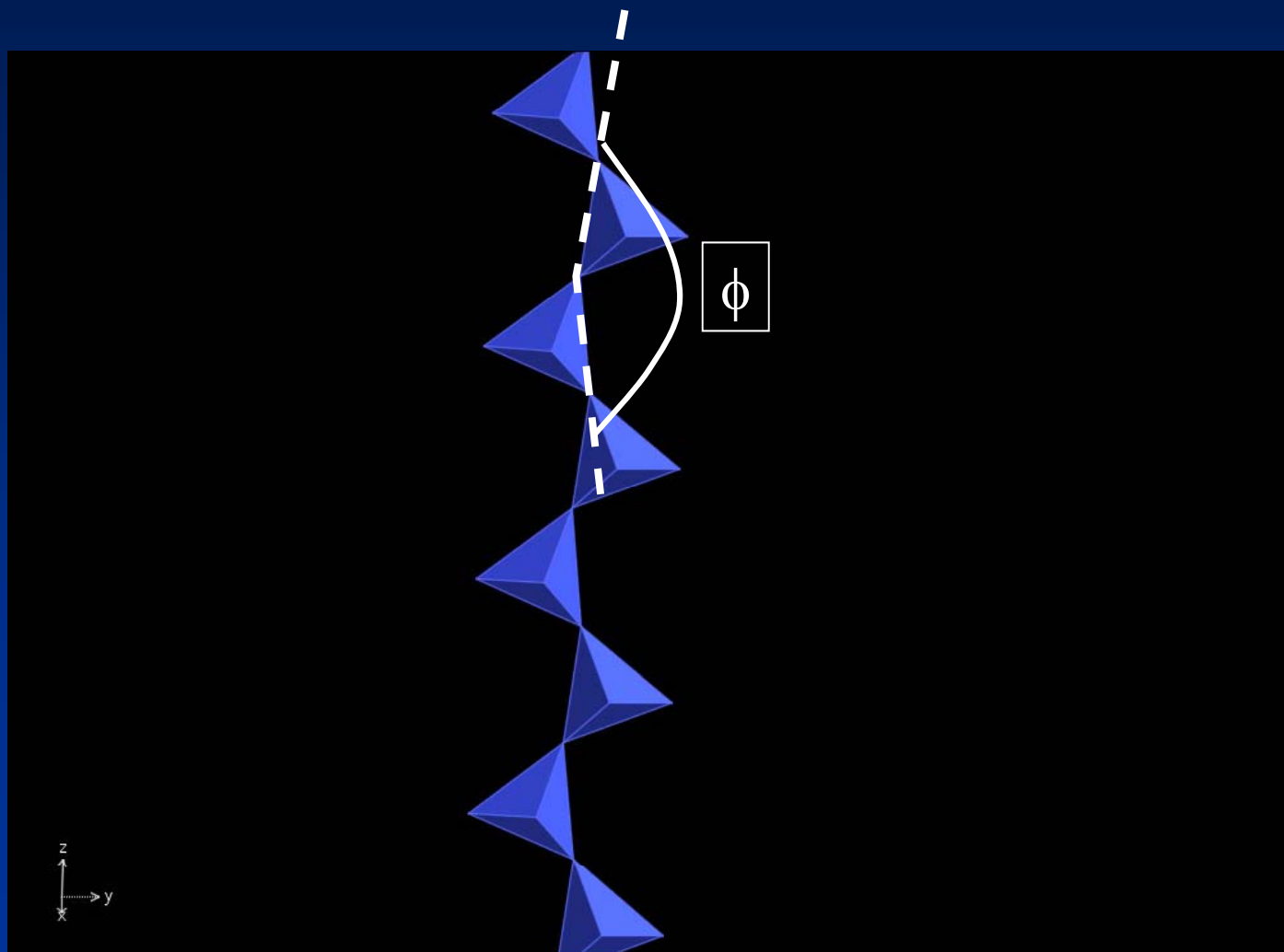
ΠΥΡΙΤΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ



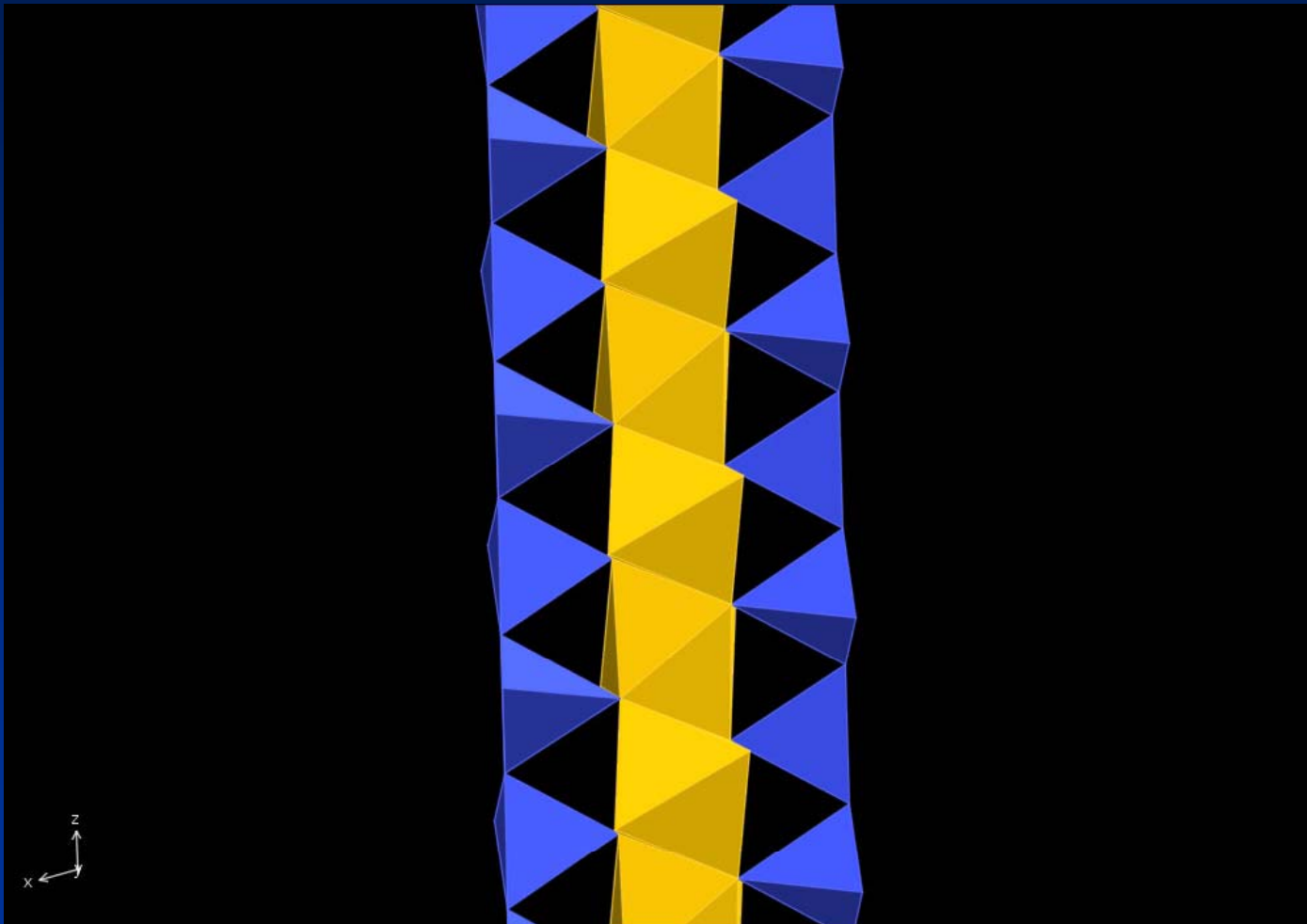
ΙΝΟΠΥΡΙΤΙΚΑ ΟΡΥΚΤΑ



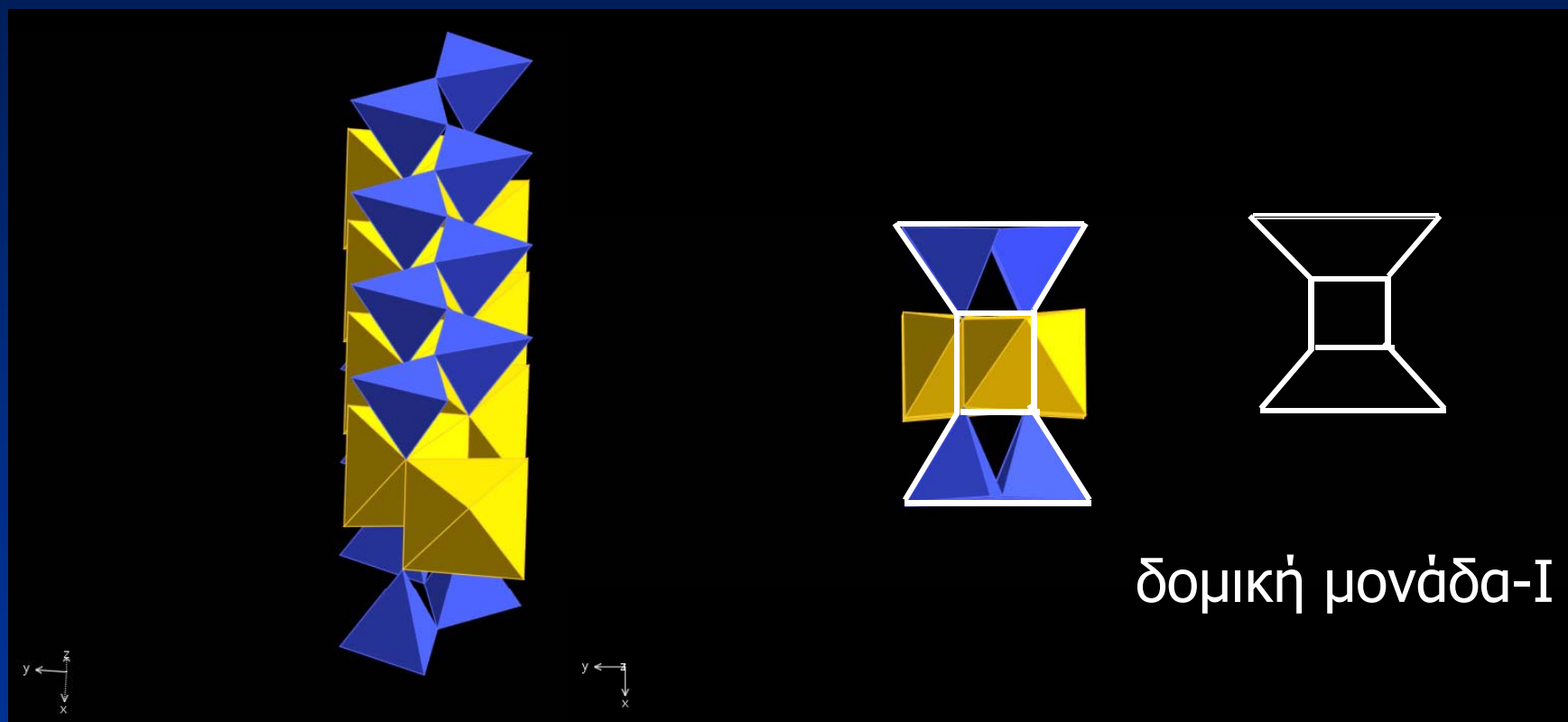
ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



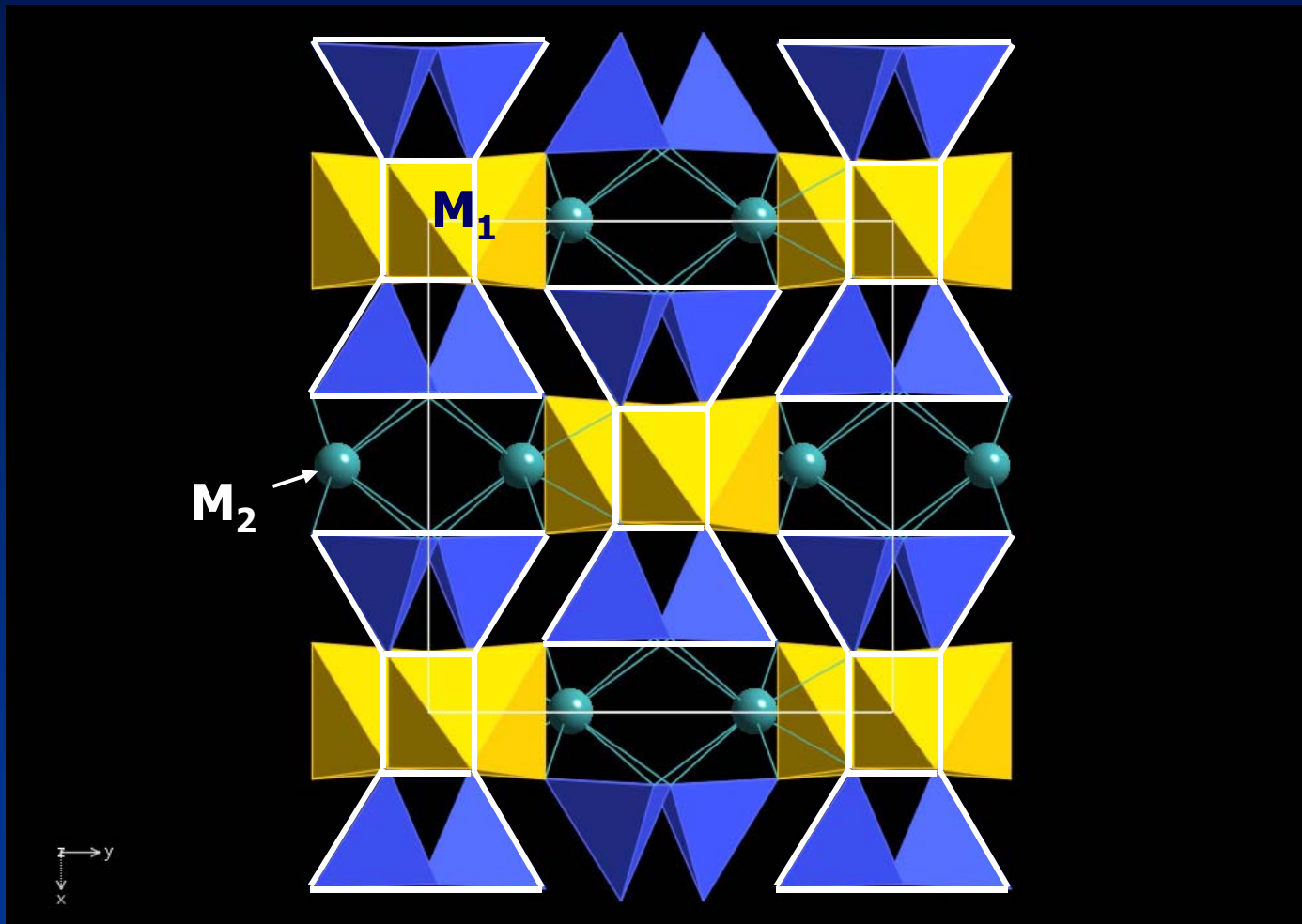
ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

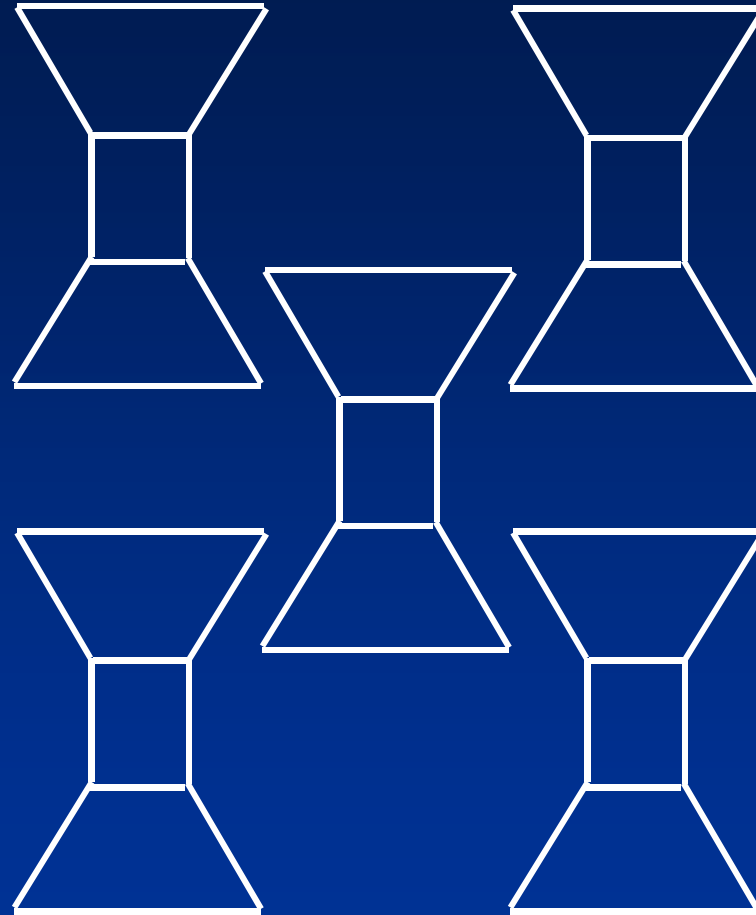


ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



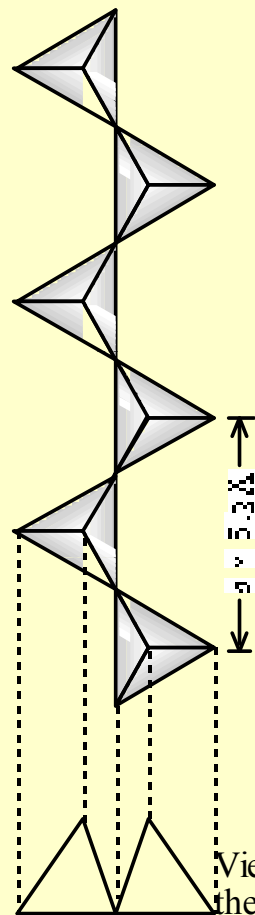
Οι οκταεδρικές θέσεις M1 περιέχουν τα μικρότερα κατιόντα (π.χ. Al^{3+} , Fe^{3+})
και οι M2 τα μεγαλύτερα κατιόντα (π.χ. Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Na^{+})

ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

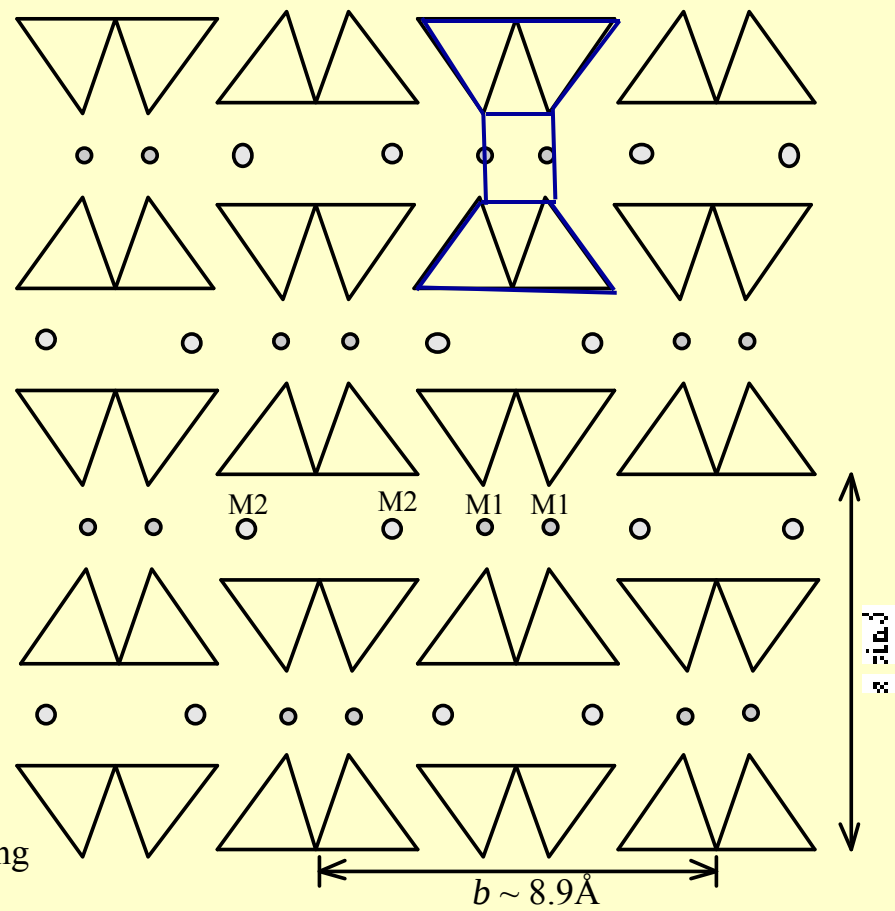


Διευθέτηση δομικών μονάδων - Ι

ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

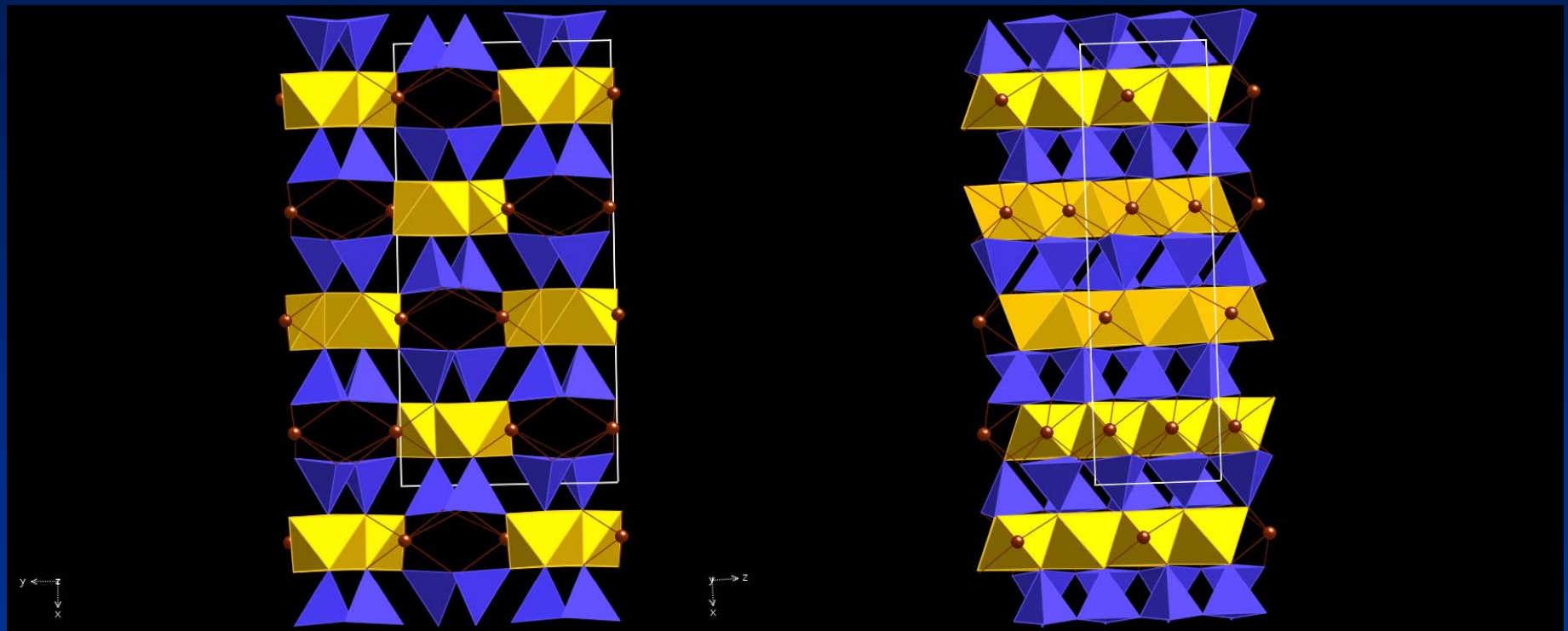


(a)



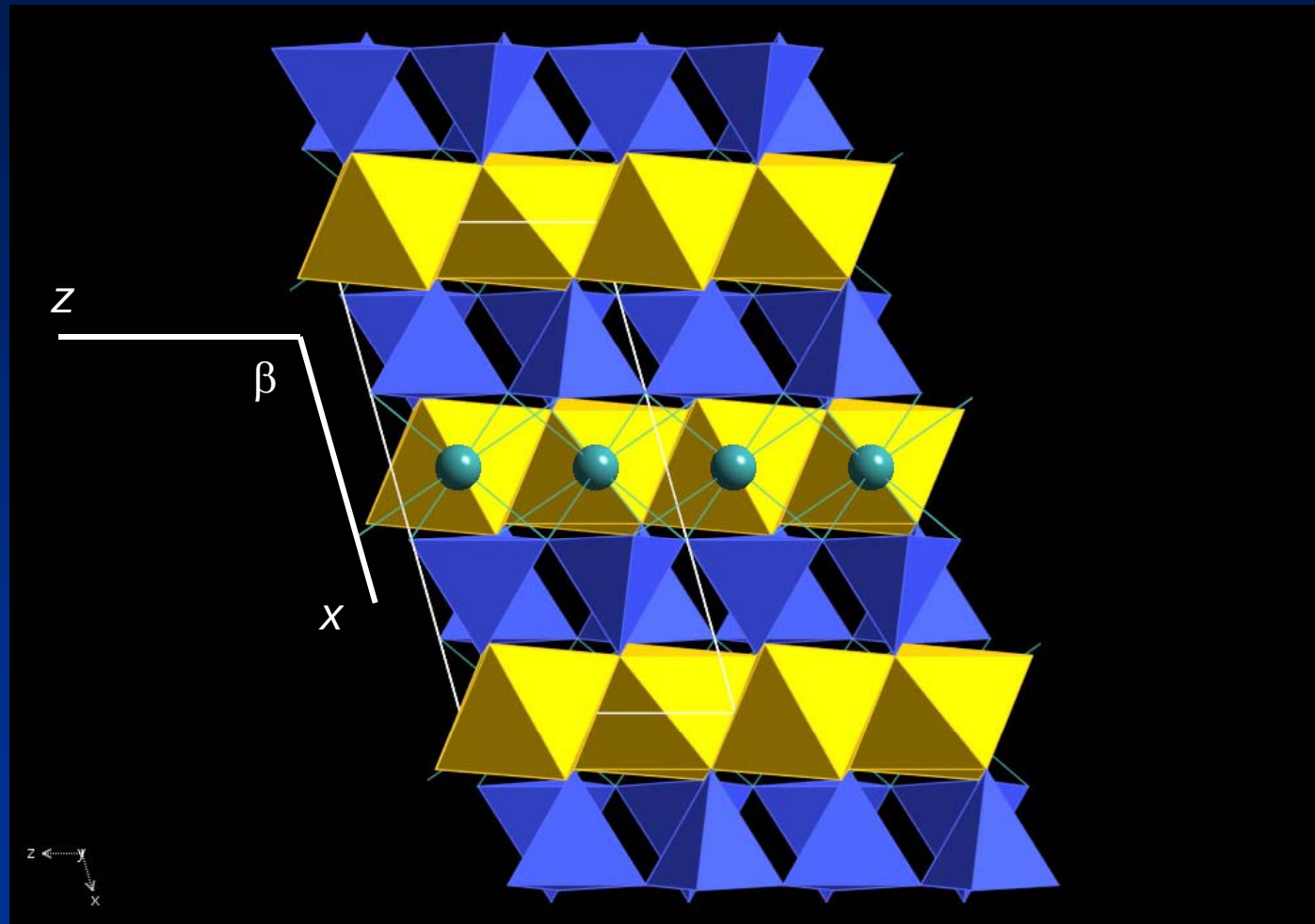
(b)

ΟΡΘΟΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



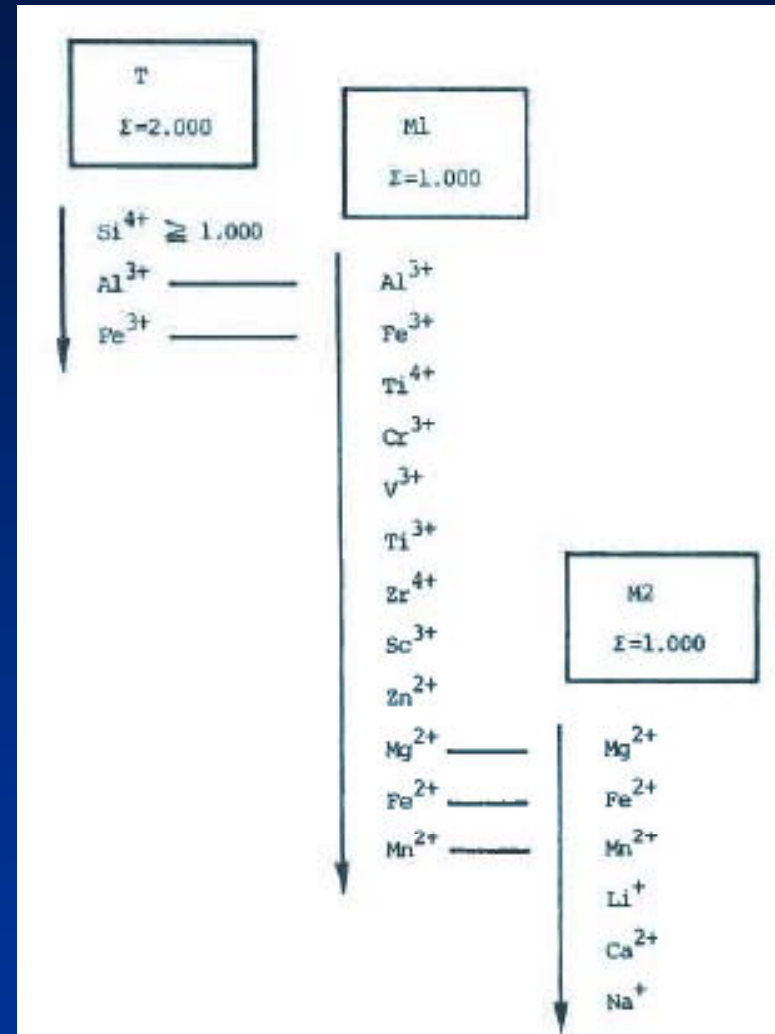
Ρομβικοί πυρόξενοι (γενικά $M=Mg, Fe$)

ΚΛΙΝΟΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



Μονοκλινείς πυρόξενοι (γενικά $M = \text{Mg, Fe, Ca, Na}$)

ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



Nomenclature of pyroxenes

Subcommittee on Pyroxenes

Commission on New Minerals and Mineral Names

International Mineralogical Association

N. MORIMOTO, Chairman

Department of Geology and Mineralogy, Kyoto University, Kyoto 606, Japan

Subcommittee Members

J. FABRIES (France), A. K. FERGUSON (Australia) I. V. GINZBURG (USSR), M. ROSS (U.S.A.),

F. A. SEIFERT (Germany), J. ZUSSMAN (U.K.)

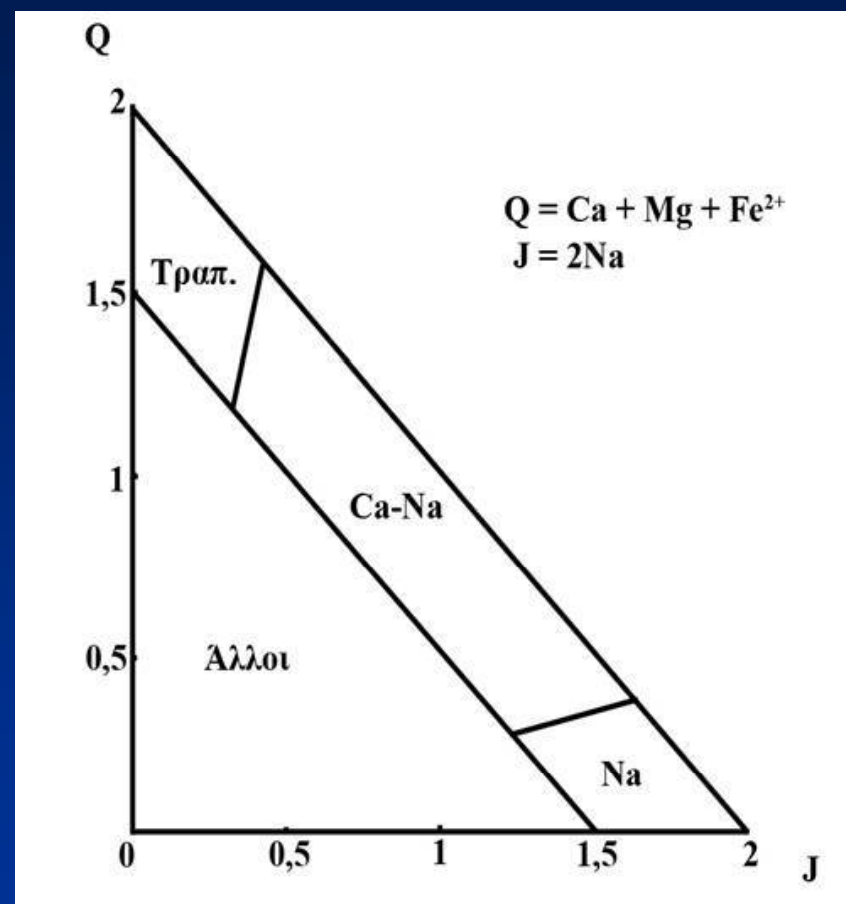
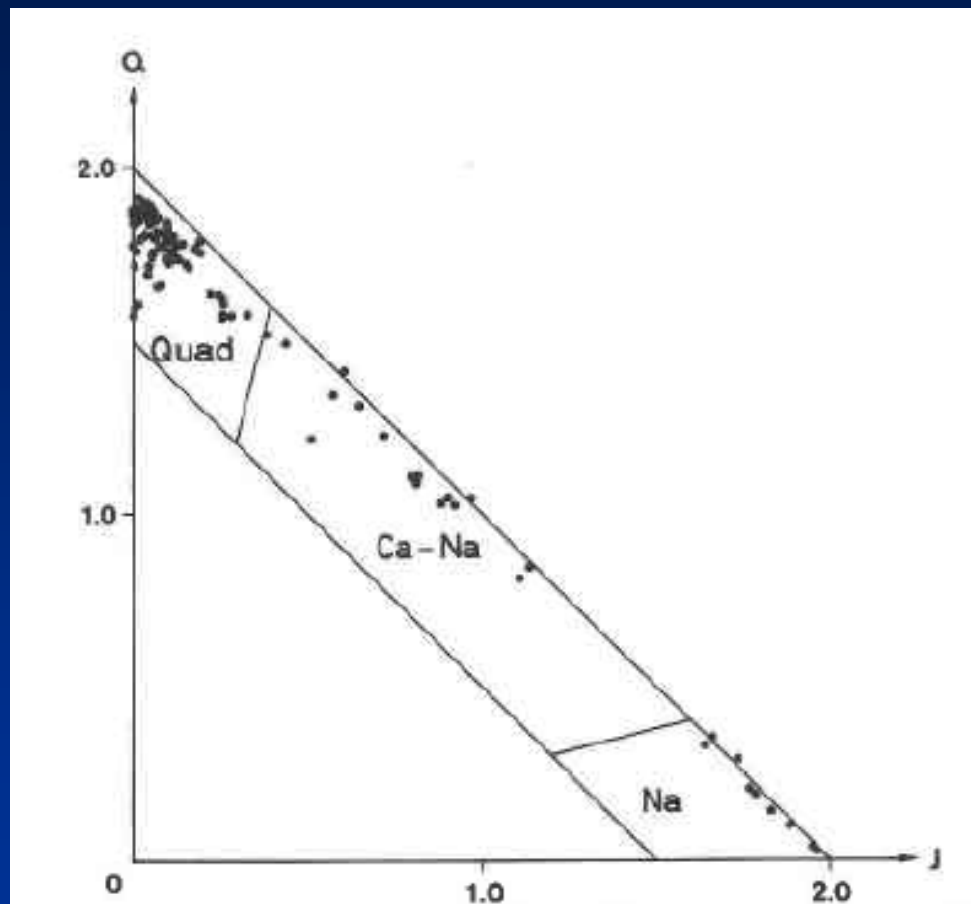
Nonvoting Members

K. AOKI (Japan), G. GOTTARDI (Italy)

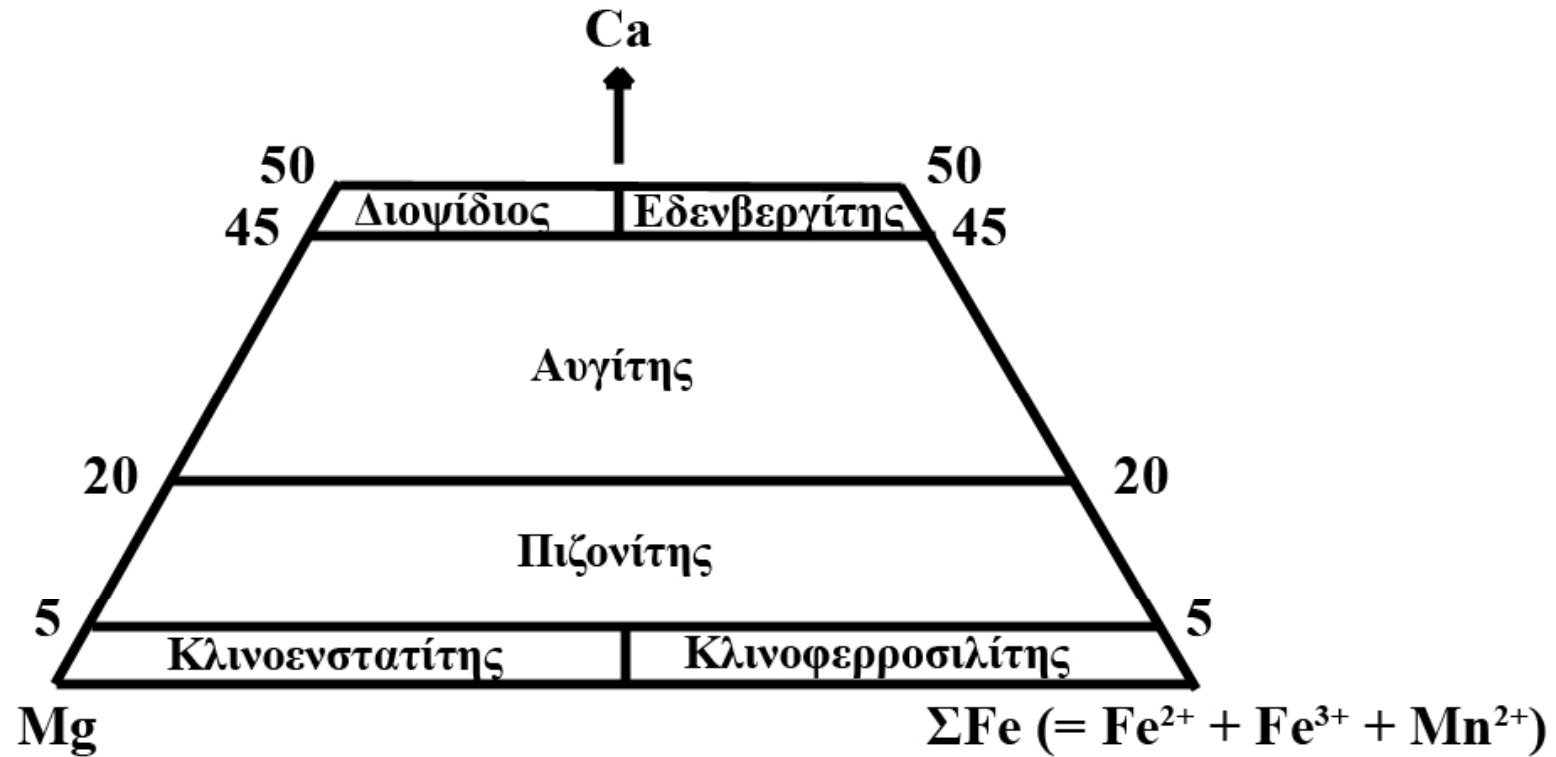
ABSTRACT

This is the final report on the nomenclature of pyroxenes by the Subcommittee on Pyroxenes established by the Commission on New Minerals and Mineral Names of the International Mineralogical Association. The recommendations of the Subcommittee as put forward in this report have been formally accepted by the Commission. Accepted and widely used names have been chemically defined, by combining new and conventional methods, to agree as far as possible with the consensus of present use. Twenty names are formally accepted, among which thirteen are used to represent the end members of definite chemical compositions. In common binary solid-solution series, species names are given to the two end members by the "50% rule." Adjectival modifiers for pyroxene mineral names are defined to indicate unusual amounts of chemical constituents. This report includes a list of 105 previously used pyroxene names that have been formally discarded by the Commission.

ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



Mg,Fe,Ca-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



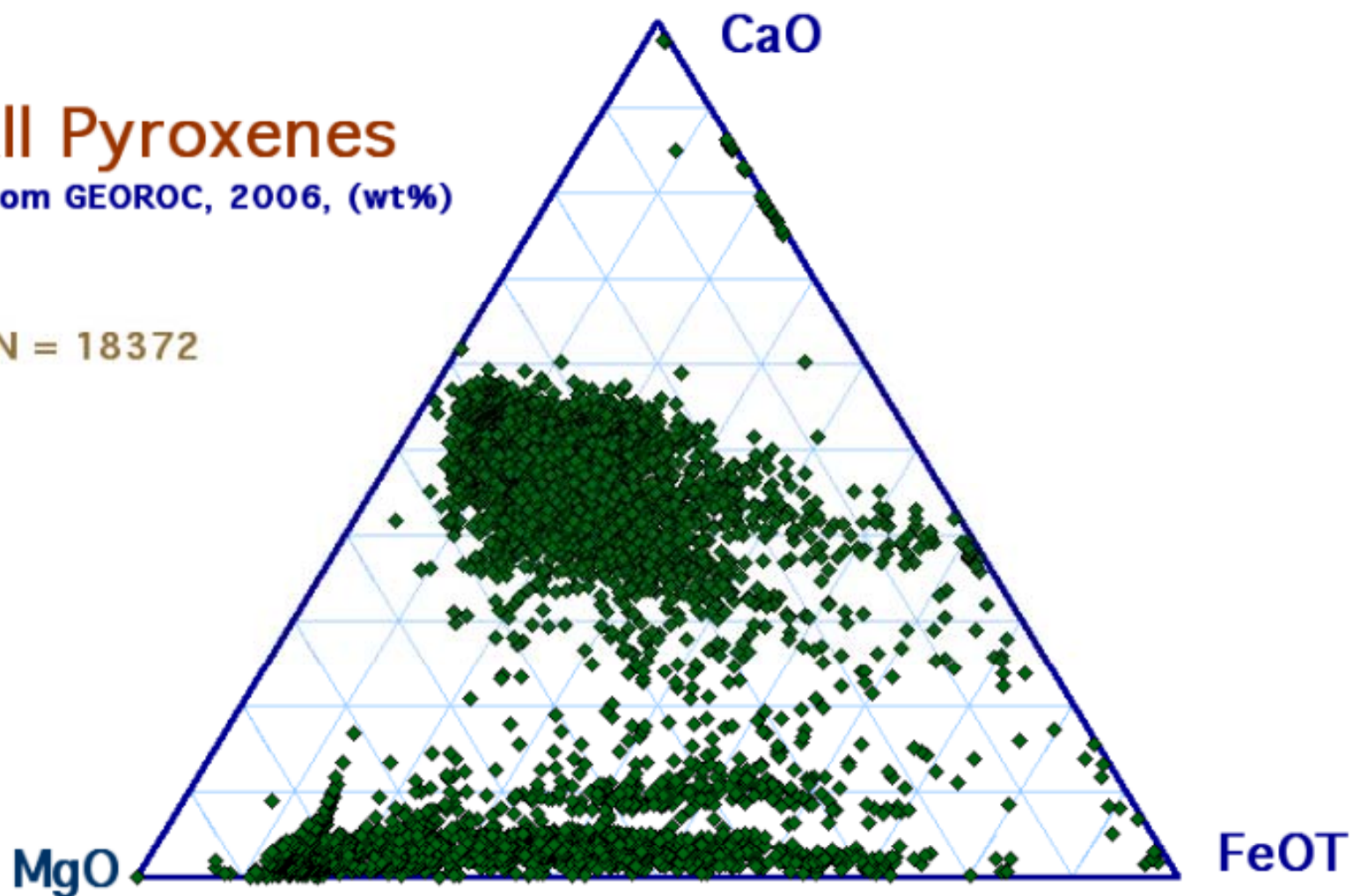
- $Ca = 100Ca / (Ca + Mg + \Sigma Fe)$
- $Mg = 100Mg / (Ca + Mg + \Sigma Fe)$
- $\Sigma Fe = 100Fe / (Ca + Mg + \Sigma Fe)$

<http://www.geokem.com/>

All Pyroxenes

Data from GEOROC, 2006, (wt%)

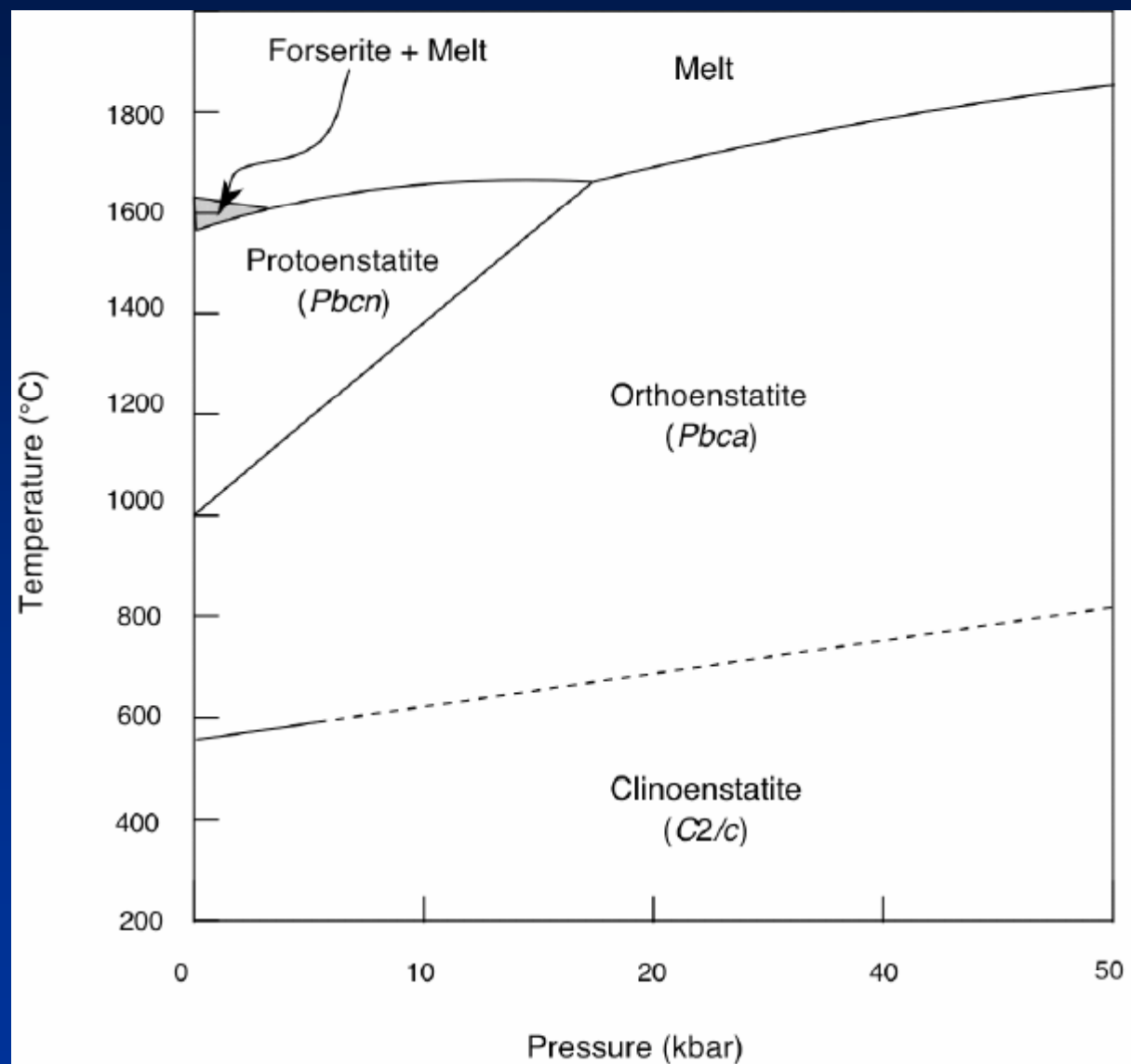
N = 18372



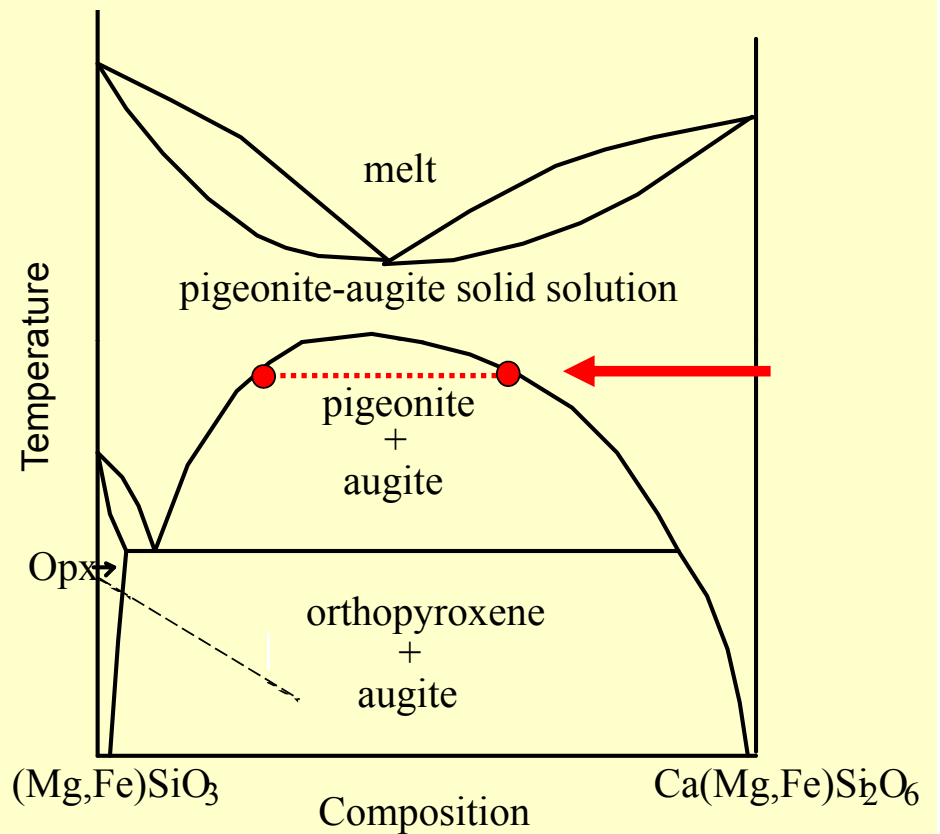
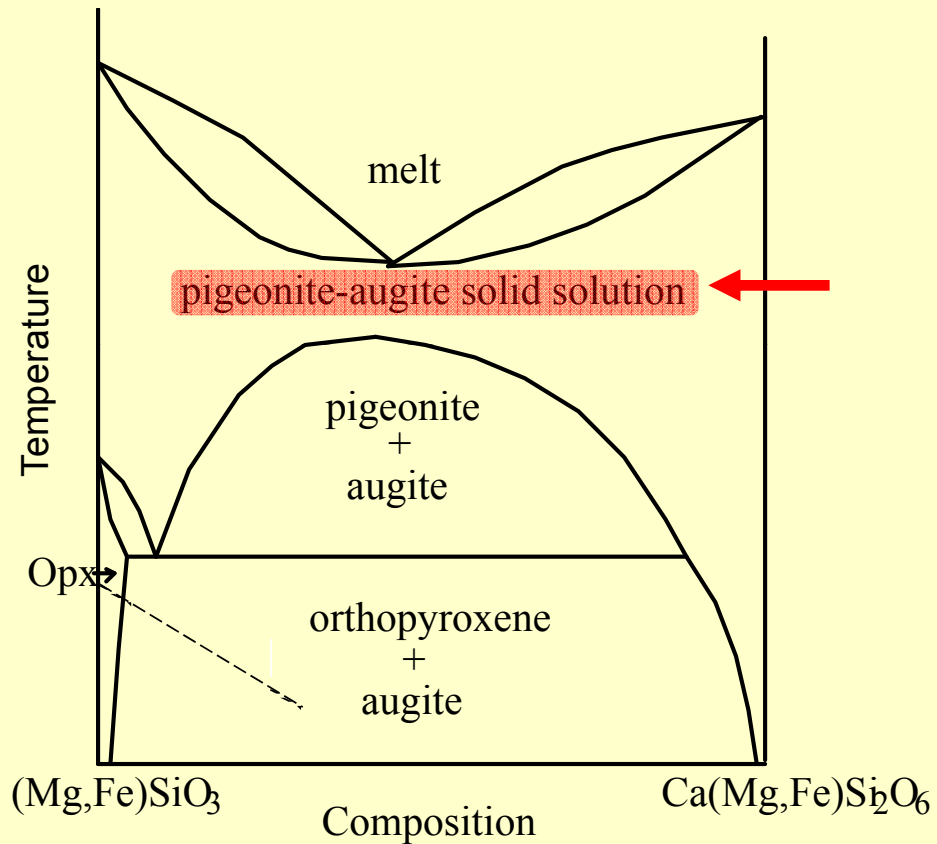
Mg,Fe,Ca-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



Mg,Fe,Ca-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

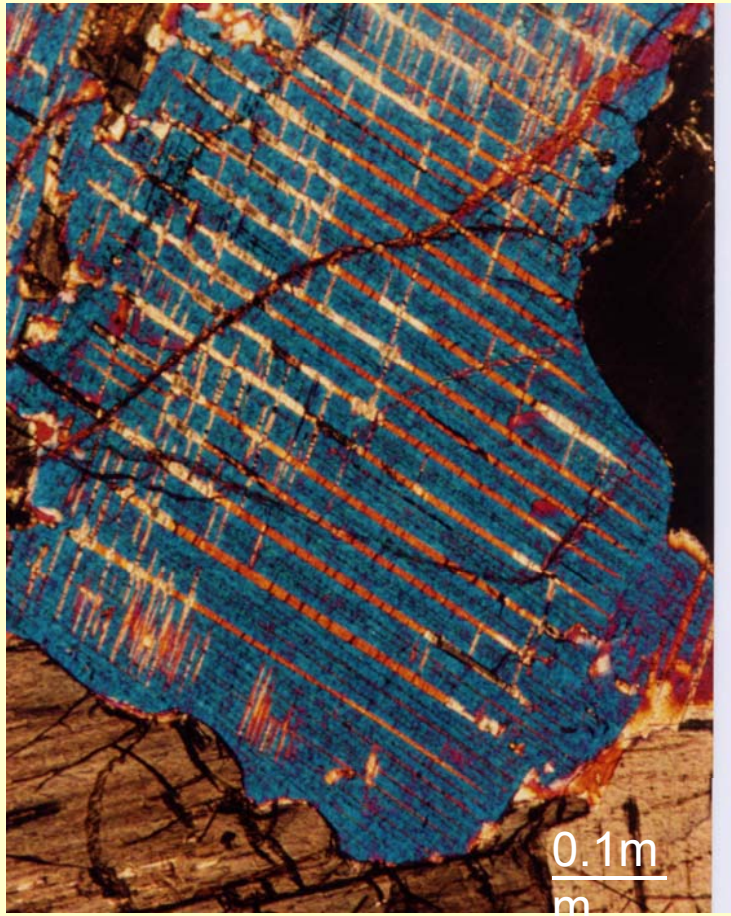


Mg,Fe,Ca-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



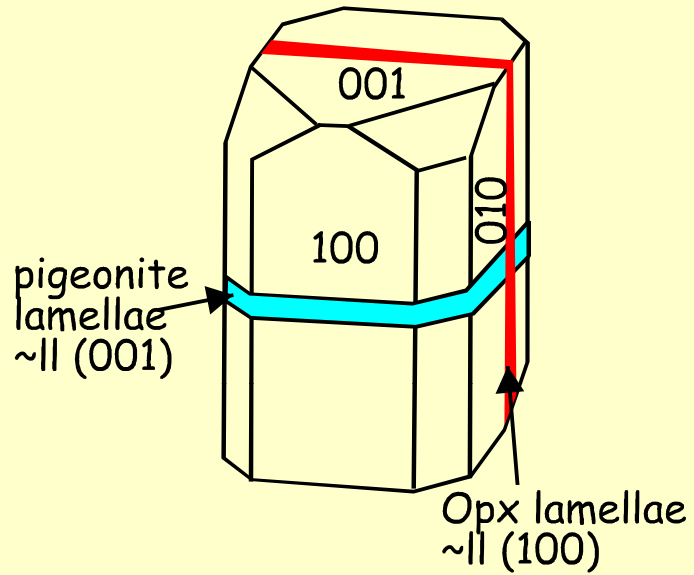
ΑΠΟΜΕΙΞΗ (EXSOLUTION)

Mg,Fe,Ca-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

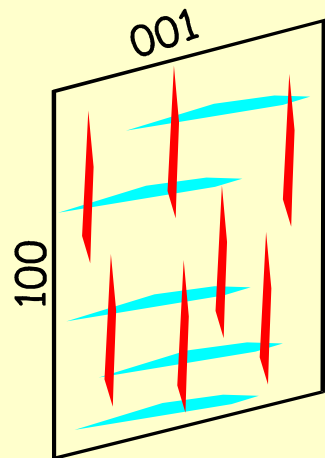
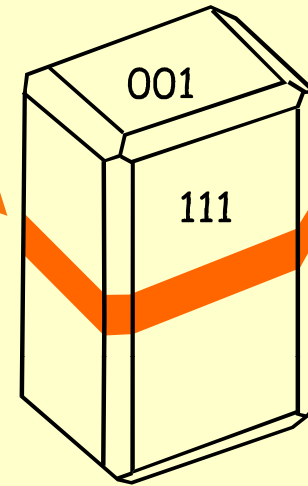


Η κλίμακα της μικροδομής της απόμειξης εξαρτάται από την ταχύτητα ψύξης

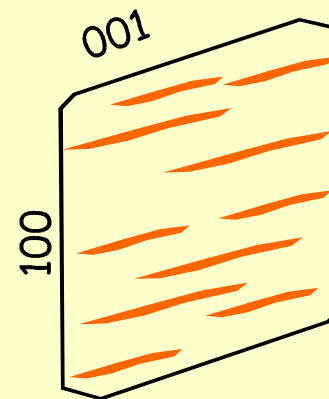
Augite



Pigeonite

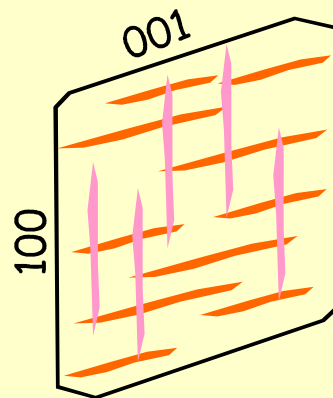
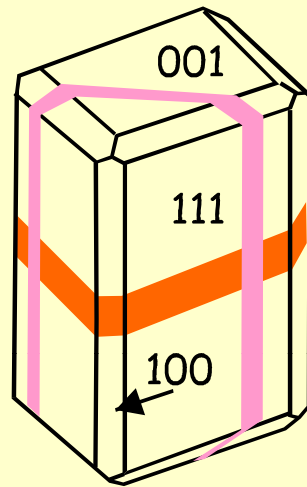


(010) section



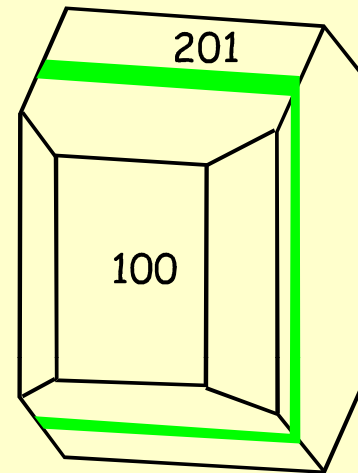
(010) section)

OPX after Pigeonite



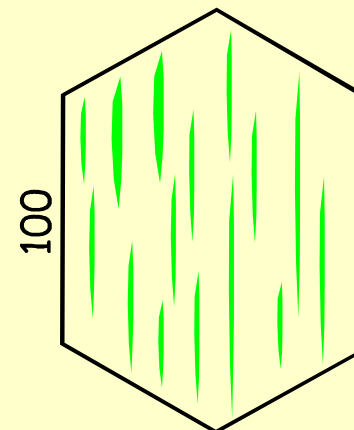
(010) section)

Primary Opx



ie

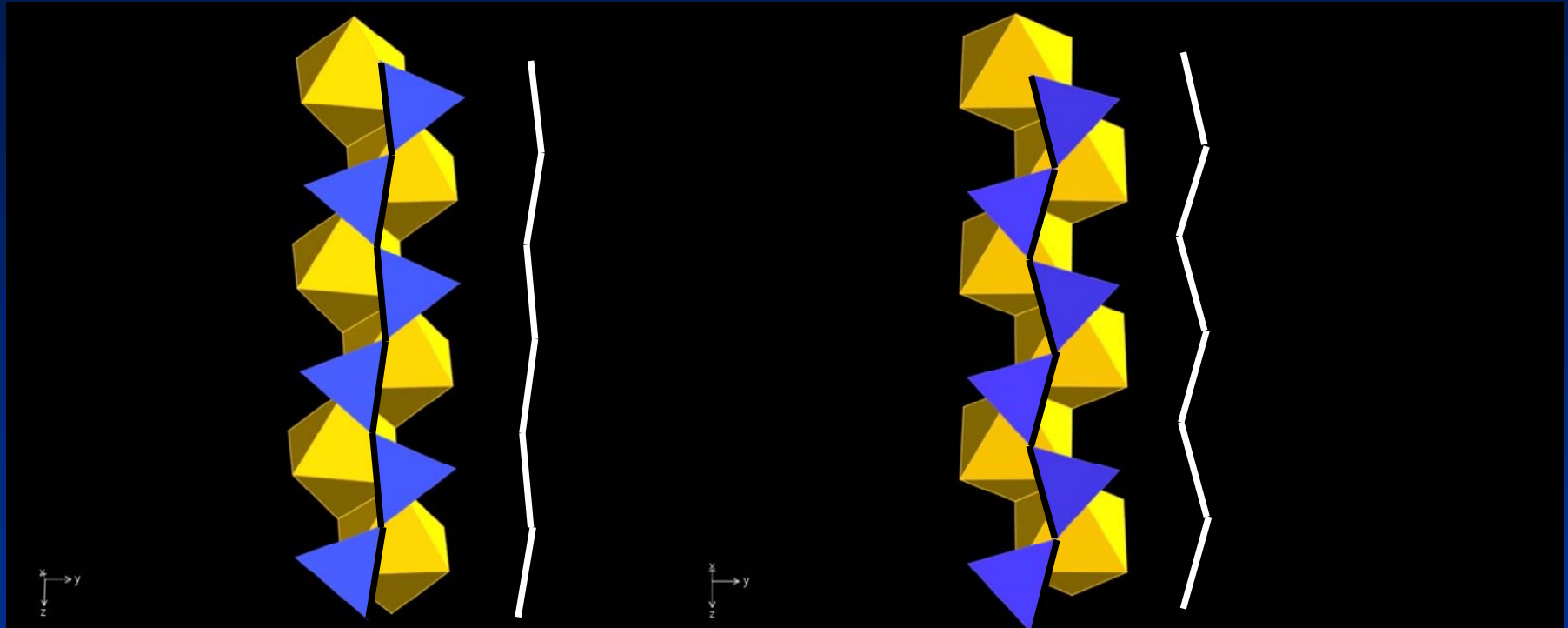
Augite lamellae
|| (100)



(010) section)

Ολιβίνης+Τήγμα
(ΠΕΡΙΤΗΚΤΙΚΗ
ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ)

Mg,Fe,Ca-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

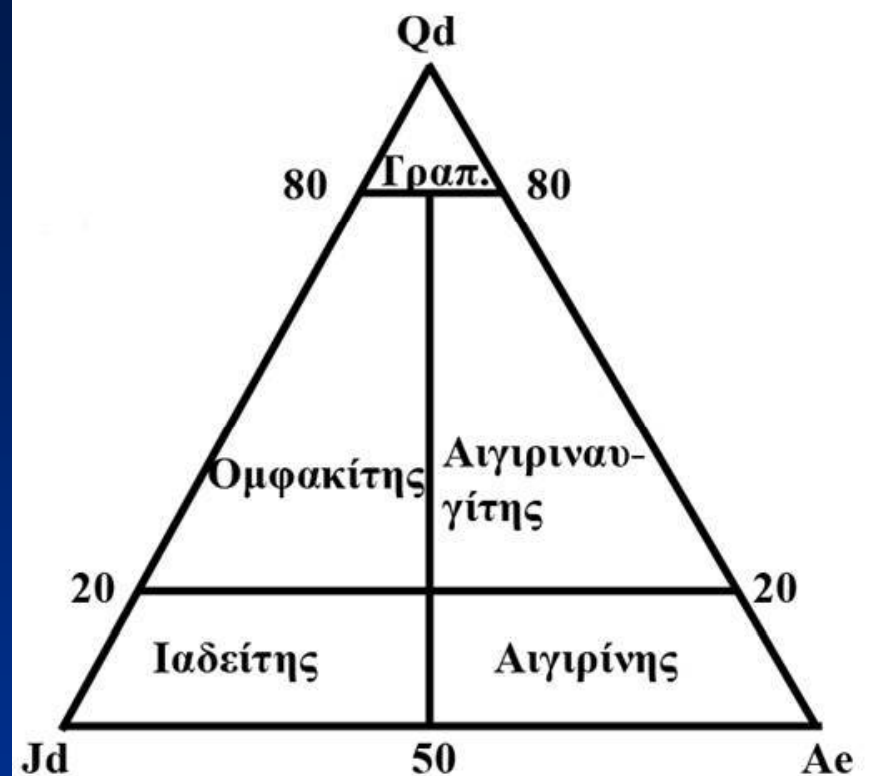
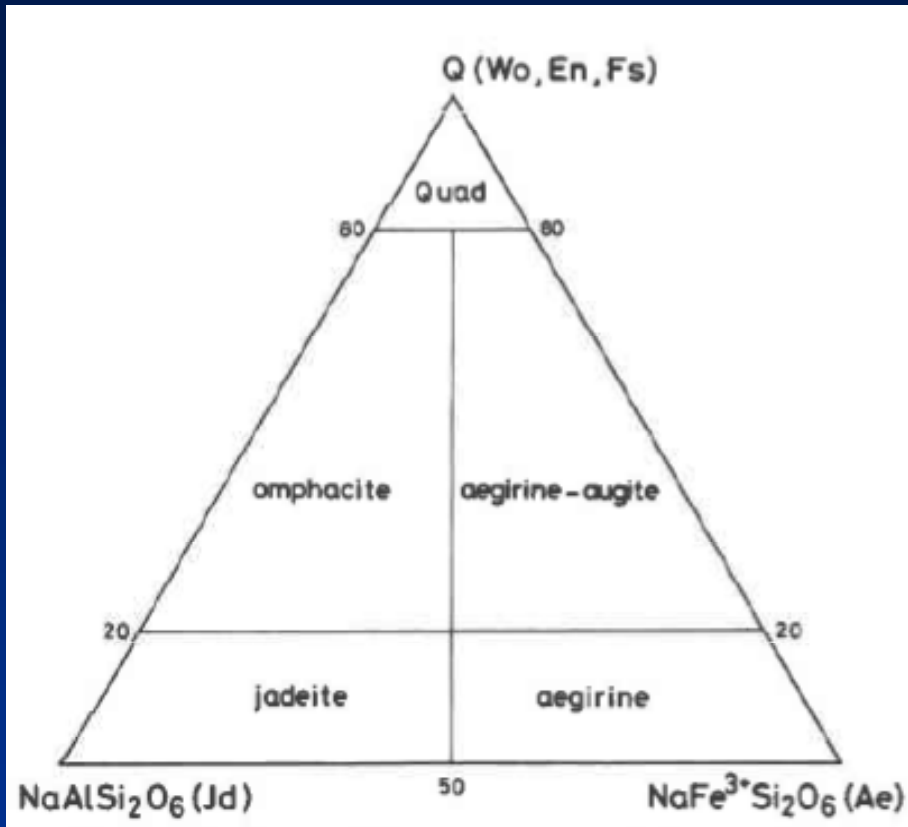


ΔΙΟΨΙΔΙΟΣ

ΠΙΖΟΝΙΤΗΣ

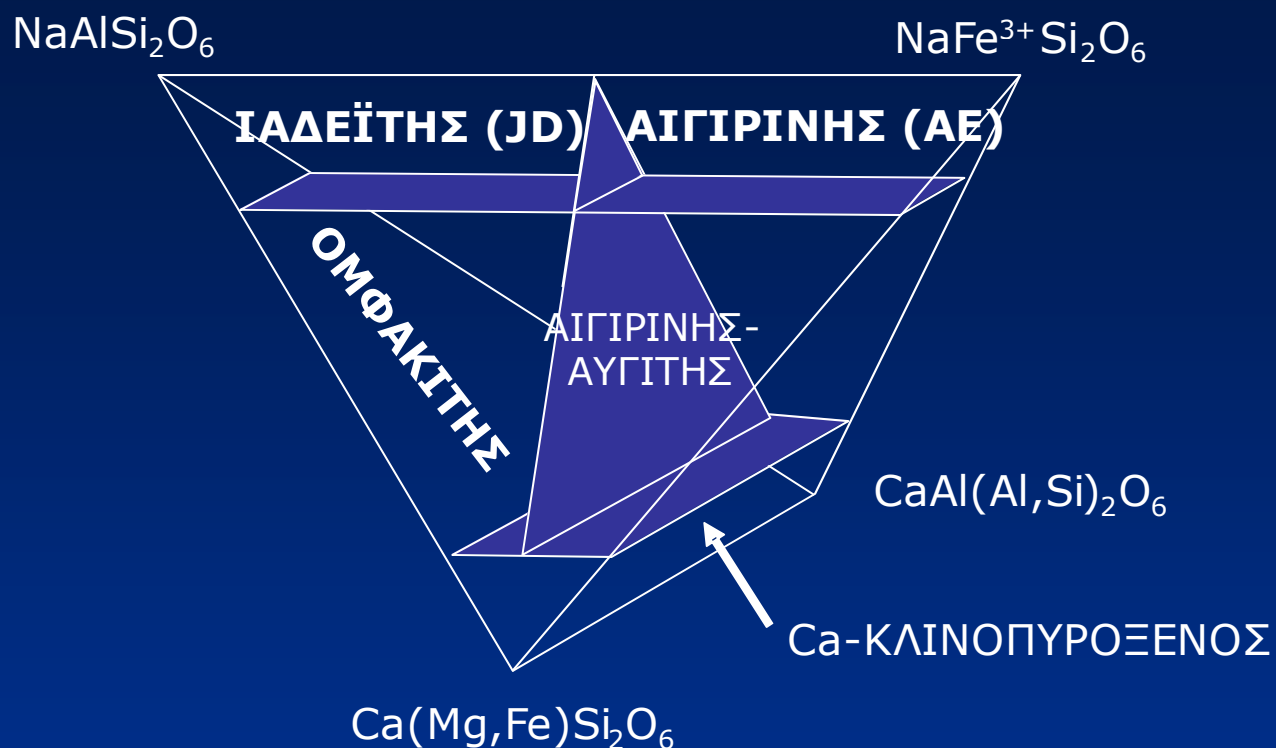


Na-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ



- $Qd = 100(Ca+Mg+Fe^{2+})/(Ca+Mg+Fe^{2+} + 2Na)$
- $Jd = 200Al*Na/(Al+Fe^{3+})*(Ca+Mg+Fe^{2+}+2Na)$
- $Ae = 200Fe^{3+}*Na/(Al+Fe^{3+}) * Ca+Mg+Fe^{2+} + 2Na)$

Na-ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

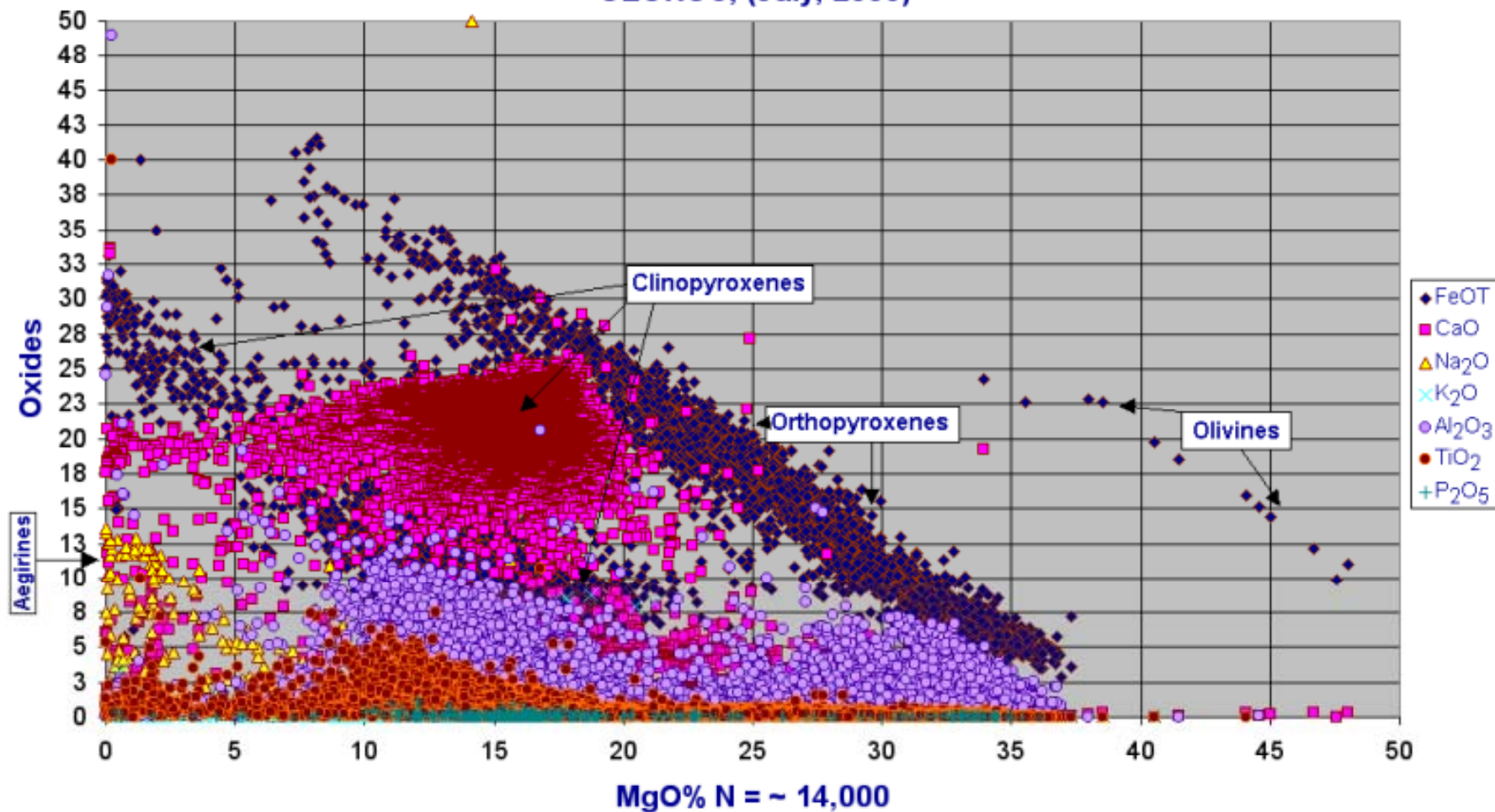


Σε πετρώματα HP οι πυρόξενοι εμπλουτίζονται σε Al^{3+} στη M_1 θέση ενώ κατιόντα Na^+ τοποθετούνται στην M_2 θέση. Σε $T > 700^\circ\text{C}$ σχηματίζεται πλήρες στερεό διάλυμα μεταξύ Ιαδείτη και Αυγίτη ($\text{Na}^+_{M_2} + \text{Al}^{3+}_{M_1} \Leftrightarrow \text{Ca}^{2+}_{M_2} + (\text{Mg,Fe})^{2+}_{M_1}$) ενώ σε χαμηλότερη T τα κατιόντα Na, Ca, Al, Mg αποκτούν τάξη και σχηματίζεται Ομφακίτης

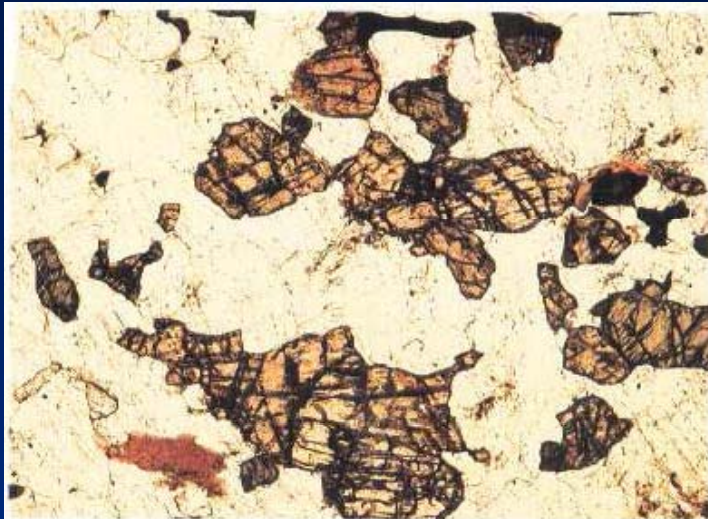
<http://www.geokem.com/>

ALL PYROXENES

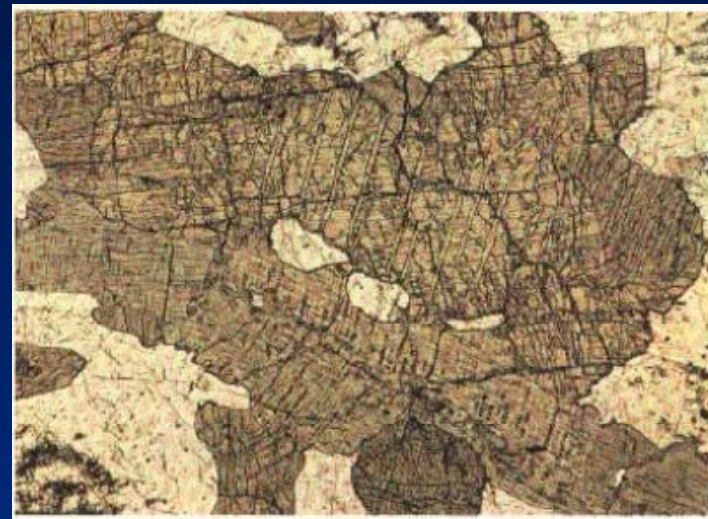
GEOROC, (July, 2005)



ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

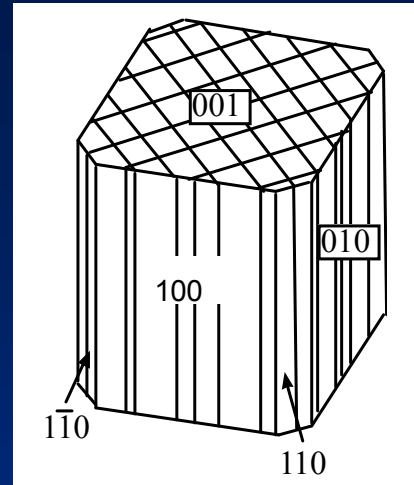
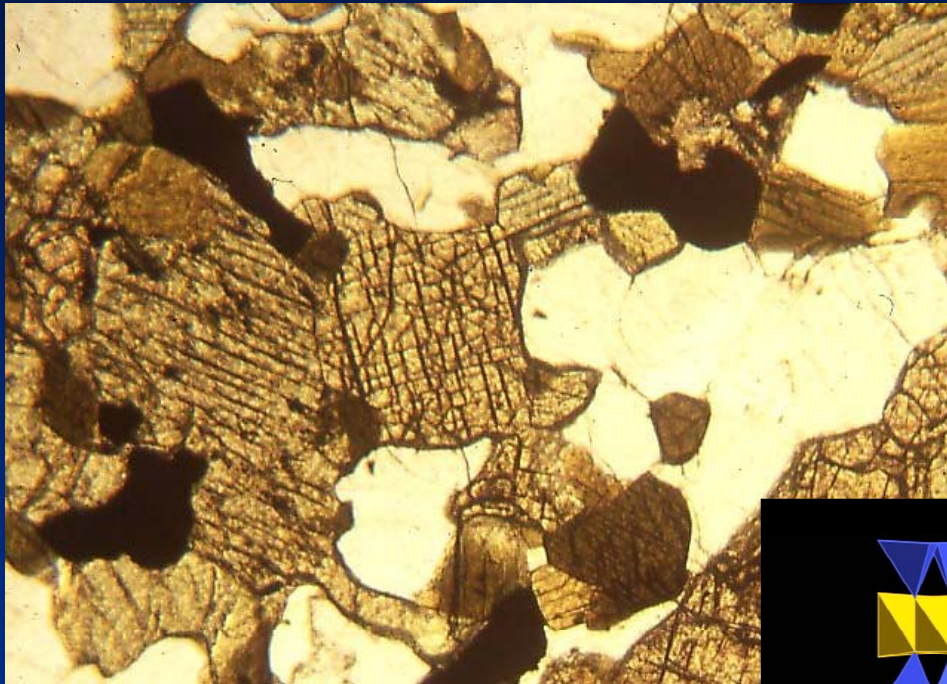


Ορθοπυρόξενοι

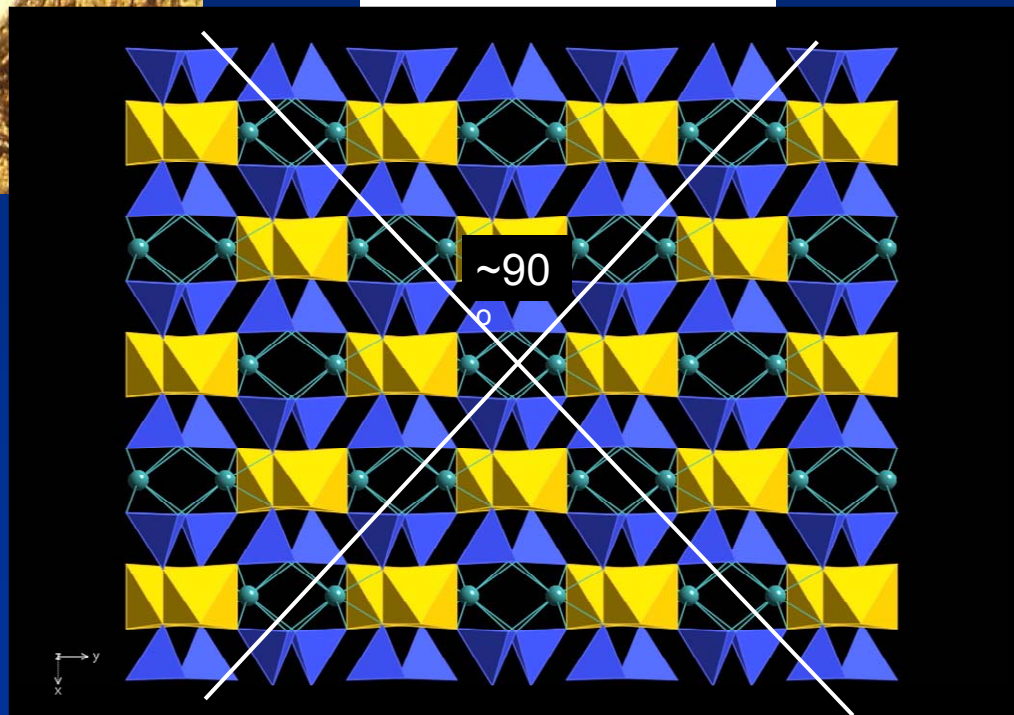


Ορθοπυρόξενοι -
Κλινοπυρόξενοι

ΚΛΙΝΟΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

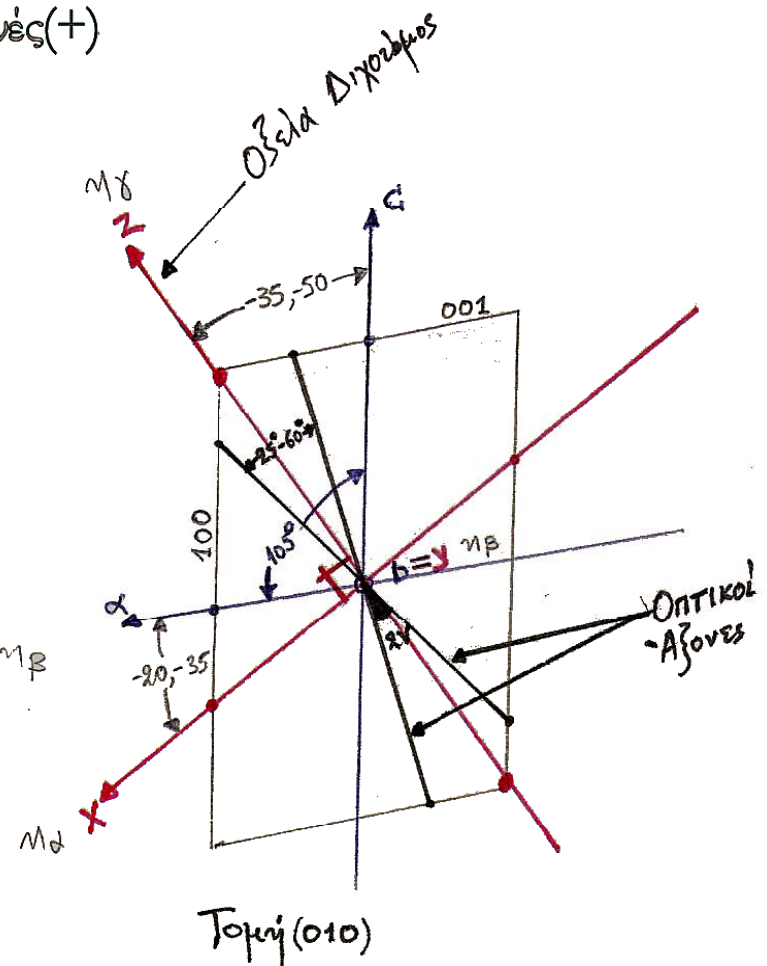
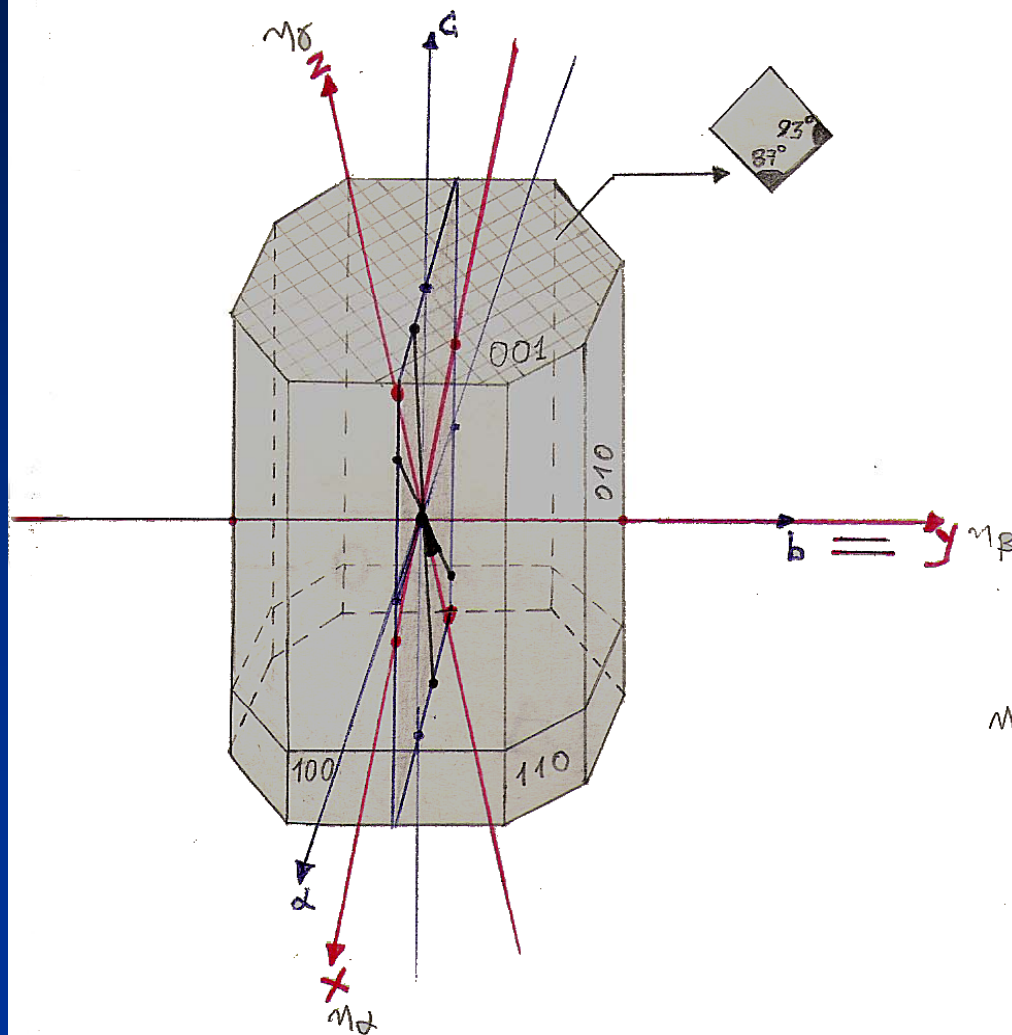


Σχισμός
κατά (110)



ΚΛΙΝΟΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

ΑΥΓΙΤΗΣ-Μονοκλινές(+)



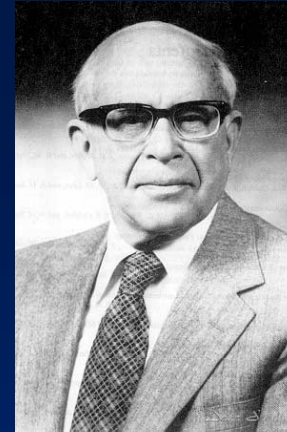
• Ο κρύσταλλος είναι Διάζωνας.

ΔΙΑΛΥΤΟΠΟΙΗΣΗ/ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗ ΠΥΡΟΞΕΝΩΝ

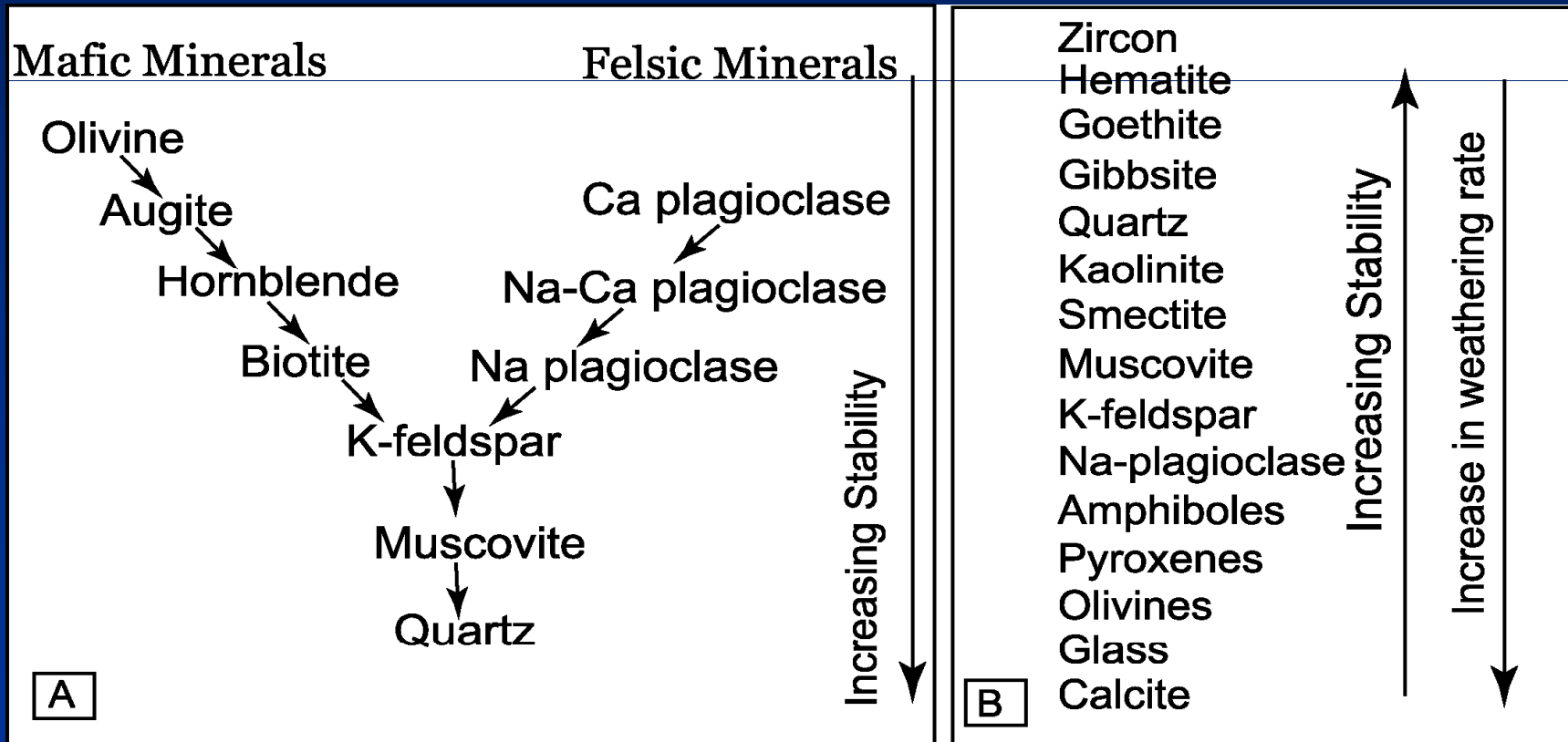


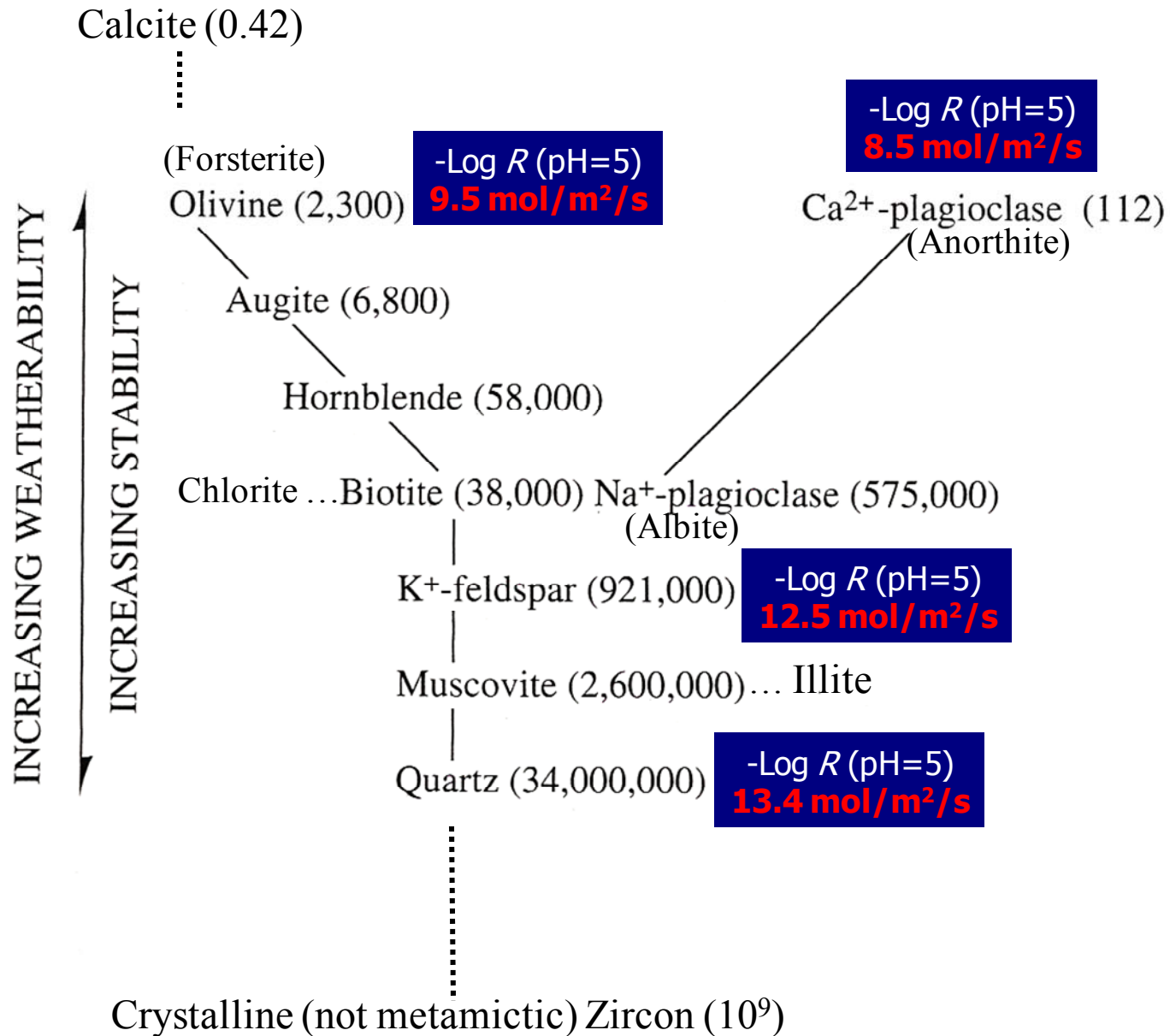


N.L. Bowen
(1922)



S. Goldich
(1938)





ΠΡΟΣΜΕΙΞΕΙΣ

**ΣΤΟ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΠΛΕΓΜΑ
ΤΩΝ ΠΥΡΟΞΕΝΩΝ**

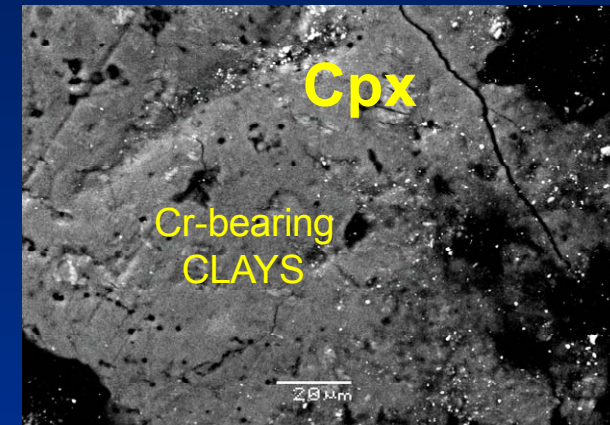
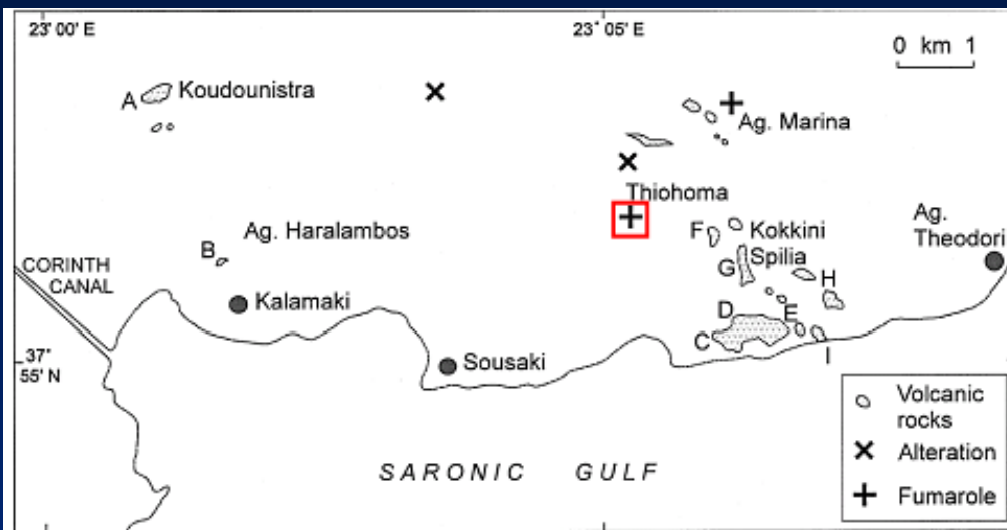


Table 9-1. Partition Coefficients (C_S/C_L) for Some Commonly Used Trace Elements in Basaltic and Andesitic Rocks

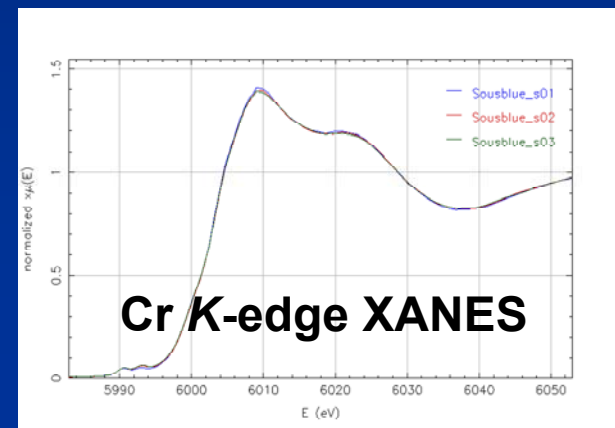
	Olivine	Opx	Cpx	Garnet	Plag	Amph	Magnetite
Rb	0.010	0.022	0.031	0.042	0.071	0.29	
Sr	0.014	0.040	0.060	0.012	1.830	0.46	
Ba	0.010	0.013	0.026	0.023	0.23	0.42	
Ni	14	5	7	0.955	0.01	6.8	29
Cr	0.70	10	34	1.345	0.01	2.00	7.4
La	0.007	0.03	0.056	0.001	0.148	0.544	2
Ce	0.006	0.02	0.092	0.007	0.082	0.843	2
Nd	0.006	0.03	0.230	0.026	0.055	1.340	2
Sm	0.007	0.05	0.445	0.102	0.039	1.804	1
Eu	0.007	0.05	0.474	0.243	0.1/1.5*	1.557	1
Dy	0.013	0.15	0.582	1.940	0.023	2.024	1
Er	0.026	0.23	0.583	4.700	0.020	1.740	1.5
Yb	0.049	0.34	0.542	6.167	0.023	1.642	1.4
Lu	0.045	0.42	0.506	6.950	0.019	1.563	

Data from Rollinson (1993).

* $\text{Eu}^{3+}/\text{Eu}^{2+}$ *Italics* are estimated



http://ankaweb.fzk.de/_file/extras/extras_download_29.pdf



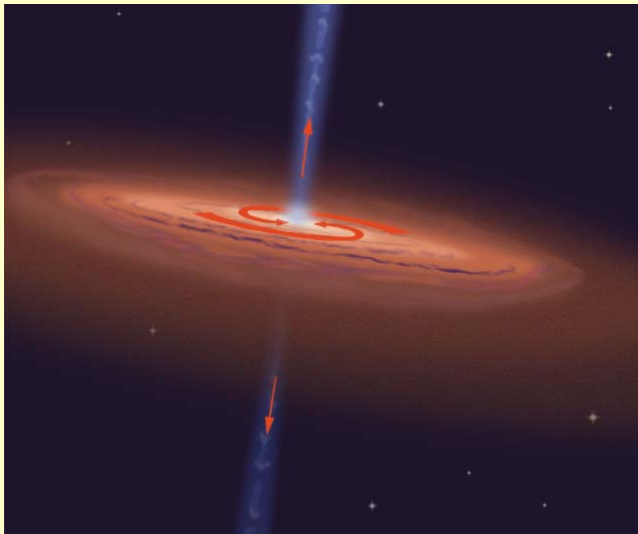
ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΣΤΟΥΣ ΠΥΡΟΞΕΝΟΥΣ

$(\text{H}^+ - \text{H}_3\text{O}^+, \text{OH}^-, \text{H}_2\text{O})$



ΚΟΣΜΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ (πιθανώς <10% συμβολή από SN)

Ηλιακό Νεφέλωμα (Solar Nebula-SN)



H₂ : 96.1 %

He : 3.8 %

CO : 0.077 %

Ne : 0.016 %

N₂ : 78 ppm

H₂O/H₂ ~ 10⁻⁴

Κομήτες



έως και

50%

H₂O

Μετεωριτική Ύλη



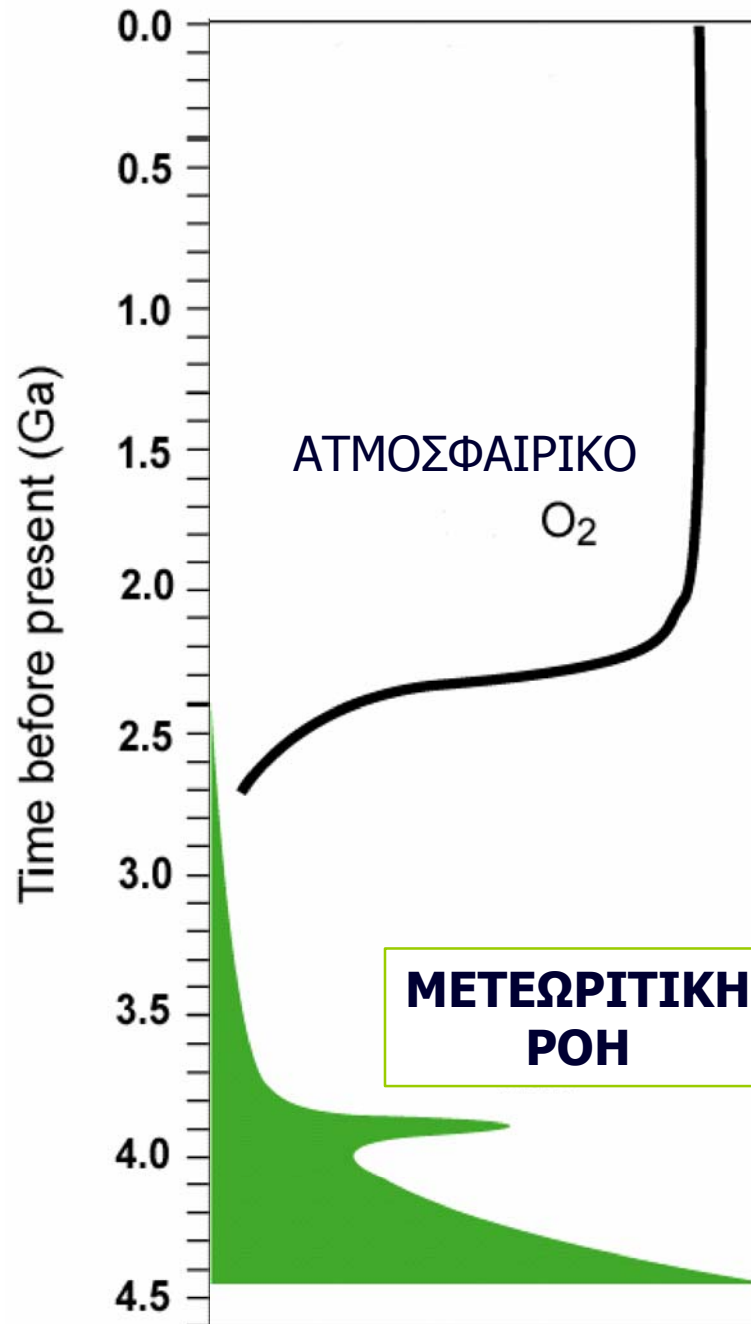
έως και

10%

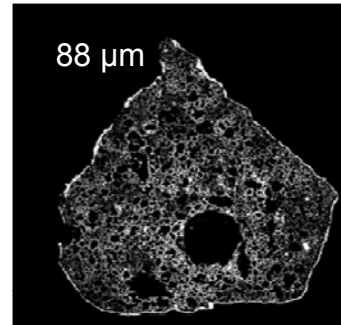
H₂O

σε ανθρακικούς

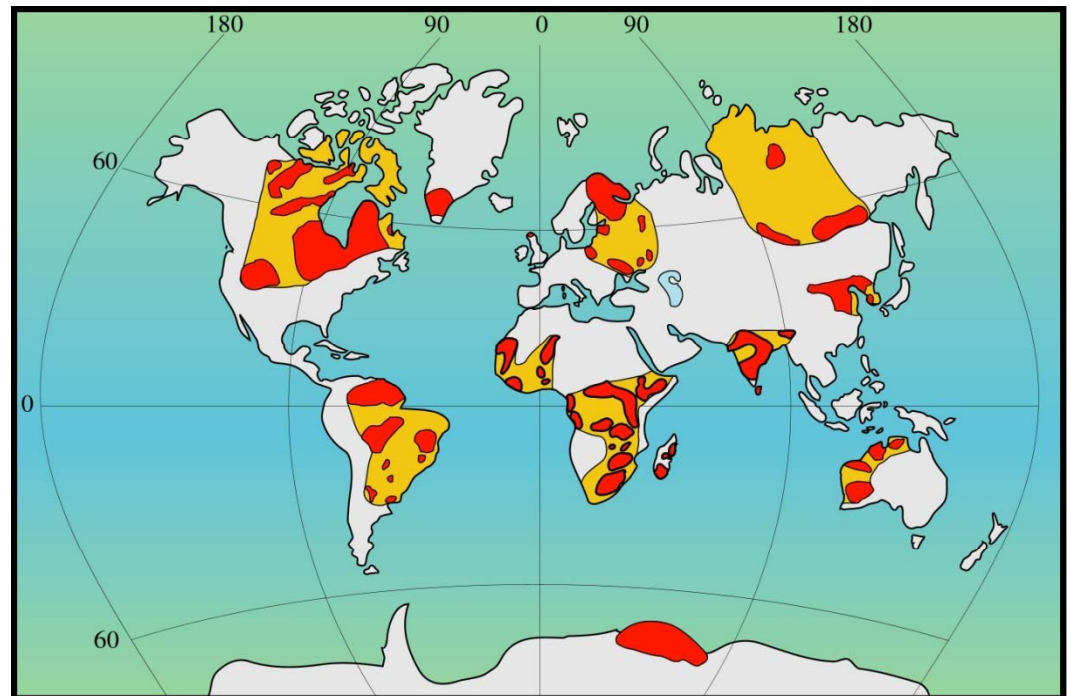
ΧΟΝΔΡΙΤΕΣ



ΡΟΗ ΥΛΗΣ ΣΕ ΓΗΙΝΟΥΣ ΠΛΑΝΗΤΕΣ
IDPs, MM : 20,000 – 40,000 tons/yr
Μετεωρίτες : 10 tons/yr



ΜΙΚΡΟ-ΜΕΤΕΩΡΙΤΕΣ
(MM)



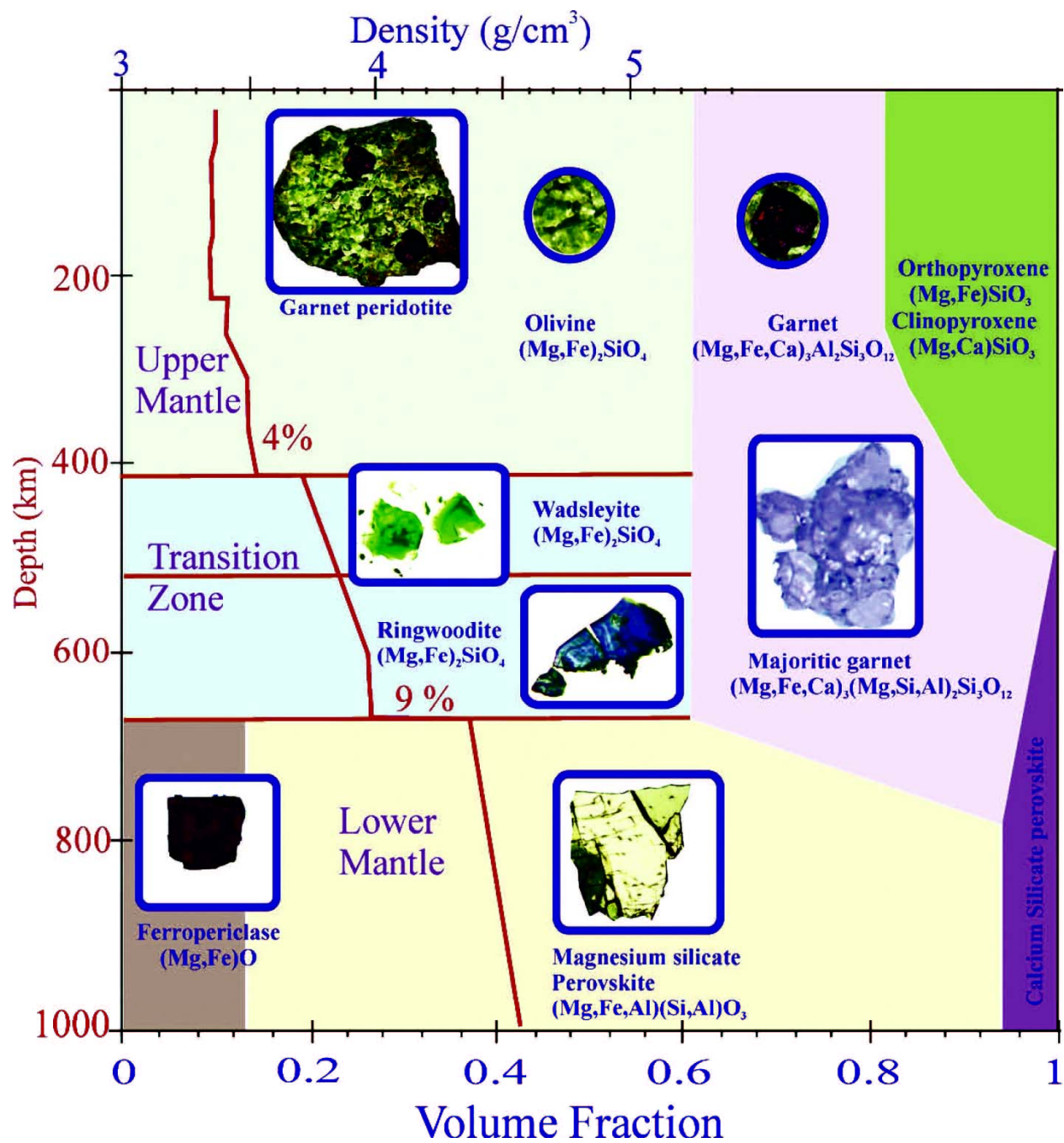
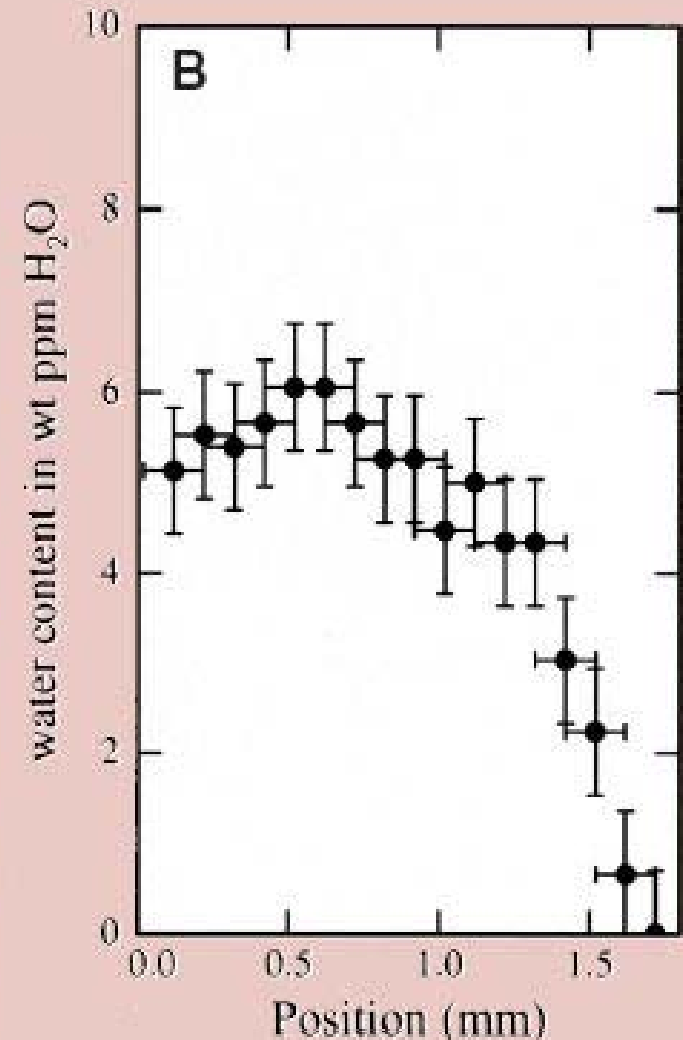
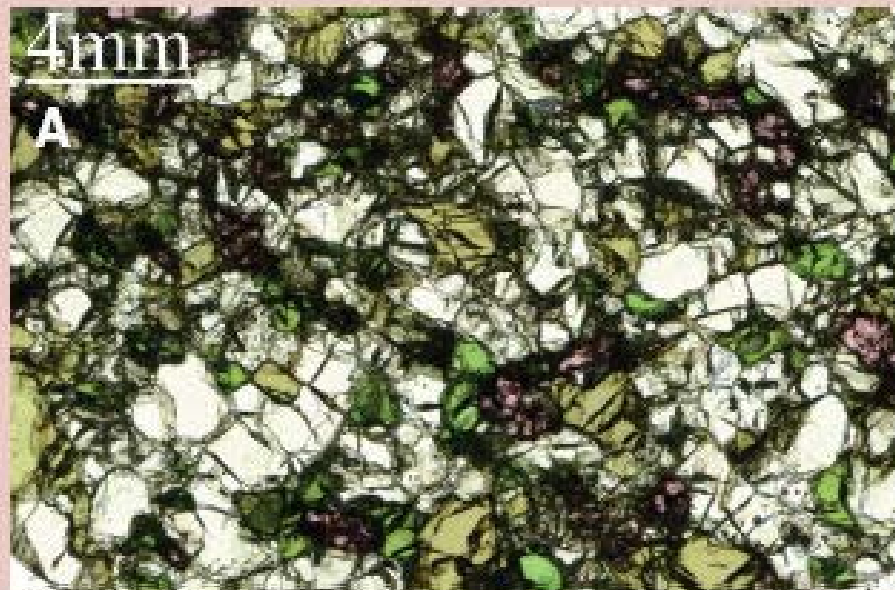




Fig. 6.4: (A) Photomicrograph of a garnet-bearing lherzolite xenolith from the Pali-aike volcanic field (Chilean Patagonia). FTIR spectra obtained from large olivine crystals (colourless) reveal hydrogen depletion towards olivine rims and the development of hydrogen diffusion profiles (B). These diffusion profiles provide direct evidence of dehydration of mantle samples via hydrogen diffusion during transport into the crust.



UHP ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ

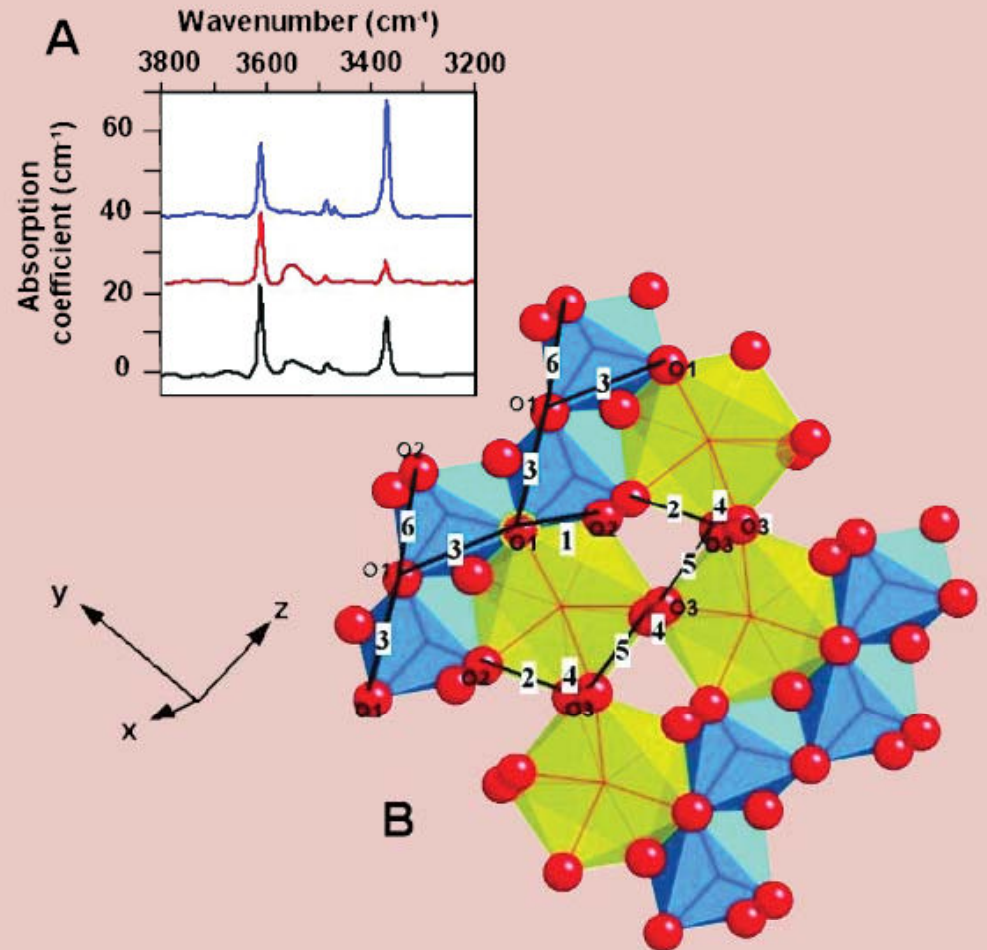
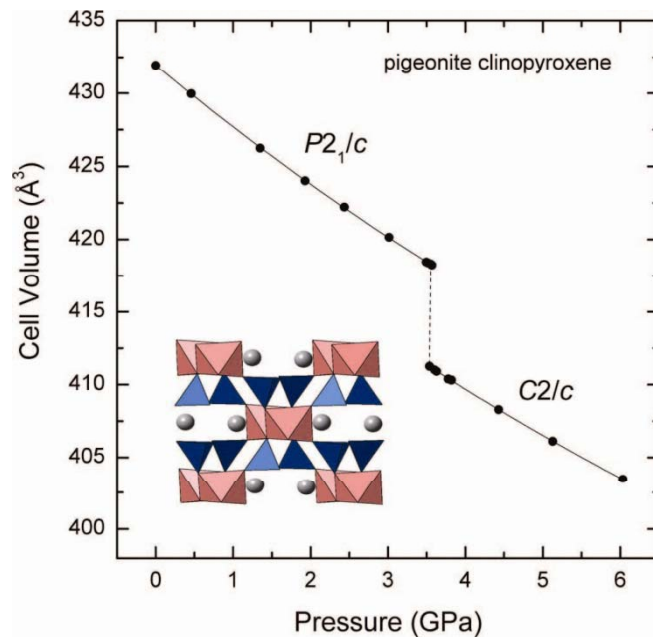
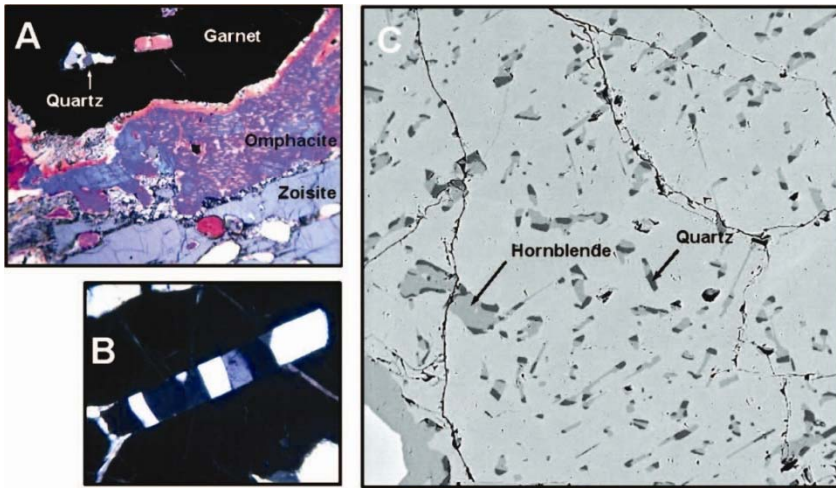
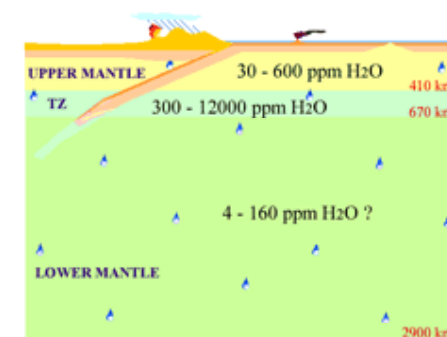
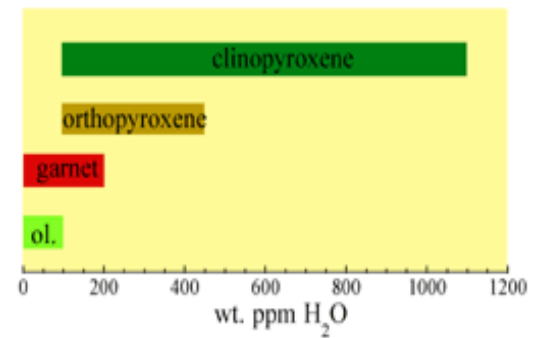
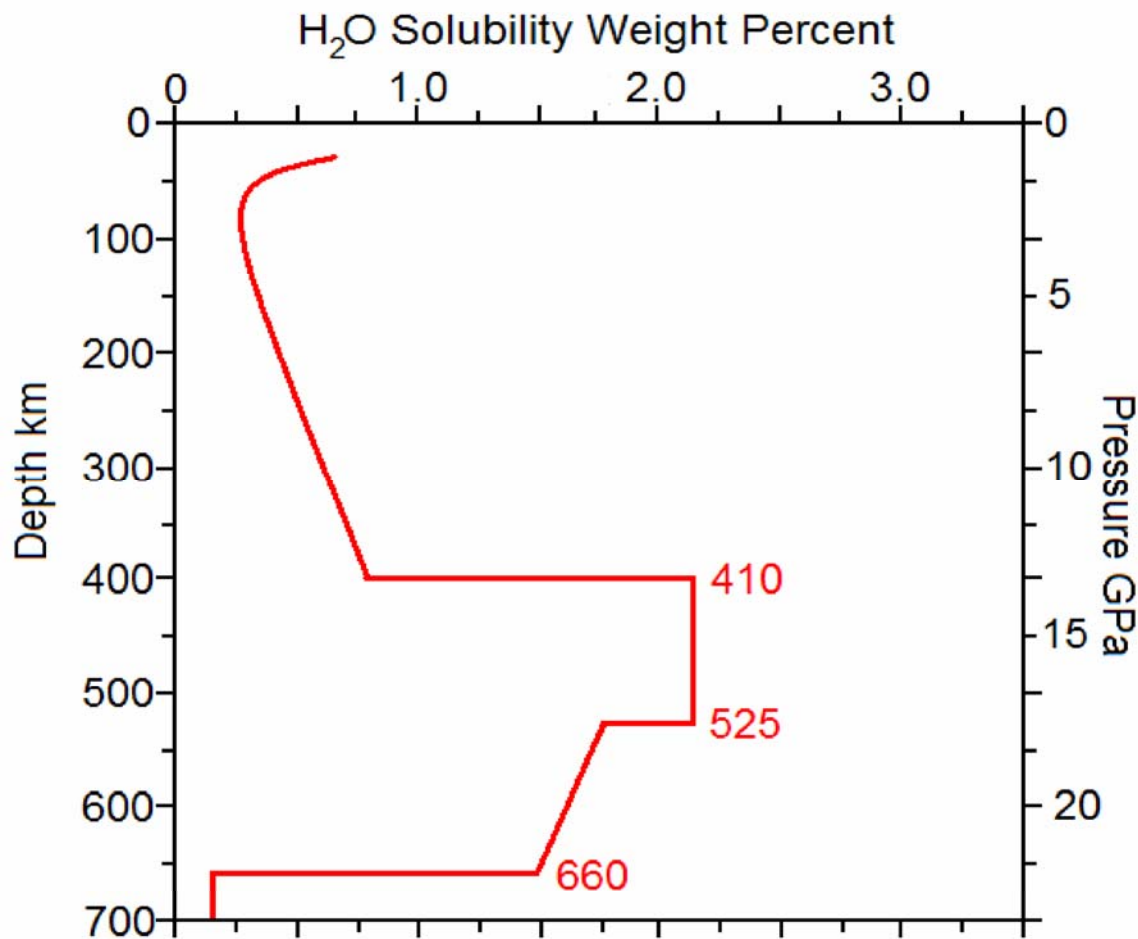


Fig. 6.5: Results from investigation of H incorporation and water solubility in synthetic jadeite. (A) FTIR spectra for water-saturated jadeite synthesised at 3.0 GPa, 600°C (black = unpolarised, red = radiation polarised perpendicular to c axis, blue = radiation polarised parallel to c axis). Peaks in the spectra imply absorption of radiation due to vibration of OH dipoles, indicating that H is present in the structure, associated with specific oxygen sites. (B) Representation of part of the jadeite structure showing mechanisms for H incorporation consistent with data from FTIR spectra. Model shows octahedral sheet (yellow = $M2$ sites, blue = $M1$ sites, red spheres = oxygen sites). Numbers refer to possible H incorporation mechanisms.

Κατανομή του Η (ως H_2O) στο εσωτερικό της Γής
και σε διάφορα κατ' όνομα "άνυδρα" πυριτικά ορυκτά
(Nominally Anhydrous Minerals - **NAM**)



Water Solubility in Aluminous Orthopyroxene and the Origin of Earth's Asthenosphere

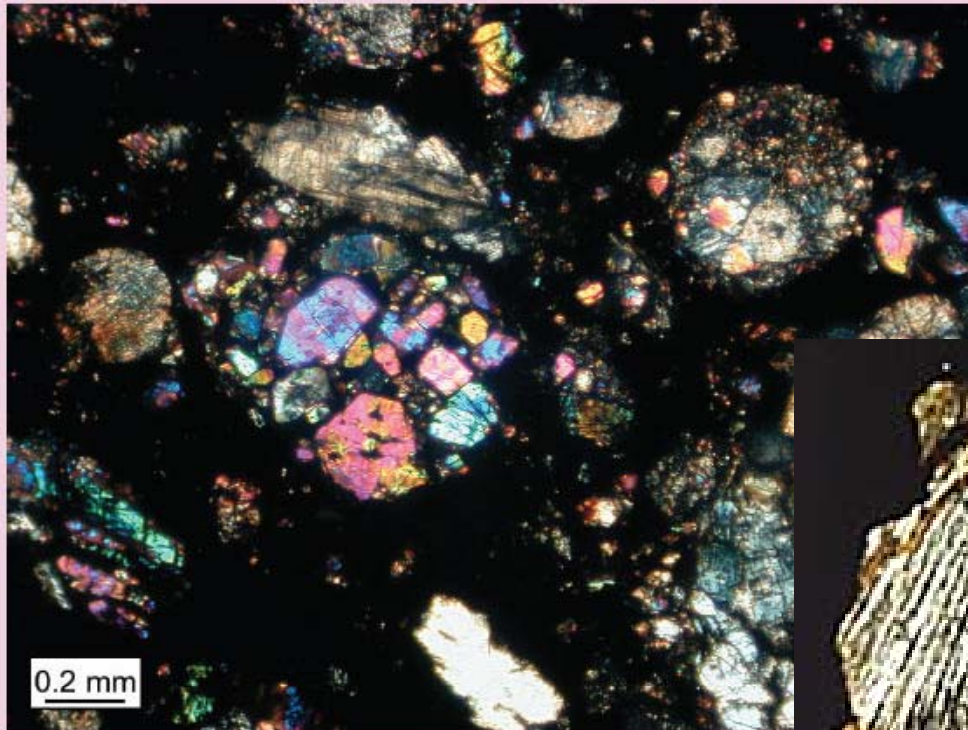
Katrin Mierdel,¹ Hans Keppler,^{1,2*} Joseph R. Smyth,^{2,3} Falko Langenhorst^{2,4}

Plate tectonics is based on the concept of rigid lithosphere plates sliding on a mechanically weak asthenosphere. Many models assume that the weakness of the asthenosphere is related to the presence of small amounts of hydrous melts. However, the mechanism that may cause melting in the asthenosphere is not well understood. We show that the asthenosphere coincides with a zone where the water solubility in mantle minerals has a pronounced minimum. The minimum is due to a sharp decrease of water solubility in aluminous orthopyroxene with depth, whereas the water solubility in olivine continuously increases with pressure. Melting in the asthenosphere may therefore be related not to volatile enrichment but to a minimum in water solubility, which causes excess water to form a hydrous silicate melt.

Earth's asthenosphere is often assumed to roughly coincide with the low-velocity zone, a layer of reduced seismic velocities and increased attenuation of seismic waves. The low-velocity zone usually begins at a depth

of 60 to 80 km below the oceans and ends around 220 km (*1*). Below continental shields, the upper boundary is depressed to 150 km. The seismic characteristics of the low-velocity zone could be easily explained by the presence of a small frac-

Fig. 1.3: Optical photomicrograph (crossed polarisers) of a carbonaceous chondrite with numerous chondrules (spheres) embedded in a dark, fine-grained matrix that contains organic matter. The chondrules display various textures and are composed of olivine, pyroxene and glass.

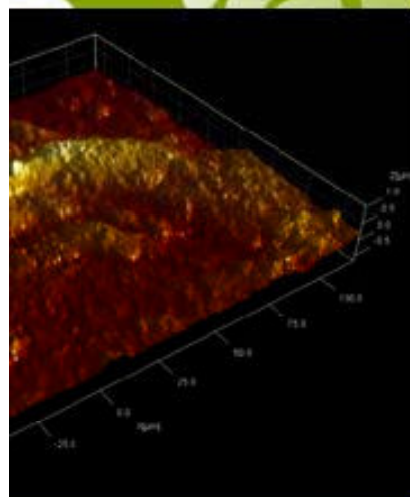


ΠΥΡΟΞΕΝΟΙ ΣΕ ΧΟΝΔΡΙΤΕΣ



Tsukamoto Lab.

Department of Earth and Planetary Materials Science
Graduate School of Science, Tohoku University



Welcome! Tsukamoto Lab.



Dr. Katsuo Tsukamoto
Professor,
Department of The Earth and Planetary Science,
Graduate School of Science,
Tohoku University,

*also, Professor,
Center for Interdisciplinary Research, Tohoku University.

[Top](#)

[Research & Others](#)

[Members](#)

[Publication](#)

[Photo](#)

[Japanese ver.](#)

