

Εργαστηριακή άσκηση 01

Τα επτά συστήματα
κρυστάλλωσης και κρυσταλλικές
μορφές

Ηλίας Χατζηθεοδωρίδης
Οκτώβριος / Νοέμβριος 2004

Τι περιλαμβάνει η άσκηση

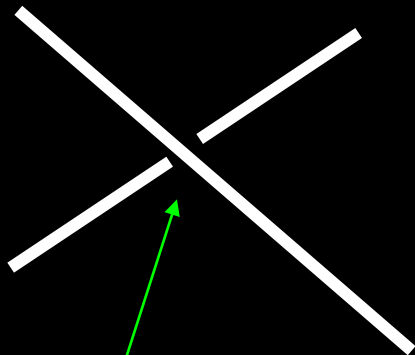
- Θα μάθετε τα 7 κρυσταλλογραφικά συστήματα και πως τα ορίζουμε με βάση το σύστημα συντεταγμένων (μοναδιαία διανύσματα και σχετικές γωνίες αξόνων)
- Απλοί κανόνες συμμετρίας, τους οποίους επινοούμε εμείς, ή έχει ήδη επινοήσει η φύση, έχουν σαν αποτέλεσμα διαφορετικές εξωτερικές μορφές κρυστάλλων
- Ανάλογα με τους κανόνες αυτούς, κάποιοι κρύσταλλοι που προκύπτουν θα ανήκουν στο ίδιο κρυσταλλογραφικό σύστημα

Κρυσταλλικές κλάσεις/συστήματα

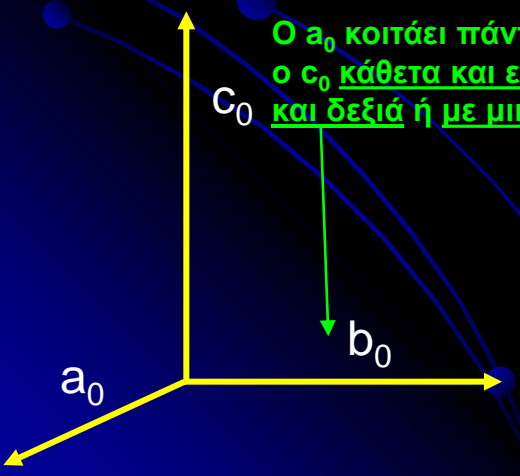
- Τρικλινές σύστημα
 - Μονοκλινές σύστημα
 - Ορθορομβικό σύστημα
 - Τετραγωνικό σύστημα
 - Εξαγωνικό σύστημα
 - Τριγωνικό σύστημα
(ή ρομβοεδρικό)
 - Ισομετρικό κυβικό σύστημα
- 7 κρυσταλλικά συστήματα \Rightarrow 32 point groups
(σημειο-ομάδες)
- Κατά την αμερικάνικη ταξινόμηση
τα δύο συστήματα κατατάσσονται
σαν υποσυστήματα του εξαγωνικού

Πώς να ζωγραφίζετε σωστά

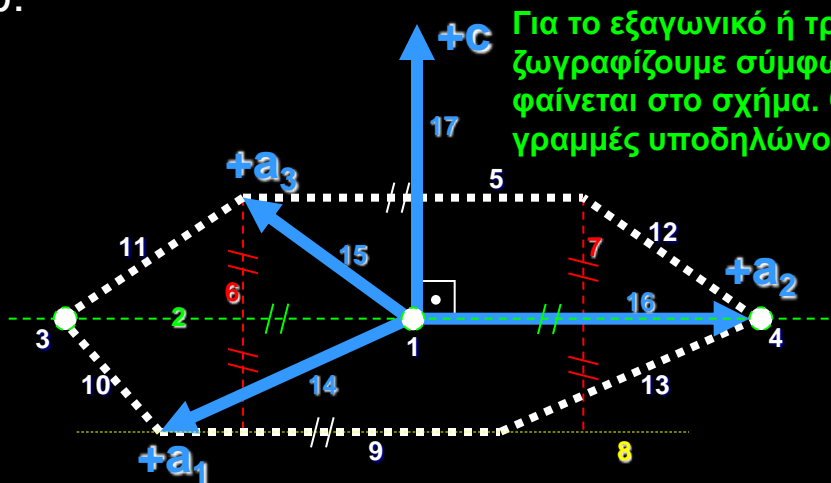
Θα χρειαστεί να ζωγραφίσετε τρισδιάστατα σχήματα αλλά πάνω στο χαρτί το οποίο όμως είναι δυσδιάστατο. Οπτικά το σχήμα σας θα είναι ευκολότερο στο μάτι εάν εφαρμόσετε τα παρακάτω:



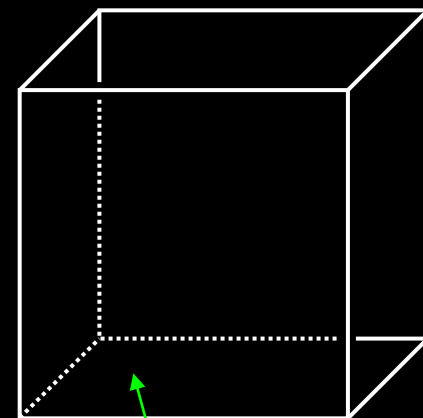
Η γραμμή που είναι πίσω από μια άλλη φαίνεται να σπάει.



Ο a_0 κοιτάει πάντα αριστερά και κάτω, ο c_0 κάθετα και επάνω, και ο b_0 οριζόντια και δεξιά ή με μικρή κλίση προς τα κάτω



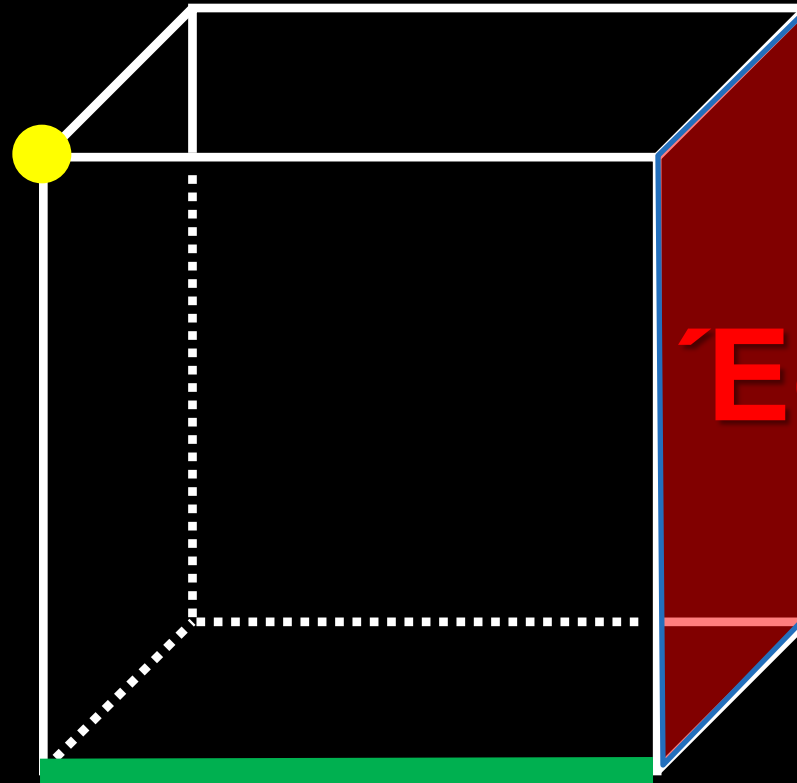
Για το εξαγωνικό ή τριγωνικό σύστημα άξονα ζωγραφίζουμε σύμφωνα με την σειρά που φαίνεται στο σχήμα. Οι μικρές παράλληλες γραμμές υποδηλώνουν ίσα ευθύγραμμα τμήματα.



Οι γραμμές που είναι πίσω από έδρες να είναι με διακεκομμένη γραμμή

Πρέπει επίσης να γνωρίζετε ...

Κορυφή



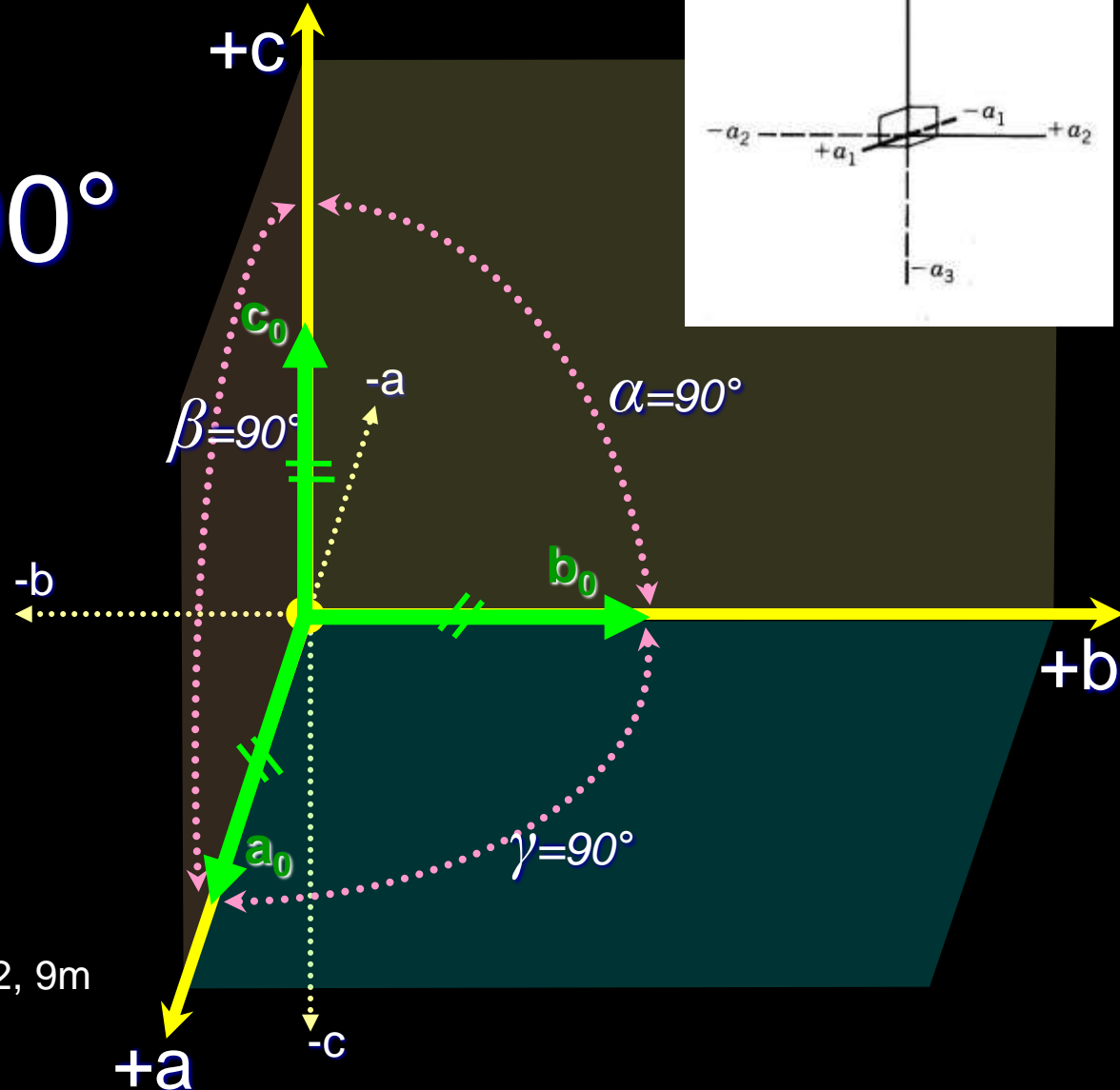
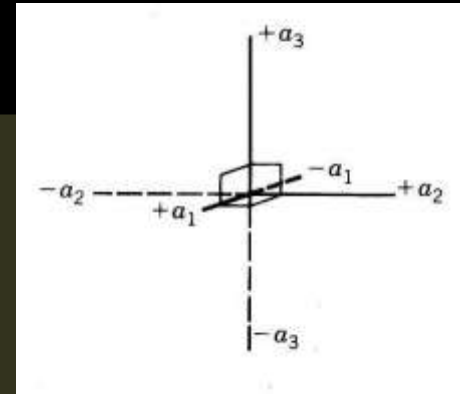
Έδρα

Ακμή

Κυβικό ή ισομετρικό σύστημα

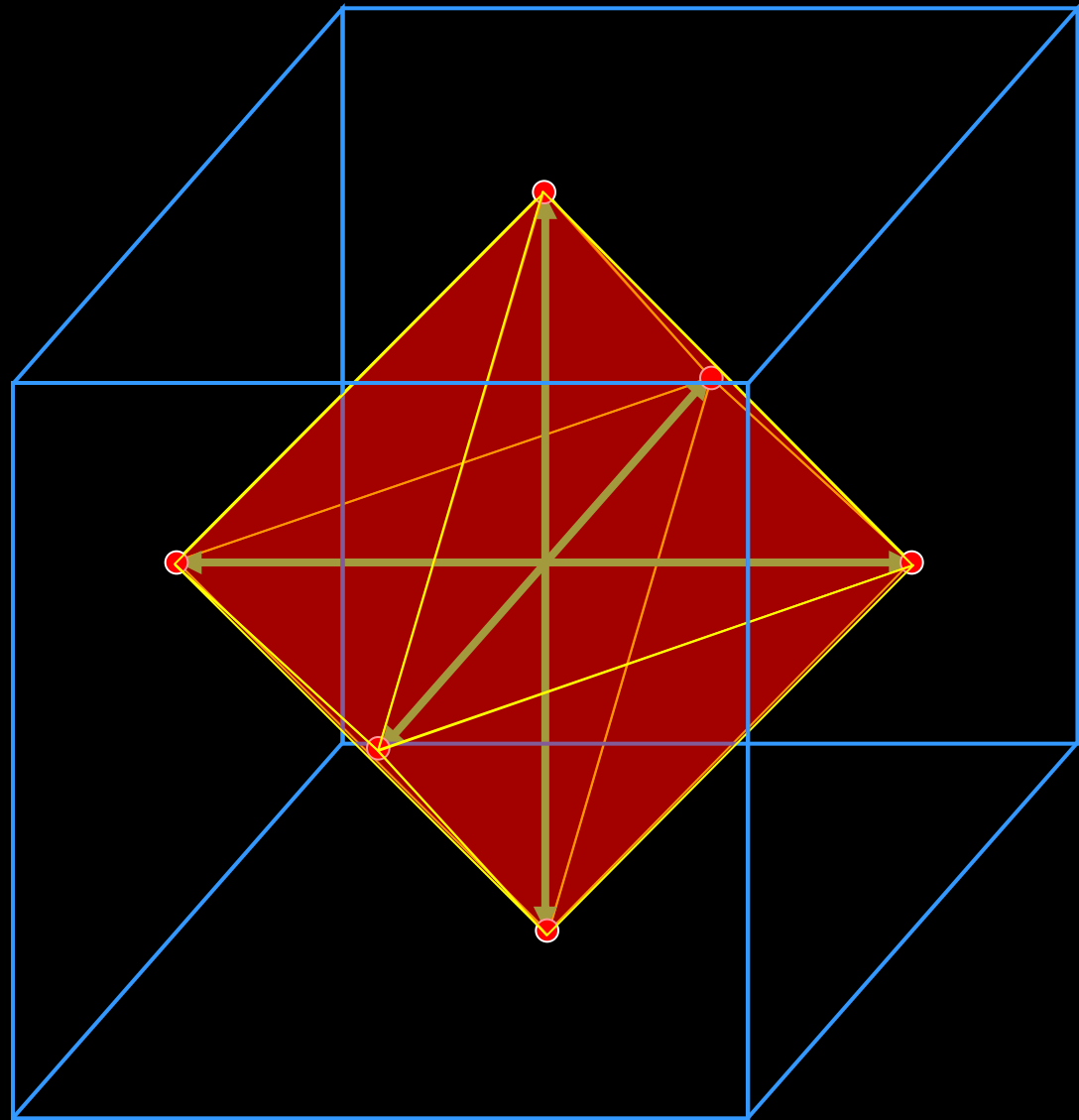
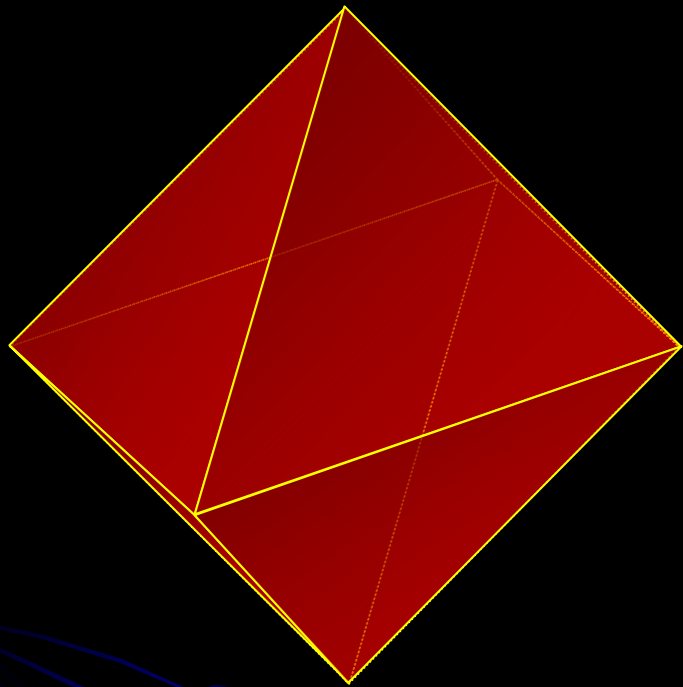
$$a_0 = b_0 = c_0$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



- 23 = 3A2, 4A3
- 2/m3- = 3A2, 3m, 4A-3 (=i+4A3)
- 432 = 3A4, 4A3, 6A2
- 4-3m = 3A-4, 4A3, 6m
- 4/m 3- 2/m = 3A4, 4A-3 (=i+4A3), 6A2, 9m

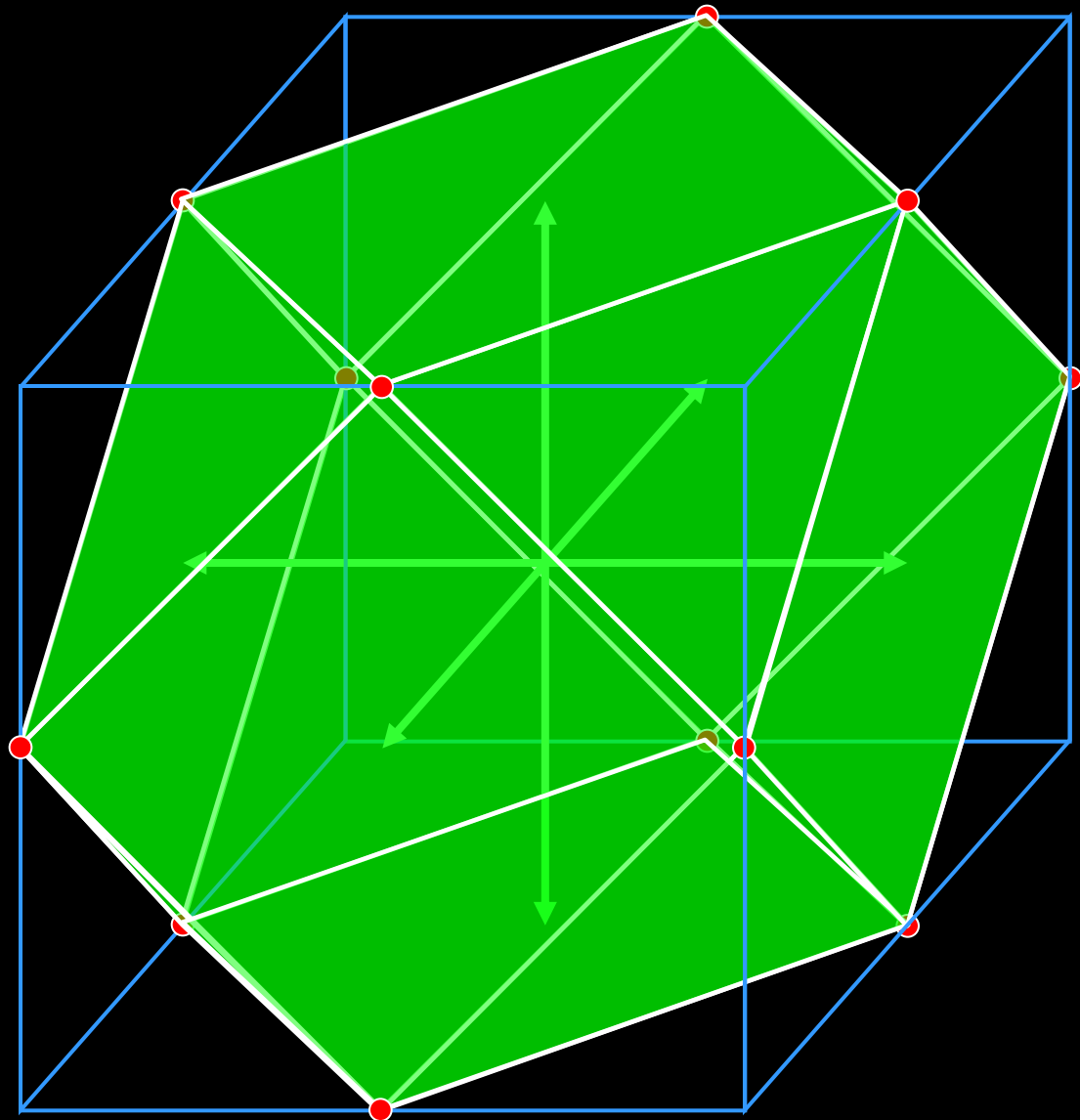
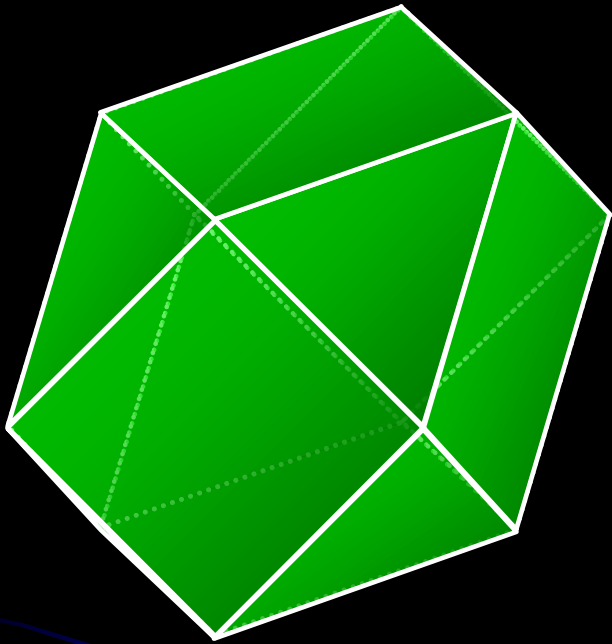
Οκτάεδρο που προκύπτει από κύβο



Κανόνας:

Συνδέουμε τα μέσα των **εδρών** του κύβου σε ένα σχήμα

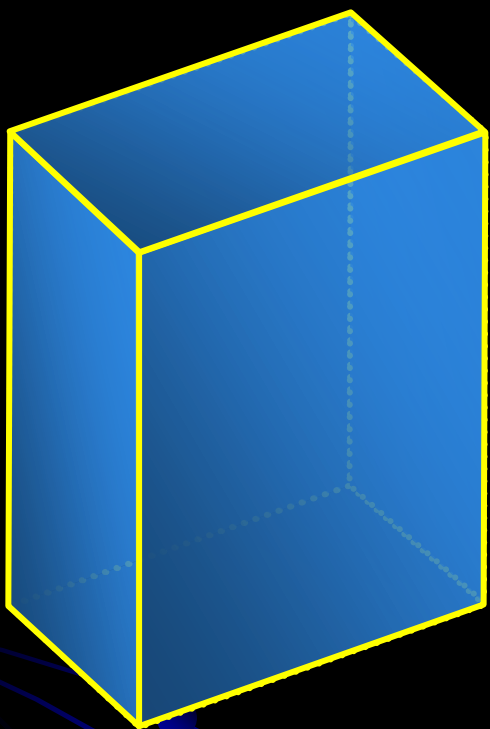
Δεκατετράεδρο που προκύπτει από κύβο



Κανόνας:

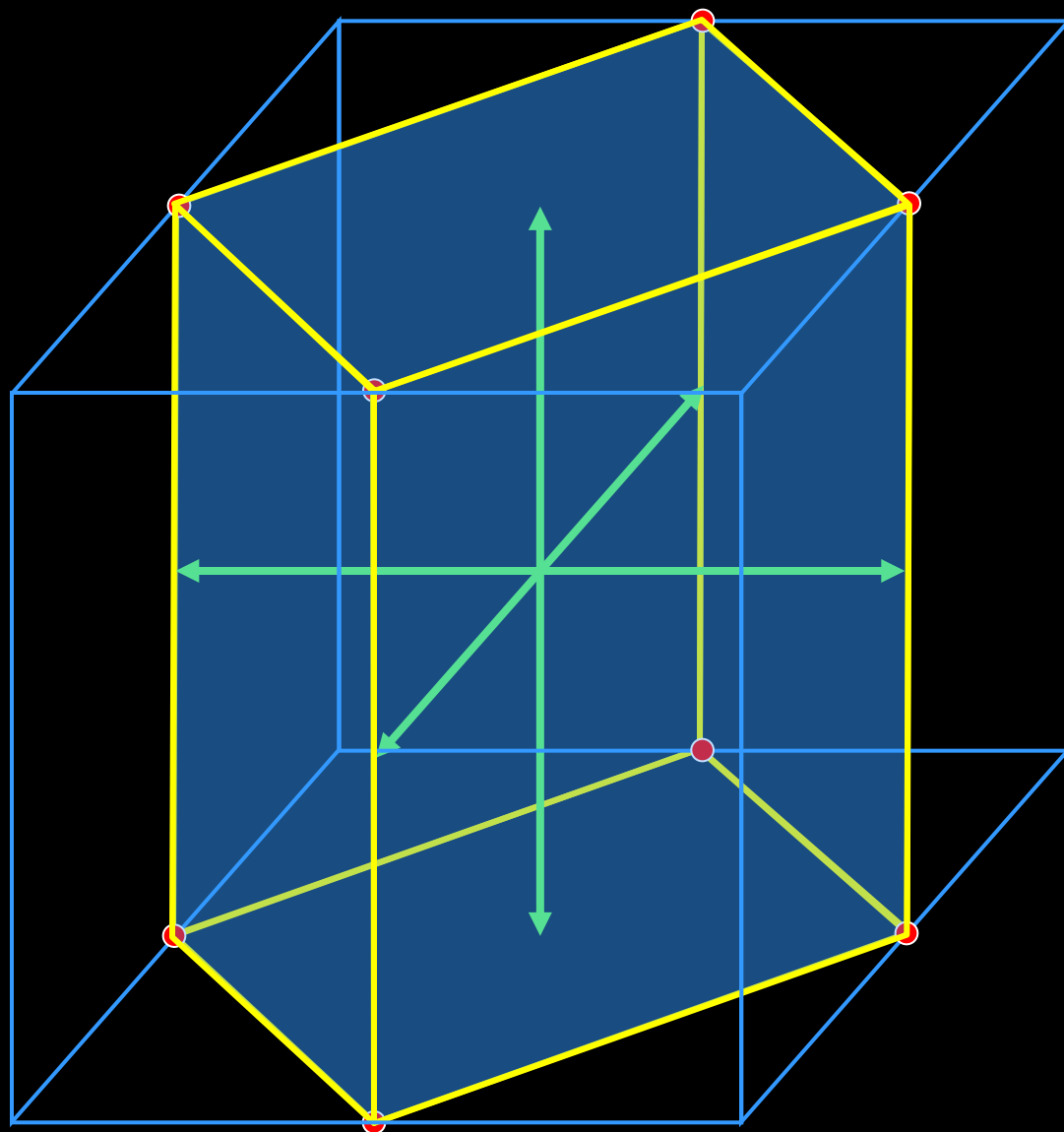
Συνδέουμε τα μέσα όλων των **πλευρών** του κύβου σε ένα σχήμα

Πρίσμα που προκύπτει από κύβο

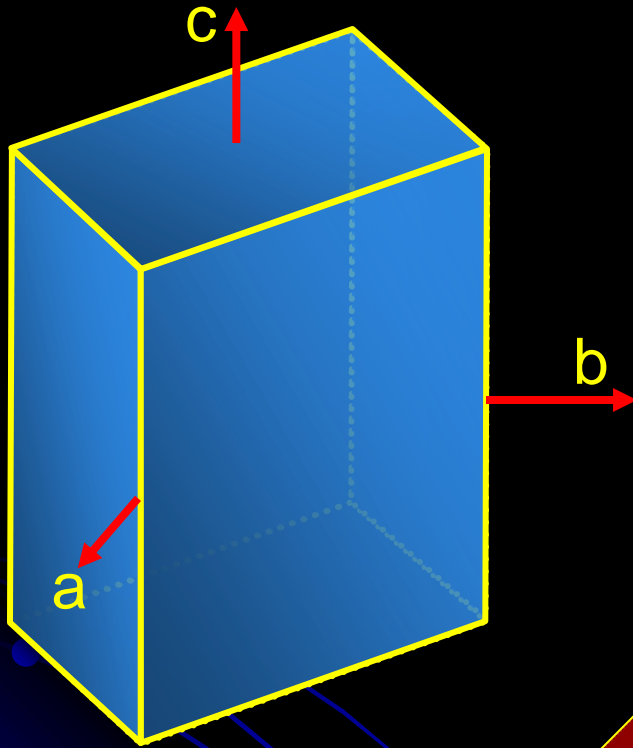


Κανόνας:

Συνδέουμε τα μέσα των οριζόντιων **πλευρών** του κύβου σε ένα σχήμα

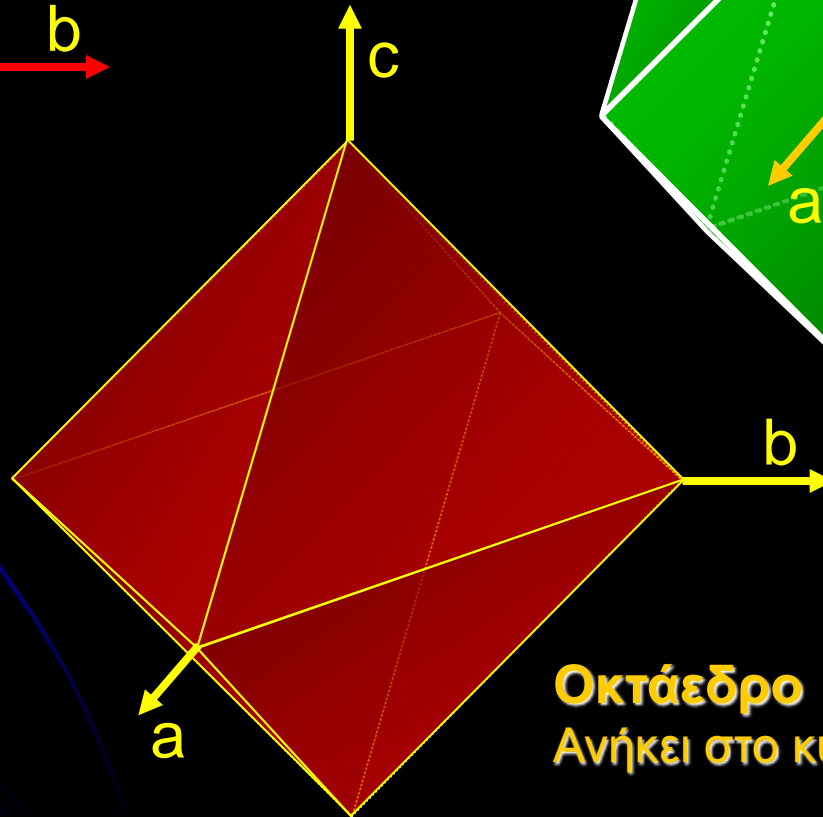


Πρίσμα, οκτάεδρο και δεκατετράεδρο: κάποια ανήκουν πάλι στο κυβικό



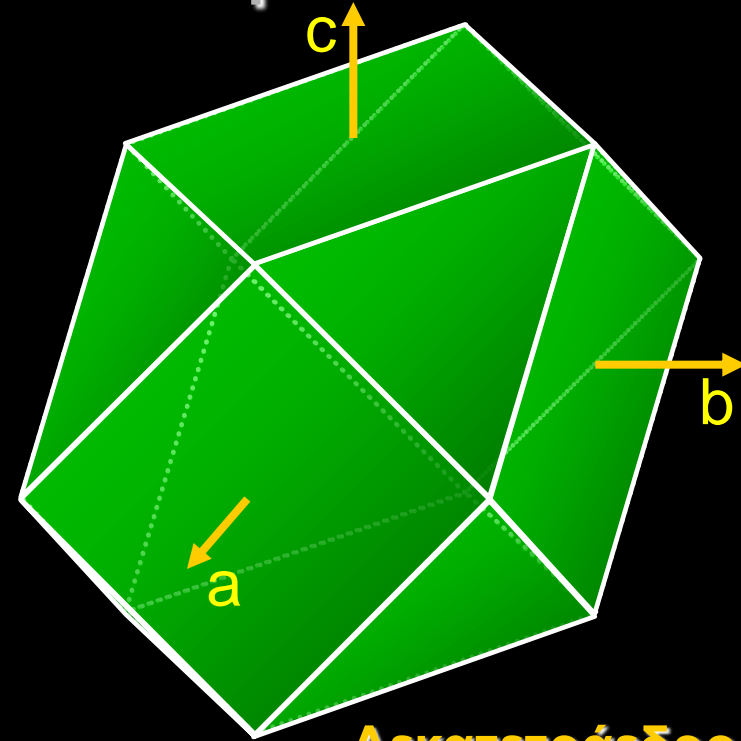
Πρίσμα:

δεν ανήκει στο κυβικό
γιατί οι άξονες καταλήγουν
σε διαφορετικά περατωτικά
σημεία



Οκτάεδρο

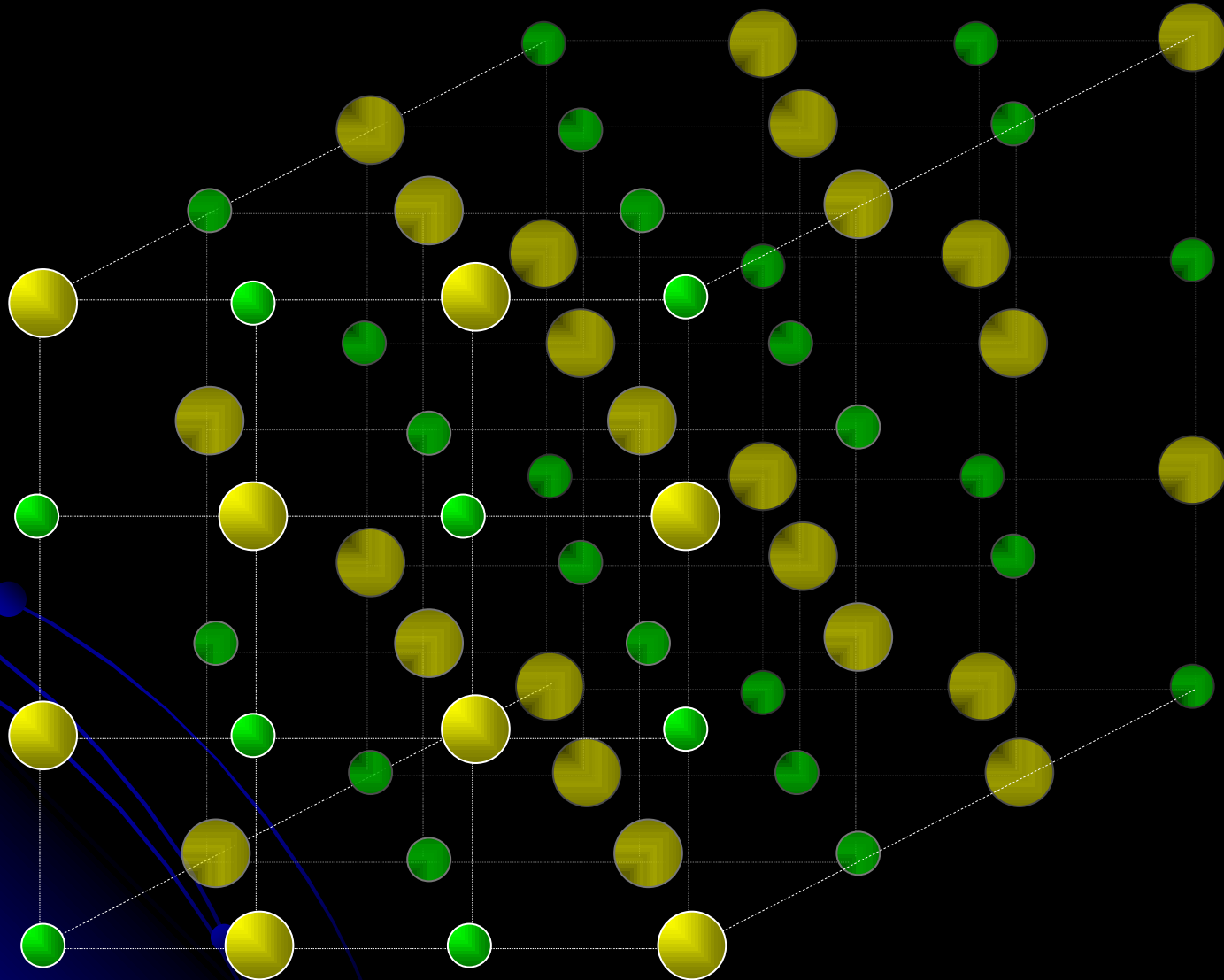
Ανήκει στο κυβικό



Δεκατετράεδρο

Ανήκει στο κυβικό

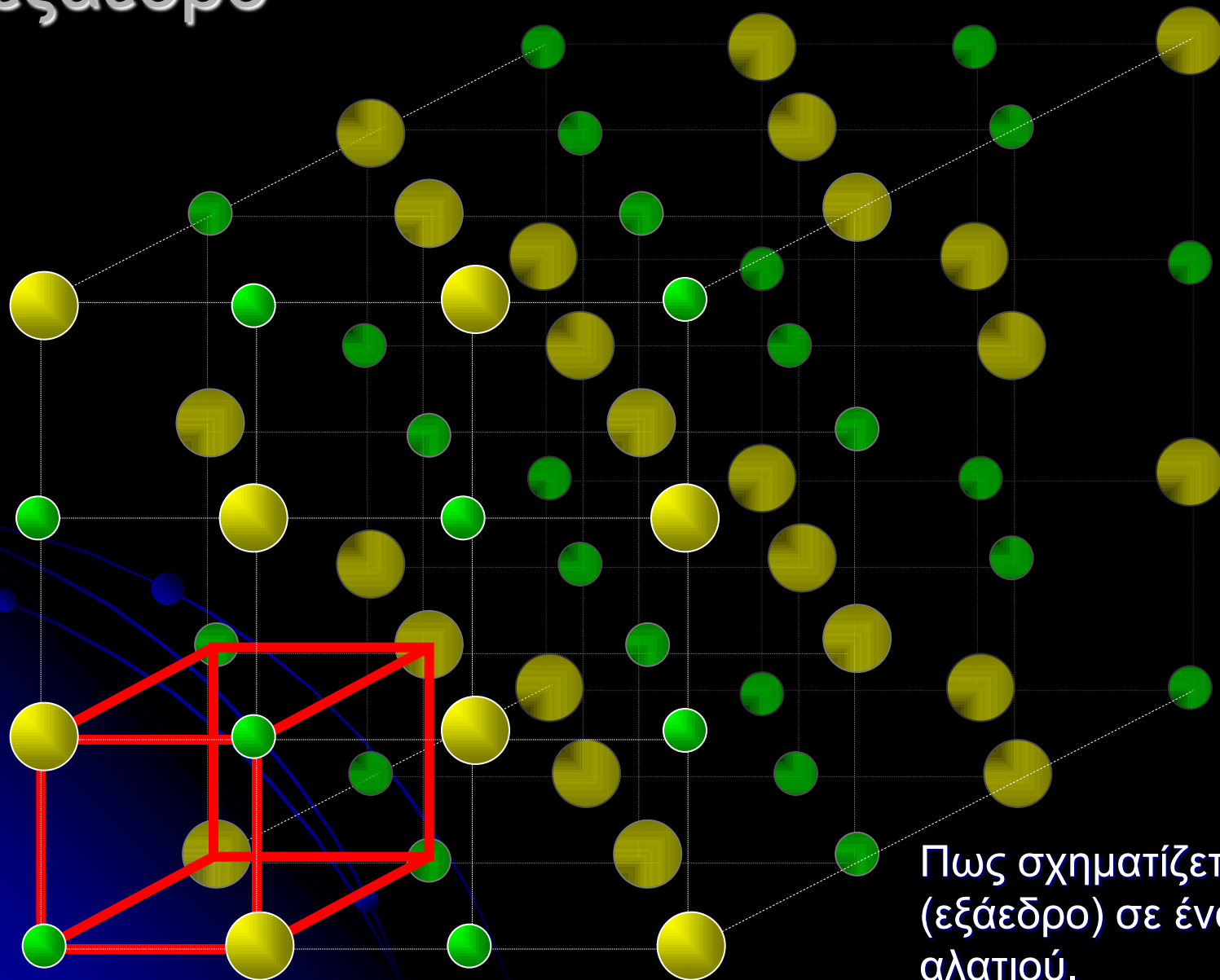
Το ορυκτό αλάτι (Αλίτης, NaCl)



Το ορυκτό αλάτι (Αλίτης, NaCl)

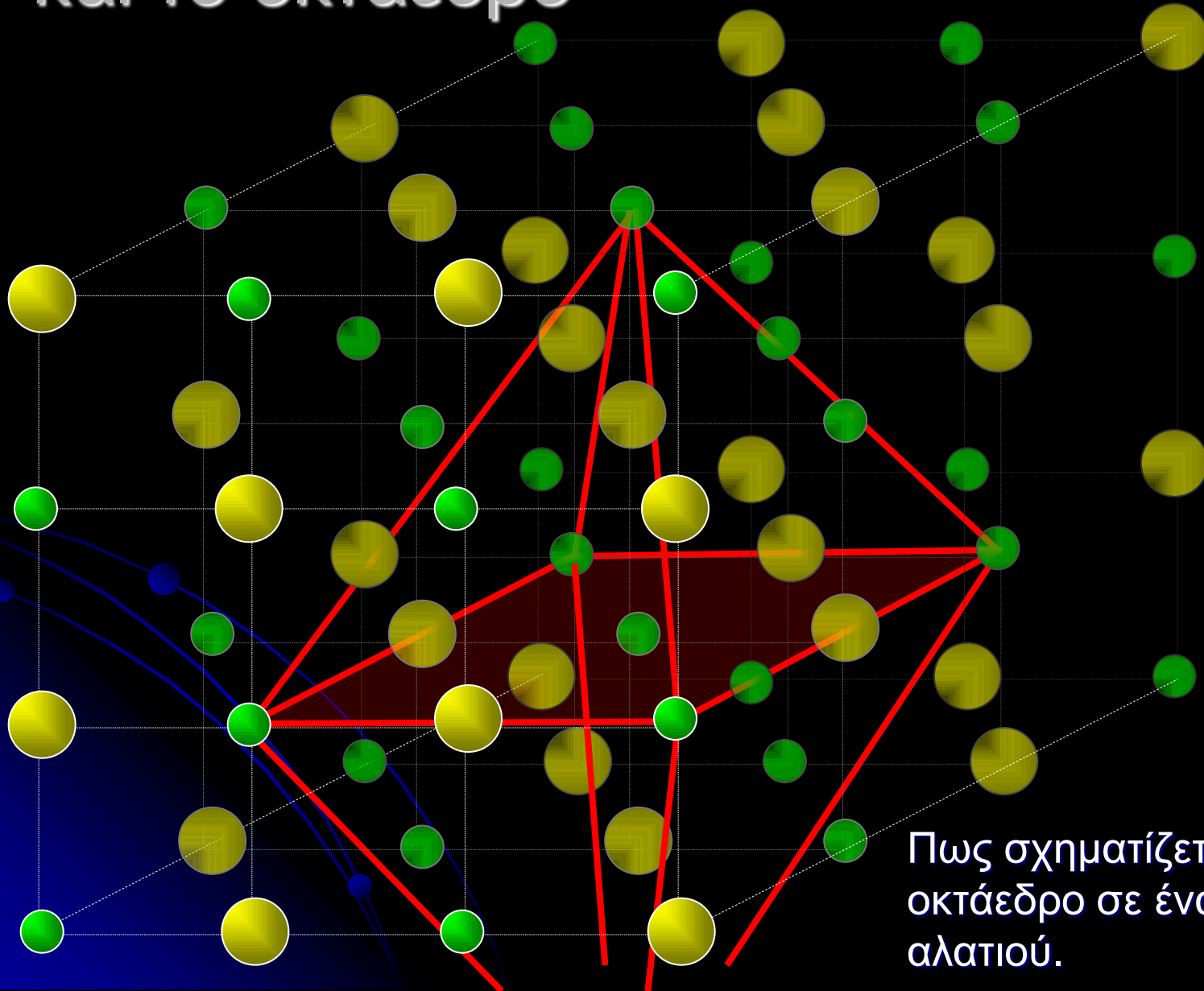


Το ορυκτό αλάτι (Αλίτης, NaCl) περιέχει το εξάεδρο



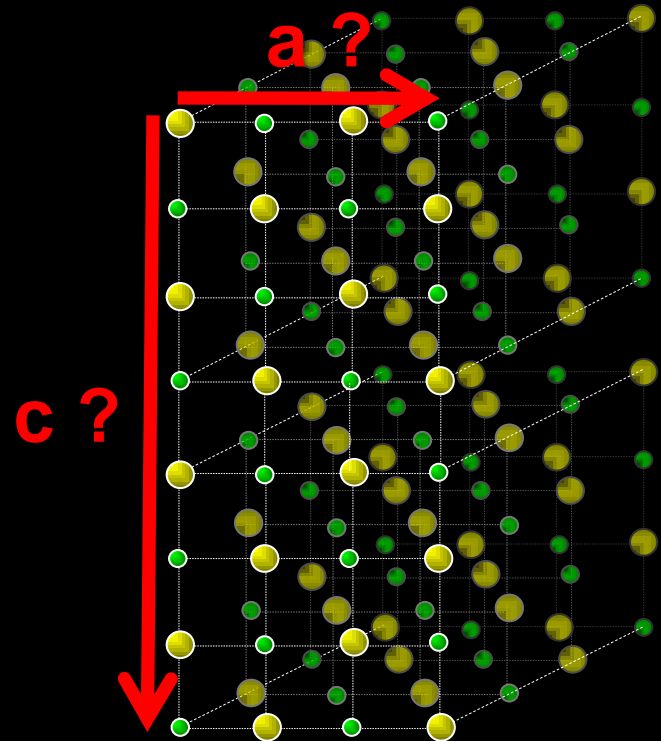
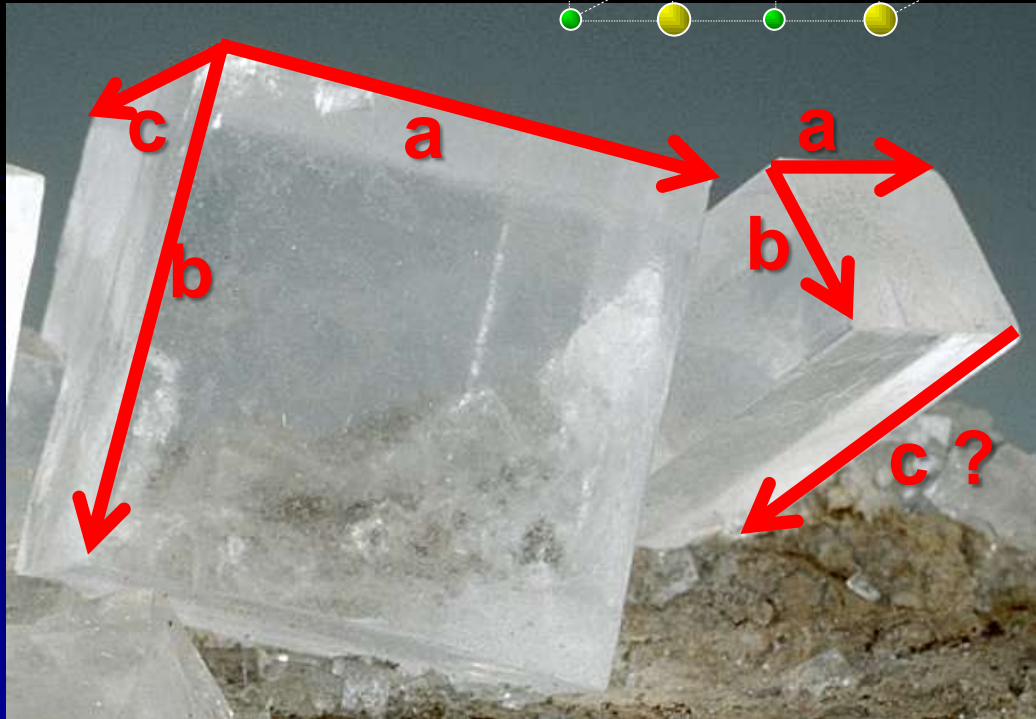
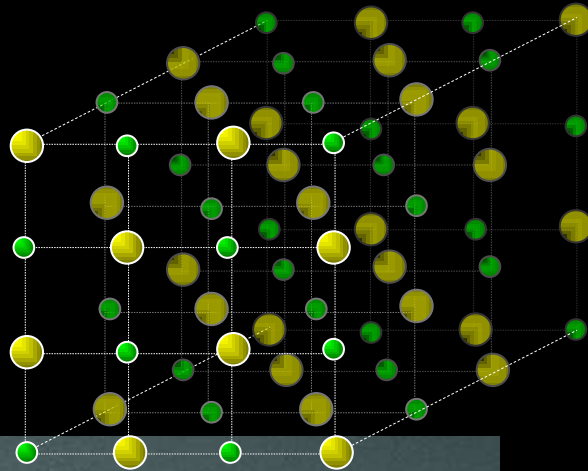
Πως σχηματίζεται ο κύβος
(εξάεδρο) σε έναν κρύσταλλο
αλατιού.

Το ορυκτό αλάτι (Αλίτης, NaCl) περιέχει και το οκτάεδρο



Πως σχηματίζεται το (μισό)
οκτάεδρο σε έναν κρύσταλλο
αλατιού.

Ορυκτό αλάτι (αλίτης, Halite)



Γαληνίτης (κυβικό)

PbS

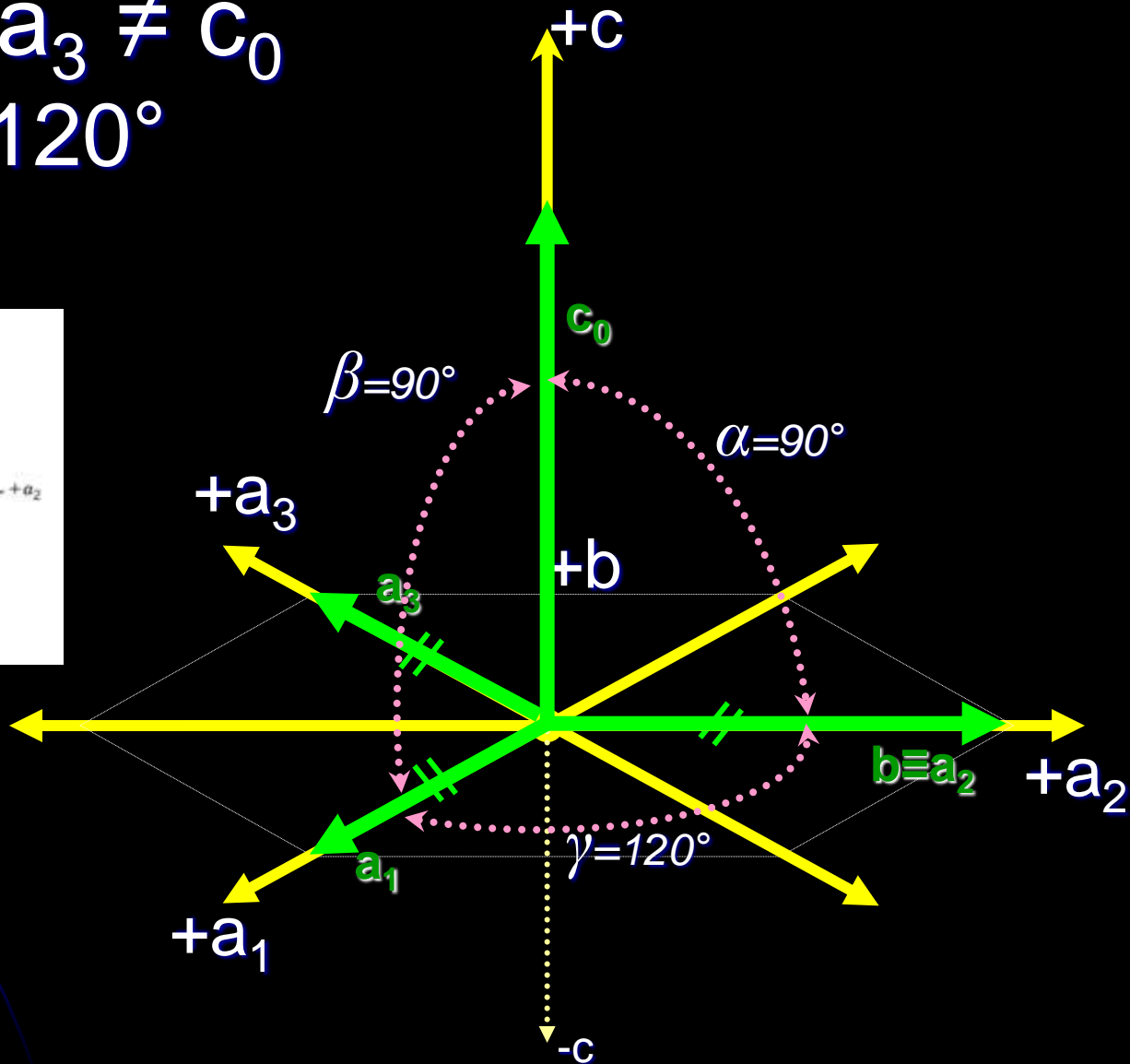
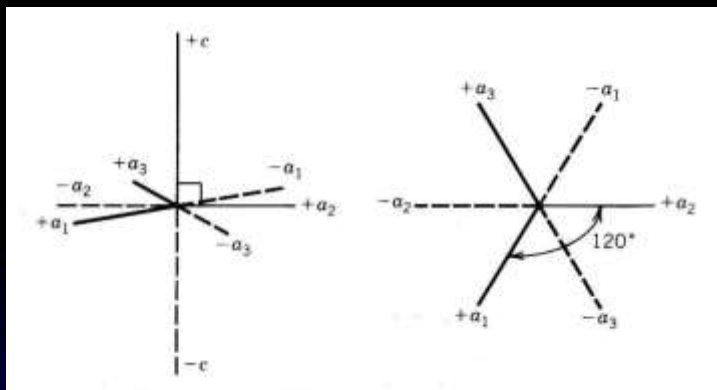


Εξαγωνικό σύστημα

$$a_1 = (a_2 \equiv b) = a_3 \neq c_0$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 120^\circ$$

$$\beta = \alpha = 90^\circ$$



$$6 = 1A6$$

$$6- = 1A-6 (=1A3 + m)$$

$$6/m = I, 1A6, m$$

$$622 = 1A6, 6A2$$

$$6mm = 1A6, 6m$$

$$6-m2 = 1A-6 (=1A3+m), 3A2, 3m$$

$$6/m 2/m 2/m = I, 1A6, 6A2, 7m$$

Μοσχοβίτης (εξαγωνικό)

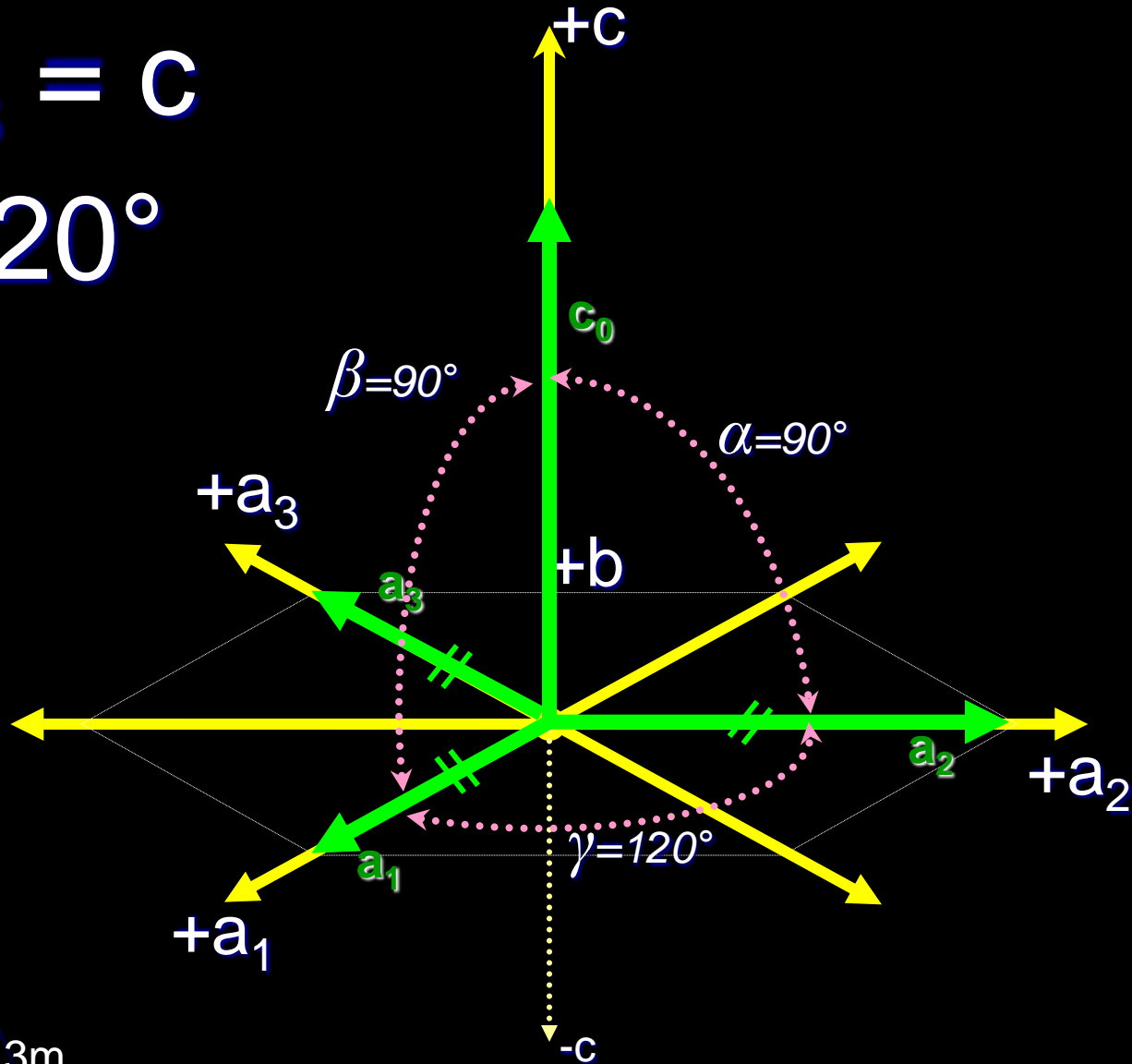


Τριγωνικό (ρομβοεδρικό) σύστημα

$$a_1 = a_2 = a_3 = c$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 120^\circ$$

$$\beta = \alpha = 90^\circ$$



$$3 = 1A3$$

$$3- = 1A-3 (i+1A3)$$

$$32 = 1A3, 3A2$$

$$3m = 1A3, 3m$$

$$3-2/m = 1A-3 (=i+1A3), 3A2, 3m$$

Χαλαζίας (τριγωνικό)



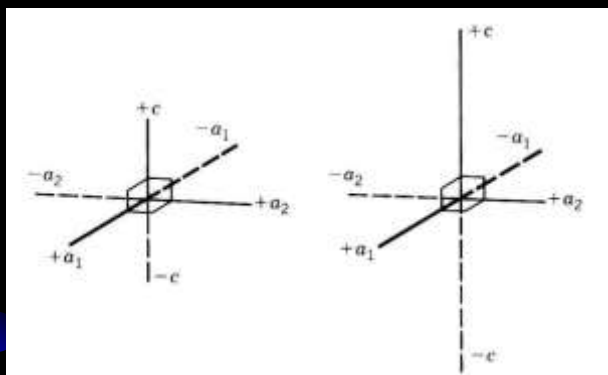
Ανδालουσίτης (ορθορομβικό)



Τετραγωνικό σύστημα

$$a = b \neq c$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



$$4 = 1A4$$

$$4- = 1A-4$$

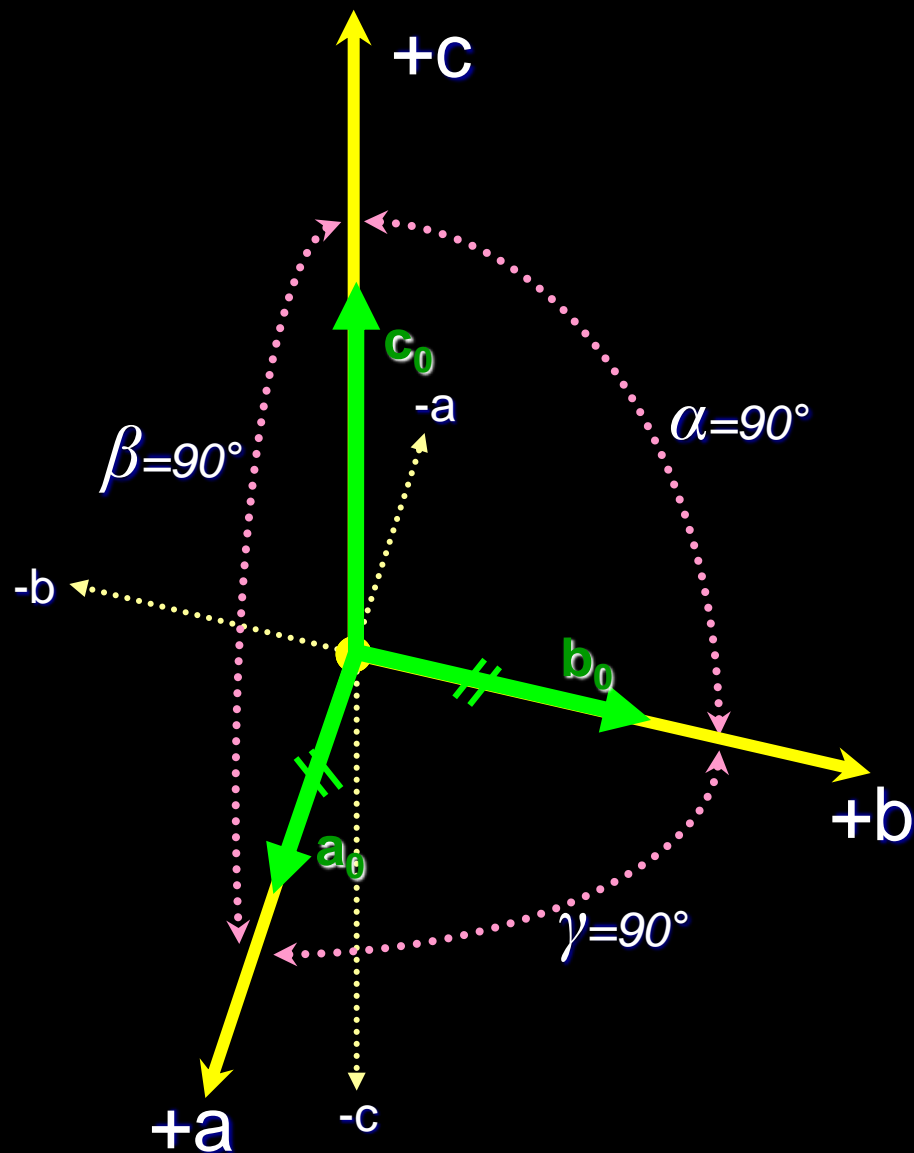
$$4/m = 1, 1A4, m$$

$$422 = 1A4, 4A2$$

$$4mm = 1A4, 4m$$

$$4-2m = 1A-4, 2A2, 2m$$

$$4/m 2/m 2/m = 1, 1A4, 4A2, 5m$$



Ζιρκόνιο (τετραγωνικό)

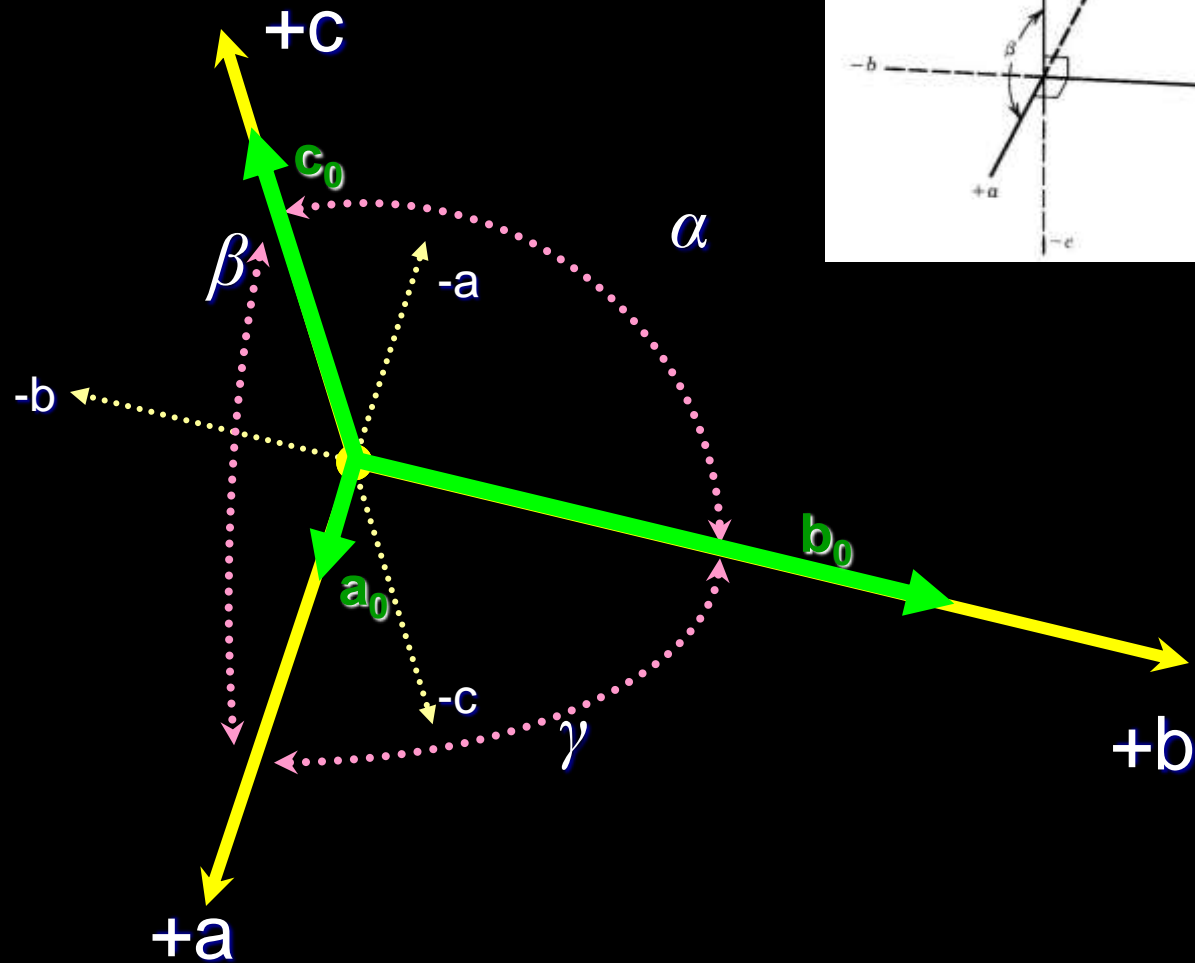
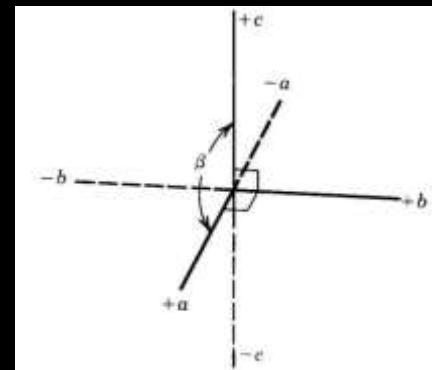


Μονοκλινές σύστημα

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha = \gamma = 90^\circ$$

$$\beta \neq 90^\circ$$

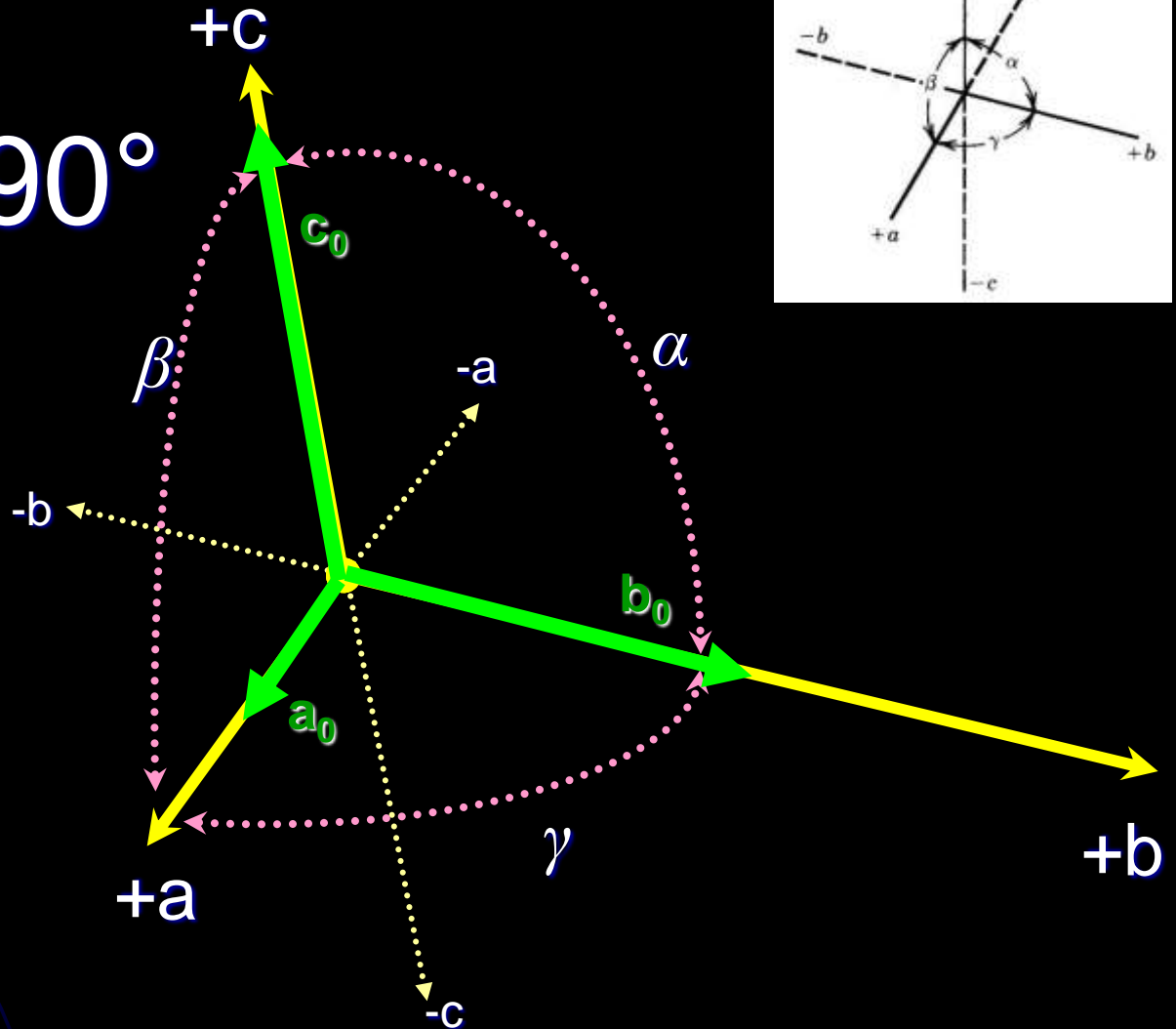
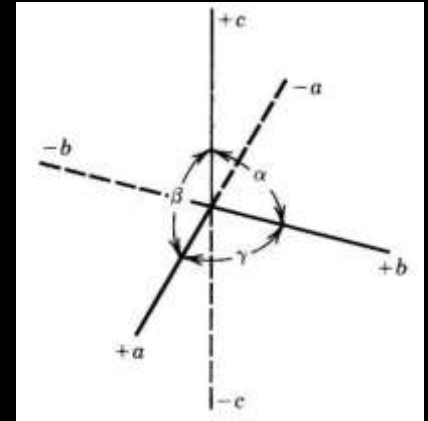


$2 = 1A_2$
 $m = m$
 $2/m = I, 1A_2, m$

Τρικλινές σύστημα

$$a \neq b \neq c$$

$$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$$



1 = Καμμία συμμετρία
1 = A_1

Άσκηση 1η

Σχεδιάστε τους άξονες συντεταγμένων που περιγράφουν το Κυβικό Σύστημα

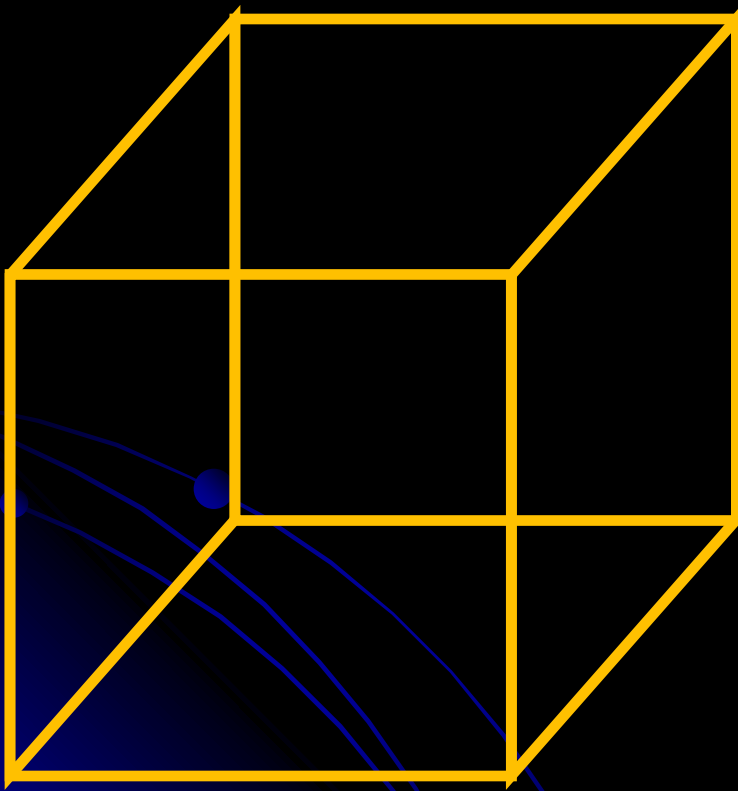
Κρυστάλλωσης

$$(a_0 = b_0 = c_0, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ)$$

Σχεδιάστε τώρα το περίγραμμα ενός τρισδιάστατου σχήματος που ανήκει στο Κυβικό Σύστημα Κρυστάλλωσης

Άσκηση 2η

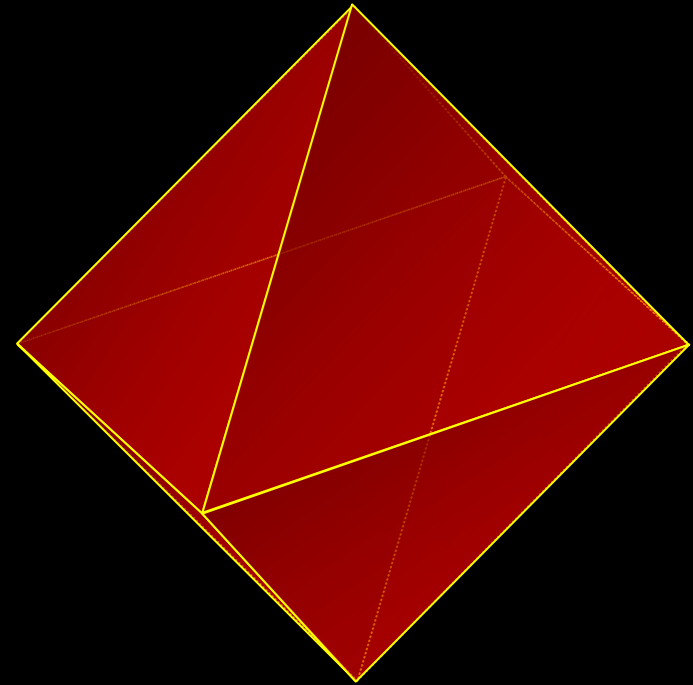
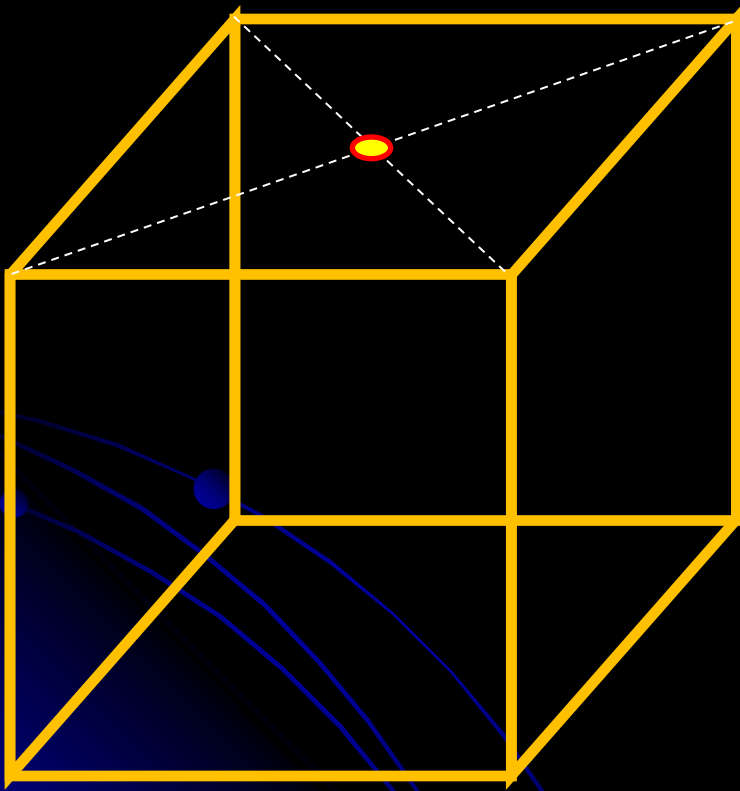
Εφαρμόστε στο διπλανό σχήμα
τον κανόνα:



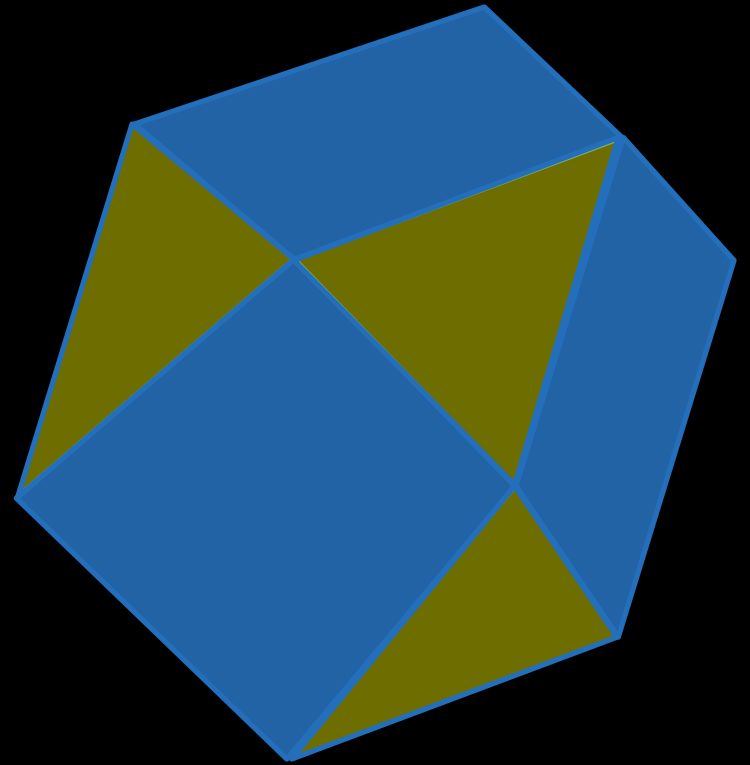
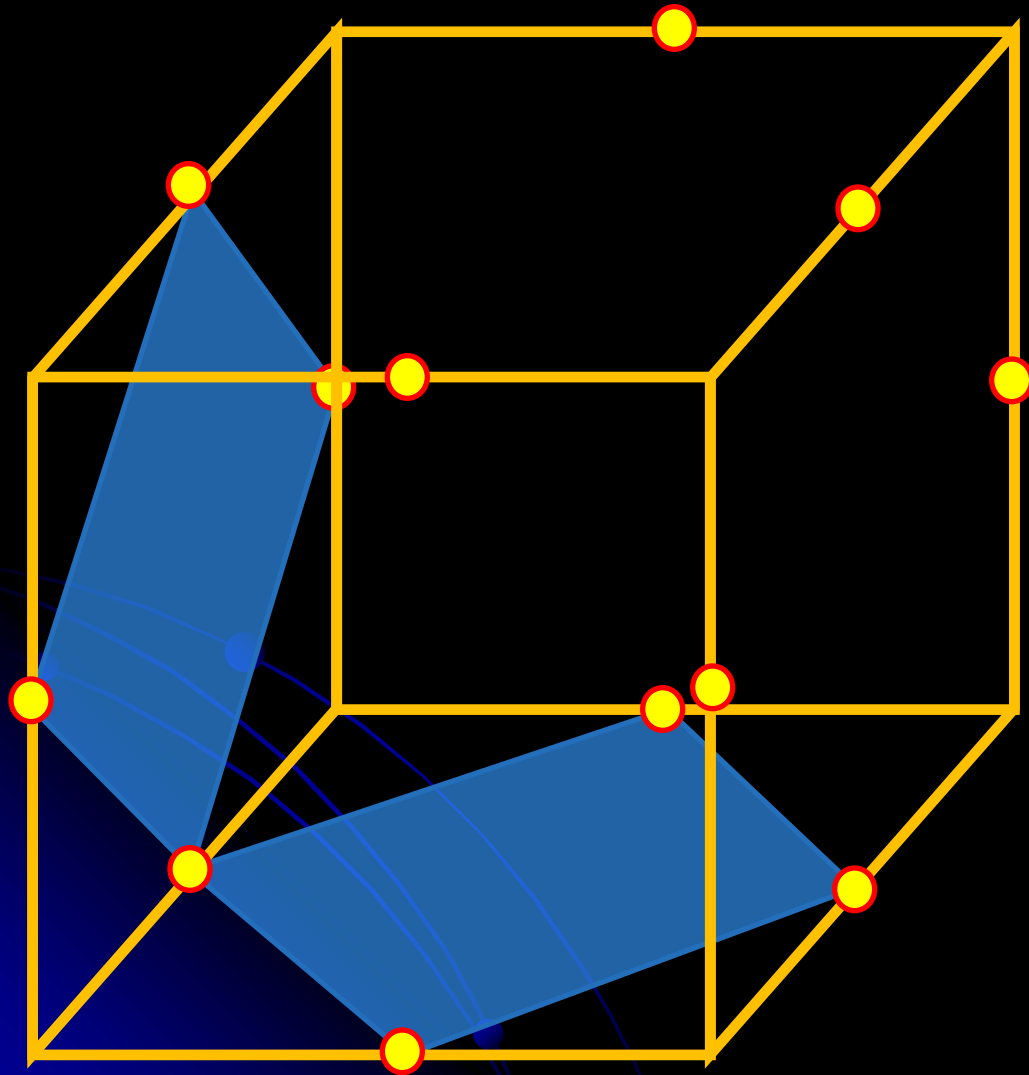
**Ενώνω τα μέσα των
εδρών διαδοχικά ανά
δύο σε ένα
τρισδιάστατο σχήμα.**

Τι σχήμα βγάζω;

Βγήκε τελικά αυτό το σχήμα;



Άσκηση 3^η: Ποιόν κανόνα εφαρμοσα;



Εξάσκηση

1. Σχεδιάστε διάφορα σχήματα κρυστάλλων για το εξαγωνικό σύστημα καθώς και για άλλα συστήματα της επιλογής σας.
2. Ψάξτε στο Internet για φωτογραφίες κρυστάλλων (σχηματικούς ή πραγματικές φωτογραφίες καλά σχηματισμένων κρυστάλλων) από ορυκτά που κρυσταλλώνονται σε κάποιο σύστημα κρυστάλλωσης που θα επιλέξετε και θα ονομάσετε.
3. Γράψτε με λίγα λόγια τα συμπεράσματα αυτής της άσκησης.
4. Ψάξτε στις προθήκες του διαδρόμου για κρυστάλλους με το κυβικό σχήμα. Ψάξτε για το ορυκτό σιδηροπυρίτης.
5. Σχεδιάστε με το χέρι σας πολλές φορές τα διάφορα κρυσταλλογραφικά συστήματα (τους άξονές τους δηλαδή) και προσπαθήστε να καταλάβετε τις διαφορές.