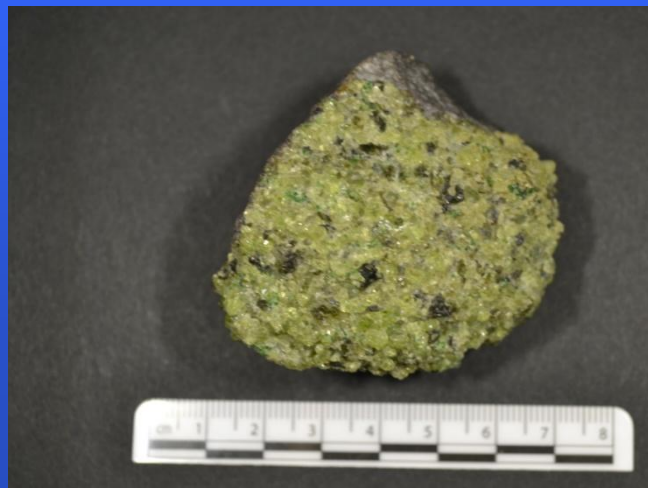


ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ Ι

4^η ΔΙΑΛΕΞΗ

04/11/20

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΑ Ι



ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΑ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κρυσταλλογραφία : Η μελέτη των κρυστάλλων και της “κρυσταλλικής κατάστασης”

Είναι απαραίτητη στη μελέτη των ορυκτών και των πετρωμάτων, γιατί είναι κατεξοχήν κρυσταλλικά υλικά

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΑ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κρυσταλλογραφία

```
graph TD; A[Κρυσταλλογραφία] --> B[Γεωμετρική]; A --> C[Φυσική]; A --> D[Χημική]; B --> E["Μορφολογία των καλοσχηματισμένων κρυστάλλων, νόμοι στους οποίους υπακούει η ανάπτυξη τους"]; C --> F["Σχέση γεωμετρίας με Φυσικές ιδιότητες"]; D --> G["Σχέση γεωμετρίας με Χημικές ιδιότητες"];
```

Γεωμετρική



Μορφολογία των καλοσχηματισμένων κρυστάλλων, νόμοι στους οποίους υπακούει η ανάπτυξη τους

Φυσική



Σχέση γεωμετρίας με Φυσικές ιδιότητες

Χημική



Σχέση γεωμετρίας με Χημικές ιδιότητες

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΑ – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τι είναι κρύσταλλος ?



Είναι ένα κανονικό πολύεδρο που περατώνεται σε επίπεδες έδρες (κρυσταλλικές έδρες) το οποίο προκύπτει από μία χημική ένωση



Οφείλεται στη δράση των δυνάμεων των ατόμων της, όταν περνά, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, από την υγρή ή την αέρια κατάσταση στη στερεή.



κρύσταλλος αλίτη

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

- ❖ Κατά τη διάρκεια της κρυστάλλωσης σε ένα περιβάλλον κατάλληλο, οι κρύσταλλοι αποκτούν διάφορα γεωμετρικά σχήματα που εξαρτώνται από τη διευθέτηση (ordering) της ατομικής τους δομής και τις φυσικές και χημικές συνθήκες κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται
- ❖ Οι κακοσχηματισμένοι κρύσταλλοι είναι κοινοί και προκύπτουν σε μη ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης ή ακόμη και σταμάτημα και επανακρυστάλλωση του ορυκτού

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

- ❖ Οι κρύσταλλοι που αναπτύσσονται στη φύση σπάνια είναι τέλειοι
- ❖ Το σχήμα τους παραμορφώνεται και η συμμετρία τους δεν είναι τόσο εύκολο να βρεθεί
- ❖ Ποια ιδιότητα λοιπόν είναι τόσο χαρακτηριστική ώστε να χρησιμοποιείται ως διαγνωστικό στοιχείο ?

Λίγη ιστορία

Το 1669, ο Nicholas Steno, ανακάλυψε έναν νόμο

- ❖ Εξετάζοντας πολλά δείγματα του ίδιου ορυκτού βρήκε ότι, όταν μετρηθούν στην ίδια θερμοκρασία, οι γωνίες μεταξύ όμοιων κρυσταλλικών εδρών παραμένουν σταθερές ανεξάρτητα από το μέγεθος και το σχήμα του κρυστάλλου.
- ❖ Έτσι, ανεξάρτητα εάν ο κρύσταλλος αναπτύχθηκε σε ιδεώδεις συνθήκες ή όχι, εάν συγκριθούν οι γωνίες μεταξύ αντιστοίχων εδρών σε διαφορετικούς κρυστάλλους του ίδιου ορυκτού, οι γωνίες είναι πάντα ίσες.

Γιατί συμβαίνει αυτό ?

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ

- Η συμμετρία ενός συνόλου είναι η σχέση μεταξύ των μερών του (Αριστοτέλης).
- Εάν παρατηρήσουμε έναν καλοσχηματισμένο κρύσταλλο θα δούμε ότι κατέχει μια ορισμένη συμμετρία, μια κανονικότητα δηλαδή στη διάταξη των εδρών
- Η κανονικότητα αυτή εκφράζεται με τη συχνή εμφάνιση όμοιων εδρών σε παράλληλα ζεύγη σε αντίθετες πλευρές του κρυστάλλου και βρίσκεται σε αντιστοιχία με την εσωτερική συμμετρία του πλέγματος

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (συν.)

- Η συμμετρία ενός κρυστάλλου είναι η ανάκλαση της εσωτερικής ατομικής δομής.
- Ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα διευθετούνται σε μία ατομική δομή υπαγορεύει και τον τρόπο με τον οποίο κατανέμονται και οι ιδιότητες του κρυστάλλου.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (συν)

- Εάν ένας κρύσταλλος έχει συμμετρία, η συμμετρία είναι κοινή σε όλες του τις ιδιότητες.



- Κρυσταλλικές έδρες, μαγνητικές ιδιότητες, οπτικές ιδιότητες και άλλες, όλες πρέπει να κατανέμονται με τον ίδιο τρόπο

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ (συν)

- Αν και οι κρύσταλλοι μπορούν να έχουν κάποιο από τον άπειρο αριθμό σχημάτων (μορφών), ο αριθμός των πιθανών συμμετριών που μπορούν να έχουν είναι περιορισμένος **32**.



- “Συμμετρία είναι η τάξη στη διευθέτηση και τον προσανατολισμό των ατόμων στα ορυκτά, και η τάξη στην συνεπακόλουθη κατανομή των ιδιοτήτων των ορυκτών”

ΜΟΡΦΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

- I. Ιδιόμορφοι κρύσταλλοι
- II. Υπιδιόμορφοι κρύσταλλοι
- III. Αλλοτριόμορφοι κρύσταλλοι

ΜΟΡΦΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ (συν)

- I. Ιδιόμορφοι (Euhedral) :** είναι οι Κρύσταλλοι που έχουν καλά σχηματισμένες όλες τις έδρες τους και τέλειο γεωμετρικό σχήμα.



Ιδιόμορφος κρύσταλλος αλίτη

ΜΟΡΦΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ (συν)

II. Υπιδιόμορφοι (subhedral) : είναι οι Κρύσταλλοι που έχουν μερικές μόνο καλά σχηματισμένες έδρες και δεν έχουν τέλειο γεωμετρικό σχήμα.



Υπιδιόμορφος κρύσταλλος χαλαζία

ΜΟΡΦΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ (συν)

III. Αλλοτριόμορφοι (anhedral) : είναι οι Κρύσταλλοι που δεν έχουν καμία έδρα καλά σχηματισμένη και δεν έχουν γεωμετρικό σχήμα.



Αλλοτριόμορφοι κρύσταλλοι θείου

ΜΟΡΦΕΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ (συν)

- **Άμορφο** είναι το υλικό που έχει τυχαία διευθέτηση των στοιχείων – δεν αναφερόμαστε σε κρυστάλλους.



Οπάλιος ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

Για να περιγράψουμε την συμμετρία των κρυστάλλων χρησιμοποιούμε τα ακόλουθα στοιχεία συμμετρίας

1. Κέντρο συμμετρίας

2. Άξονας συμμετρίας και άξονας στροφοαναστροφής και πολικός άξονας

3. Επίπεδο συμμετρίας

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

1. **Κέντρο συμμετρίας :** Είναι ένα σημείο που εάν κινηθούμε πάνω σε μια ευθεία που περνά από το σημείο αυτό θα συναντήσουμε σε ίσες αποστάσεις ίδια περατωτικά σημεία του κρυστάλλου.

Περατωτικά στοιχεία

Γεωμετρικά, τα περατωτικά στοιχεία αντιστοιχούν σε :

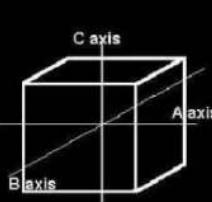
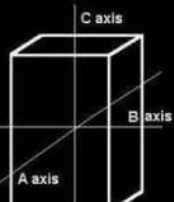
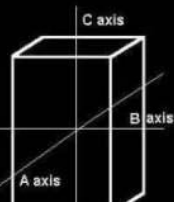

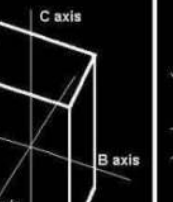
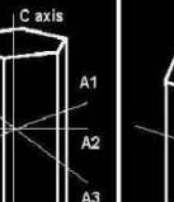
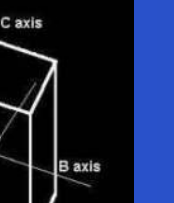







Έδρα, αντιστοιχεί σε ένα επίπεδο

Ακμή, αντιστοιχεί σε ευθύγραμμο τμήμα

Κορυφή, αντιστοιχεί σε σημείο

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

1. **Κέντρο συμμετρίας** : Είναι ένα σημείο που εάν κινηθούμε πάνω σε μια ευθεία που περνά από το σημείο αυτό θα συναντήσουμε σε ίσες αποστάσεις ίδια περατωτικά σημεία του κρυστάλλου.

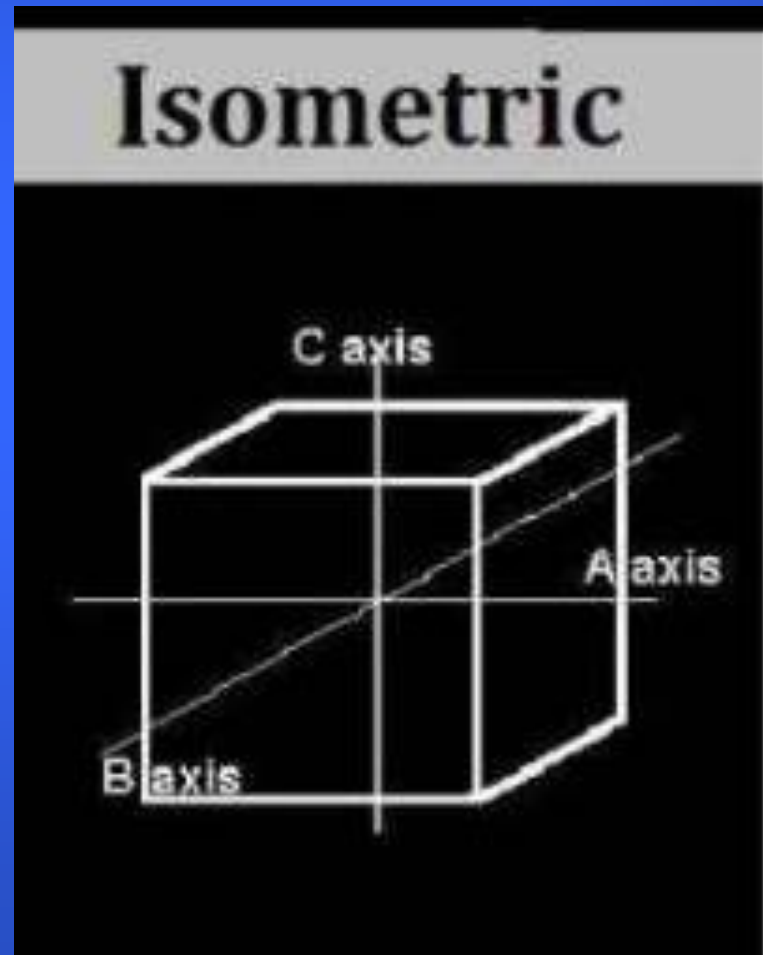
Crystal Systems						
Isometric	Tetragonal	Orthorhombic	Monoclinic	Triclinic	Hexagonal	Trigonal
						
						
Fluorite	Wulfenite	Tanzanite	Azurite	Amazonite	Emerald	Rhodochrosite

GeologyIn.com

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

1. Κέντρο συμμετρίας (συν) :

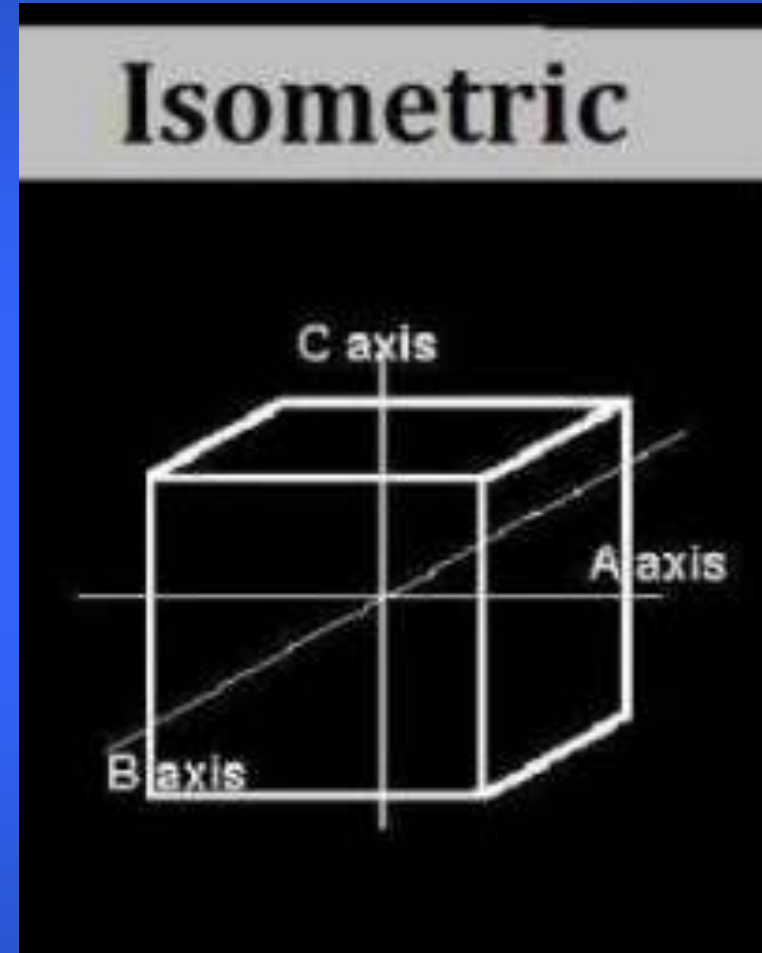
Ένας κρύσταλλος έχει κέντρο συμμετρίας εάν κάθε έδρα έχει την όμοια και παράλληλη της έδρα όπως ο κρύσταλλος του πιο κάτω σχήματος



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

2. Άξονας συμμετρίας :

Νοητές ευθείες γραμμές που εάν περιστρέψουμε γύρω τους ένα περατωτικό στοιχείο ενός κρυστάλλου και πριν συμπληρώσουμε μια πλήρη περιστροφή, ή όταν συμπληρώσουμε ακριβώς μια πλήρη περιστροφή, θα δούμε αυτό το περατωτικό στοιχείο να ταυτίζεται τουλάχιστον μια ακόμη φορά επακριβώς με άλλο περατωτικό στοιχείο του κρυστάλλου ή τουλάχιστον τον εαυτό του.



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

2. Άξονας συμμετρίας :

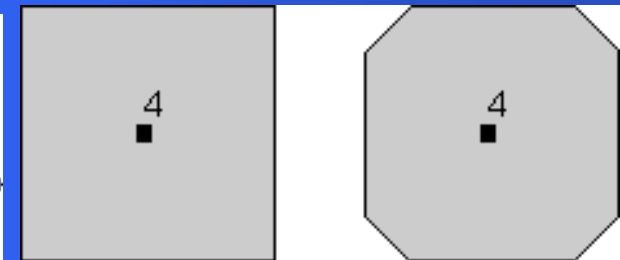
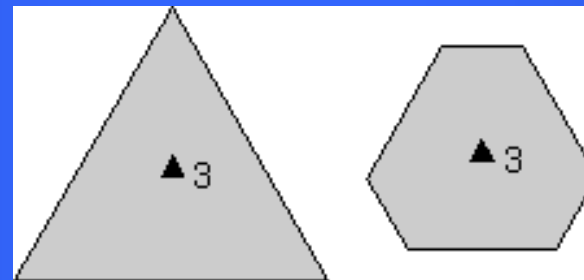
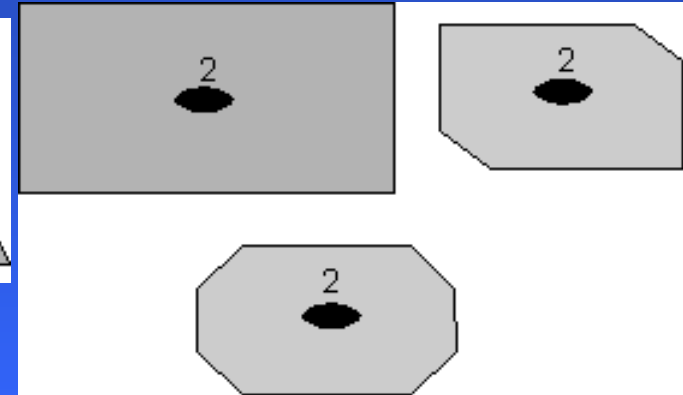
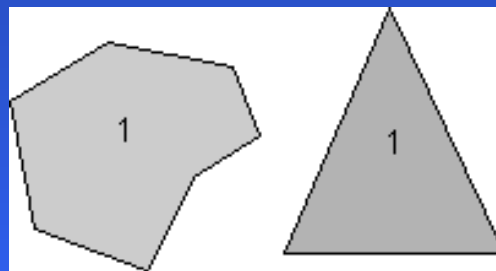
1ης έχουμε $360/1=360$

2ας έχουμε $360/2=180$

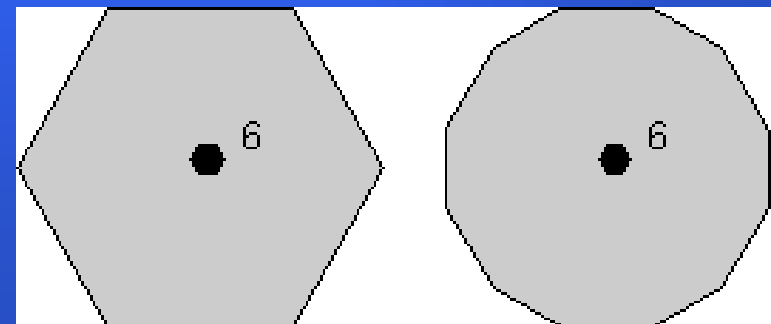
3ης έχουμε $360/3=120$

4ης έχουμε $360/4=90$

6ης έχουμε $360/6=60$



αλλά δεν υπάρχει 5ης



<https://www.tulane.edu/~sanelson/ens211/introsymmetry.htm>

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ

2. Άξονας συμμετρίας : Συμβολισμός

Όπως φαίνεται και στο προηγούμενο σχήμα οι άξονες έχουν κάποια σύμβολα. Αυτά είναι :

- Για τον 2ας 
- για τον 3ης 
- για τον 4ης 
- και, για τον 6ης 

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

2. Άξονας συμμετρίας : Συμβολισμός

Τύποι αξόνων στροφής	Γωνία στροφής	Σύμβολο
Στροφής 1 ^{ης} τάξης = 1	360°	A ¹
Στροφής 2 ^{ης} τάξης = 2	180°	A ²
Στροφής 3 ^{ης} τάξης = 3	120°	A ³
Στροφής 4 ^{ης} τάξης = 4	90°	A ⁴
Στροφής 6 ^{ης} τάξης = 6	60°	A ⁶

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

2. Άξονας συμμετρίας :

Πολικός Άξονας

Ονομάζονται έτσι οι άξονες που τέμνουν διαφορετικού είδους περατωτικά στοιχεία (π.χ. μια κορυφή από την μία και μια έδρα από την άλλη) ή ίδιου είδους αλλά διαφορετικά περατωτικά στοιχεία (π.χ. διαφορετικές έδρες), τότε οι άξονες ονομάζονται **πολικοί** και συμβολίζονται ως εξής :

- Για τον 2ας A^2p
- για τον 3ης A^3p
- για τον 4ης A^4p
- και, για τον 6ης A^6p

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

2. Άξονας συμμετρίας :

Άξονας στροφοαναστροφής

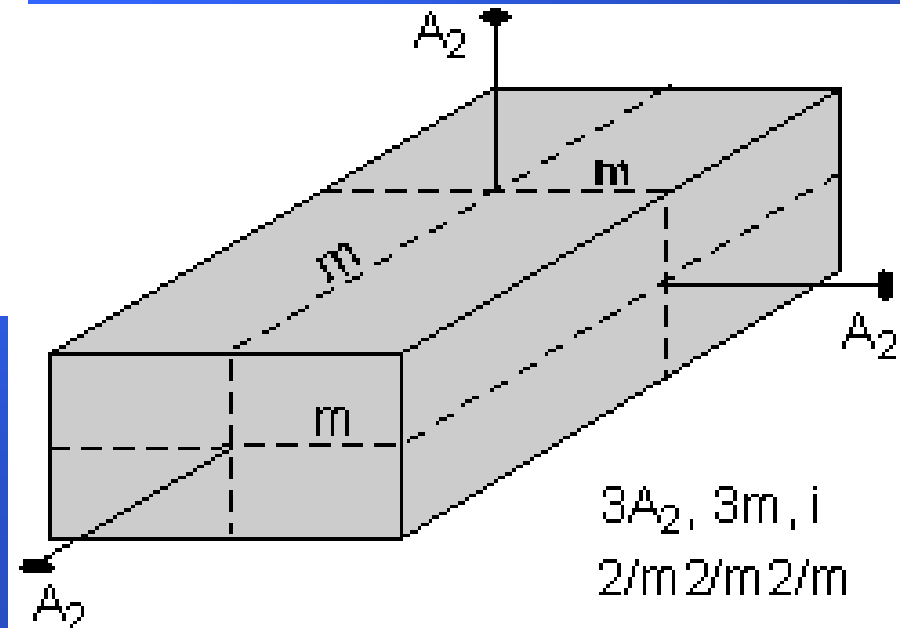
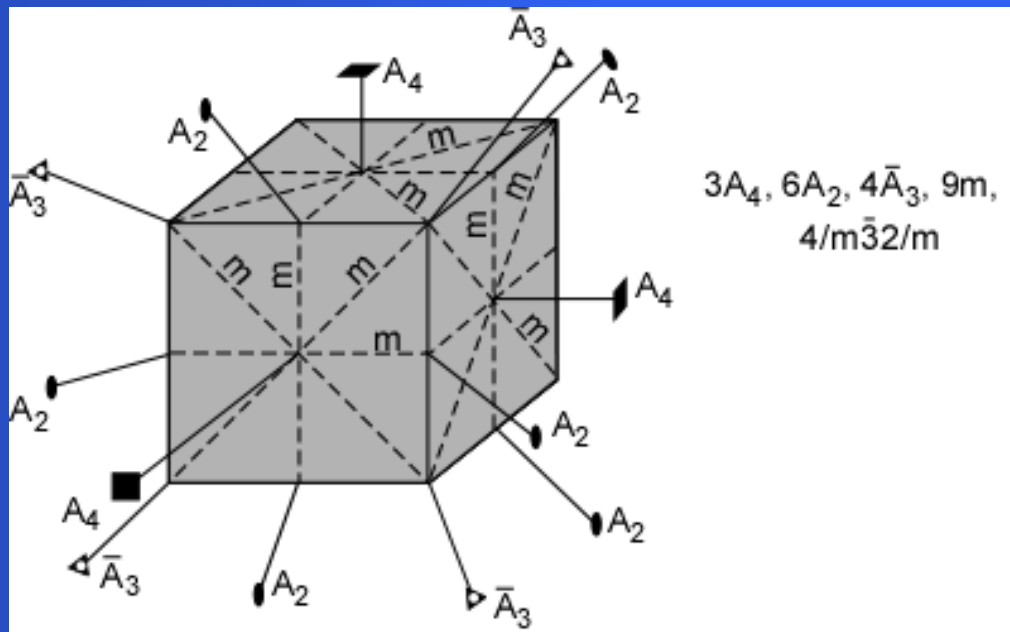
Είναι σύνθετο στοιχείο συμμετρίας και συνδυάζει στροφή γύρω από άξονα και αναστροφή ως προς κέντρο συμμετρίας. Και οι δύο διαδικασίες πρέπει να έχουν τελειώσει πριν ο κρύσταλλος πάρει τη νέα του θέση

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

<u>Τύποι αξόνων</u> <u>στροφοαναστροφής</u>	Γωνία στροφής	Γράμμα ή Σύμβολο
Στροφοαναστροφής 1 ^{ης} τάξης = $\bar{1}^a$	360°	
Στροφοαναστροφής 2 ^{ης} τάξης = $\bar{2}^b$	180°	
Στροφοαναστροφής 3 ^{ης} τάξης = $\bar{3}^c$	120°	
Στροφοαναστροφής 4 ^{ης} τάξης = $\bar{4}$	90°	A^{-4}
Στροφοαναστροφής 6 ^{ης} τάξης = $\bar{6}^d$	60°	A^{-6}
<p>^ai: αναστροφή (inversion) που ισοδυναμεί με κέντρο συμμετρίας (c)</p> <p>^bm: κατοπτρισμός (mirror), χρησιμοποιείται αντί για $\bar{2}$ στην περιγραφή της συμμετρίας</p> <p>^c$\bar{3}$: ισοδυναμεί με άξονα 3^{ης} τάξης σε συνδυασμό με κέντρο συμμετρίας</p> <p>^d$\bar{6}$: ισοδυναμεί με άξονα 3^{ης} τάξης με επίπεδο κάθετο σε αυτό. Εκφράζεται ως 3/m</p>		

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

3. Επίπεδο συμμετρίας : Κάποια περατωτικά σημεία ταυτίζονται με το είδωλό τους που θα προέκυπτε εάν το ένα από αυτά καθρεφτιζόταν στο επίπεδο συμμετρίας, δηλαδή τον καθρέφτη.

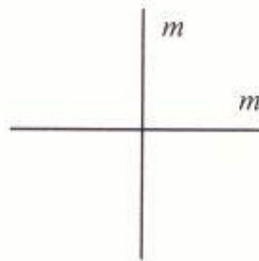


ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

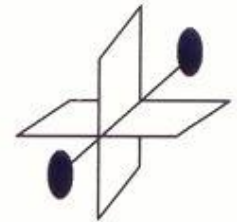
3. Επίπεδο συμμετρίας (καταπτρισμού) :

Επίπεδα καταπτρισμού (mirrors)

Τα δυο επίπεδα είναι
κάθετα στο επίπεδο
του χαρτιού

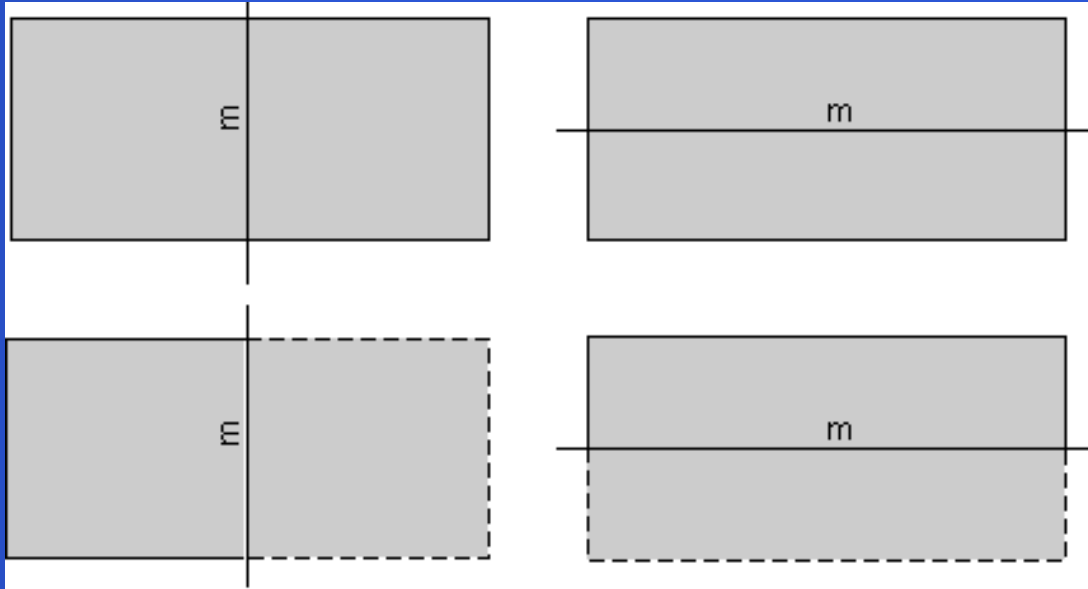


Σε προοπτικό σχέδιο, η
τομή των δυο επιπέδων
είναι ένας άξονας
στροφής 2^{ης} τάξης



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

3. Επίπεδο συμμετρίας :



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

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ (συν)

Το σύνολο των στοιχείων συμμετρίας σε ένα εξάεδρο

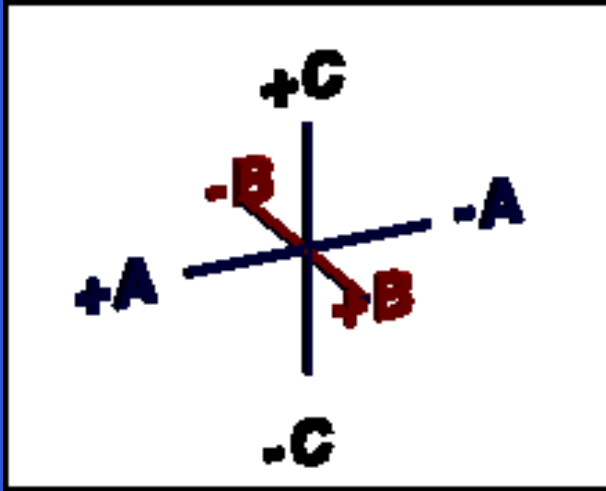
ΤΑΞΕΙΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ – ΕΠΤΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- ❖ Έχει δειχθεί ότι υπάρχουν μόνο 32 δυνατοί συνδυασμοί των διαφόρων στοιχείων συμμετρίας.
- ❖ Οι συνδυασμοί αυτοί αποτελούν τις 32 κρυσταλλικές τάξεις που κατανέμονται στα **επτά κρυσταλλικά συστήματα**
 1. Κυβικό
 2. Τετραγωνικό
 3. Ρομβικό
 4. Εξαγωνικό
 5. Τριγωνικό
 6. Μονοκλινές
 7. Τρικλινές

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΑΞΟΝΕΣ

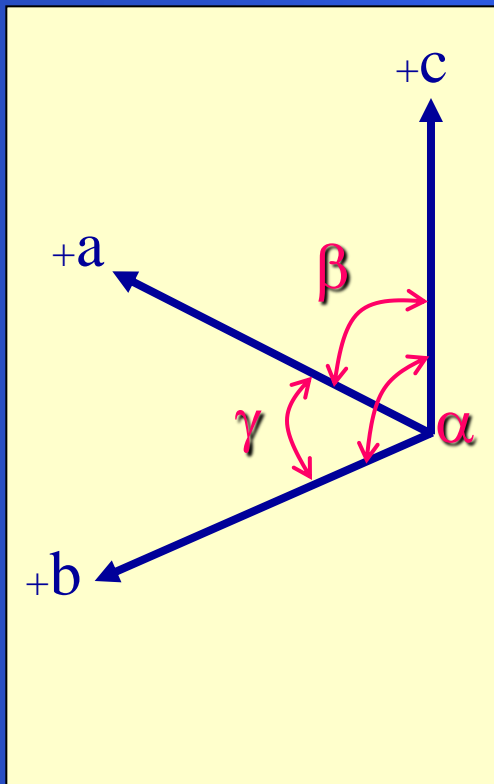
- ✓ Εφόσον αναφερόμαστε σε 3 διαστάσεις πρέπει να έχουμε 3 άξονες όλους ίσους και να τέμνονται κάθετα μεταξύ τους
Αυτή είναι στην πραγματικότητα η απλούστερη περίπτωση



- ✓ Αυτές οι νοητές ευθείες ονομάζονται κρυσταλλογραφικοί άξονες και δεν πρέπει να συγχέονται με τους άξονες συμμετρίας αν και πολλές φορές συμπίπτουν με αυτούς

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΑΞΟΝΕΣ

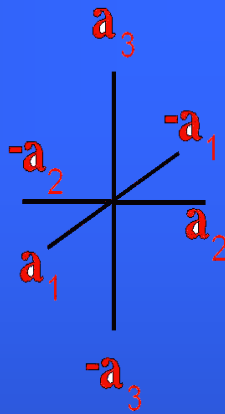
Εύρεση αξόνων – Ο κανόνας του δεξιού χεριού



ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΛΕΘΟΝΕΣ ΣΤΑ ΕΠΤΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Κυβικό

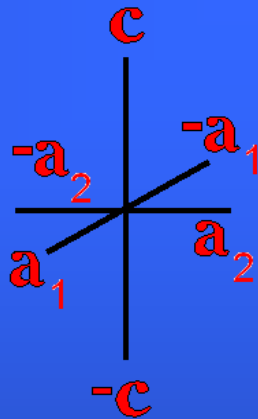
Χαρακτηρίζεται από τρεις ισότιμους και κάθετους μεταξύ τους κρυσταλλογραφικούς άξονες



ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΑΞΟΝΕΣ ΣΤΑ ΕΠΤΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τετραγωνικό

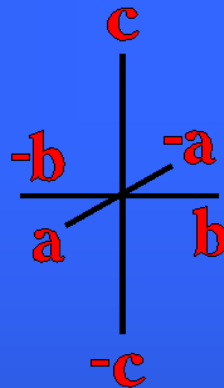
Τρεις κρυσταλλογραφικοί άξονες κάθετοι μεταξύ τους. Από αυτούς οι a_1 και a_2 είναι ισότιμοι μεταξύ τους και ο c είναι ανισότιμος



ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΑΞΟΝΕΣ ΣΤΑ ΕΠΤΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ρομβικό

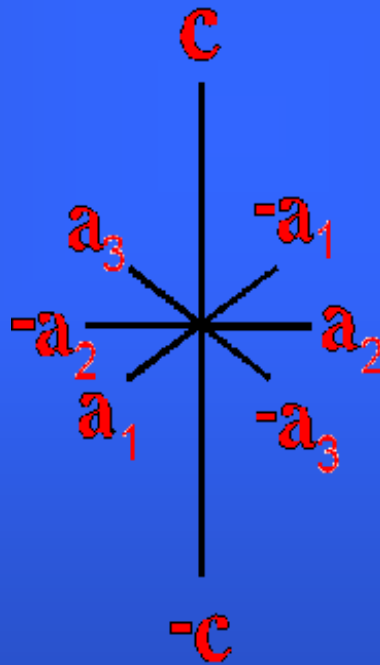
Τρεις ανισότιμοι κρυσταλλογραφικοί άξονες κάθετοι μεταξύ τους.



ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Εξαγωνικό

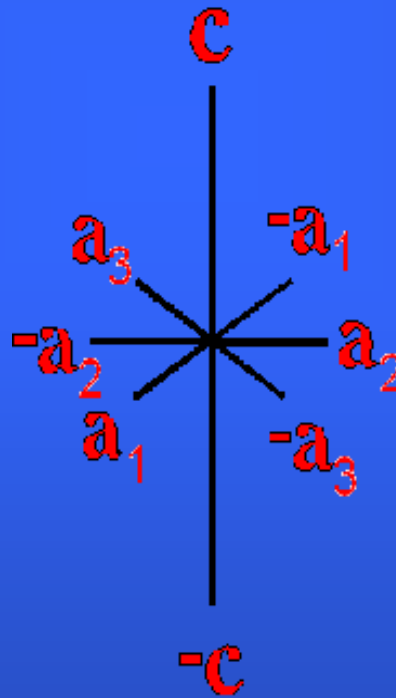
Τέσσερις κρυσταλλογραφικοί άξονες. Οι τρεις από αυτούς είναι ισότιμοι και τέμνονται υπό γωνία 120° . Ο c είναι κάθετος στο επίπεδο των τριών Αξόνων.



ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τριγωνικό

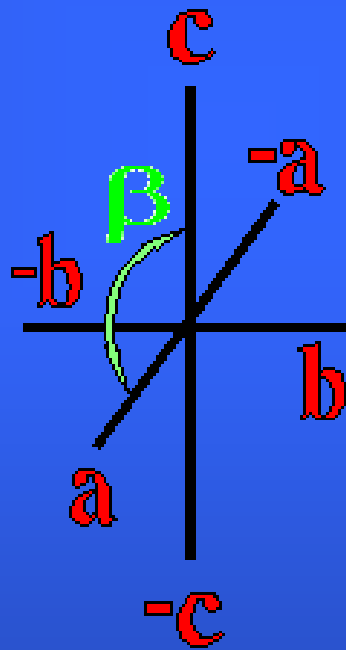
Τέσσερις κρυσταλλογραφικοί άξονες. Οι τρεις από αυτούς ισότιμοι και τέμνονται υπό γωνία 120° . Ο c είναι κάθετος στο επίπεδο των τριών Αξόνων.



ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Μονοκλινές

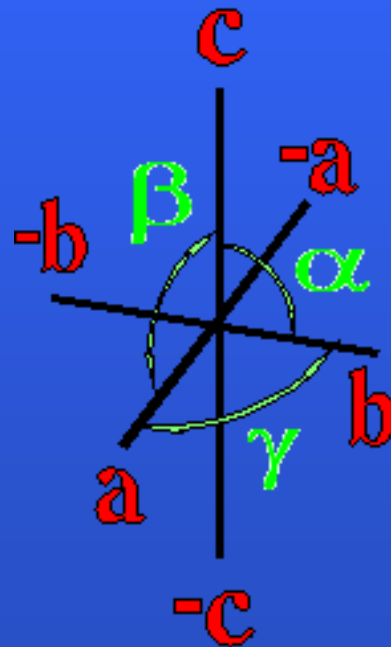
Τρεις ανισότιμοι κρυσταλλογραφικοί άξονες. Από αυτούς οι b και c τέμνονται με γωνία 90° , ο a είναι κάθετος με τον b αλλά όχι και με τον c



ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

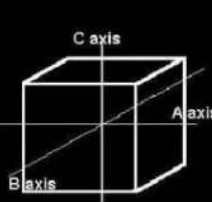
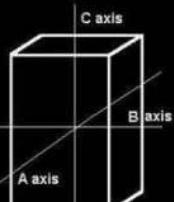
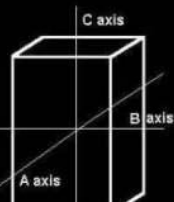

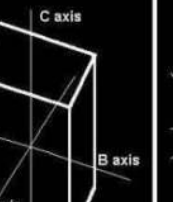
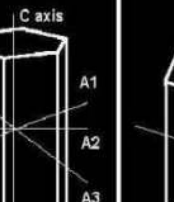
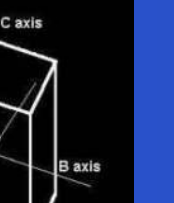







Τρικλινές

Τρεις ανισότιμοι κρυσταλλογραφικοί άξονες, που τέμνονται με γωνία διαφορετική από 90° .



ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

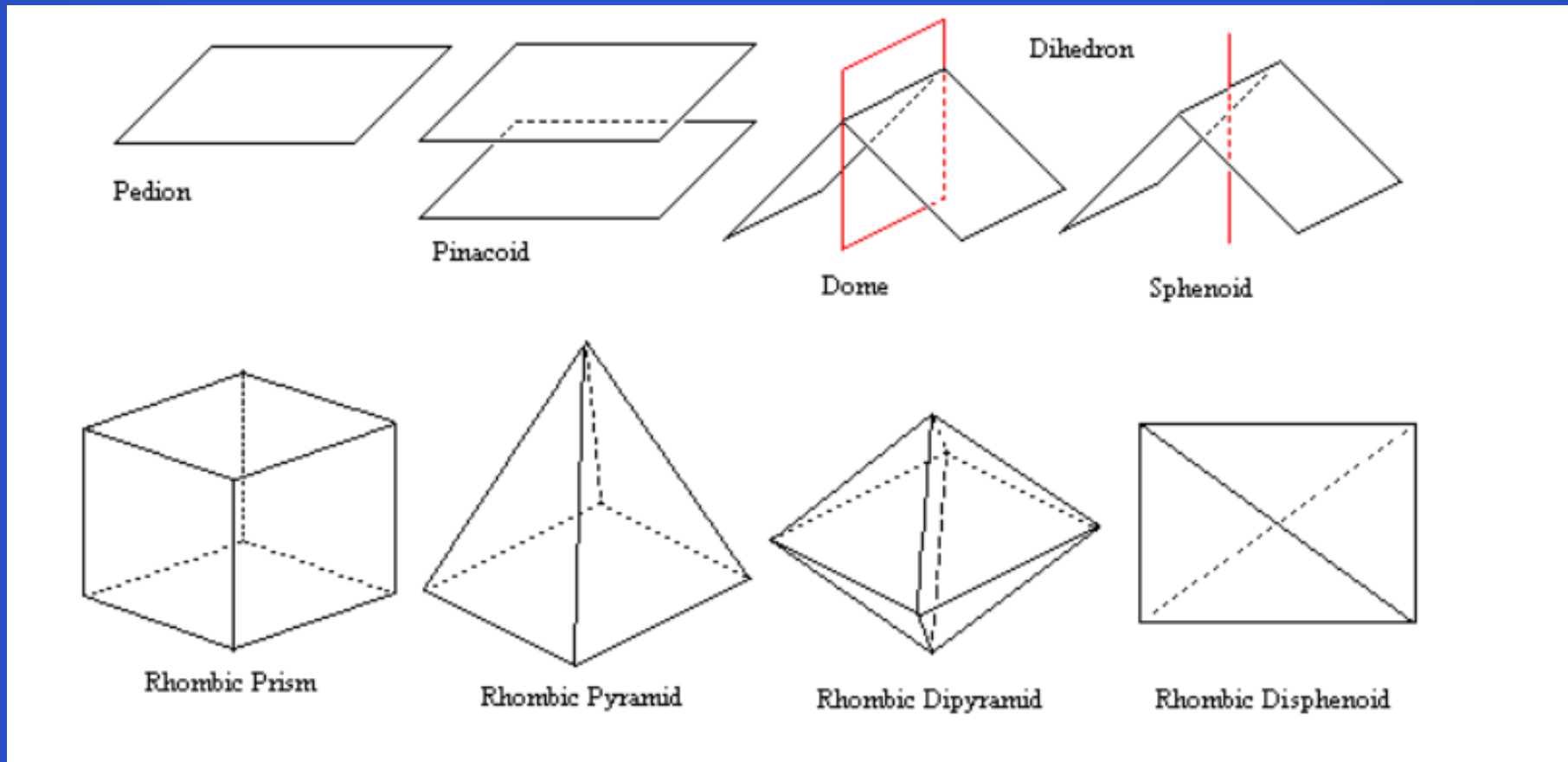
Κρυσταλλικό σχήμα : αποτελείται από ένα σύνολο κρυσταλλικών εδρών που έχουν όλες την ίδια σχέση με τα στοιχεία συμμετρίας και παρουσιάζουν τις ίδιες χημικές και φυσικές ιδιότητες, γιατί όλες αντιστοιχούν σε ίδια άτομα με ορισμένη γεωμετρική διεύθυνση

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

GeologyIn.com

ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

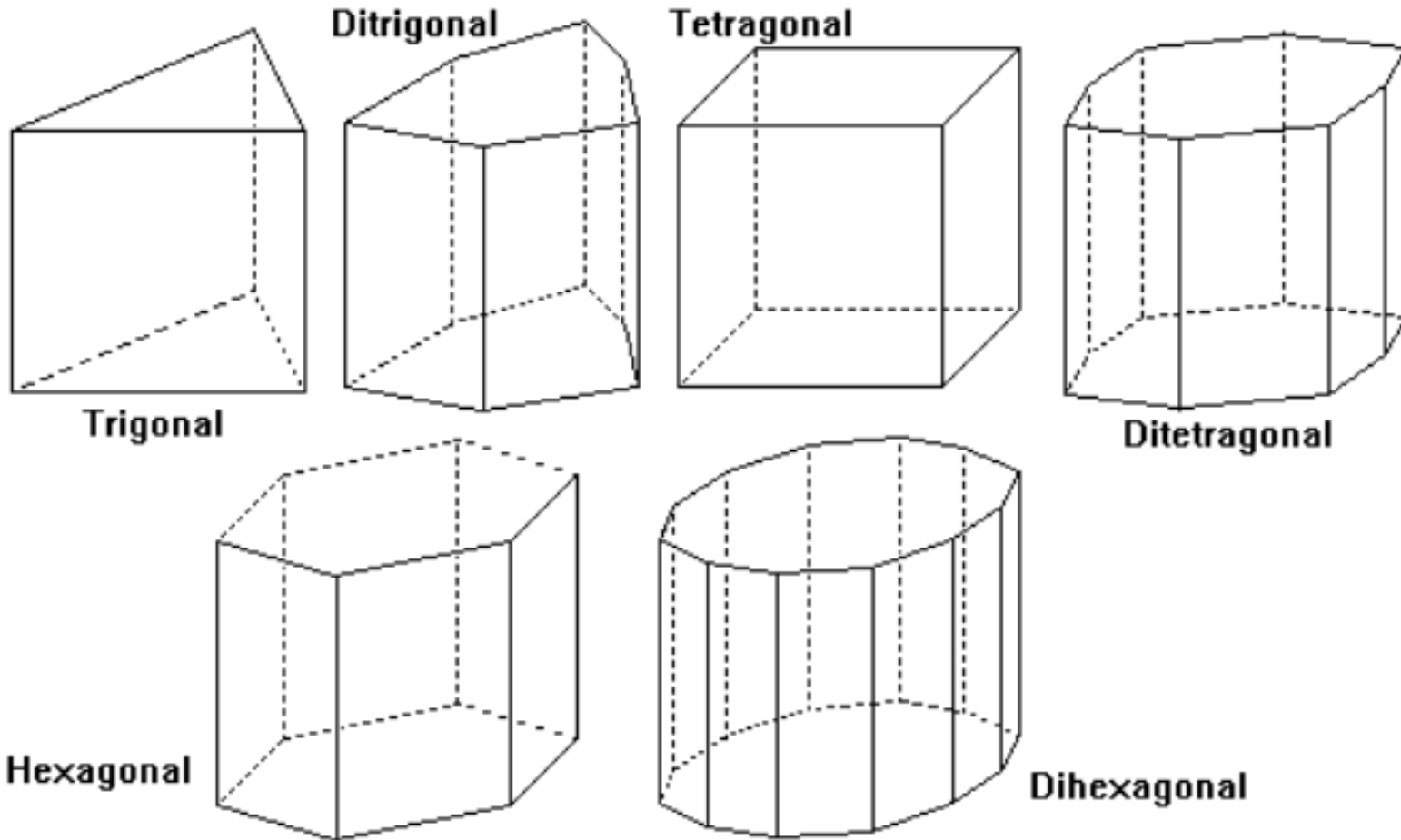
1. Πεδίο, πινακοειδές, δόμος, σφηνοειδές, πρίσμα



<https://breakthelight.files.wordpress.com/2012/08/48-special-crystal-forms.pdf>

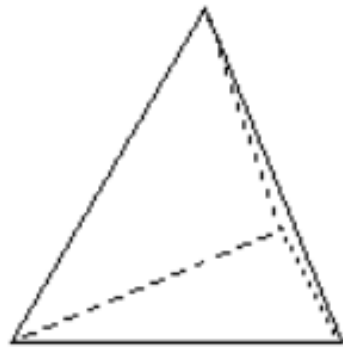
ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

2. Πρίσματα

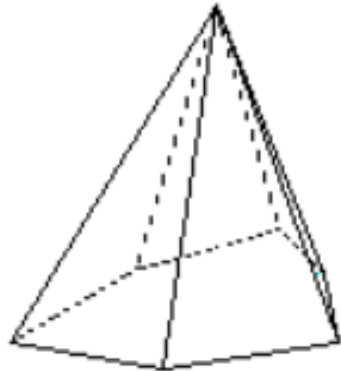


ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

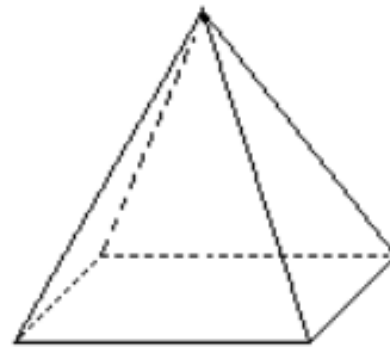
3. Πυραμίδες



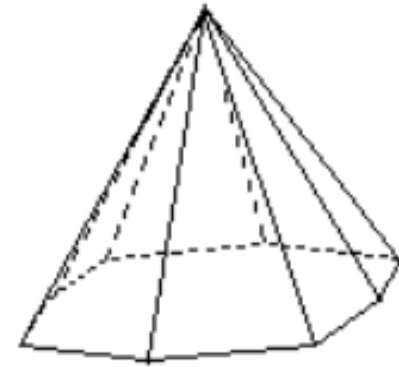
Trigonal



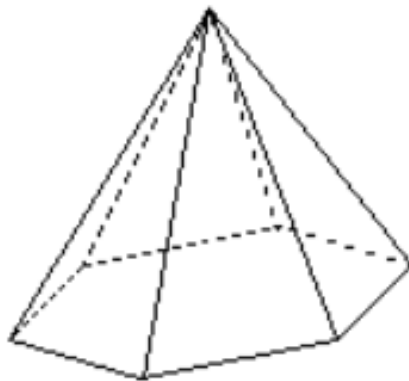
Ditrigonal



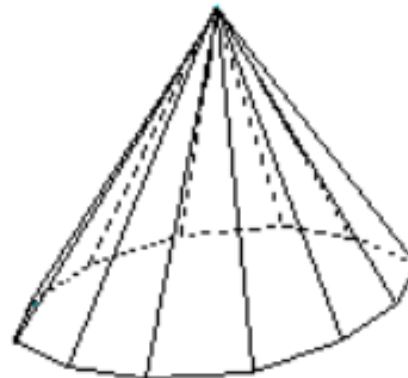
Tetragonal



Ditetragonal



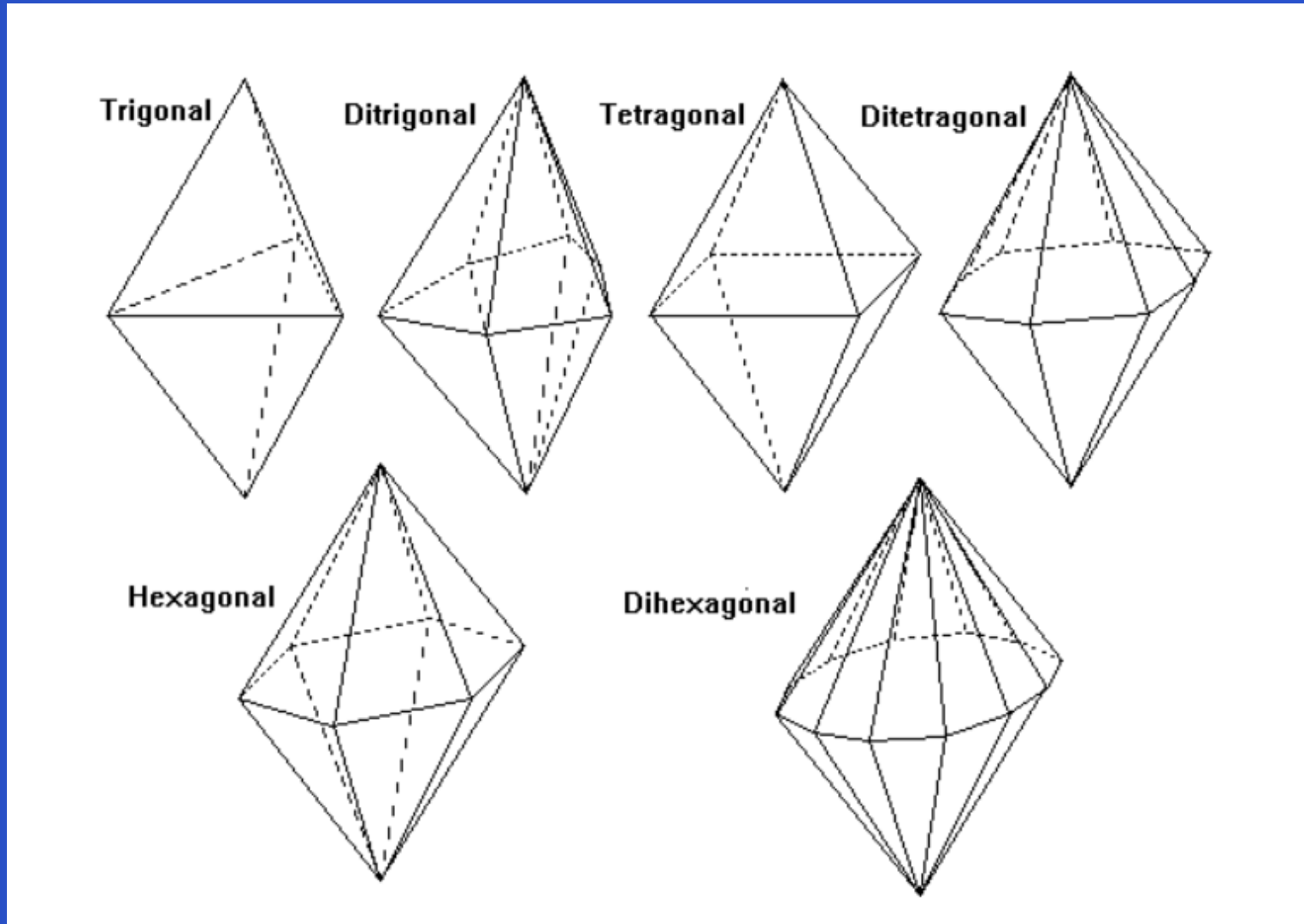
Hexagonal



Dihexagonal

ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

4. Διπυραμίδες

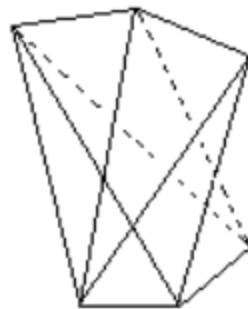


ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

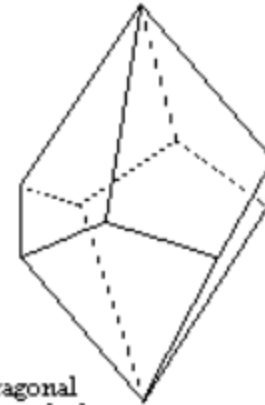
5. Σκαληνόεδρα και τραπεζόεδρα



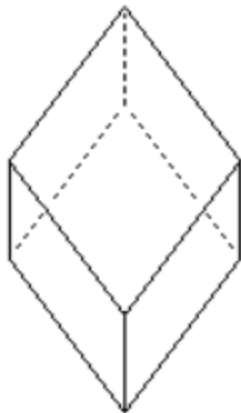
Tetragonal
Disphenoid



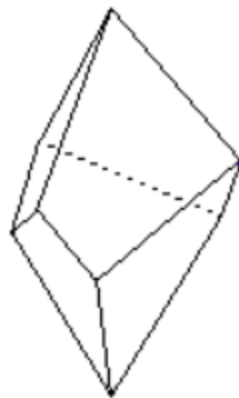
Ditetragonal
Scalenohedron



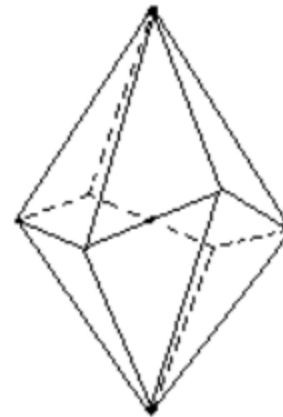
Tetragonal
Trapezohedron



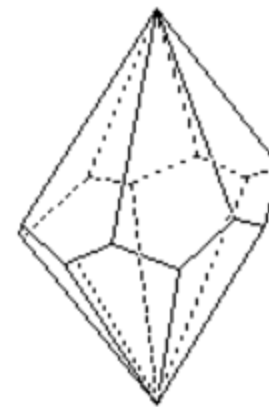
Rhombohedron



Trigonal
Trapezohedron



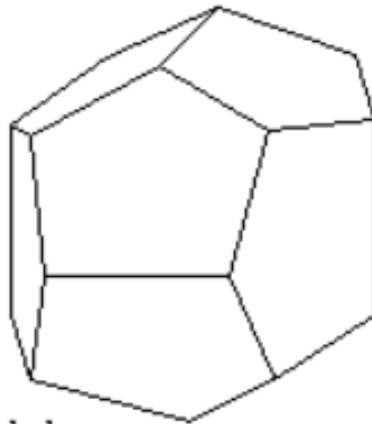
Ditrigonal
Scalenohedron



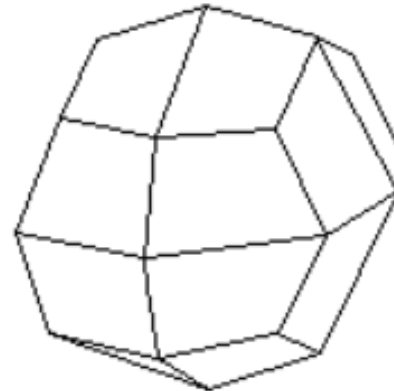
Hexagonal
Trapezohedron

ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

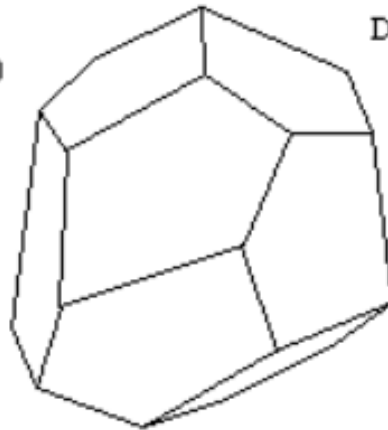
6. Τεταρτοειδή, γυροειδή και διπλοειδή



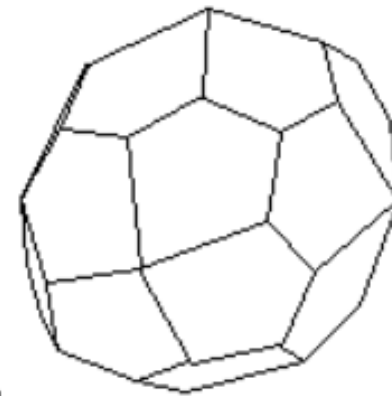
Pyritohedron
(Pentagonal Dodecahedron)



Diploid



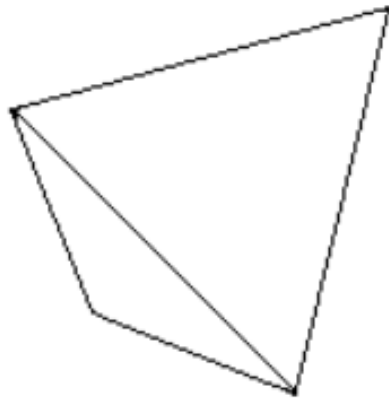
Tetartoid



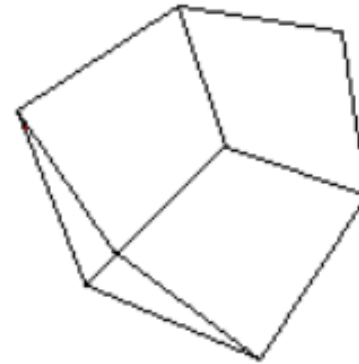
Gyroid

ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

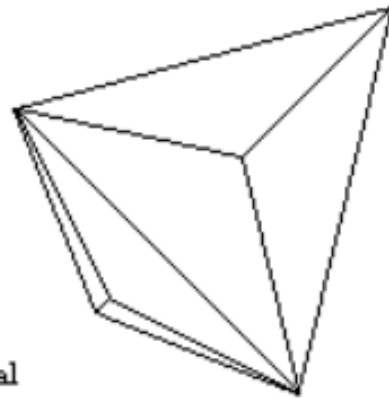
7. τετράεδρα



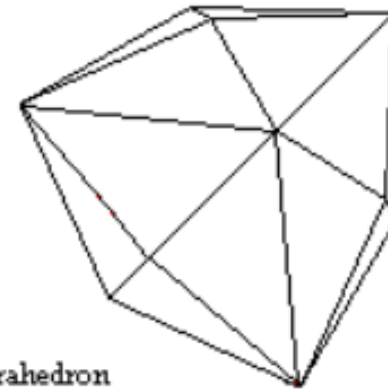
Tetrahedron



Trapezohedral
Tristetrahedron



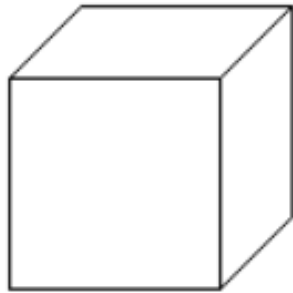
Trigonal
Tristetrahedron



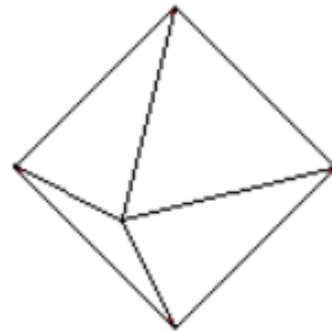
Hextetrahedron

ΤΑ 48 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΧΗΜΑΤΑ

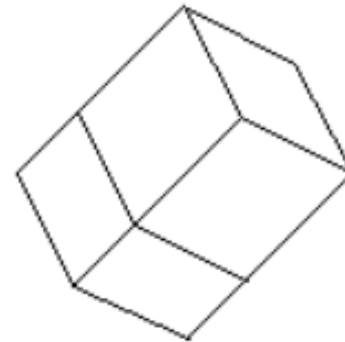
8. Κύβος και οκτάεδρα



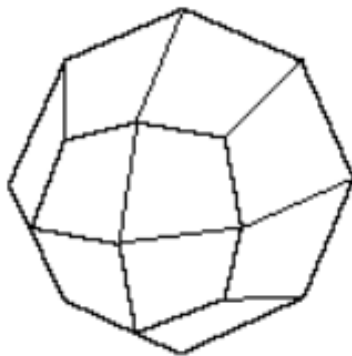
Cube



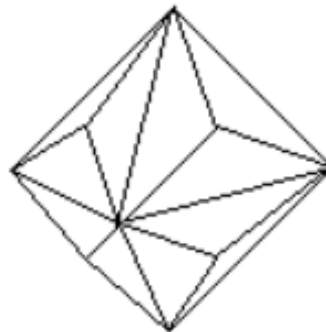
Octahedron



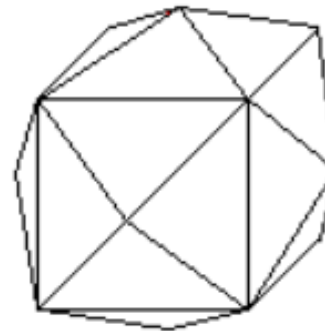
Rhombic
Dodecahedron



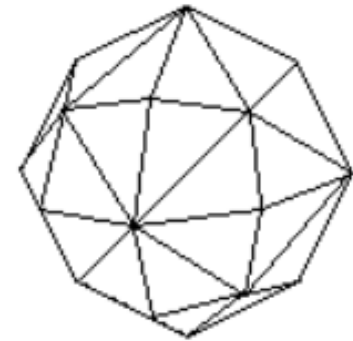
Trapezohedral
Trisoctahedron



Trigonal
Trisoctahedron



Tetrahexahedron



Hexoctahedron

ΔΙΔΥΜΙΑ

- ❖ Ειδική περίπτωση συσσωματώματων είναι η δημιουργία δίδυμων, τρίδυμων, τετράδυμων και γενικά πολύδυμων σχηματισμών
- ❖ Δίδυμοι : 2 ή περισσότεροι συναναπτυσσόμενοι κρύσταλλοι του ίδιου ορυκτού, οι οποίοι συνδέονται με ένα στοιχείο συμμετρίας το οποίο δεν υπήρχε στο μη δίδυμο κρύσταλλο

ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

1. Διεισδύσεως

- Ένας κρύσταλλος αναπτύσσεται μέσα σε άλλον
- Συνδέονται με έναν άξονα στροφής
- Π.χ. φθορίτης, σταυρόλιθος, ορθόκλαστο, σιδηροπυρίτης.

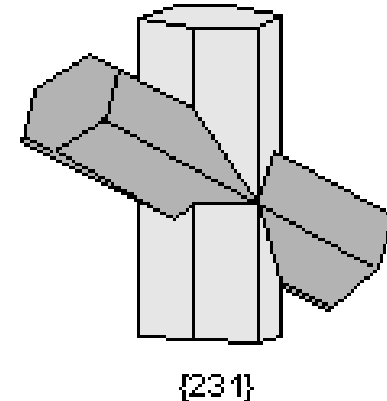
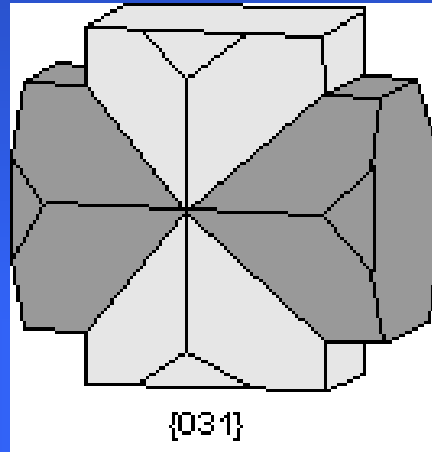
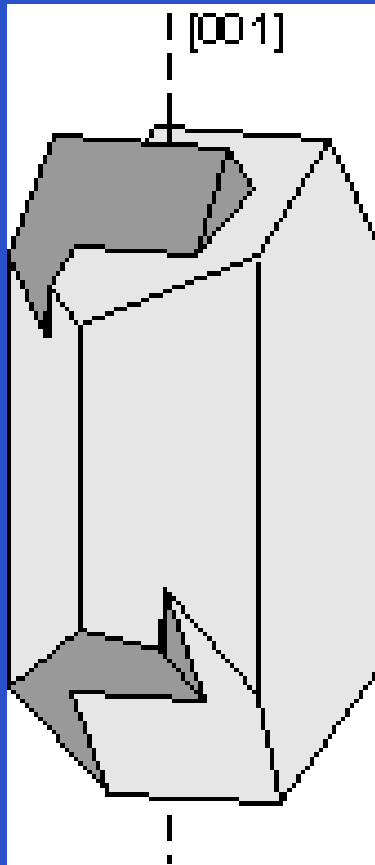
2. Επαφής

- Σύμφυση κατά την επιφάνεια επαφής
- Συνδέονται με επίπεδο διδυμίας
- Π.χ. γύψος, χαλαζίας, σπινέλιος.

3. Πολυσυνθετική

- Επαναλαμβανόμενοι ή πολλαπλοί δίδυμοι επαφής, σε μικροσκοπική κλίμακα, με τις διαδοχικές επιφάνειες επαφής //
- Συνδέονται με επίπεδα διδυμίας
- Π.χ. πλαγιόκλαστα.

ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ



ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

1. Διεισδύσεως

- Ένας κρύσταλλος αναπτύσσεται μέσα σε άλλον
- Συνδέονται με έναν άξονα στροφής
- Π.χ. φθορίτης, σταυρόλιθος, ορθόκλαστο, σιδηροπυρίτης.

2. Επαφής

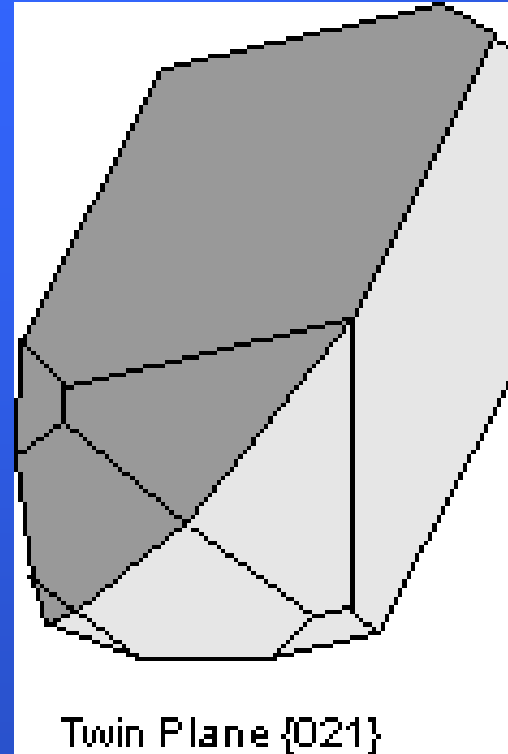
- Σύμφυση κατά την επιφάνεια επαφής
- Συνδέονται με επίπεδο διδυμίας
- Π.χ. γύψος, χαλαζίας, σπινέλιος.

3. Πολυσυνθετική

- Επαναλαμβανόμενοι ή πολλαπλοί δίδυμοι επαφής, σε μικροσκοπική κλίμακα, με τις διαδοχικές επιφάνειες επαφής //
- Συνδέονται με επίπεδα διδυμίας
- Π.χ. πλαγιόκλαστα.

ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

Δίδυμοι Επαφής



ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

1. Διεισδύσεως

- Ένας κρύσταλλος αναπτύσσεται μέσα σε άλλον
- Συνδέονται με έναν άξονα στροφής
- Π.χ. φθορίτης, σταυρόλιθος, ορθόκλαστο, σιδηροπυρίτης.

2. Επαφής

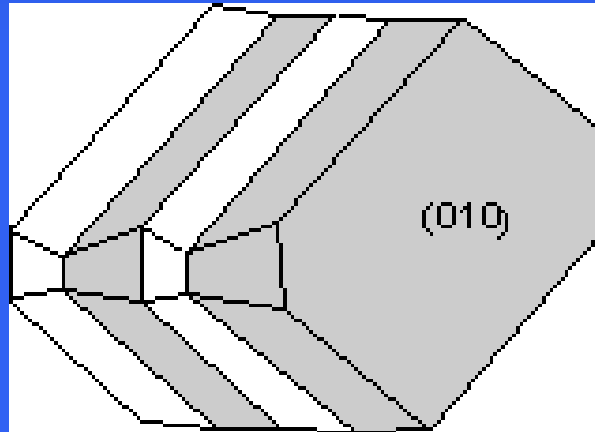
- Σύμφυση κατά την επιφάνεια επαφής
- Συνδέονται με επίπεδο διδυμίας
- Π.χ. γύψος, χαλαζίας, σπινέλιος.

3. Πολυσυνθετική

- Επαναλαμβανόμενοι ή πολλαπλοί δίδυμοι επαφής, σε μικροσκοπική κλίμακα, με τις διαδοχικές επιφάνειες επαφής //
- Συνδέονται με επίπεδα διδυμίας
- Π.χ. πλαγιόκλαστα.

ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

Πολυσυνθετική
διδυμία Αλβίτη



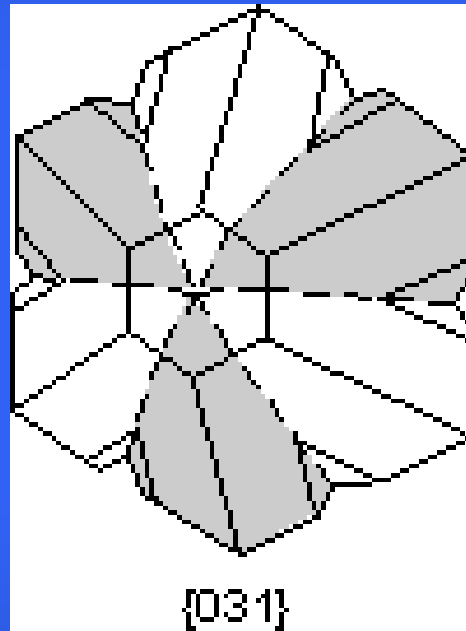
ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

4. Κυκλική

- Επαναλαμβανόμενοι ή πολλαπλοί δίδυμοι επαφής, για τους οποίους διαδοχικές επιφάνειες επαφής δεν είναι //
- Συνδέονται με έναν άξονα στροφής
- Π.χ. ρουτίλιο, αραγωνίτης.

ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

Κυκλικοί Δίδυμοι



ΑΙΤΙΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΤΙΣ ΔΙΔΥΜΙΕΣ

1. Growth twinning : Διδυμία κατά την ανάπτυξη ή πρωτογενής. Σφάλμα κατά τη στοίβαξη των κυψελίδων όταν ο κρύσταλλος αρχίζει να αναπτύσσεται.
2. Transformation twin : Δίδυμος εκ' μετατροπής (σε προϋπάρχοντα κρύσταλλο ή κρυστάλλους). Μεταβολές στη θερμοκρασία και την πίεση → πιέζουν το πλέγμα → το πλέγμα απελευθερώνει την πίεση με “διαστροφή” (μετατροπή σε πολύμορφα).
3. Deformation twin : Δίδυμος εκ' παραμορφώσεως. Πίεση → παραμορφώνει την κρυσταλλική δομή → ο κρύσταλλος απελευθερώνει την πίεση με διδυμία (δεν περιλαμβάνει πολύμορφα)

ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

K-άστριος “tartan twins”

Δίδυμος εκ' μετατροπής. Μεταβολές στη θερμοκρασία και την πίεση → πιέζουν το πλέγμα → το πλέγμα απελευθερώνει την πίεση με “διαστροφή”.

ΤΥΠΟΙ ΔΙΔΥΜΙΑΣ

Παραμόρφωσης (δευτερογενής)

Αποτέλεσμα διατμητικής τάσης.