Αντιστοιχεί και συμπληρώνει τις σελίδες 38-51 των σημειώσεων ΓΕΝΙΚΗ ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ του κου Α. Βγενόπουλου

# Ονοματολογία Εδρών, Ζώνες, Δίκτυο Wulf

Χατζηθεοδωρίδης Ηλίας, 2006-2009

# Ονοματολογία Εδρών

## Δείκτες Weiss-Müller

Χατζηθεοδωρίδης Ηλίας 2006-2009

# Δείκτες Weiss

1. Μετράμε δύο έδρες ενός κρυστάλλου **p** και **s**.

2. Υπολογίσουμε σε ποιά σημεία αυτές τέμνουν τους άξονες **a**, **b** και **c**, π.χ.

$s_a$=7.08, $s_b$=8.70, $s_c$=17.57

$p_a$=14.94, $p_b$=18.34, $p_c$=11.65

3. Από τις δύο έδρες μεγαλύτερη ανάπτυξη έχει η **s**, οπότε παίρνουμε την αναλογία:

$$\frac{p}{s} = \frac{p_a}{s_a} : \frac{p_b}{s_b} : \frac{p_c}{s_c} = \frac{14.94}{7.08} : \frac{18.34}{8.07} : \frac{11.65}{17.57} = \mathbf{2.11 : 2.11 : 0.70}$$

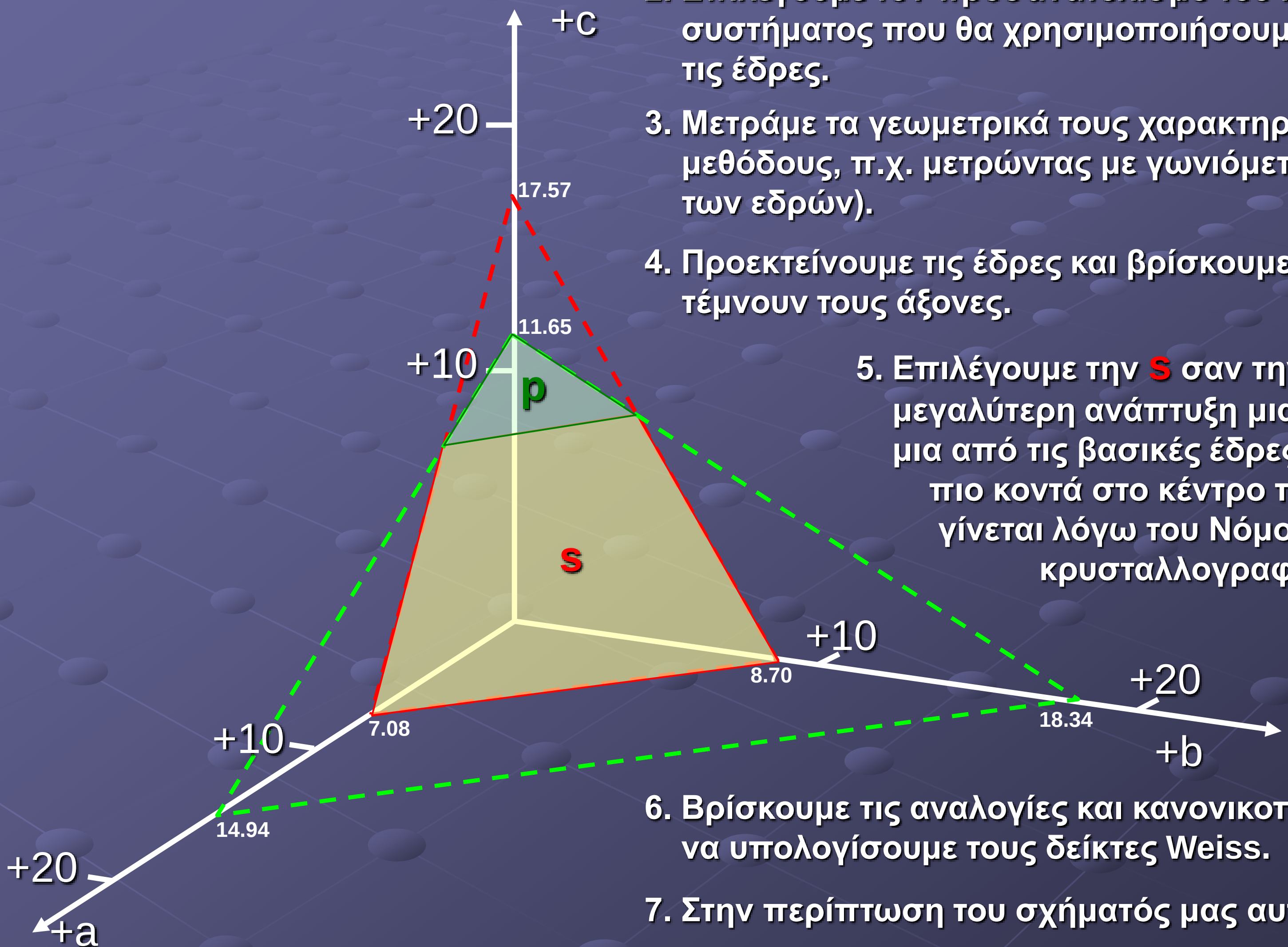
4. Κανονικοποιούμε το παραπάνω αποτέλεσμα με τον μικρότερο αριθμό:

$$\frac{2.11}{0.70} : \frac{2.11}{0.70} : \frac{0.70}{0.70} = 3.003 : 2.998 : 1.000 = \mathbf{3:3:1}$$

5. Το **(331)** είναι οι δείκτες Weiss

# Σημασία των δεικτών του Weiss (1)

1. Διαλέγουμε δύο γειτονικές έδρες ενός κρυστάλλου.
2. Επιλέγουμε τον προσανατολισμό του καρτεσιανού συστήματος που θα χρησιμοποιήσουμε ώστε να περιέχει τις έδρες.
3. Μετράμε τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά με διάφορες μεθόδους, π.χ. μετρώντας με γωνιόμετρο την σχετική γωνία των εδρών).
4. Προεκτείνουμε τις έδρες και βρίσκουμε σε ποια σημεία τέμνουν τους άξονες.




5. Επιλέγουμε την **s** σαν την έδρα με την μεγαλύτερη ανάπτυξη μια και αυτή είναι μια από τις βασικές έδρες και θα βρίσκεται πιο κοντά στο κέντρο των αξόνων. Αυτό γίνεται λόγω του Νόμου 2 της κρυσταλλογραφίας.
6. Βρίσκουμε τις αναλογίες και κανονικοποιούμε ώστε να υπολογίσουμε τους δείκτες Weiss.
7. Στην περίπτωση του σχήματός μας αυτοί είναι (331).

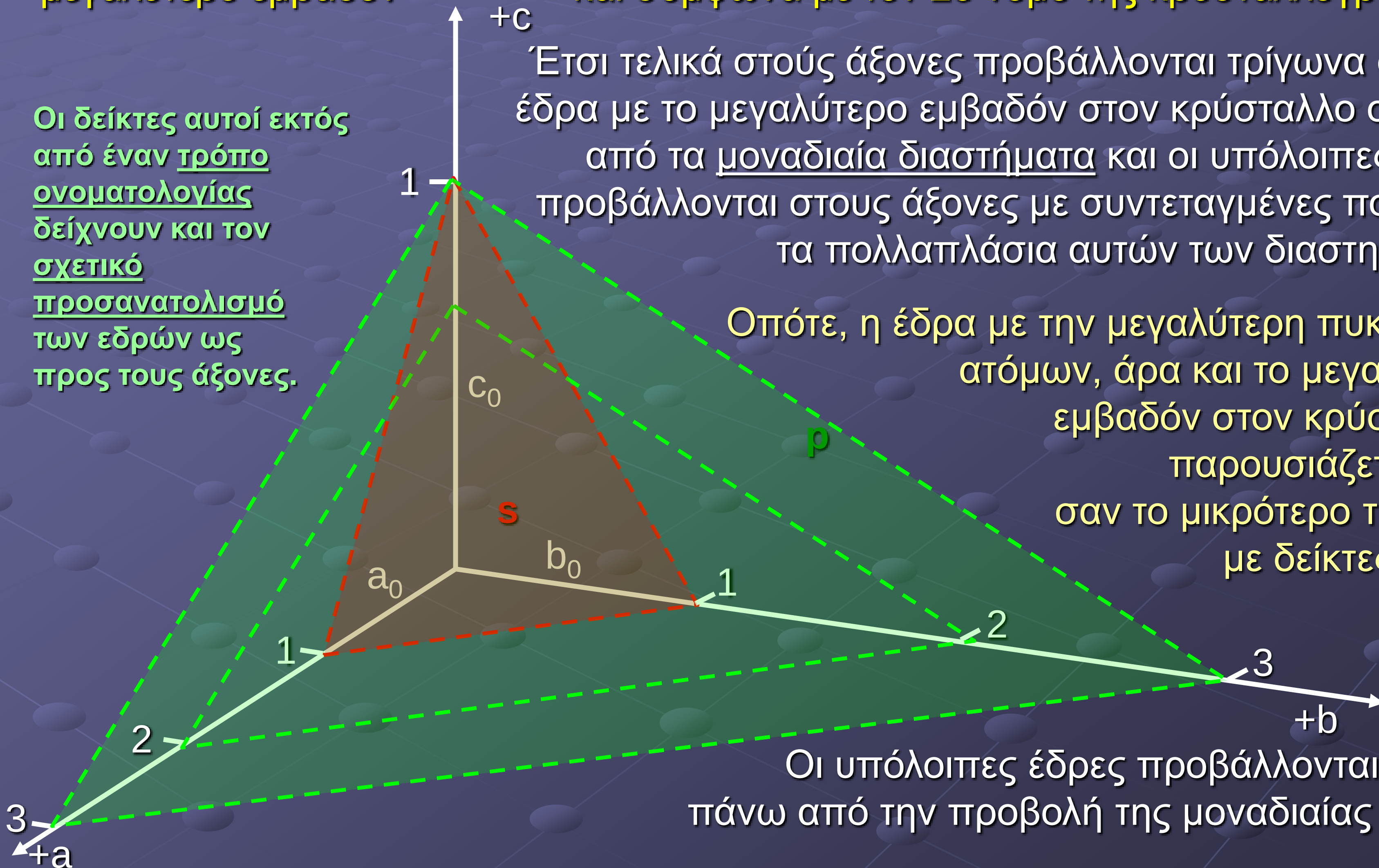
# Σημασία των δεικτών του Weiss (2)

Αυτό που τελικά συμβαίνει είναι, ξεχωριστά για κάθε άξονα, να κανονικοποιούμε τις συντεταγμένες ως προς την βασική έδρα του κρυστάλλου η οποία είναι αυτή με το μεγαλύτερο εμβαδόν και σύμφωνα με τον 2ο νόμο της κρυσταλλογραφίας.

Έτσι τελικά στούς άξονες προβάλλονται τρίγωνα όπου η έδρα με το μεγαλύτερο εμβαδόν στον κρύσταλλο ορίζεται από τα <u>μοναδιαία διαστήματα</u> και οι υπόλοιπες έδρες προβάλλονται στους άξονες με συντεταγμένες που είναι τα πολλαπλάσια αυτών των διαστημάτων.

**Οι δείκτες αυτοί εκτός από έναν <u>τρόπο ονοματολογίας</u> δείχνουν και τον <u>σχετικό προσανατολισμό</u> των εδρών ως προς τους άξονες.**

Οπότε, η έδρα με την μεγαλύτερη πυκνότητα ατόμων, άρα και το μεγαλύτερο εμβαδόν στον κρύσταλλο, παρουσιάζεται εδώ σαν το μικρότερο τρίγωνο με δείκτες (111).




Οι υπόλοιπες έδρες προβάλλονται πάντα πάνω από την προβολή της μοναδιαίας έδρας.

# Δείκτες Miller

1. Αν αντιστρέψουμε τους δείκτες Weiss **(331)** έχουμε $\left(\frac{1}{3}\,\frac{1}{3}\,\frac{1}{1}\right)$

2. Πολλαπλασιάζοντας με το 3 που είναι ο κοινός παράγοντας των κλασμάτων έχουμε:

   **(113)** Δείκτες Miller

3. Η γενικευμένη μορφή των δεικτών Miller είναι:

   **(*h k l*)** όπου ***h*≥0, *k*≥0** και ***l*≥0**

4. Οι δείκτες Miller μπορούν να πάρουν και αρνητικές τιμές αν τέμνουν το αρνητικό μέρος των αξόνων, π.χ.:

   $(\bar{h}\,\bar{k}\,\bar{l})$ ή $(10\bar{1})$ ή $(1\bar{1}1)$ ή $(\bar{2}1\bar{1})$ κ.τ.λ.

5. Για το <u>εξαγωνικό και τριγωνικό σύστημα</u> όπου αντί για άξονες **a, b** έχουμε $a_1$, $a_2$, $a_3$ γράφουμε τους δείκτες Miller ως εξής:

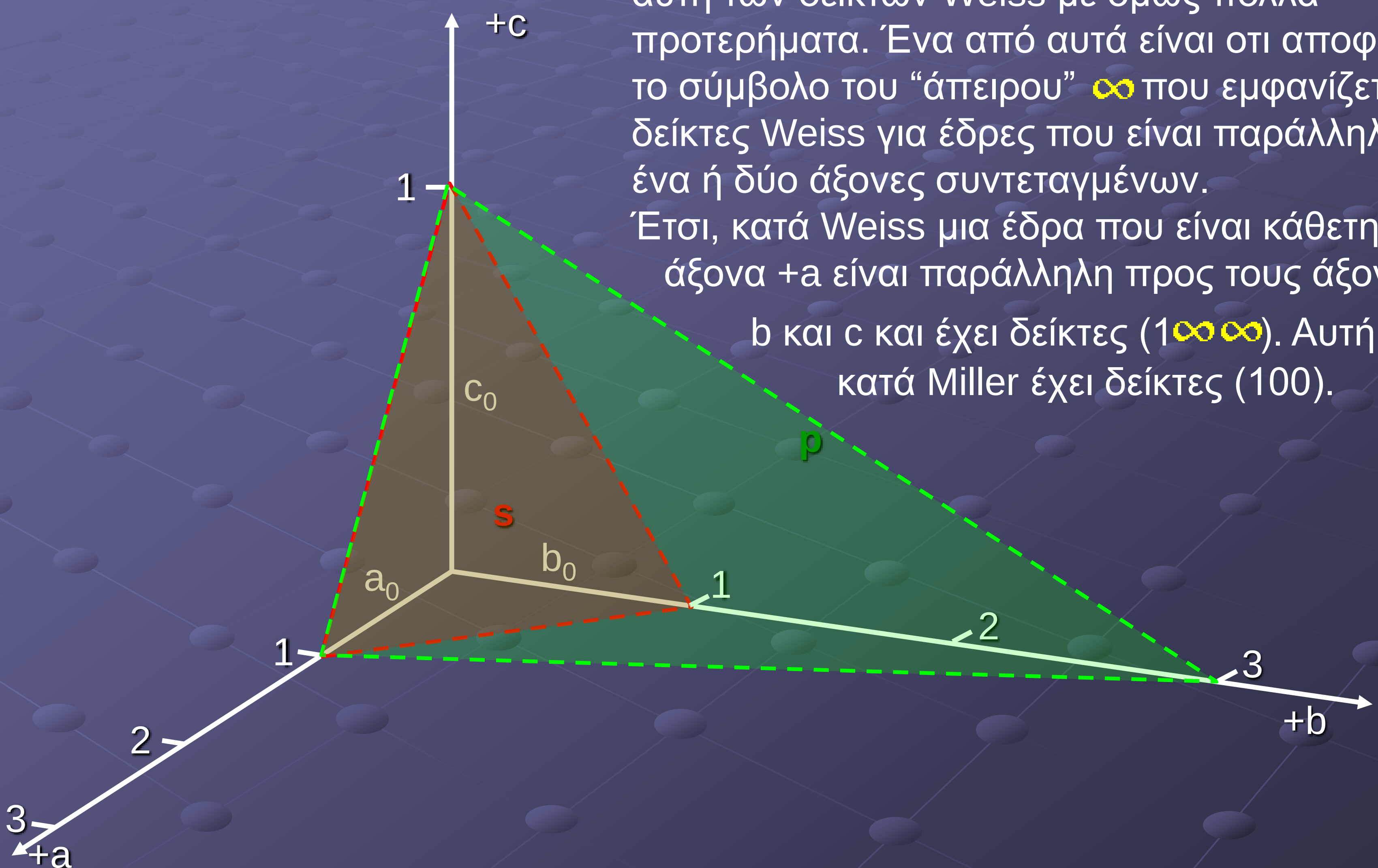
   **(*h k i l*)**, όπου ***h*+*k*+*i* = 0**

   ή καλύτερα **(*h k * l*)** μια και πάντα ***i* = -(*h*+*k*)**

# Σημασία των δεικτών Miller

Η σημασία των δεικτών Miller είναι η ίδια με αυτή των δεικτών Weiss με όμως πολλά προτερήματα. Ένα από αυτά είναι οτι αποφεύγουμε το σύμβολο του “άπειρου” $\infty$ που εμφανίζεται στους δείκτες Weiss για έδρες που είναι παράλληλες με ένα ή δύο άξονες συντεταγμένων.

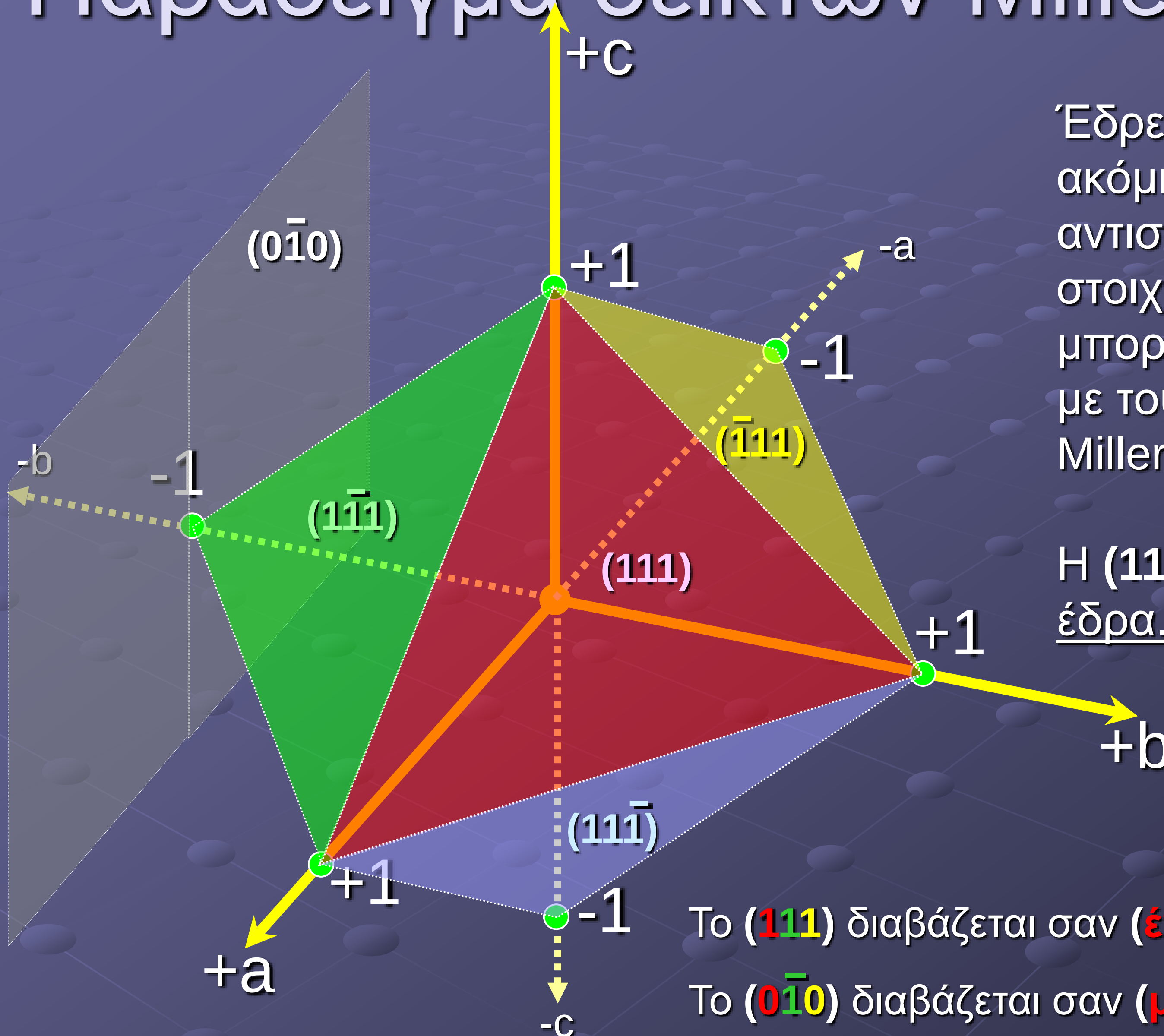
Έτσι, κατά Weiss μια έδρα που είναι κάθετη στον άξονα +a είναι παράλληλη προς τους άξονες b και c και έχει δείκτες (1$\infty\infty$). Αυτή η έδρα κατά Miller έχει δείκτες (100).



# Δείκτες Miller: να ξέρετε επίσης...

- Τους δείκτες Miller τους υπολογίζουμε επίσης όπως και τους Weiss αλλά με την διαφορά ότι διαιρούμε πλέον τις συντεταγμένες της βασικής έδρας (με την μεγαλύτερη ανάπτυξη/εμβαδόν στον κρύσταλλο) με τις συντεταγμένες των άλλων εδρών. Έπειτα κανονικοποιούμε και πάλι ώστε να πάρουμε –προσεγγιστικά πάντα- ακέραιους αριθμούς.
- Και σε αυτήν την περίπτωση η βασική έδρα προβάλλεται με συντεταγμένες τα μοναδιαία διανύσματα των αξόνων.
- Πάντα οι δείκτες θα έχουν τιμές ακέραιων αριθμών (νόμος Haüy ή 1ος νόμος της κρυσταλλογραφίας).
- Στις περισσότερες περιπτώσεις οι δείκτες δεν ξεπερνούν την τιμή 2, σπάνια δε την τιμή 4 οπότε και είναι εύκολο να ονομάσουμε τις έδρες με την απλή παρατήρηση με το μάτι.
- Πάντα κανονικοποιούμε τους δείκτες με το ελάχιστο κοινό πολλαπλάσιο, π.χ. έστω και αν προκύπτουν από τους υπολογισμούς δείκτες όπως (224), αυτοί θα γίνουν (112) διαιρώντας με το 2 που είναι το ελάχιστο κοινό πολλαπλάσιό τους. Επίσης το (363) θα γίνει (121) αφού διαιρέσουμε με το 3.
- Οι δείκτες στην γενική γραφή συμβολίζονται με (*hkl*). Αντίστοιχα, είναι επιτρεπτές και οι μορφές όπως (0*kl*), (*h*0*l*), (*hk*0) κτλ. Ωστόσο ποτέ δεν γράφουμε (*hhh*) αλλά πάντα (111). Ούτε (0*k*0) αλλά (010) κοκ.

# Παράδειγμα δεικτών Miller



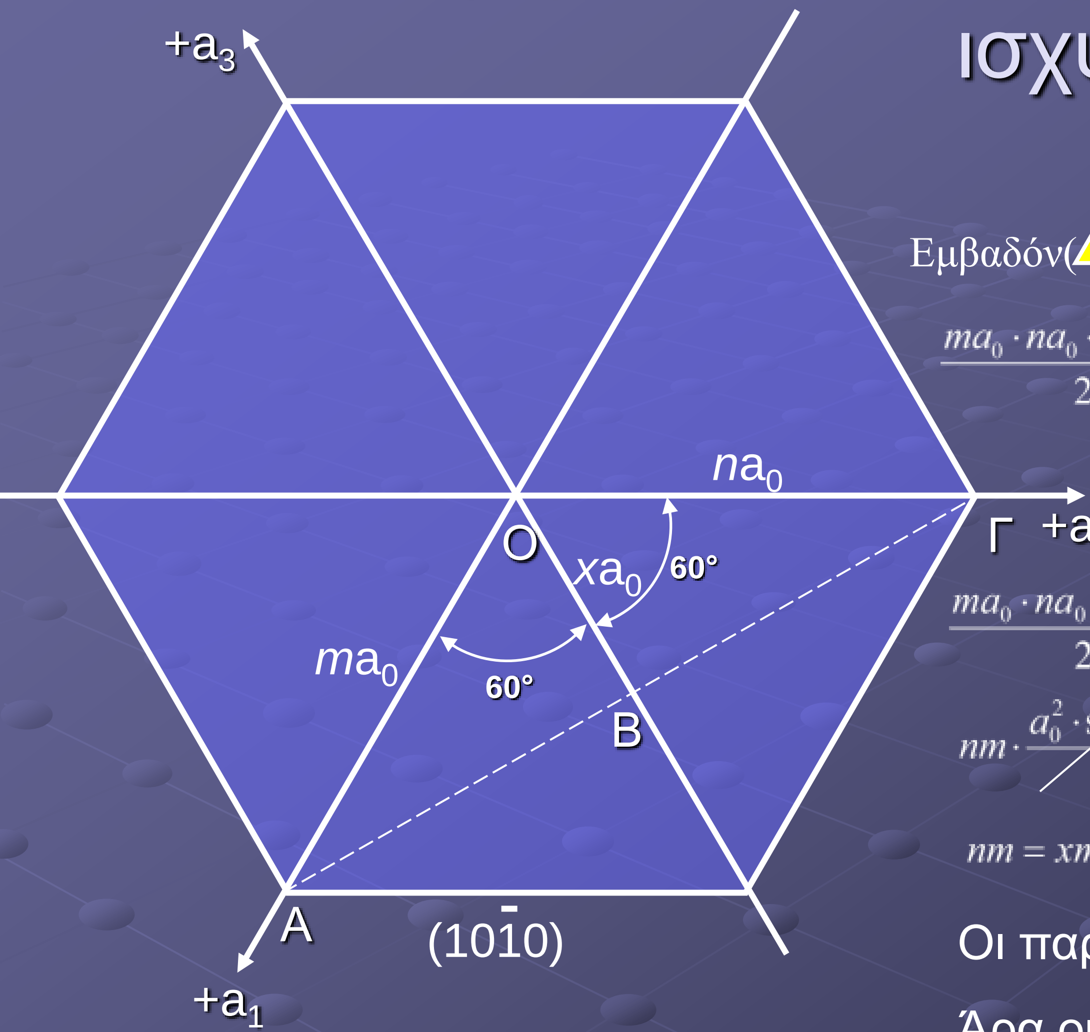

Έδρες, ή και επίπεδα ακόμη που μπορεί να αντιστοιχούν σε στοιχεία συμμετρίας, μπορούν να εκφραστούν με τους δείκτες του Miller.

Η **(111)** είναι η <u>μοναδιαία έδρα.</u>

Το **(111)** διαβάζεται σαν (**ένα ένα ένα**)

Το **$(0\bar{1}0)$** διαβάζεται σαν (**μηδέν μείον ένα μηδέν**)

# Γιατί στο εξαγωνικό και τριγωνικό σύστημα ισχύει το $h+k+i = 0$ ;




Ισχύει:

Εμβαδόν(△ΟΑΓ)= Εμβαδόν(△ΟΑΒ)+Εμβαδόν(△ΟΒΓ) ➔

$$\frac{ma_0 \cdot na_0 \cdot \sin 120^0}{2} = \frac{ma_0 \cdot xa_0 \cdot \sin 60^0}{2} + \frac{na_0 \cdot xa_0 \cdot \sin 60^0}{2} \Rightarrow$$

και επειδή $\quad sin120° = sin60°$

$$\frac{ma_0 \cdot na_0 \cdot \sin 60^0}{2} = \frac{ma_0 \cdot xa_0 \cdot \sin 60^0}{2} + \frac{na_0 \cdot xa_0 \cdot \sin 60^0}{2} \Rightarrow$$

$$nm \cdot \cancel{\frac{a_0^2 \cdot \sin 60^0}{2}} = xm \cdot \cancel{\frac{a_0^2 \cdot \sin 60^0}{2}} + xn \cancel{\frac{a_0^2 \cdot \sin 60^0}{2}} \Rightarrow$$

$$nm = xm + xn \Rightarrow nm = x(m+n) \Rightarrow x = \frac{nm}{n+m}$$

Οι παράμετροι Weiss είναι: $ma_1 : na_2 : -xa_3$

Άρα οι Miller είναι:

$$h = \frac{1}{m} \qquad k = \frac{1}{n} \qquad i = -\frac{1}{x} = -\left(\frac{n+m}{nm}\right)$$ οπότε

$$h+k+i = \frac{1}{m} + \frac{1}{n} - \left(\frac{n+m}{nm}\right) = \left(\frac{n+m}{nm}\right) - \left(\frac{n+m}{nm}\right) = 0$$

Η πλευρά $(10\bar{1}0)$ π.χ. έχει άθροισμα
$h+k+i$ = 1+0+(-1) = 1-1 = 0.

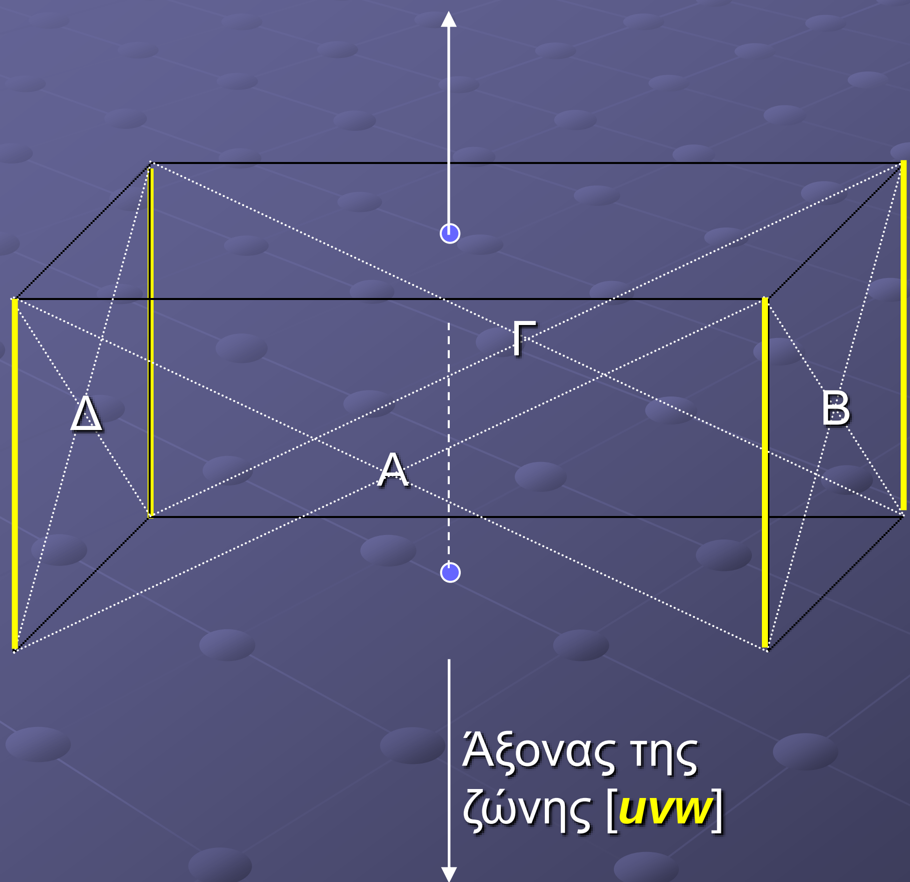
# Ζώνες κρυσταλλικών εδρών

Ηλίας Χατζηθεοδωρίδης
Σεπτέμβριος 2003

# Ζώνες κρυσταλλικών εδρών

**Οι ζώνες είναι μια ομάδα κρυσταλλικών εδρών που είναι παράλληλες σε έναν άξονα (έχουν ακμές παράλληλες μεταξύ τους).**

**Έτσι, οι έδρες Α, Β, Γ και Δ αποτελούν μια ζώνη και είναι παράλληλες στον άξονα του σχήματος. Ο άξονας αυτός μπορεί να έχει επίσης δείκτες Miller (*uvw*) οι οποίοι υπολογίζονται όπως παρακάτω:**




1. Έστω δύο έδρες με δείκτες (*hkl*) και (*qrs*).

2. Σχηματίζουμε τον παρακάτω πίνακα:

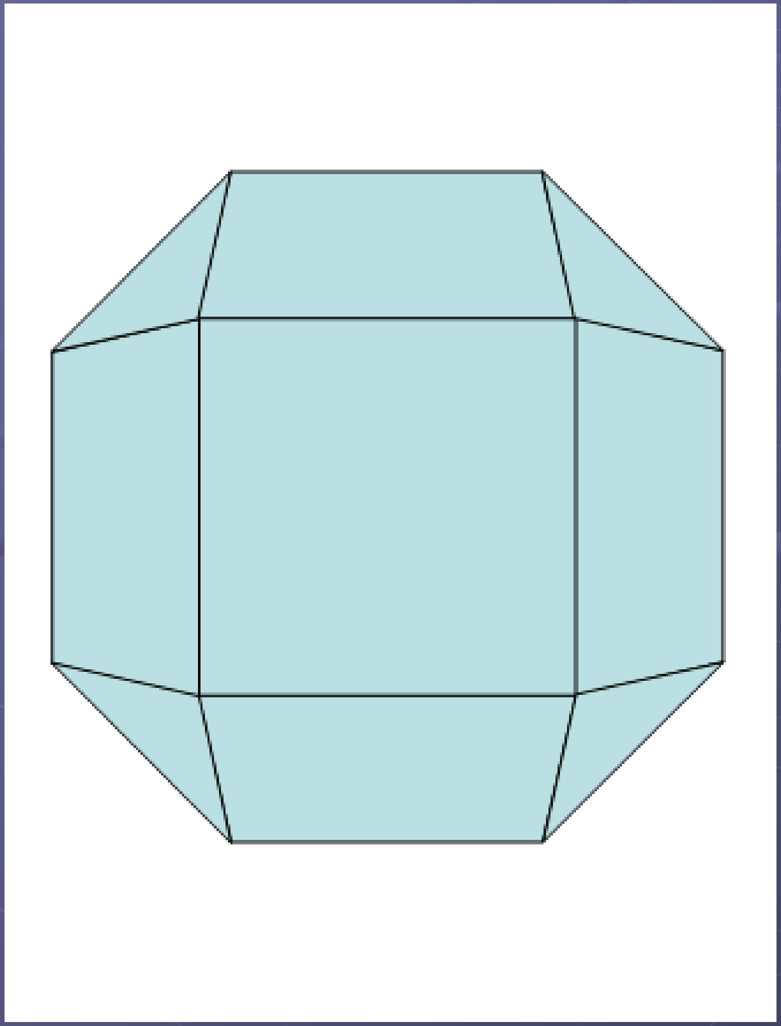
$$\begin{array}{c|ccccc|c} h & k & l & h & k & & l \\ & \mathbf{u} & & \mathbf{v} & & \mathbf{w} & \\ q & r & s & q & r & & s \end{array}$$

3. Κάνουμε τις πράξεις όπως παρακάτω:

$$\mathbf{u} = k * s - l * r$$
$$\mathbf{v} = l * q - h * s$$
$$\mathbf{w} = h * r - k * q$$

4. Οπότε η ζώνη έχει δείκτες (***uvw***)

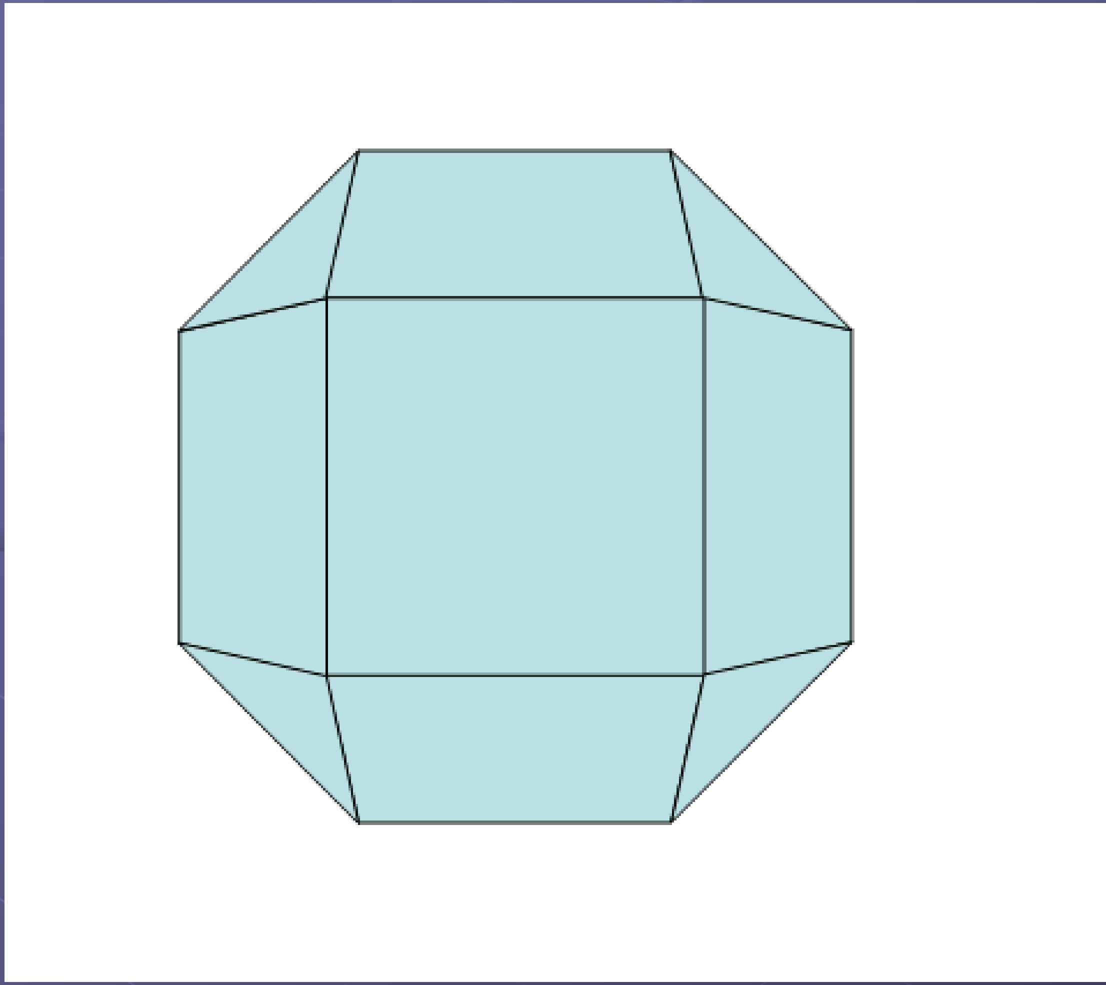
# Παράδειγμα ζώνης εδρών



Οι ακμές που γίνονται κόκκινες είναι <u>παράλληλες</u> μεταξύ τους

Οι <u>έδρες που περιέχουν αυτές</u> αποτελούν μία **ζώνη**.

# Παράδειγμα δύο ζωνών και κοινής έδρας



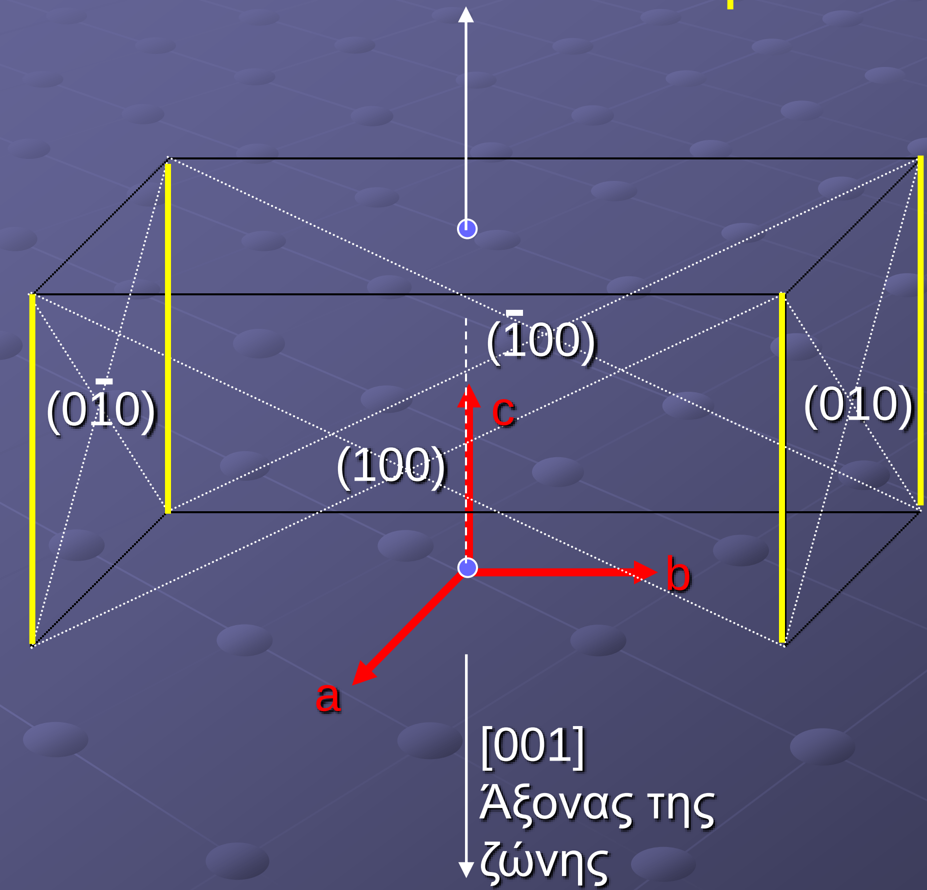
**Μια <u>έδρα</u> μπορεί να ανήκει σε περισσότερες <u>ζώνες</u>**

# Παράδειγμα υπολογισμού ζωνών

Έστω δύο έδρες με δείκτες (100) και (010).

Σχηματίζουμε το πίνακα:

$$\begin{array}{c|cccc|c} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ & u & v & w & & \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} u = 0 * 0 - 0 * 1 = 0 \\ v = 0 * 0 - 0 * 1 = 0 \\ w = 1 * 1 - 0 * 0 = 1 \end{array}$$




Οπότε η ζώνη έχει δείκτες [***001***].

Με τον ίδιο τρόπο αν διαλέγαμε τις έδρες (100) και $(0\bar{1}0)$, η ζώνη θα είχε δείκτες τους $[00\bar{1}]$ που ωστόσο ταυτίζεται με τον [001].

Επίσης (010) με $(\bar{1}00)$ δίνει πάλι [001], καθώς και οι (010) με $(\bar{1}00)$.

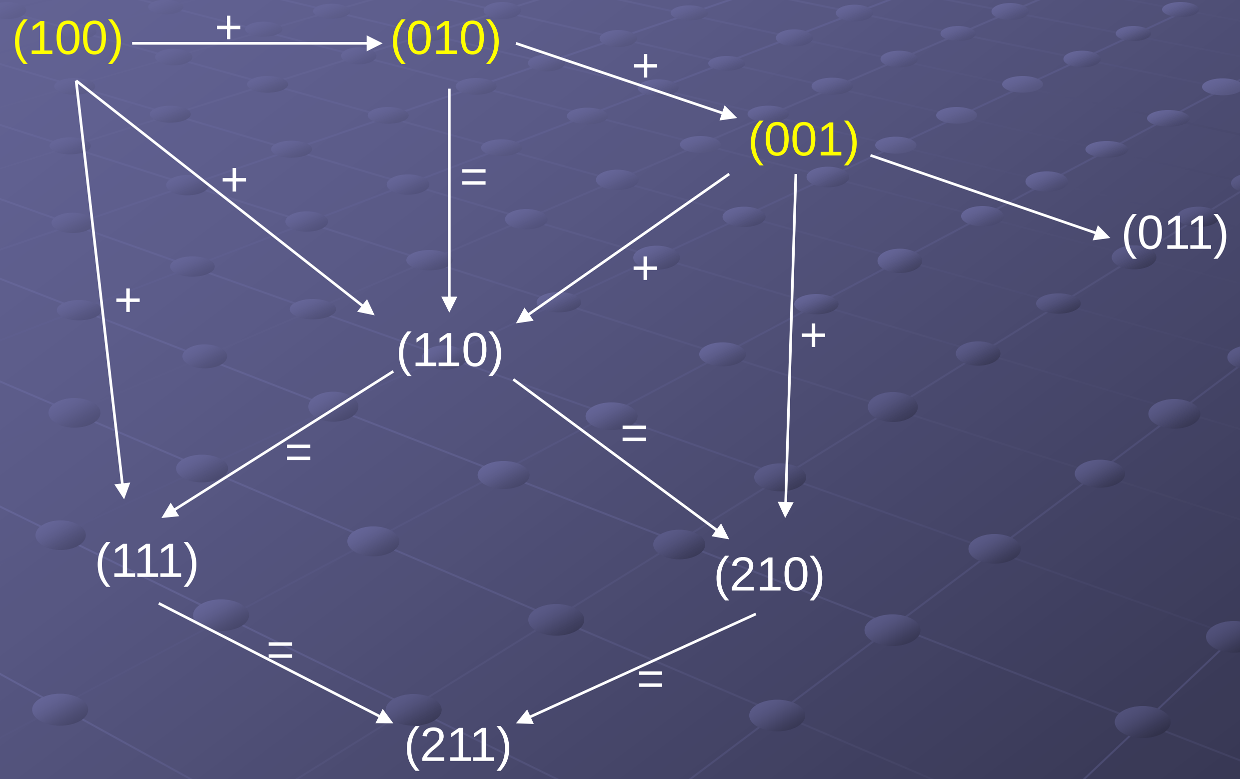
ΠΡΟΣΟΧΗ: αν διαλέγουμε τις έδρες δεξιόστροφα (από τον άξονα a προς τον b) βγάζουμε πάντα το ίδιο αποτέλεσμα. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση οι άξονες θα ταυτίζονται.

# Πότε μια έδρα ανήκει σε ζώνη

- Έστω η Ζώνη [210]. Να βρεθεί αν η έδρα (103) ανήκει στη ζώνη:
  - Από το άθροισμα των γινομένων
    **2*1 + 1*0 + 0*3 = 2 ≠ 0**
    συμπεραίνουμε ότι η έδρα <u>δεν ανήκει</u> στη ζώνη.
- Έστω η Ζώνη [112]. Να βρεθεί αν η έδρα (31-2) ανήκει στη ζώνη:
  - Από το άθροισμα των γινομένων
    **1*3 + 1*1 + 2*(-2) = 3+1-4 = 0**
    συμπεραίνουμε ότι η έδρα <u>ανήκει</u> στη ζώνη.
- Γενικά, αν το άθροισμα των γινομένων των δεικτών της ζώνης με την έδρα είναι μηδέν, τότε λέμε οτι η έδρα ανήκει στη ζώνη. Σε κάθε άλλη περίπτωση δεν ανήκει.

# Ο συμπλεκτικός κανόνας

Γνωρίζοντας δύο τεμνόμενες έδρες ενός κρυστάλλου θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε όλες τις άλλες πιθανές έδρες του κρυστάλλου.



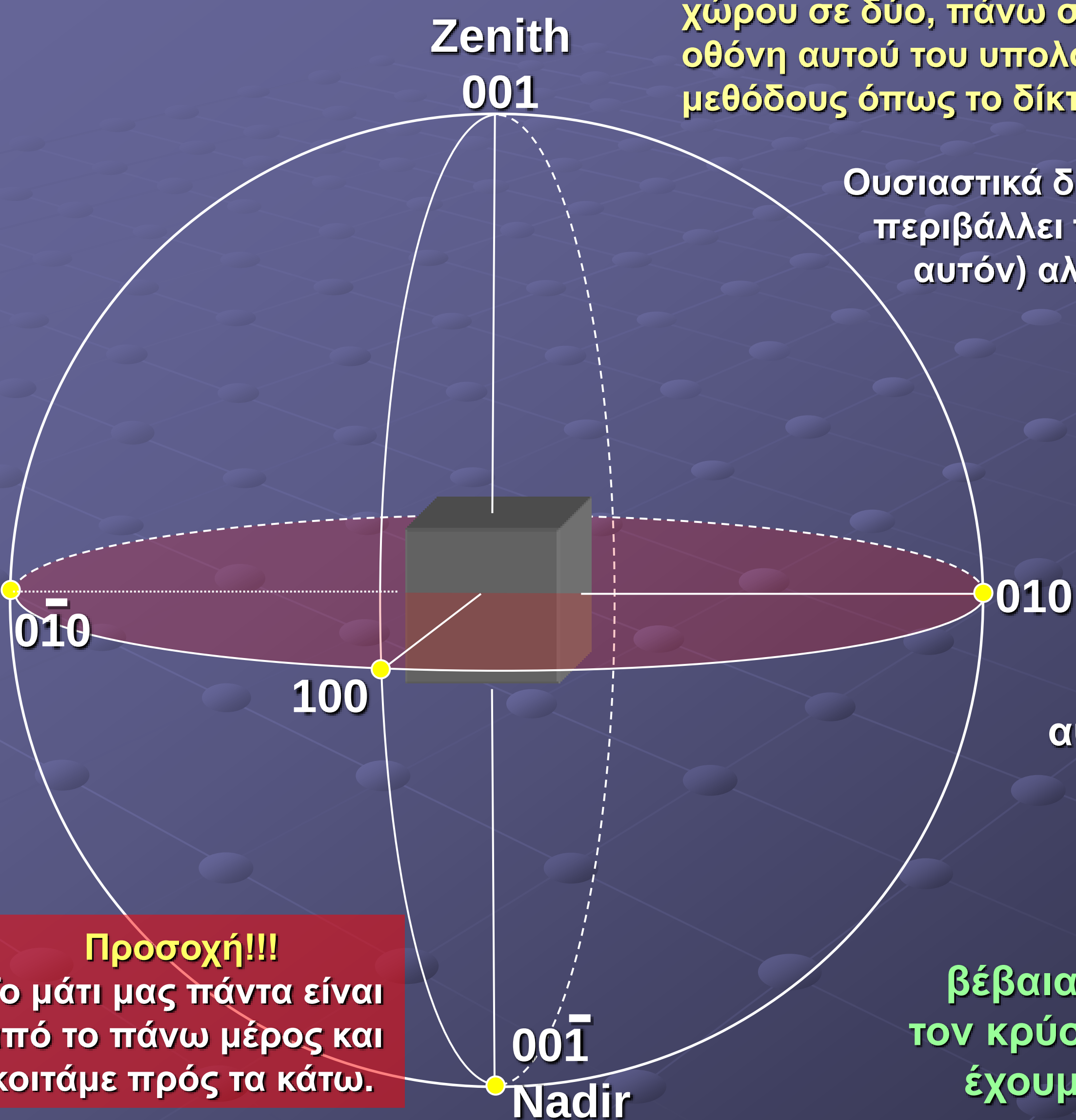
# Δίκτυο προβολής στοιχείων συμμετρίας Wulf

## Χρήση και παραδείγματα προβολών

Ηλίας Χατζηθεοδωρίδης
Σεπ-Οκτ-Νοε 2003

# Γεωμετρική σημασία

Η ανάγκη μας να παρουσιάσουμε τις τρεις διαστάσεις του χώρου σε δύο, πάνω στο χαρτί ή ακόμη και πάνω στην οθόνη αυτού του υπολογιστή, μας έκανε να δημιουργήσουμε μεθόδους όπως το δίκτυο Wulf.




Ουσιαστικά δημιουργούμε μια νοητή σφαίρα που περιβάλλει τον κρύσταλλο (ή βρίσκεται μέσα σε αυτόν) αλλά τα κέντρα τους να συμπίπτουν.

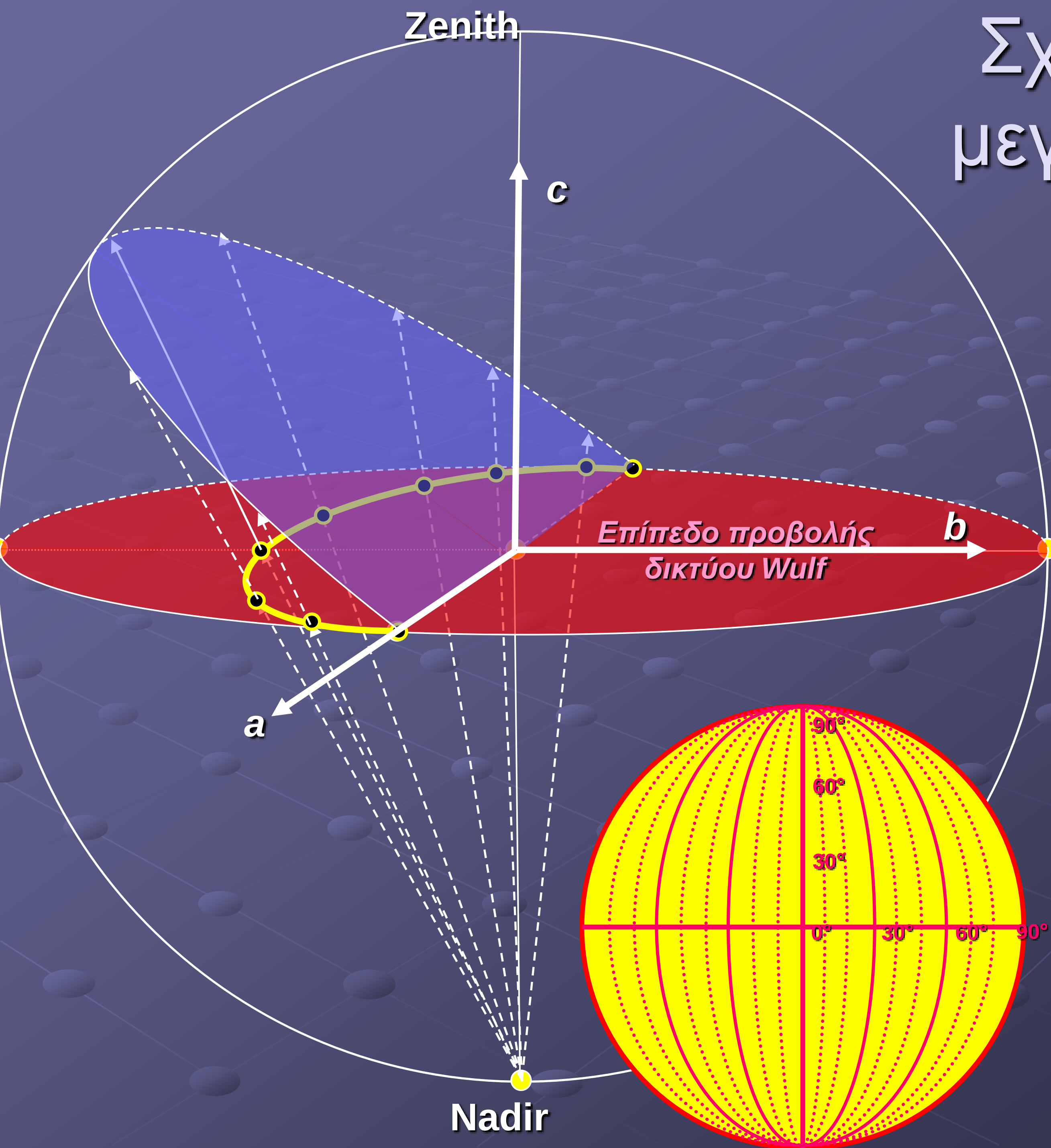
Αν από το κέντρο αυτό φέρουμε ευθείες κάθετες προς τις έδρες του κρυστάλλου, αυτές θα τέμνουν βεβαίως και την επιφάνεια της σφαίρας σε κάποια σημεία.

Το πρόβλημά μας είναι τώρα πως αυτά τα σημεία θα τα δείξουμε σε μια επιφάνεια, όπως η κόκκινη του σχήματος χωρίς να χαθεί κάποια πληροφορία.

Στόχος μας είναι πάντα βέβαια να μπορούμε να ξανασχεδιάσουμε τον κρύσταλλο μόνο από πληροφορίες που έχουμε καταγράψει στην επιφάνεια αυτή.

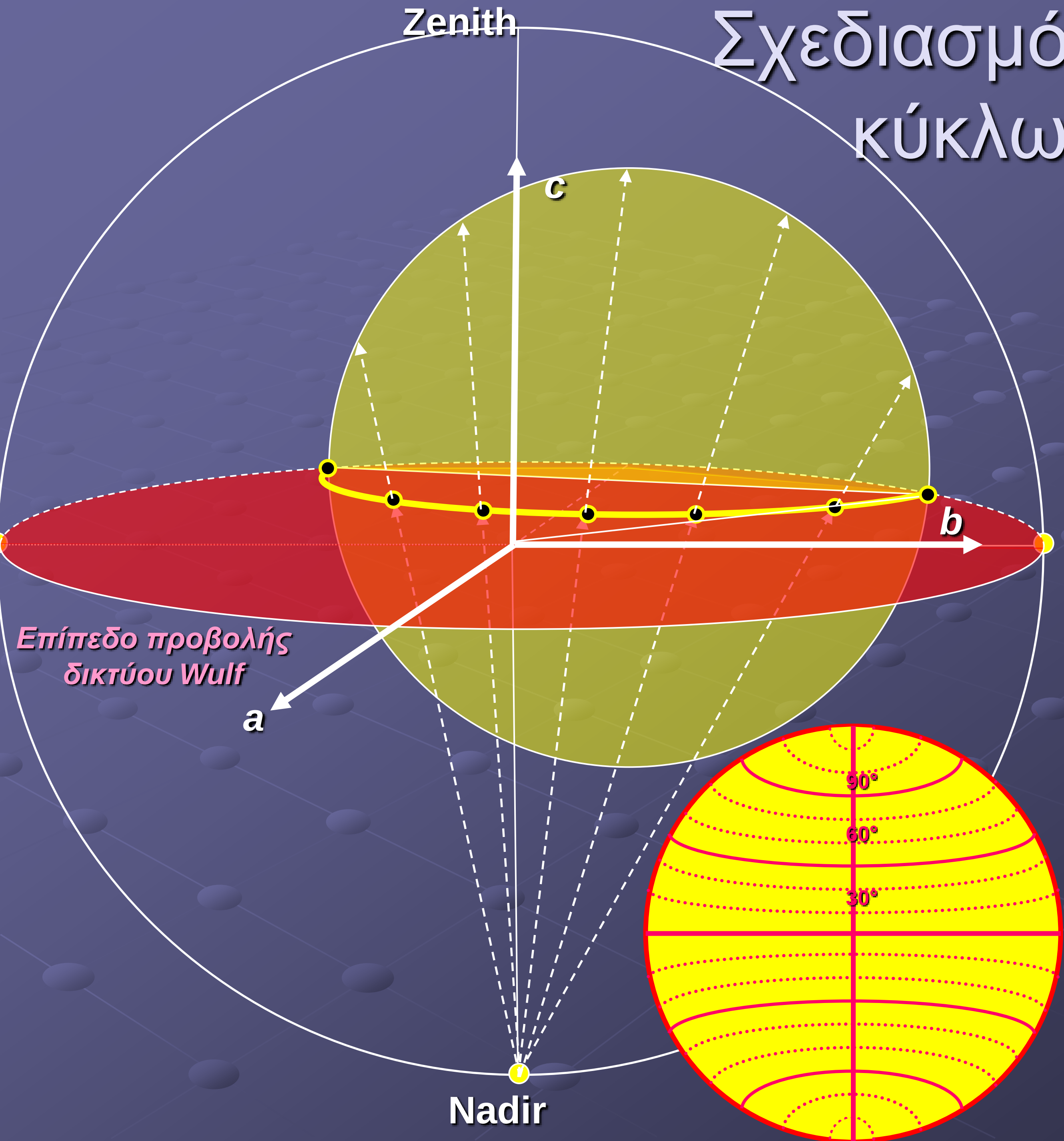
**Προσοχή!!!**
Το μάτι μας πάντα είναι από το πάνω μέρος και κοιτάμε πρός τα κάτω.

# Σχεδιασμός των μεγάλων κύκλων του δικτύου



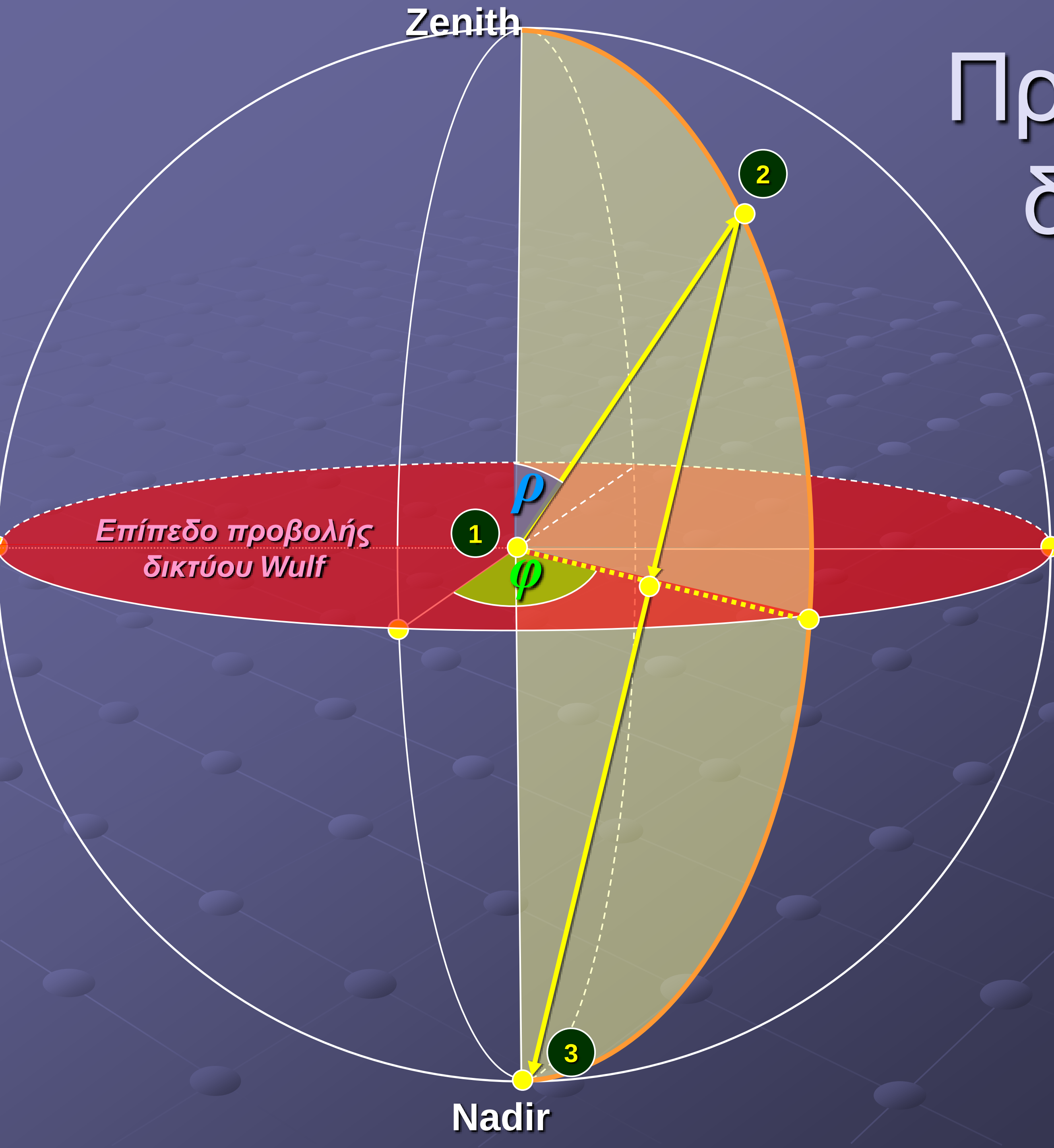

Αν φέρουμε κύκλους (όπως ο μπλε) που να περνάνε από τον άξονα *a* και κάθε σημείο της περιφέρειάς τους το ενώσουμε με το Ναδίρ, οι γεωμετρικοί τόποι των τομών των ευθειών αυτών με το επίπεδο του δικτύου ορίζουν τόξα που αποτελούν τους **μεγάλους κύκλους** στο δίκτυο Wulf, όπως αυτό φαίνεται δεξιά στο ένθετο. Οι γωνίες των επιπέδων αυτών ως προς τον άξονα ***c*** είναι οι γωνίες $\boldsymbol{\rho}$

# Σχεδιασμός των μικρών κύκλων του δικτύου




**Αν φέρουμε κύκλους (όπως ο κίτρινος) που το επίπεδό του είναι παράλληλο προς το επίπεδο των αξόνων *(c b)*, και ενώσουμε κάθε σημείο της περιφέρειάς τους με το Ναδίρ, οι γεωμετρικοί τόποι των τομών των ευθειών αυτών με το επίπεδο του δικτύου ορίζουν τόξα που αποτελούν τους μικρούς κύκλους στο δίκτυο Wulf, όπως αυτό φαίνεται δεξιά στο ένθετο. Η γωνία του άξονα *a* με την ευθεία που ορίζει το κέντρο της σφαίρας και το σημείο τομής σφαίρας και κίτρινου κύκλου είναι οι γωνίες *φ*.**

# Προβολή στο δίκτυο Wulf

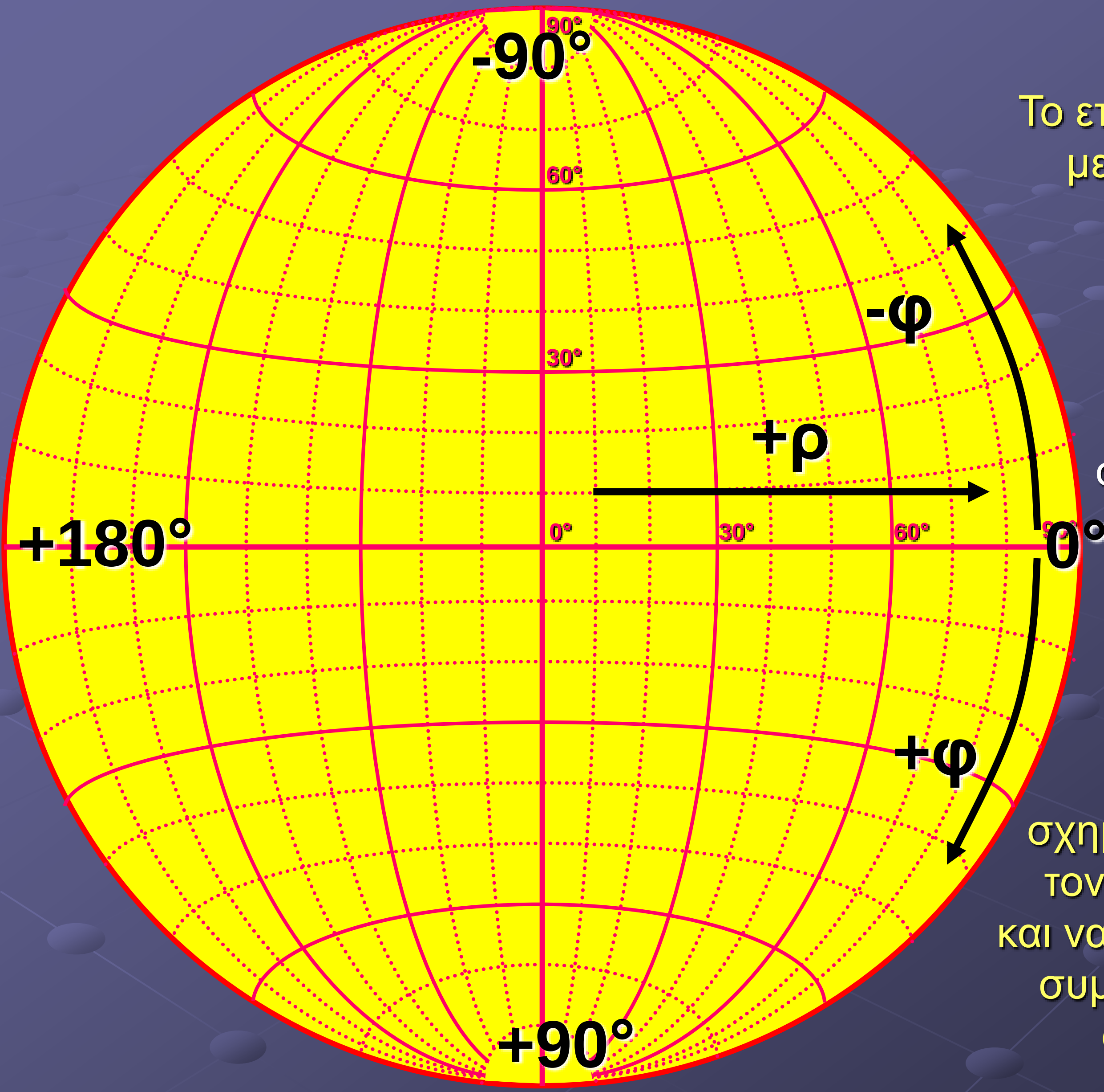



Όπως φαίνεται στο σχήμα, γνωρίζοντας μόνο τις γωνίες $\varphi$ και $\rho$ ενός σημείου (τις πολικές του συντεταγμένες δηλαδή ως προς το σύστημα αξόνων) μπορούμε να κάνουμε την προβολή αυτού στο επίπεδο του δικτύου.

Έτσι, με αυτές τις πληροφορίες, θα μπορούμε να προβάλλουμε σημεία.

Μπορούμε όμως να προβάλλουμε ευθείες ή και επίπεδα.

# Το επίπεδο του δικτύου Wulf

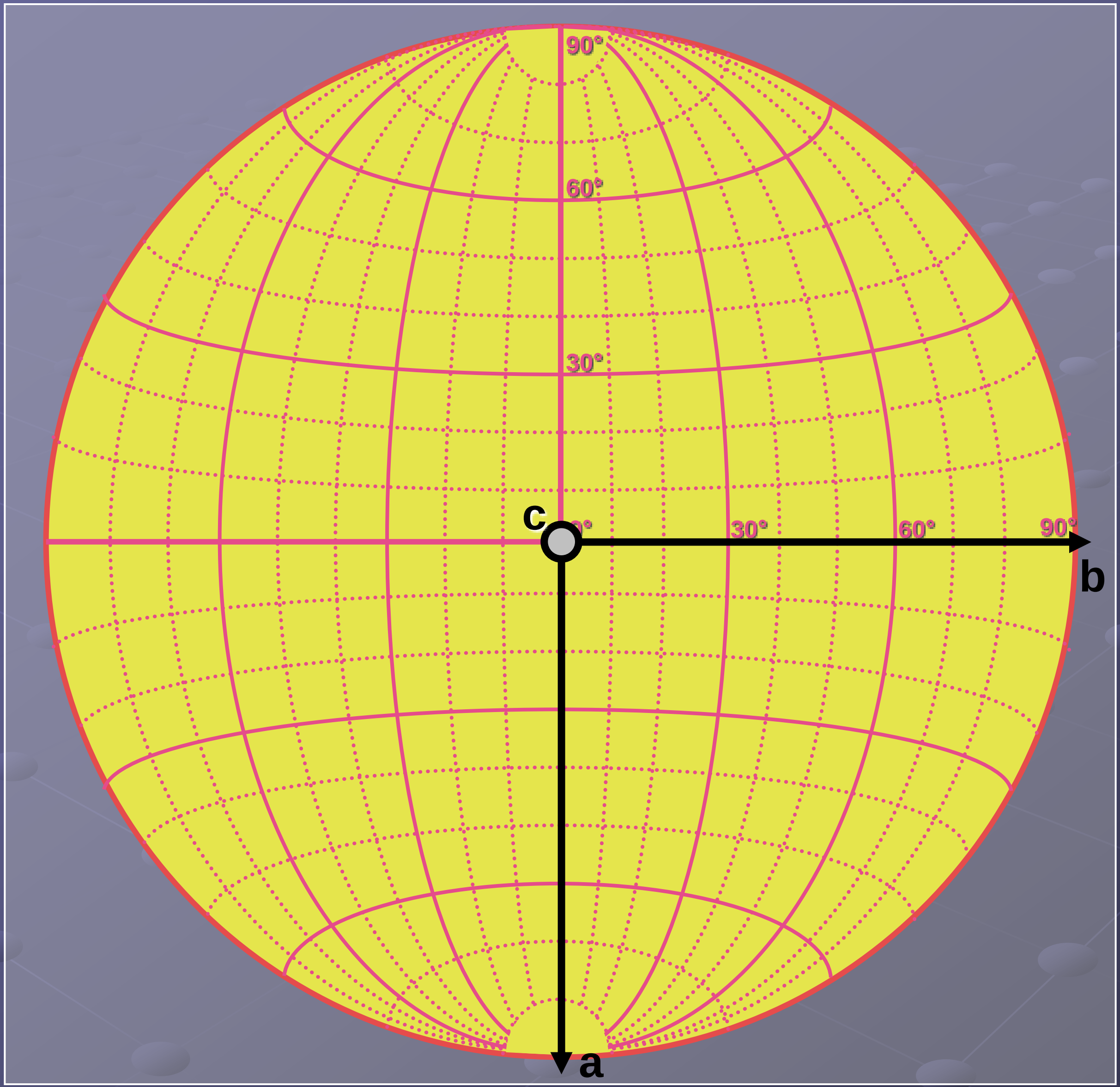



Το επίπεδο που τελικά προκύπτει με όλες τις διαβαθμίσεις του σε μοίρες είναι το δίκτυο στερεογραφικής προβολής του Wulf.

Αυτό θα το χρησιμοποιή-σουμε ώστε να προβάλλουμε όλα τα στοιχεία συμμετρίας ενός κρυστάλλου.

Είναι σημαντικό ότι από τις πληροφορίες του δικτύου μπορούμε κάθε στιγμή να σχηματίσουμε και πάλι ολόκληρο τον κρύσταλλο στον χώρο, αλλά και να μάθουμε για όλα τα στοιχεία συμμετρίας του καθώς και για το σύστημα κρυστάλλωσής του.

# Πως προβάλλουμε ένα σημείο (1)




**Μας δίνονται οι γωνίες:**

**φ = 30°**
**ρ = 45°**

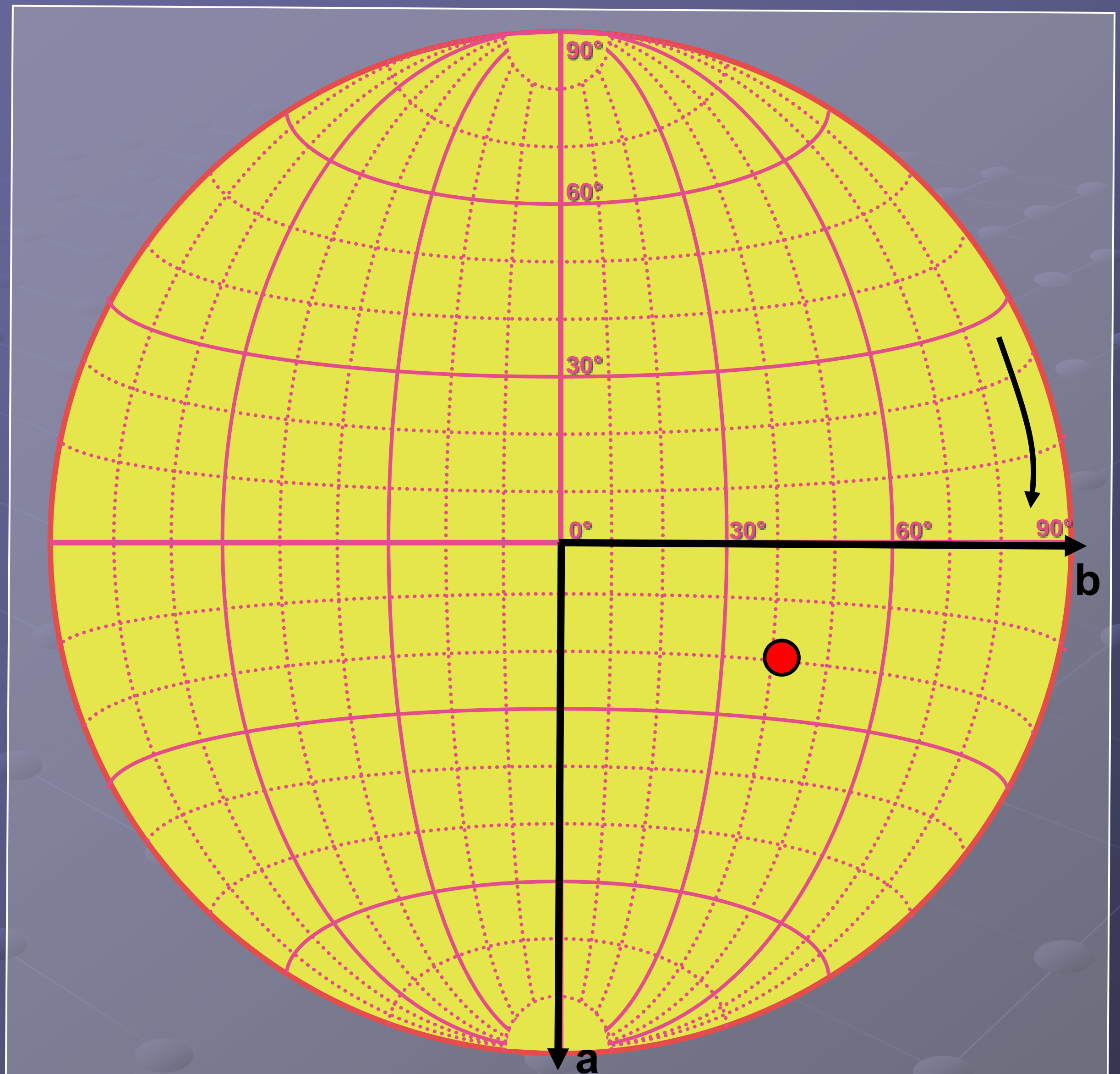
Σχεδιάζουμε αρχικά το σύστημα αξόνων πάνω στο διαφανές χαρτί.

# Πως προβάλλουμε ένα σημείο (2)


Περιστρέφουμε το διαφανές χαρτί κατά +30° μετρώντας πάνω στους μικρούς κύκλους.

Από το κέντρο και σε απόσταση +45° πάνω στον οριζόντιο άξονα του δικτύου γράφουμε το σημείο.

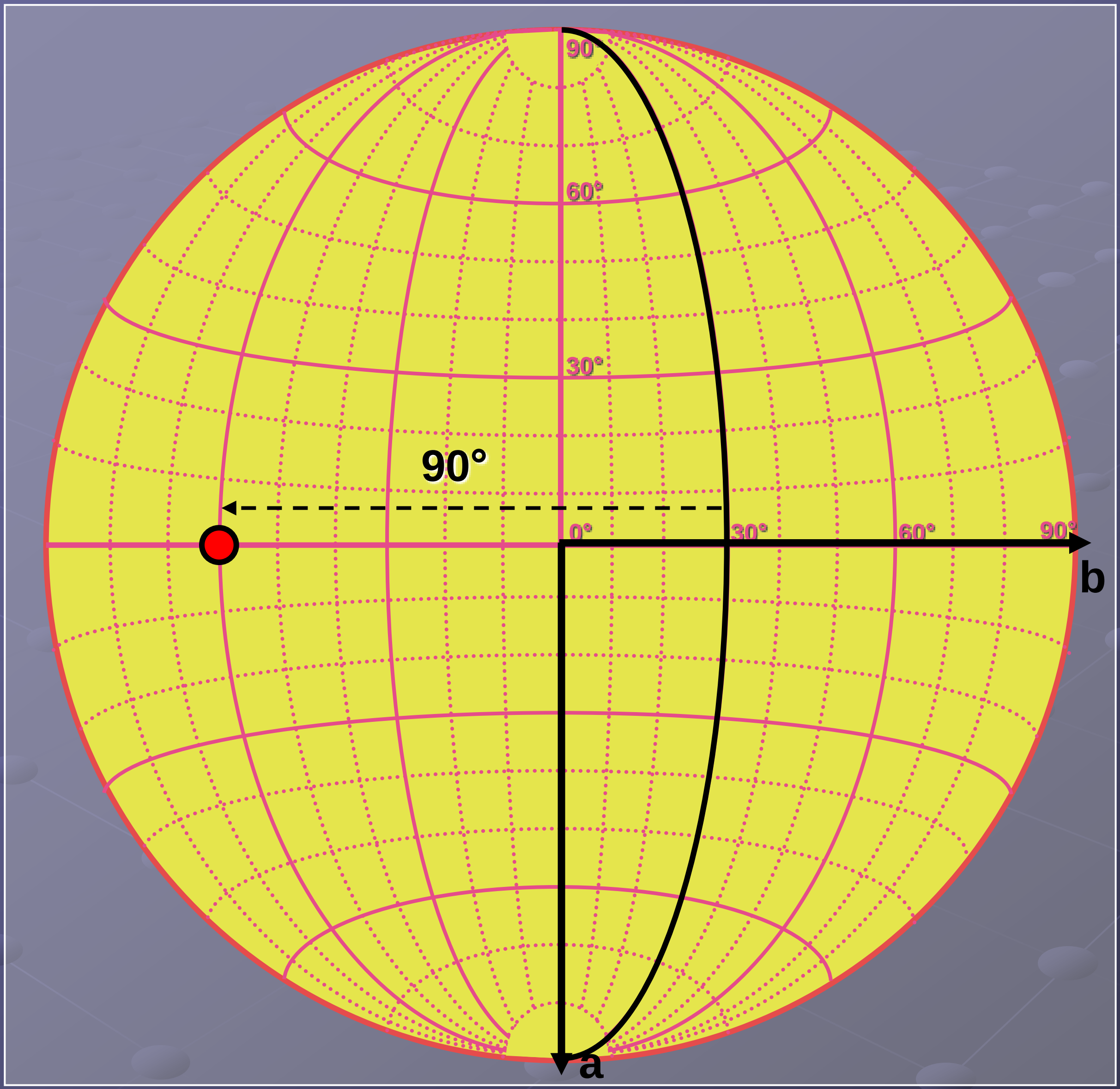
# Πως προβάλλουμε ένα σημείο (3)




Επαναφέρουμε τους άξονες, περιστρέφοντας και πάλι το διαφανές χαρτί, ώστε να ταυτίζονται με αυτούς του δικτύου.

Το ζητούμενο σημείο μεταφέρεται και αυτό στην θέση προβολής του.

# Πως προβάλλουμε ένα επίπεδο (1)



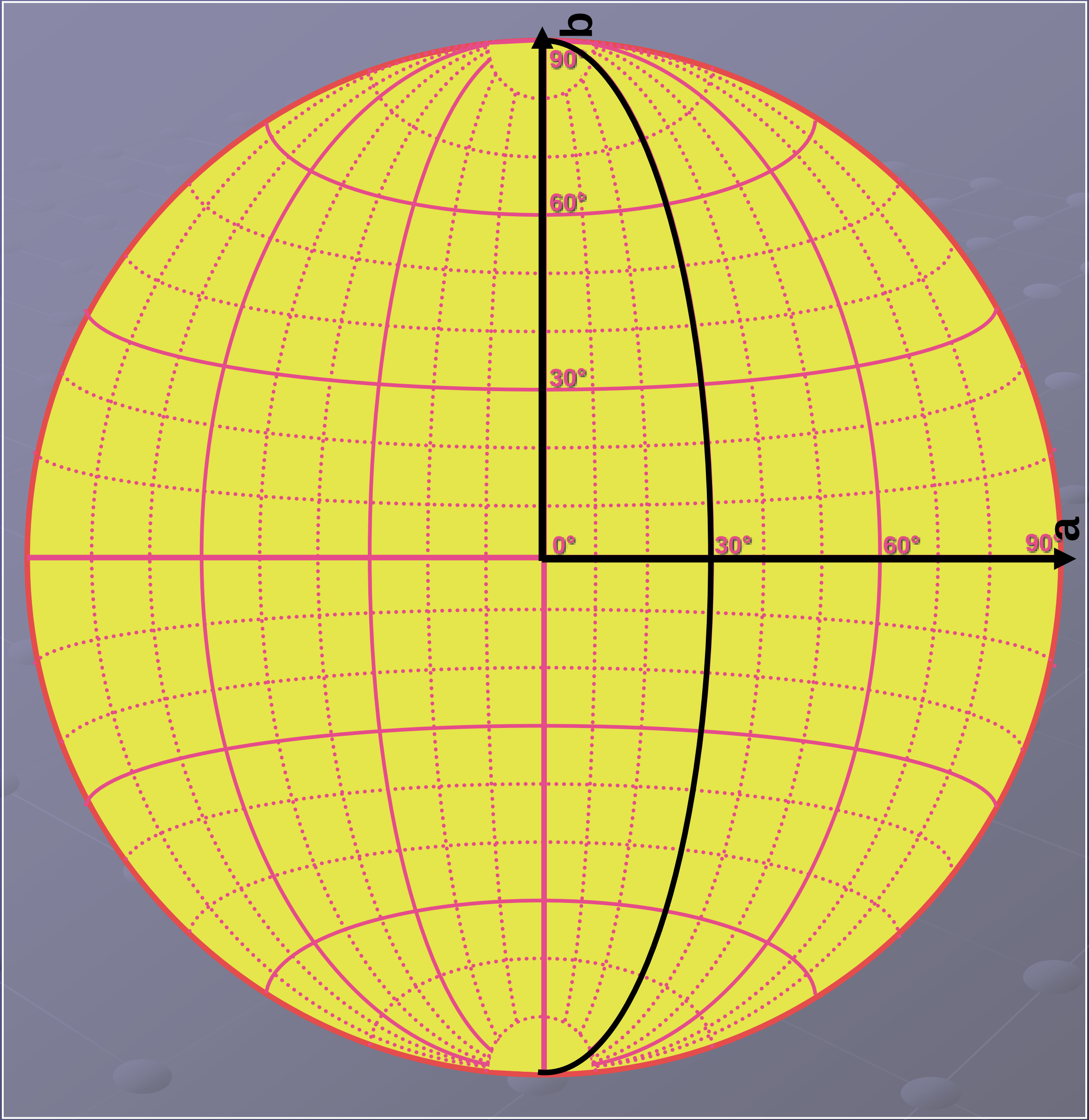

**Τα επίπεδα προβάλλονται πάντα σε μεγάλους κύκλους.**

**Ένα επίπεδο κάθετο στον άξονα c (τον κατακόρυφο) προβάλλεται στον μεγαλύτερο κύκλο που περιβάλλει το δίκτυο Wulf.**

**Το ίχνος μιας ευθείας κάθετης προς ένα επίπεδο προβάλλεται σε απόσταση 90° μετρώντας πάνω στον οριζόντιο άξονα και αφού ταυτίσουμε το επίπεδο με έναν μεγάλο κύκλο.**

**Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο που είναι 30° από τον κατακόρυφο άξονα και το ίχνος του. Το επίπεδο είναι παράλληλο στον a.**

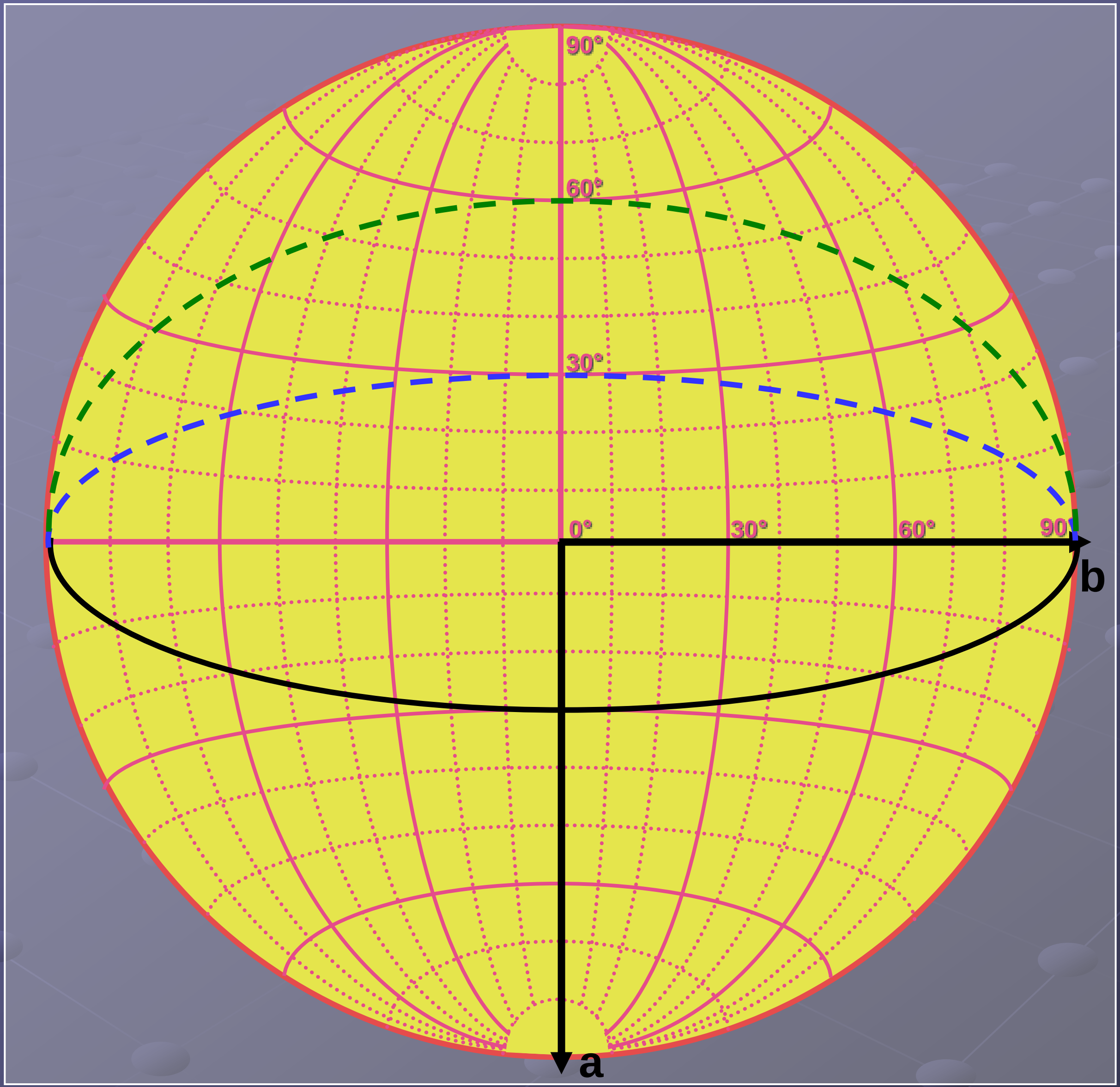
# Πως προβάλλουμε ένα επίπεδο (2)




**Για να προβάλλουμε ένα επίπεδο που είναι 30° από τον κατακόρυφο άξονα και παράλληλο στον άξονα b ενεργούμε ώς εξής:**

**Περιστρέφουμε το διαφανές κατά 90° προς την θετική κατεύθυνση και γράφουμε το επίπεδο πάνω στον μεγάλο κύκλο των 30°**

# Πως προβάλλουμε ένα επίπεδο (3)

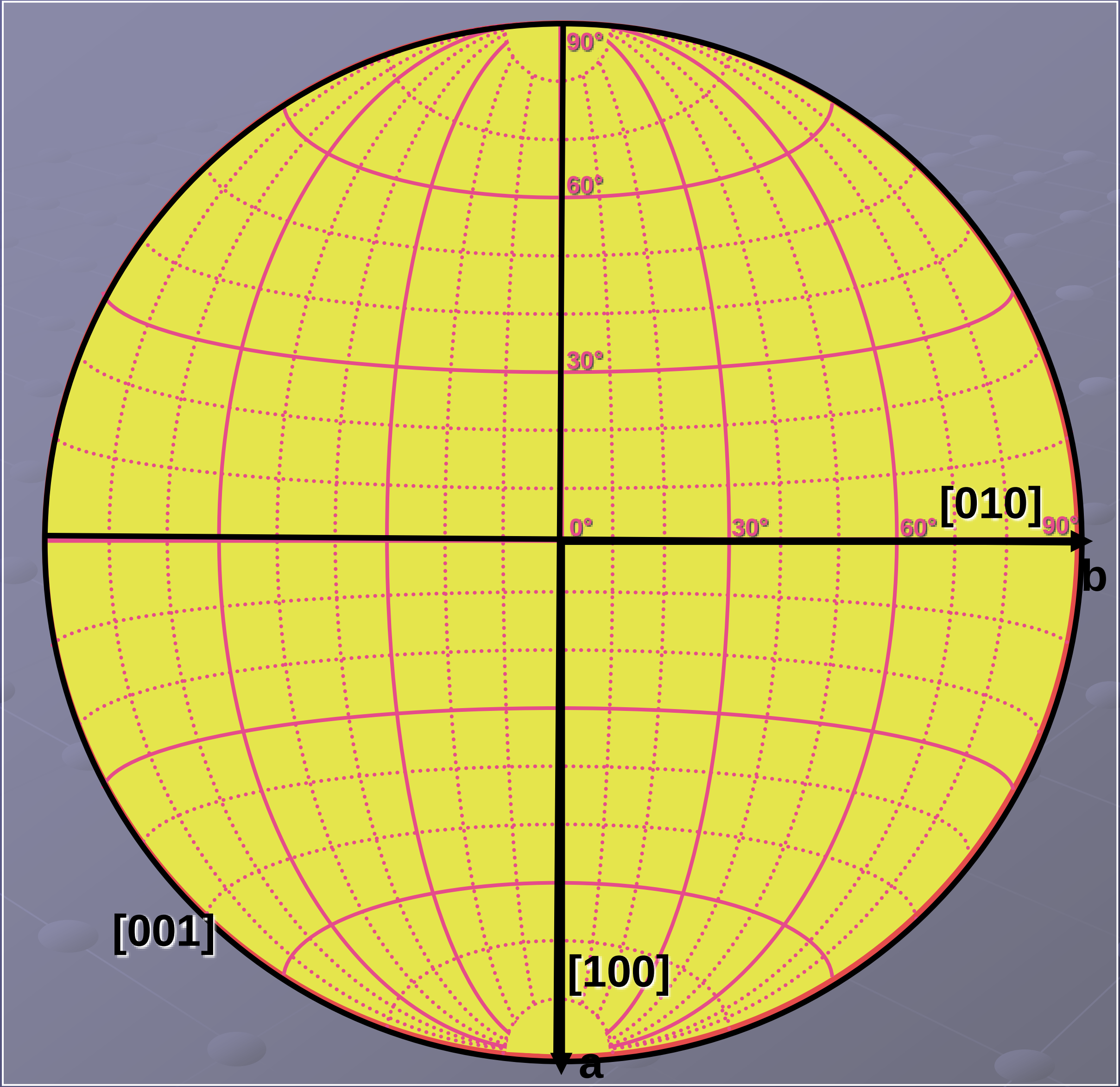


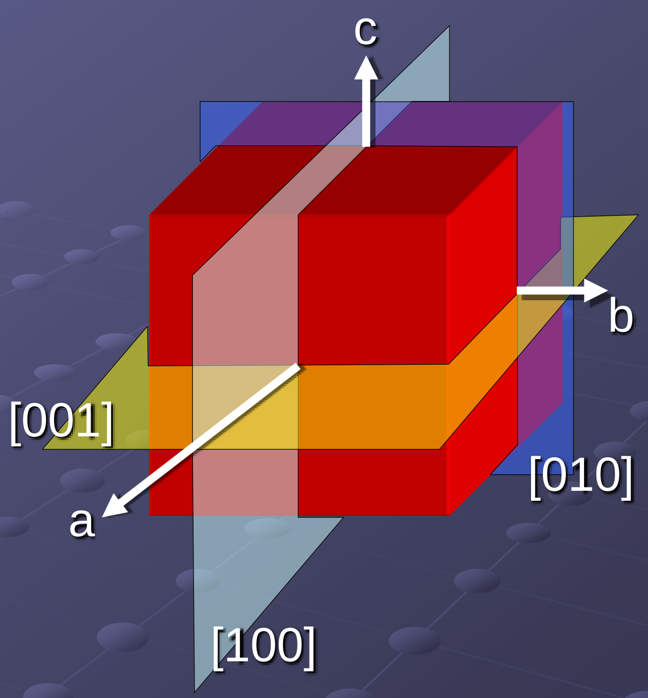

Επιστρέφουμε στην αρχική θέση.

Ένα συμμετρικό επίπεδο με κλίση -30° προβάλλεται συμμετρικά ως προς τον άξονα b κατά 30° και πάλι (τόξο με μπλέ διακεκομμένη γραμμή).

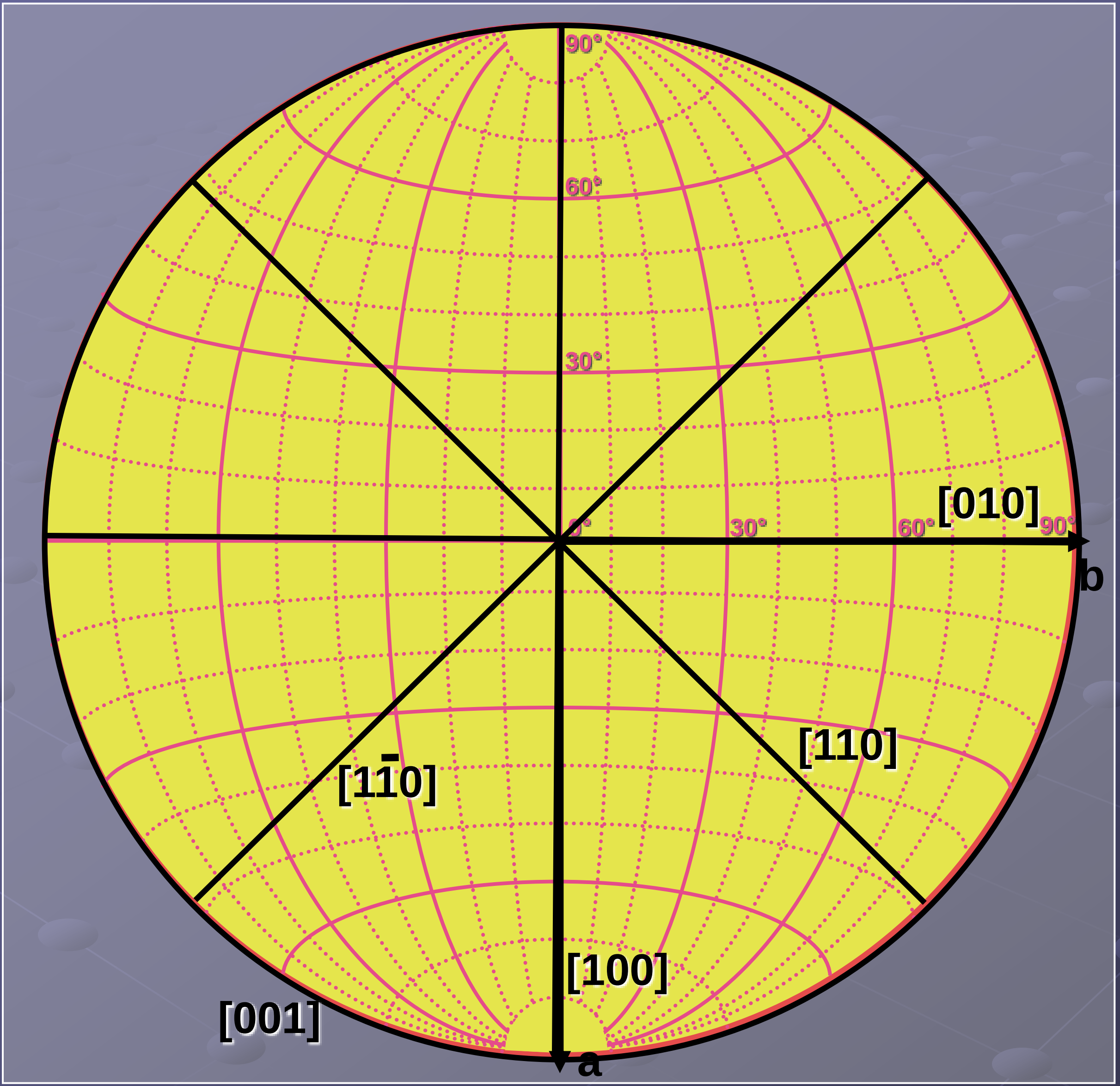
Ένα κάθετο προς αυτό επίπεδο προβάλλεται σε απόσταση 90° μετρώντας πάνω σε έναν άξονα (πράσινη διακεκομμένη γραμμή).

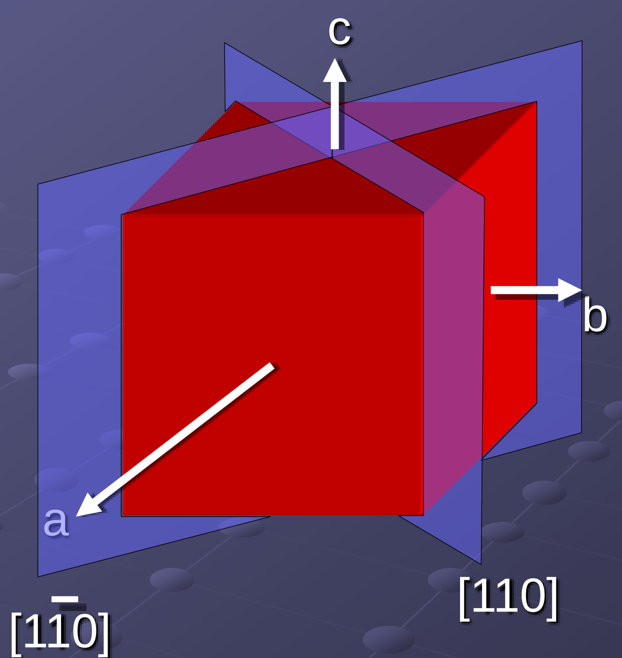
# Προβολή του κύβου (1)



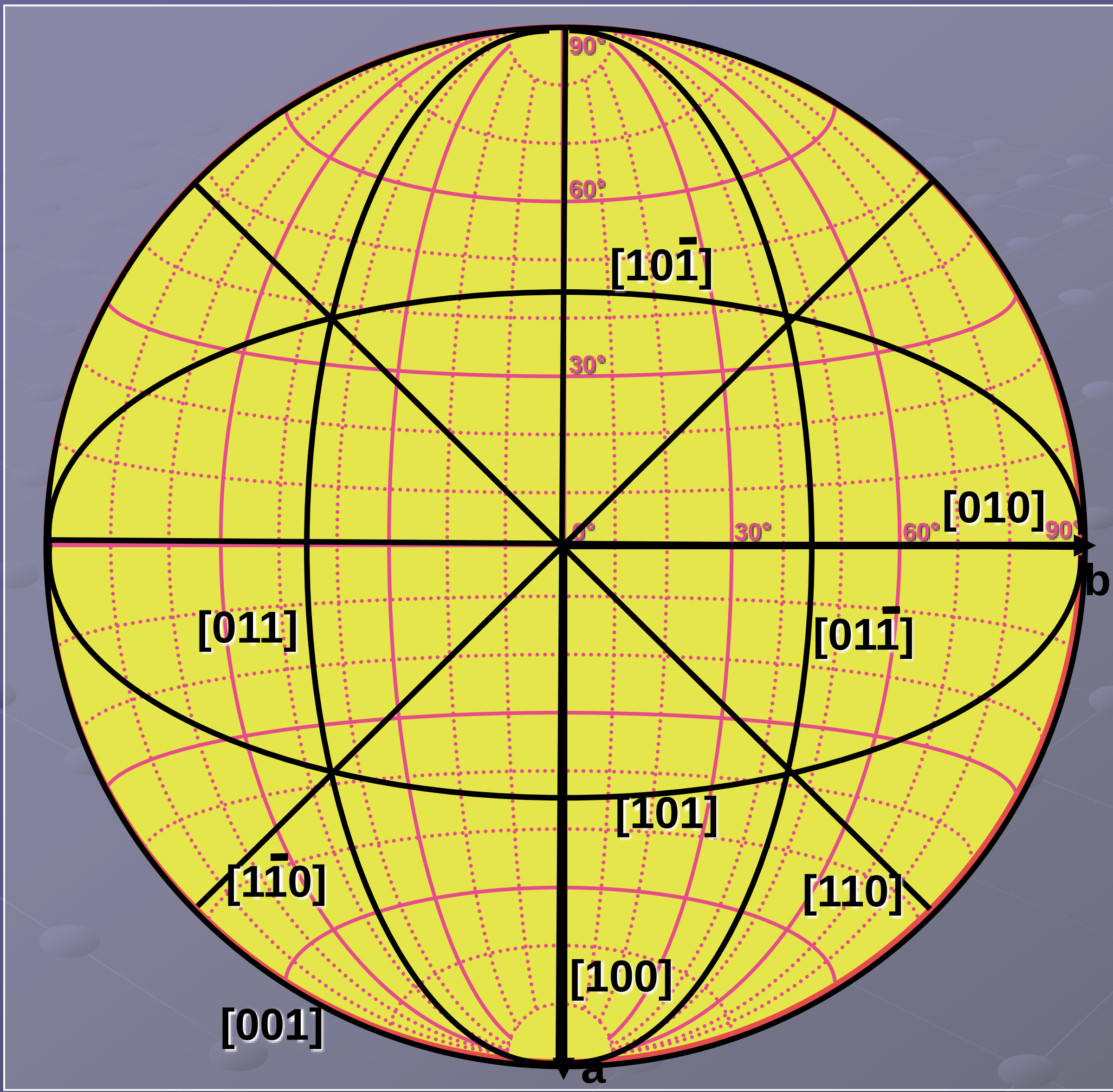



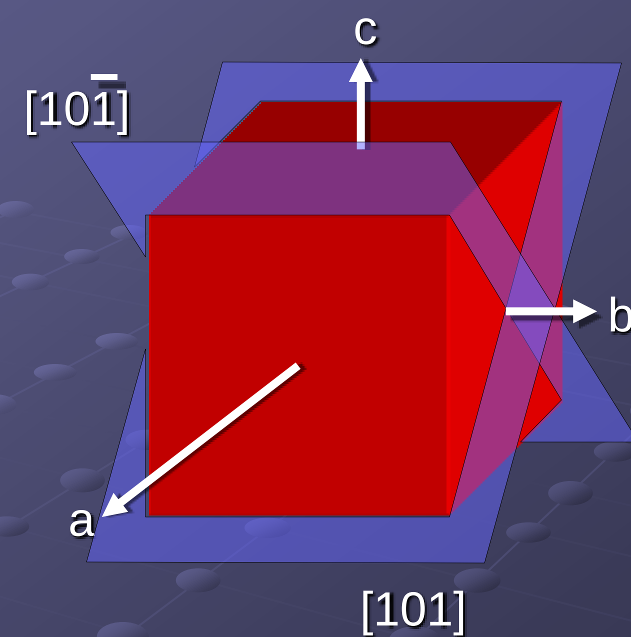
# Προβολή του κύβου (2)



# Προβολή του κύβου (3)

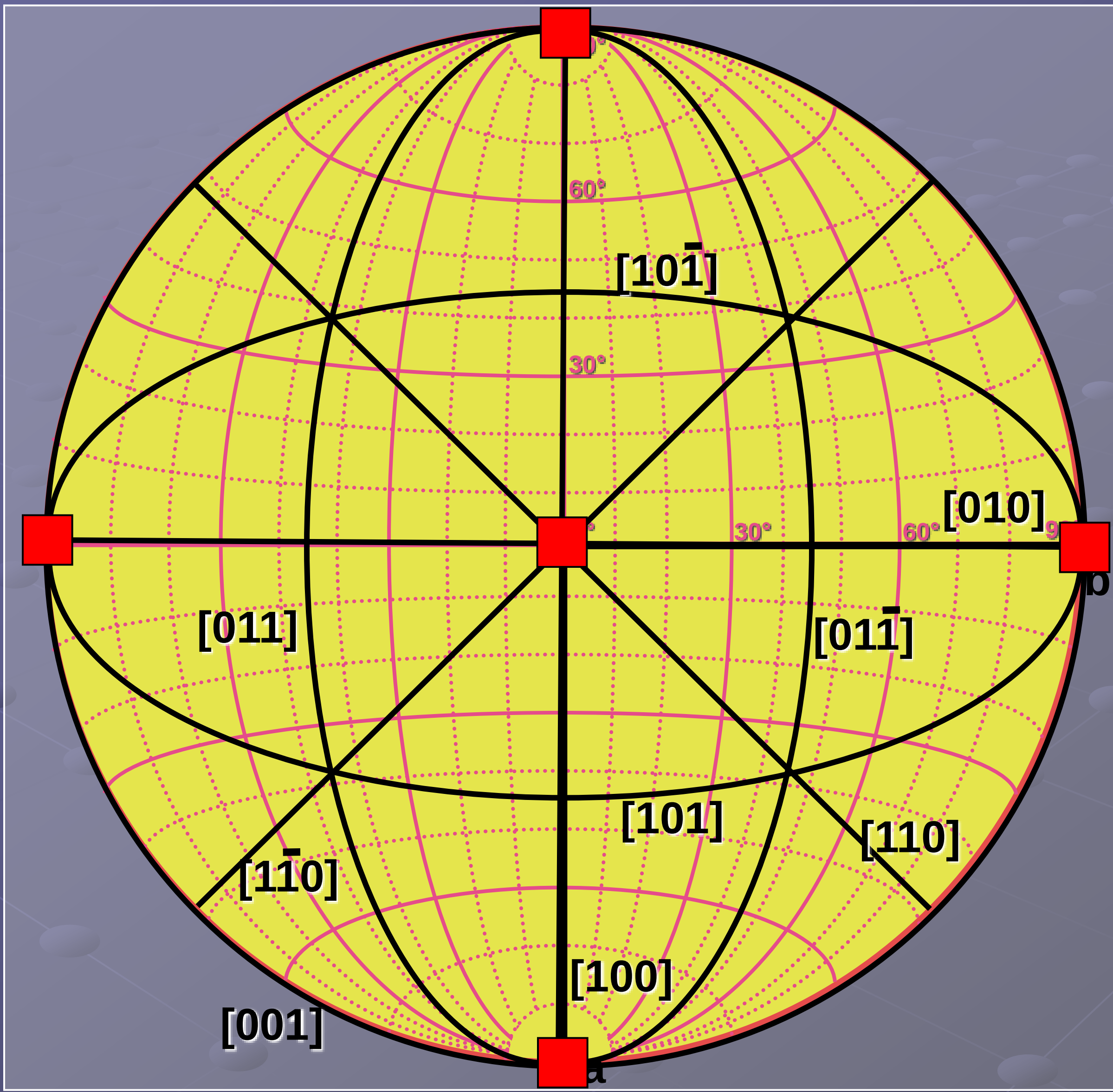


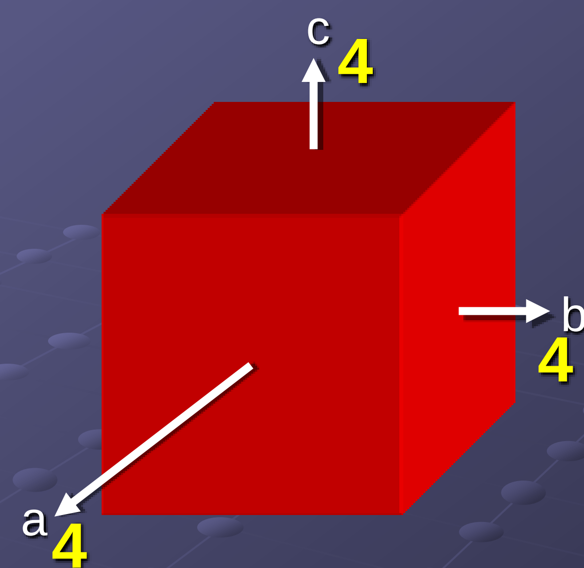




… καθώς και τα διαγώνια επίπεδα συμμετρίας από τις άλλες ακμές:

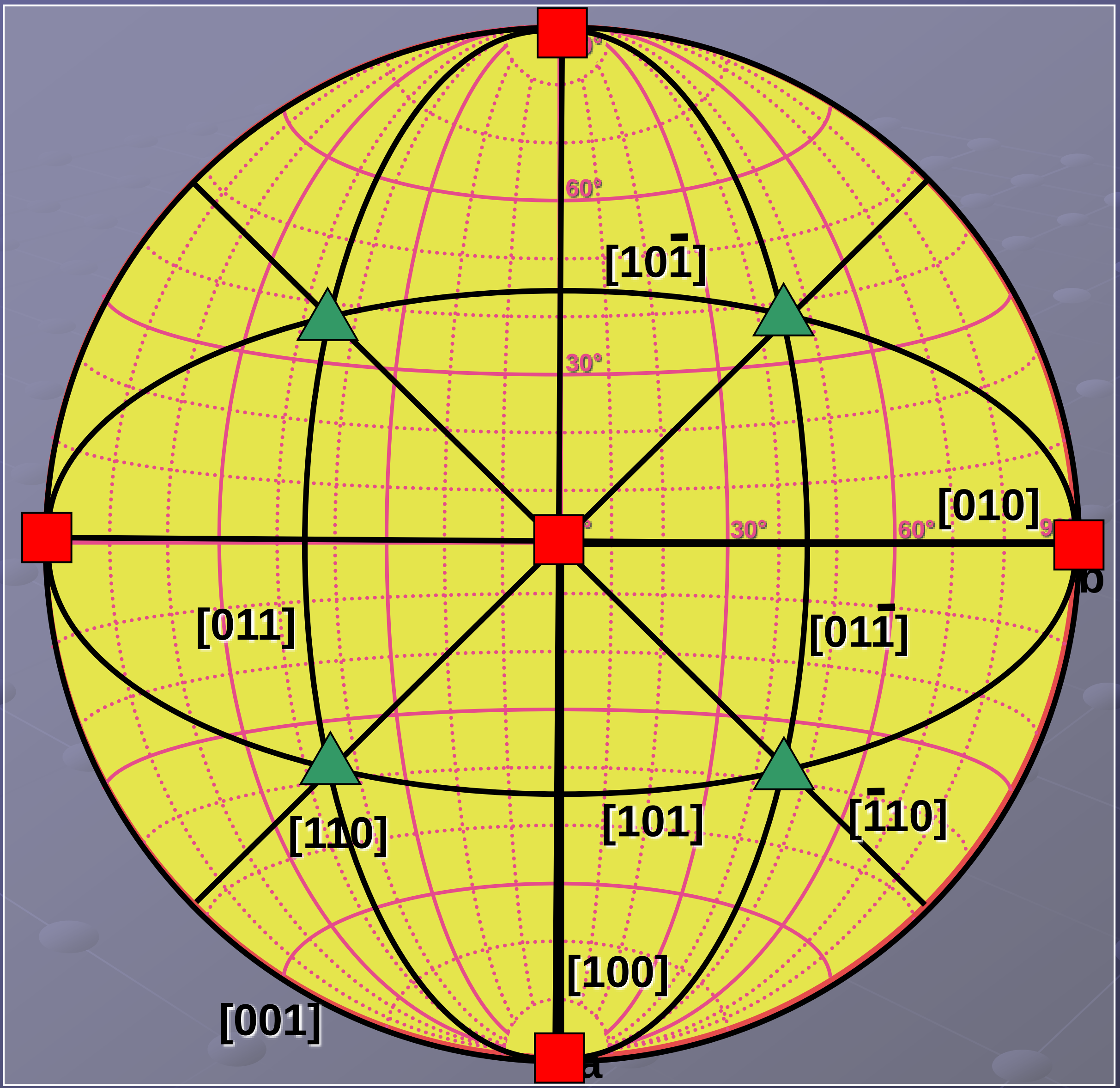
$[01\bar{1}]$ για το / και
[011] για το \

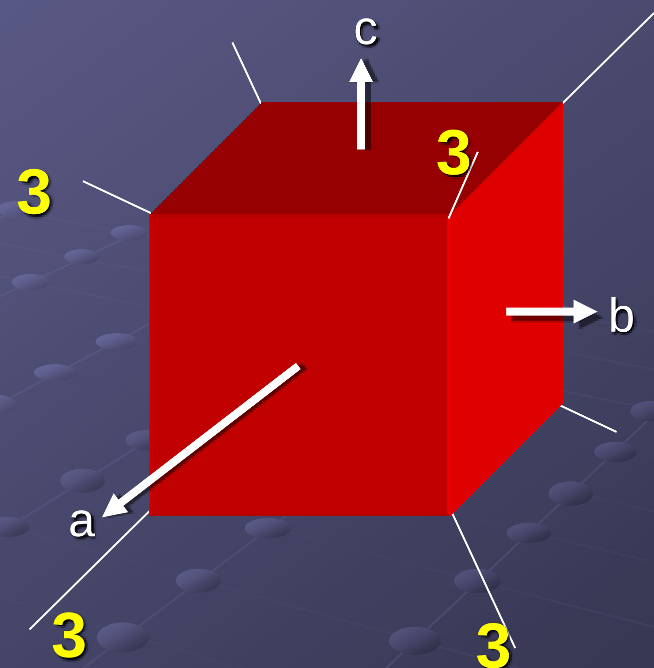
# Προβολή του κύβου: Άξονες 4ης



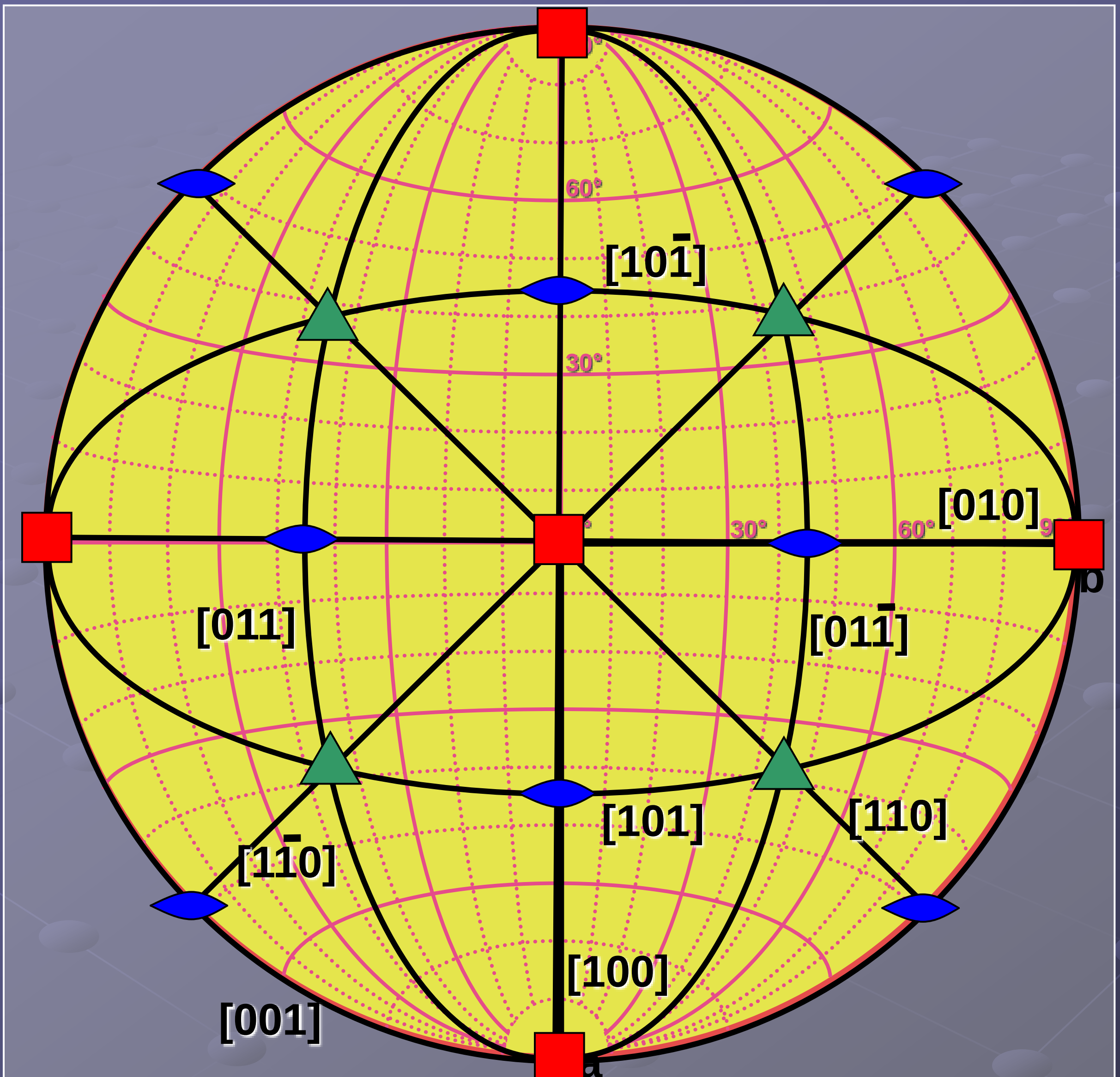



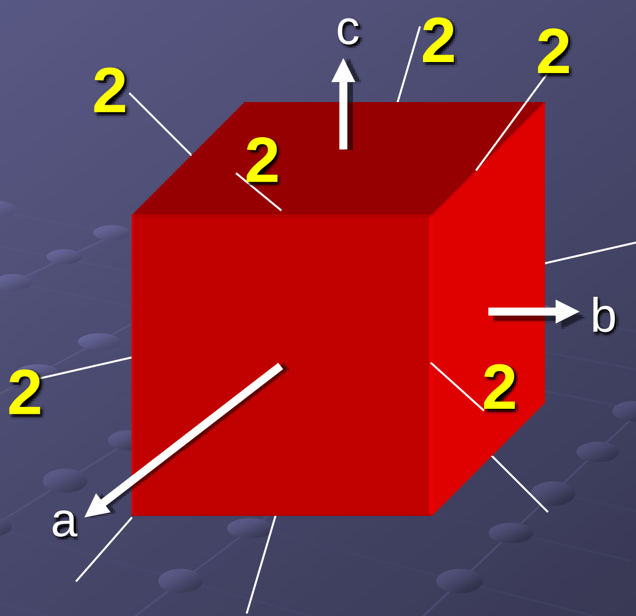
# Προβολή του κύβου: Άξονες 3ης



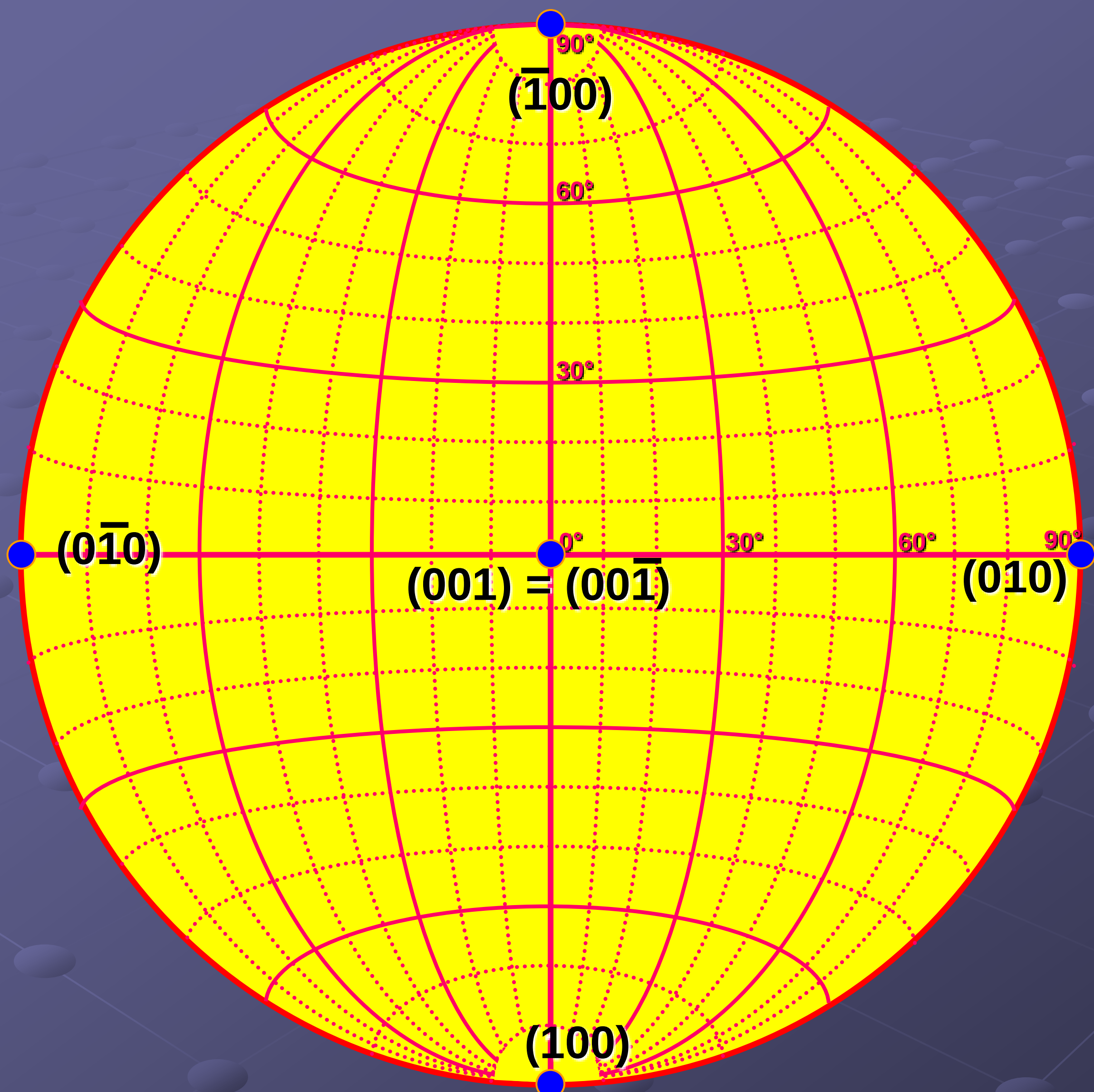



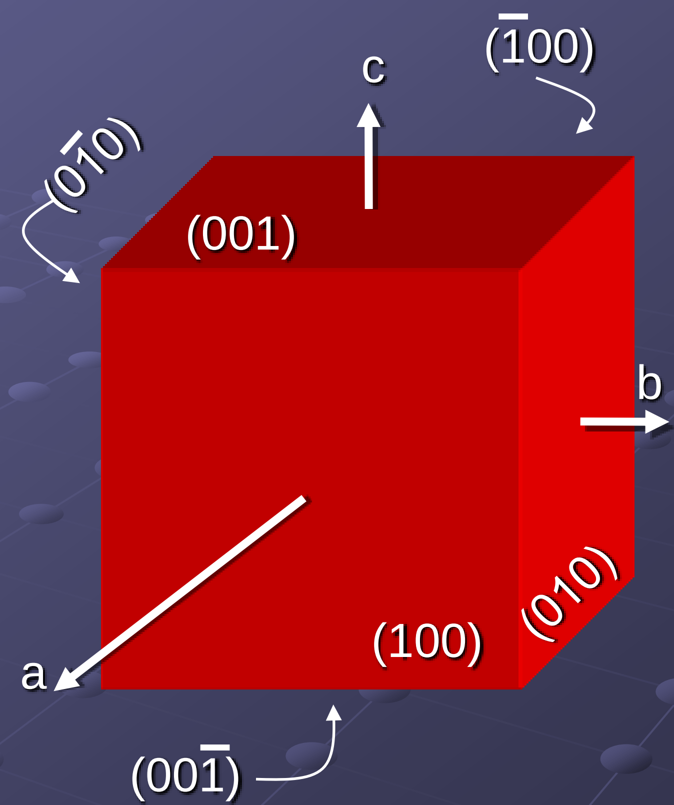
# Προβολή του κύβου: Άξονες 2ας



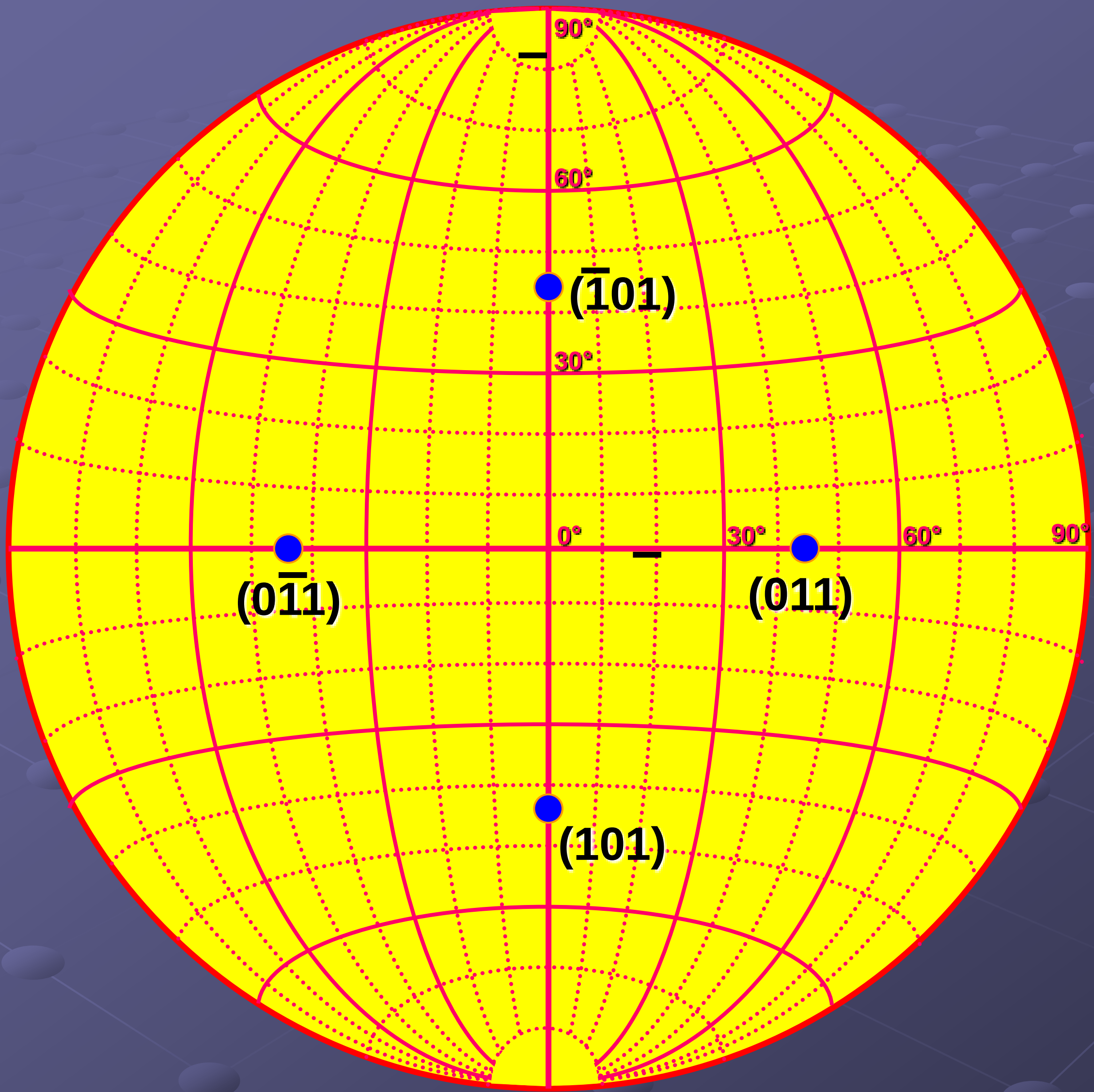
# Προβολή του κύβου (6εδρο): Έδρες

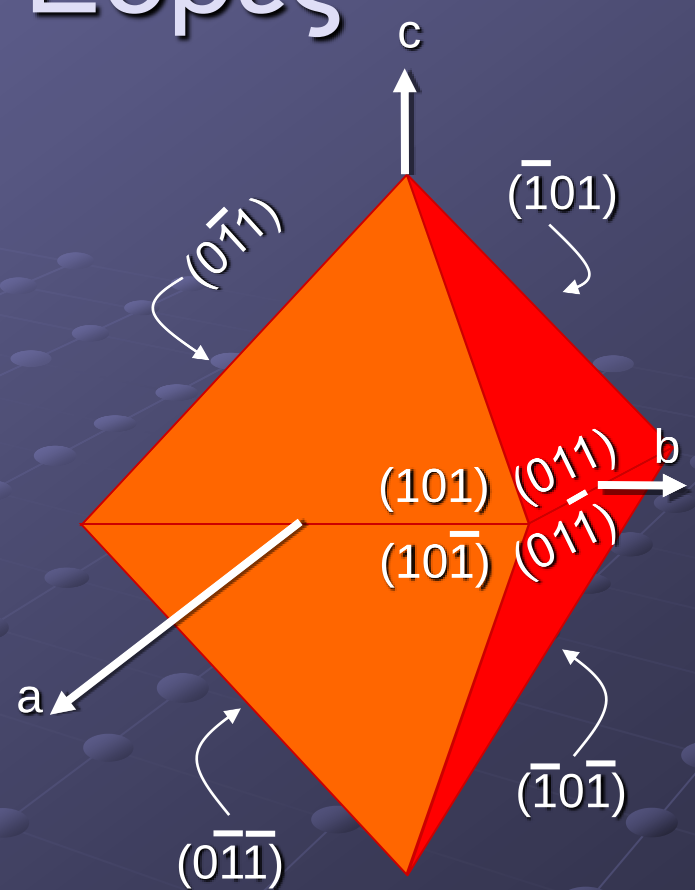


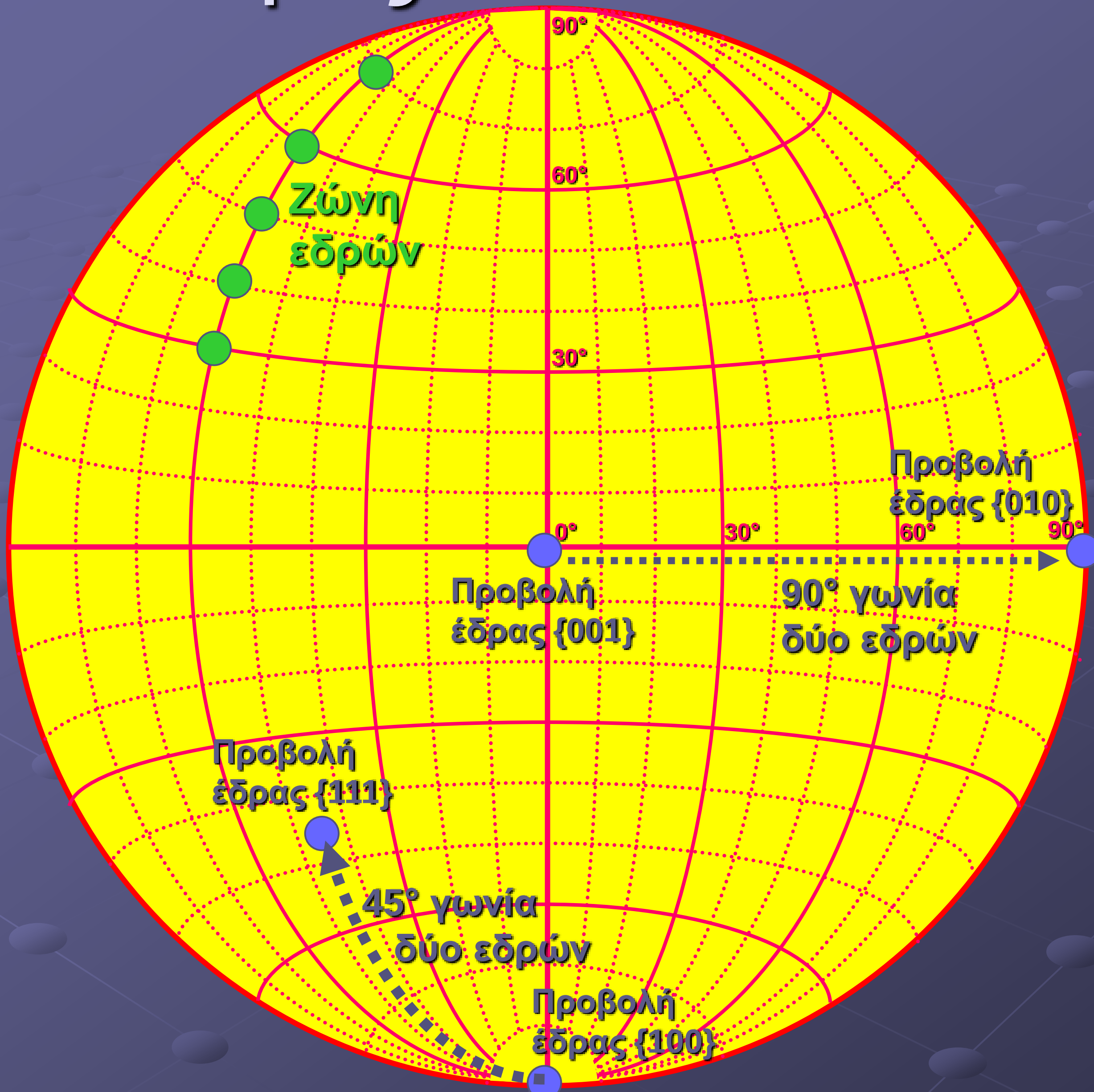

Οι έδρες προβάλλονται σαν σημεία γιατί ουσιαστικά προβάλλουμε τα ίχνη των ευθειών που ξεκινάνε από το κέντρο και κατευθύνονται κάθετα προς αυτές.

# Προβολή του 8εδρου: Έδρες



# Ιδιότητες του δικτύου Wulf




1. Όταν προβολές εδρών ανήκουν πάνω στον ίδιο κύκλο τότε οι έδρες αποτελούν ζώνη εδρών (τα επίπεδά τους είναι κάθετα προς το επίπεδο που ορίζουν τα σημεία προβολή τους)
2. Στο δίκτυο Wulf μπορούμε να διαβάσουμε απευθείας την γωνία μεταξύ δύο εδρών
3. Επίσης να δούμε έδρες που ανήκουν σε μία ζώνη
4. Να διακρίνουμε στοιχεία συμμετρίας

# Διδυμία

Ηλίας Χατζηθεοδωρίδης
2006

# Διδυμία
# Δίδυμοι κρύσταλλοι

- Διδυμία: για κρυστάλλους της ίδιας χημικής σύστασης
- Επιταξία: για κρυστάλλους διαφορετικής χημικής σύστασης (πρέπει να έχουν όμοια εσωτερική δομή)
- Η Διδυμία αναπτύσσεται κατά ένα υπαρκτό επίπεδο (hkl) του κρυστάλλου

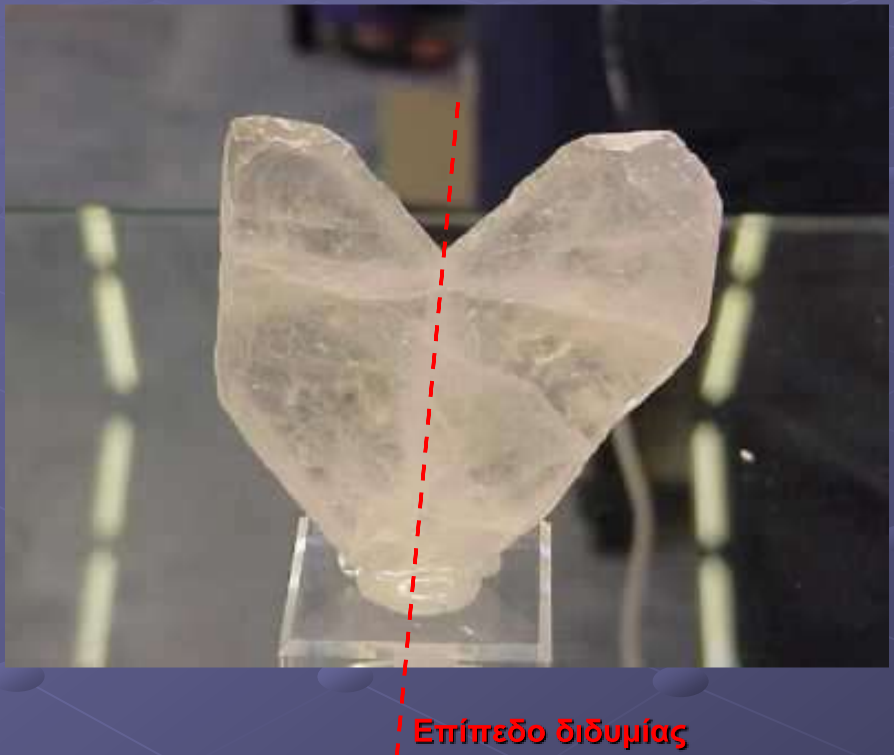
# Διδυμία Karlsbad

- Γίνεται κατά το επίπεδο (100)
- Παρατηρείται στους κρυστάλλους των αστρίων
- Έχει άξονα συμετρίας την ακμή {001}
- Δύο κρύσταλλοι ενώνονται μετά από την περιστροφή του ενός κατά 180°
- Φαίνεται εύκολα στο οπτικό μικροσκόπιο μια και παρουσιάζουν κατάσβεση σε διαφορετικές γωνίες (περιστροφή κατά 180°)

# Πολυδυμία

- Πολλαπλές διδυμίες μεταξύ περισσότερων των δύο κρυστάλλων
- Χαρακτηριστικές για τον αλβίτη (νόμος αλβίτη) –πλαγιόκλαστα

# Άλλα είδη διδυμίας




**Διδυμία επαφής**
Ταυτόχρονος σχηματισμός της επιφάνειας διδυμίας και για τους δύο ή περισσότερους κρυστάλλους

**Διεισδυτική Διδυμία**
Ανώμαλα όρια στα επίπεδα διδυμίας

# Παραδείγματα δίδυμων κρυστάλλων

Χαλαζίας

Δίδυμοι ασβεστίτη

# Διδυμία Βραζιλίας

- Δύο εναντιόμορφοι κρύσταλλοι ενώνονται σε ένα δίδυμο
- Π.χ. ο χαλαζίας είναι ορυκτό της φύσης που συχνά παρουσιάζει εναντιομορφία
  - Αριστερόστροφη δομή → κατοπτρική της →
  - Δεξιόστροφης δομής
- Παράδειγμα, τα δυό μας χέρια όταν τα κοιτάμε μαζί
- Η εναντιομορφία είναι σημαντική στην φύση, ειδικά στα οργανικά μόρια ζωντανών οργανισμών όπου πάντα είναι