



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek  
Mineraloško-petrografski zavod



---

# PREGLED KRISTALNIH RAZREDA (KLASA) PO KRISTALNIM SUSTAVIMA

Mineralogija (ZOK)

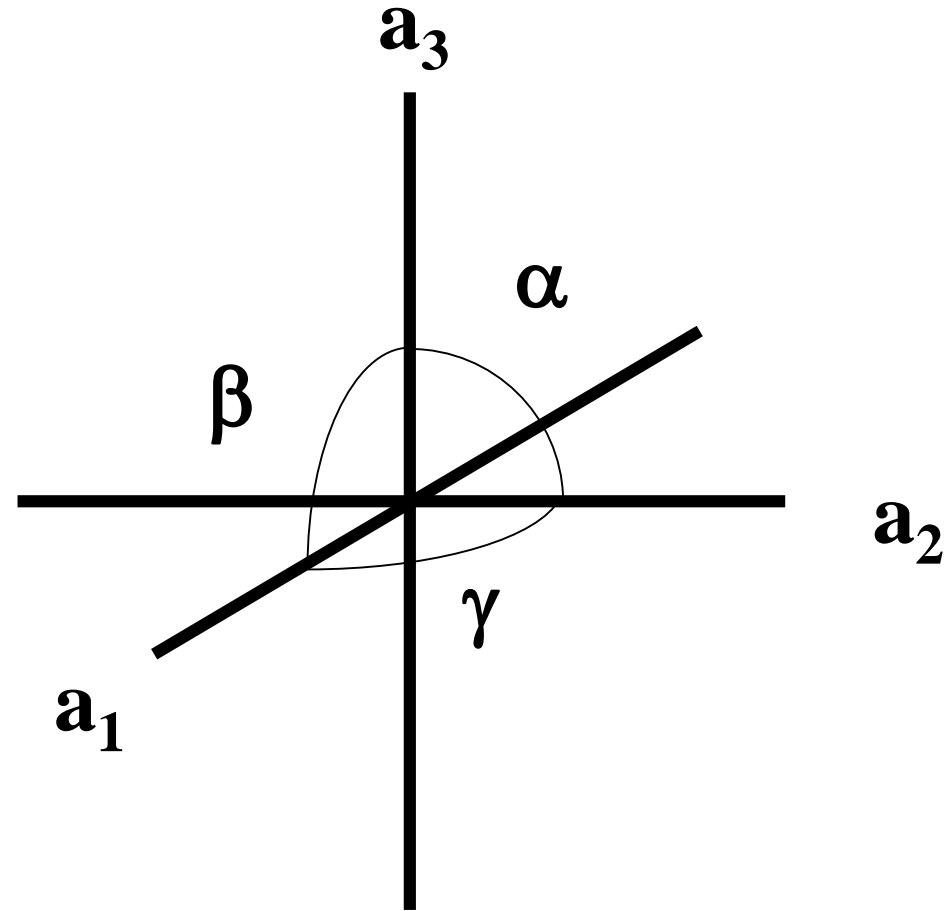
Prof. dr. sc. Nenad Tomašić

# KUBIČNI SUSTAV

$$a_1 = a_2 = a_3$$

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

Simetrijsko obilježje:  $4L^3$



# Kristalni razredi u kubičnom sustavu

## 1. Holoedrija kubičnog sustava

Heksakisoktaedarska klasa

$O_h$   $4/m \bar{3} 2/m$

## 2. Giroedarska hemiedrija kubičnog sustava

Pentagonska ikositetraedarska klasa

$O$   $432$

## 3. Pentagonska hemiedrija kubičnog sustava

Disdodekaedarska klasa

$T_h$   $2/m \bar{3}$

# Kristalni razredi u kubičnom sustavu

## 4. Tetraedarska hemiedrija kubičnog sustava

Heksakistetraedarska klasa

$T_d$   $\bar{4}3m$

## 5. Tetartoedrija kubičnog sustava

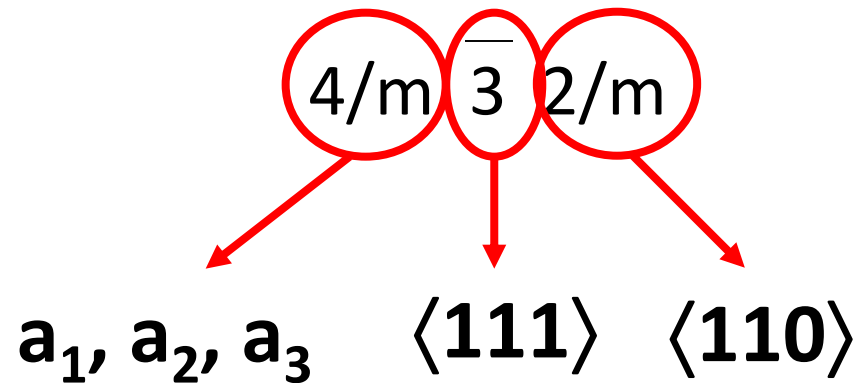
Tetraedarska pentagonsko dodekaedarska klasa

$T$   $23$

# Holoedrija kubičnog sustava

## Heksakisoktaedarska klasa

$O_h$



Elementi simetrije:

$3L^4, 4L^3, 6L^2, 3P_g, 6P_s, c$

# ORIJENTACIJA KRISTALA

1. Pronaći tetragire
2. Jednu tetragiru usmjeriti vertikalno  
→ os  $a_3$
3. Drugu tetragiru usmjeriti prema promatraču  
→ os  $a_1$
4. Treća tetragira ide paralelno s promatračem  
→ os  $a_2$

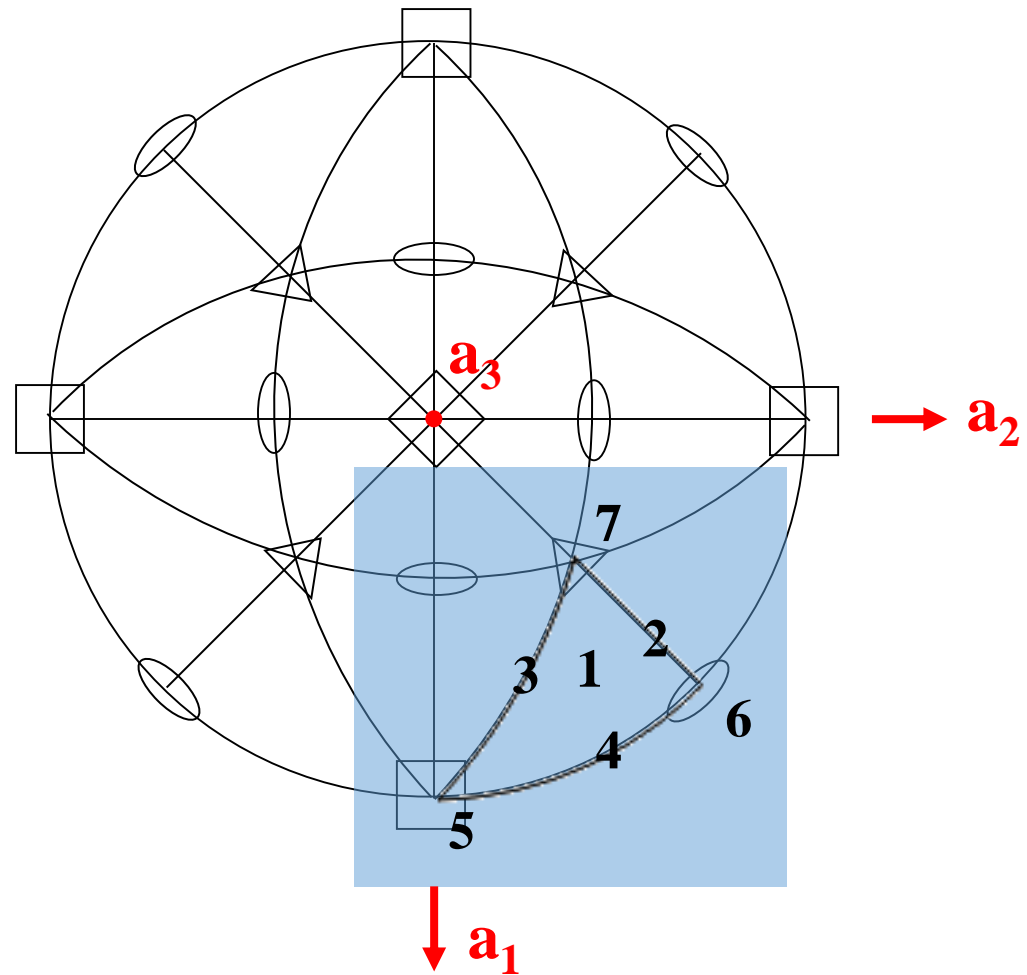
# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

1. Iscrtati osnovnu kružnicu (postoji horizontalna ravnina → puna linija)
2. Ucrtati elemente simetrije (ravnine i osi simetrije)
3. Ucrtati plohe

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

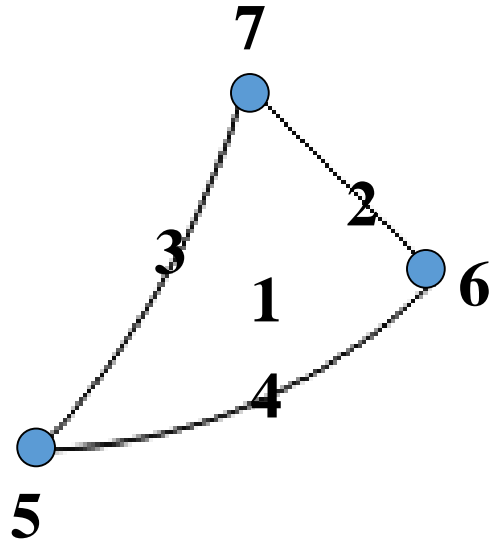
$4/m\bar{3}2/m$

$O_h$





# Forme



1.  $ma_1:na_2:pa_3$   $\{hkl\}$  – 48 pl. – heksakisoktaedar ( $h>k>l$ )
2.  $ma_1:ma_2:pa_3$   $\{hhl\}$  – 24 pl. – trisoktaedar ( $h>l$ )
3.  $ma_1:na_2:na_3$   $\{hll\}$  – 24 pl. – deltoidski ikositetraedar ( $h>l$ )
4.  $ma_1:na_2:\infty a_3$   $\{hk0\}$  – 24 pl. – tetrakisheksaedar ( $h>k$ )
5.  $a_1:\infty a_2:\infty a_3$   $\{100\}$  – 6 pl. – heksaedar
6.  $a_1:a_2:\infty a_3$   $\{110\}$  – 12 pl. – rompski dodekaedar
7.  $a_1:a_2:a_3$   $\{111\}$  – 8 pl. – oktaedar

# Minerali koji kristaliziraju u klasi $4/m\bar{3}2/m$

halit  $\text{NaCl}$

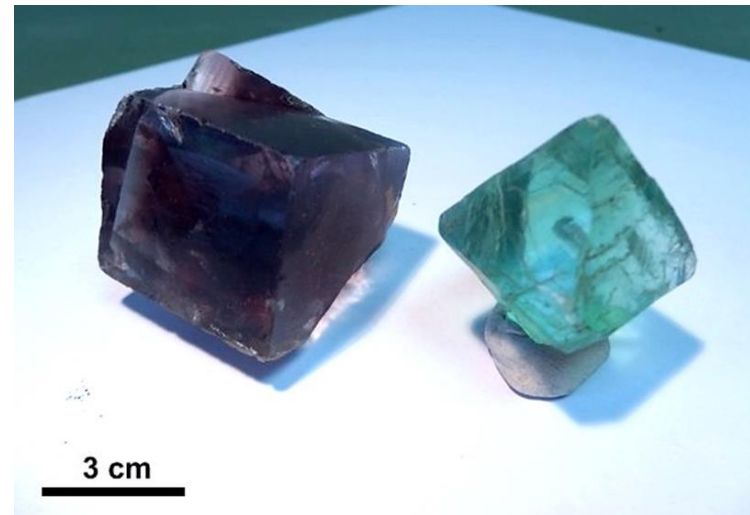
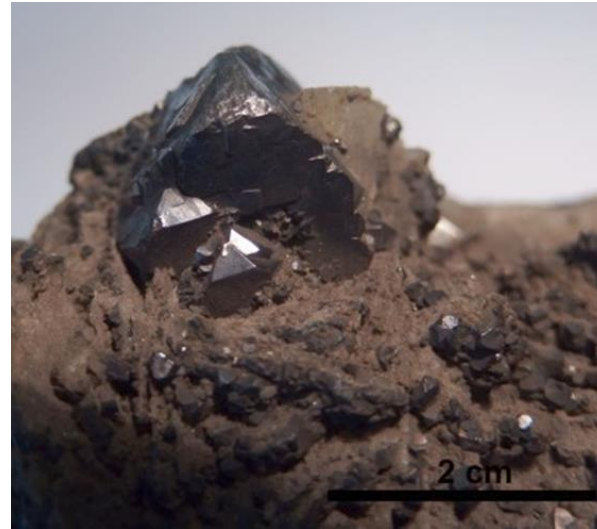
granati

spinel

galenit  $\text{PbS}$

fluorit  $\text{CaF}_2$

zlato, srebro, bakar



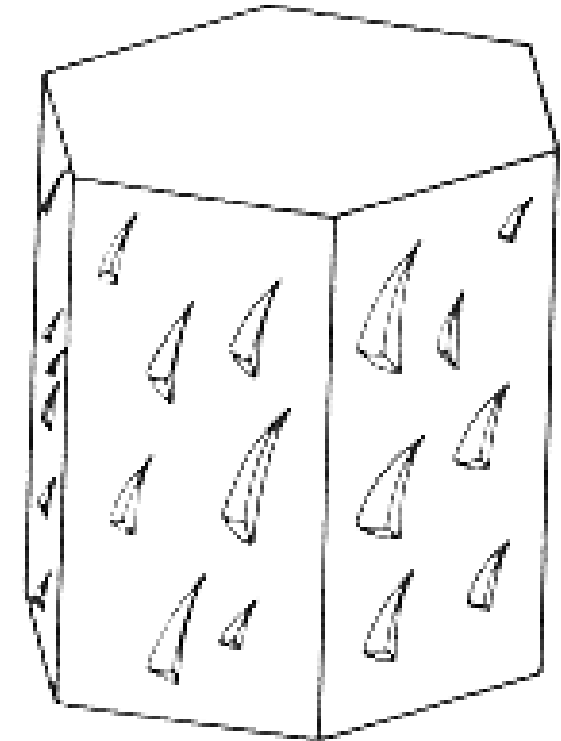
# Komplementarne forme (likovi)

## pozitivne-negativne; lijeve-desne

- uslijed iščezavanja elemenata simetrije smanjuje se i broj ekvivalentnih ploha → umjesto forme iz klase s višim stupnjem simetrije moguće su dvije forme, koje su dopunjuju u formu iz koje su nastale – **komplementarne forme**
- **pozitivne i negativne** – dvije forme se zakretanjem može dovesti do potpunog preklapanja, međusobno su potpuno jednake, samo se razlikuju po odnosu ploha prema kristalografskim osima
- **lijeve i desne** – dvije forme se zakretanjem ne može dovesti do preklapanja - **enantiomorfne forme**

# Pseudoforme

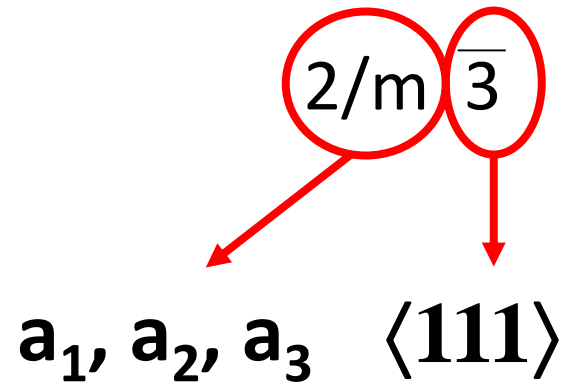
- manji broj elemenata simetrije može poneke plohe ponoviti na jednaki način kao ih je ponovio i veći broj elemenata
- nastaju pseudoforme koje su geometrijski iste onima iz hloedrije, ali su kristalografski različite, jer je njihova prava simetrija zapravo niža, što se može razabrati iz **prutanja, izjedina, fizičkih svojstava**



# Pentagonska hemiedrija

## Disdodekaedarska klasa

$T_h$



Elementi simetrije:

$3L^2, 4L^3, 3P_g, C$

# ORIJENTACIJA KRISTALA

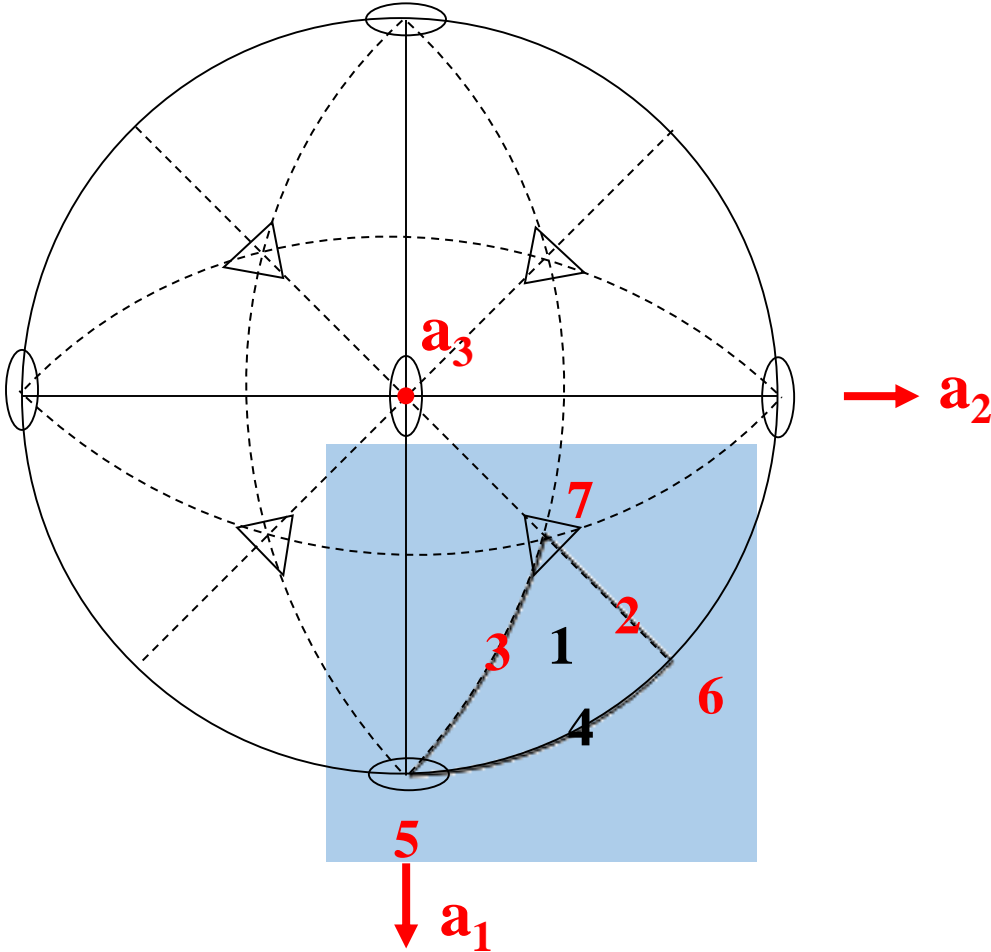
1. Pronaći digire
2. Jednu digiru usmjeriti vertikalno  
→ os  $a_3$
3. Drugu digiru usmjeriti prema promatraču  
→ os  $a_1$
4. Treća digira ide paralelno s promatračem  
→ os  $a_2$

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

1. Iscrtati osnovnu kružnicu (postoji horizontalna ravnina → puna linija)
2. Ucrtati elemente simetrije (ravnine i osi simetrije)
3. Ucrtati plohe

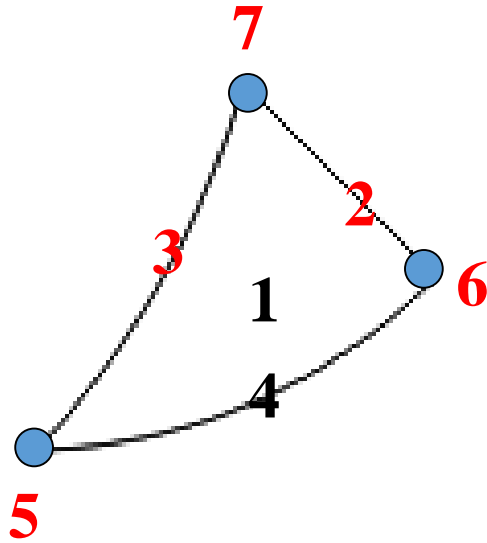
# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

**$2/m\bar{3}$   $T_h$**





# Forme



2, 3, 5, 6, 7 → PSEUDOFORME

1.  $ma_1:na_2:pa_3$  {hkl} – 24 pl. – disdodekaedar ( $h>k>l$ )
2.  $ma_1:ma_2:pa_3$  {hhl} – 24 pl. – trisoktaedar ( $h>l$ )
3.  $ma_1:na_2:na_3$  {hll} – 24 pl. – deltoidski ikositetraedar ( $h>l$ )
4.  $ma_1:na_2:\infty a_3$  {hk0} – 12 pl. – pentagonski dodekaedar ( $h>k$ )
5.  $a_1:\infty a_2:\infty a_3$  {100} – 6 pl. – heksaedar
6.  $a_1:a_2:\infty a_3$  {110} – 12 pl. – rompski dodekaedar
7.  $a_1:a_2:a_3$  {111} – 8 pl. – oktaedar

# Minerali koji kristaliziraju u klasi $2/m\bar{3}$

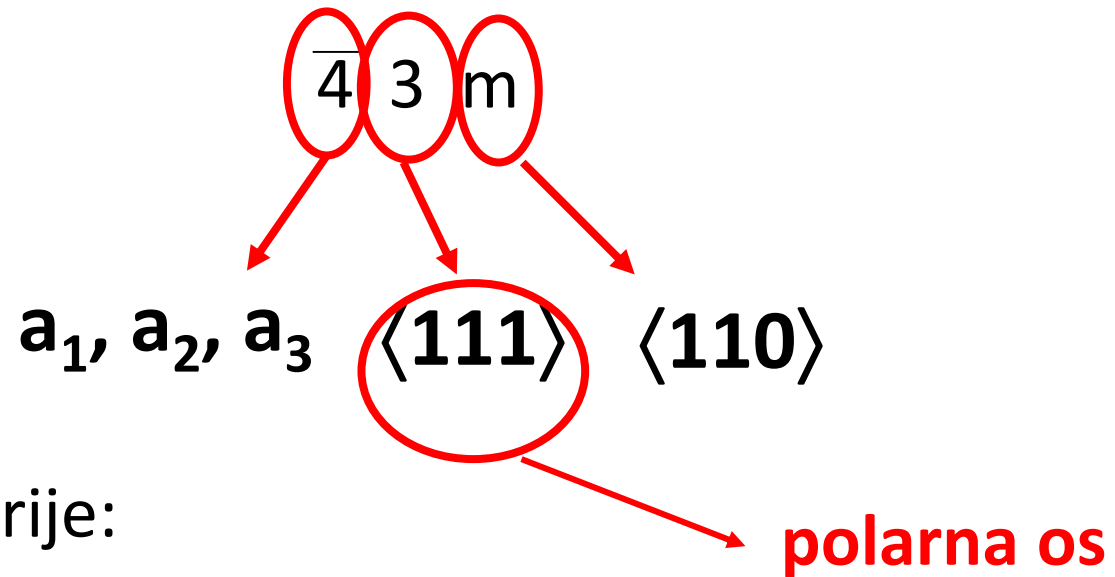
pirit  $\text{FeS}_2$



# Tetraedarska hemiedrija

## Heksakistetradarska klasa

$T_d$



Elementi simetrije:

$$3L_{(4)}^2, 4L_{(p)}^3, 6P_s$$

# ORIJENTACIJA KRISTALA

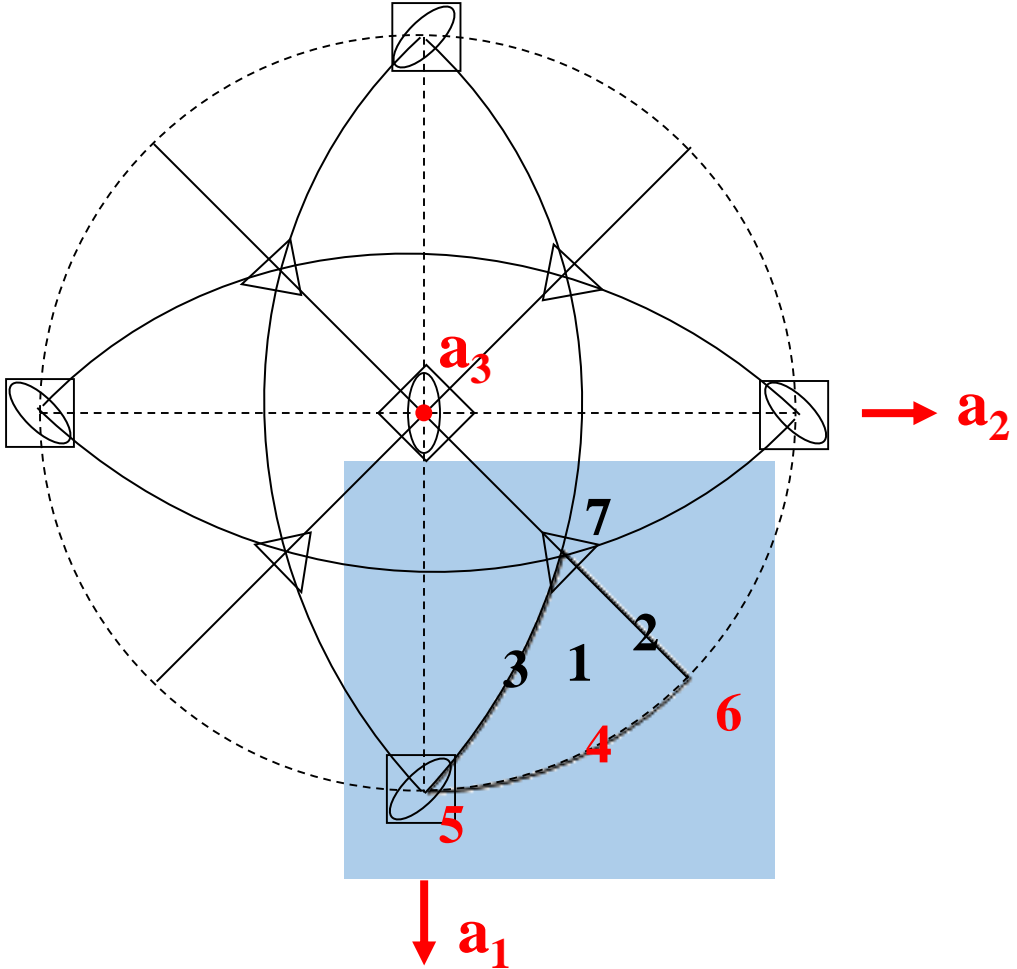
1. Pronaći rotoinverzne tetragire
2. Jednu rotoinverznu tetragiru usmjeriti vertikalno  
→ os  $a_3$
3. Drugu rotoinverznu tetragiru usmjeriti prema promatraču  
→ os  $a_1$
4. Treća rotoinverzna tetragira ide paralelno s promatračem  
→ os  $a_2$

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

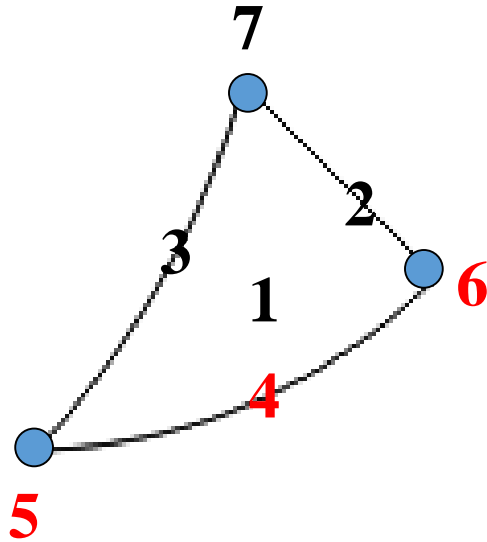
1. Iscrtati osnovnu kružnicu (NE postoji horizontalna ravnina → isprekidana linija)
2. Ucrtati elemente simetrije (ravnine i osi simetrije)
3. Ucrtati plohe

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

$\overline{43m}$   $T_d$



# Forme



4, 5, 6 → PSEUDOFORME

1.  $ma_1:na_2:pa_3$   $\{hkl\}$  – 24 pl. – heksakistetraedar ( $h>k>l$ )
2.  $ma_1:ma_2:pa_3$   $\{hhl\}$  – 12 pl. – deltoidski dodekaedar ( $h>l$ )
3.  $ma_1:na_2:na_3$   $\{hll\}$  – 12 pl. – tristetraedar ( $h>l$ )
4.  $ma_1:na_2:\infty a_3$   $\{hk0\}$  – 24 pl. – tetrakisheksaedar ( $h>k$ )
5.  $a_1:\infty a_2:\infty a_3$   $\{100\}$  – 6 pl. – heksaedar
6.  $a_1:a_2:\infty a_3$   $\{110\}$  – 12 pl. – rompski dodekaedar
7.  $a_1:a_2:a_3$   $\{111\}$  – 4 pl. – tetraedar

# Minerali koji kristaliziraju u klasi $\overline{4} 3 m$

sfalerit ZnS

tetraedrit  $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$





# Pozitivne i negativne forme

$2/m\bar{3}$

$h > k$

1.  $\{hkl\}$ - 24 - disdodekaedar (+)  
 $\{khl\}$ - 24 - disdodekaedar (-)
4.  $\{hk0\}$  – 12 –pentagonski dodekaedar (+)  
 $\{kh0\}$  – 12 –pentagonski dodekaedar (-)

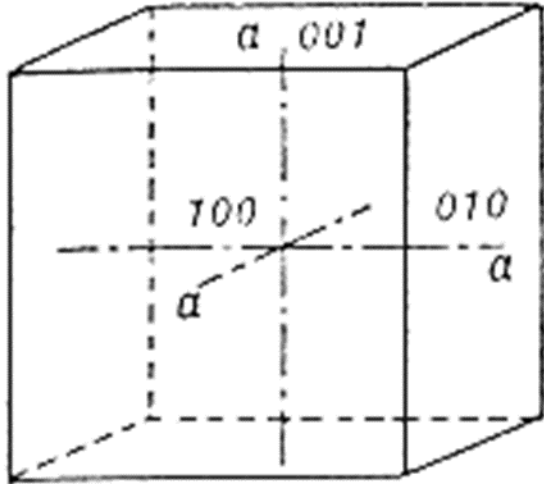
## $\bar{4}3m$

1.  $\{hkl\} - 24$  - heksakistetraedar (+)  $(h>k>l)$   
 $\{hk\bar{l}\} - 24$  - heksakistetraedar (-)
2.  $\{hhl\} - 12$  - deltoidski dodekaedar (+)  $(h>l)$   
 $\{hh\bar{l}\} - 12$  - deltoidski dodekaedar (-)
3.  $\{hll\} - 12$  - tristetraedar (+)  $(h>l)$   
 $\{hl\bar{l}\} - 12$  - tristetraedar (-)
7.  $\{111\} - 4$  - tetraedar (+)  
 $\{11\bar{1}\} - 4$  - tetraedar (-)

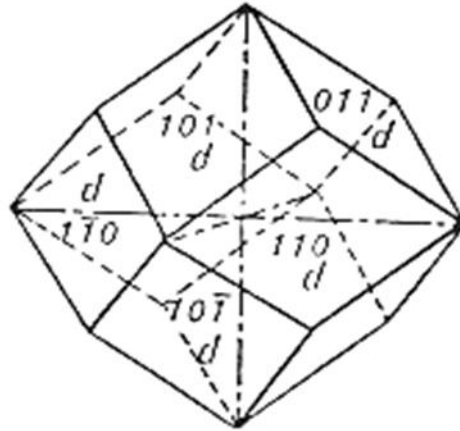
# Forme kubičnog sustava

	$4/m \bar{3} 2/m$	$\bar{4} 3 m$	$2/m \bar{3}$
{100}	heksaedar		
{110}	rompski dodekaedar		
{111}	oktaedar	tetraedar	
{hk0}	tetrakisheksaedar		pentagonski dodekaedar
{hll} h>l	deltoidski ikozitetraedar	tristetraedar	
{hhl} h>l	trisoktedar	deltoidski dodekaedar	
{hkl}	heksakisoktaedar	heksakistetraedar	disdodekedar

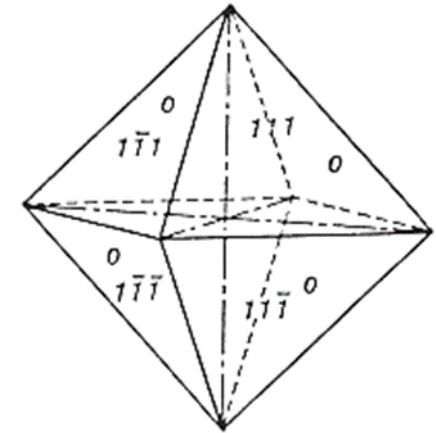
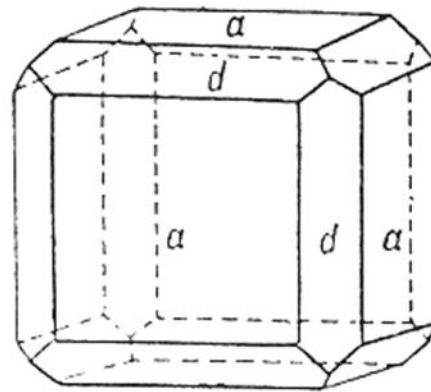
# Forme u kubičnom sustavu



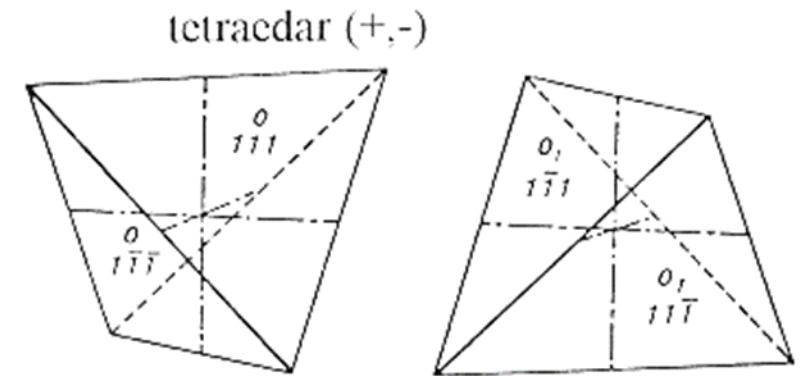
heksaedar {100}



rompski dodekaedar {110}

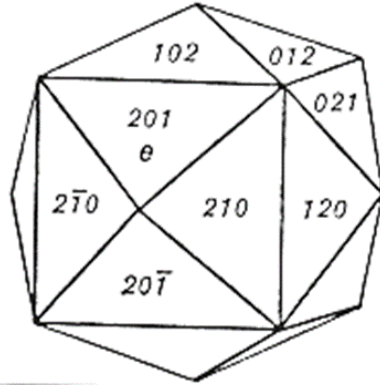


oktaedar {111}



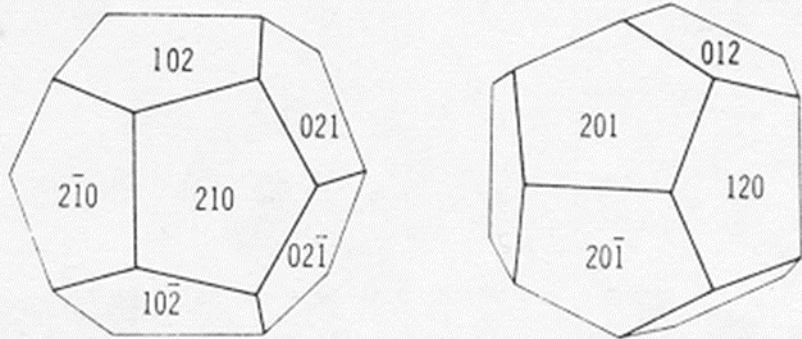
tetraedar {111}

# Forme u kubičnom sustavu

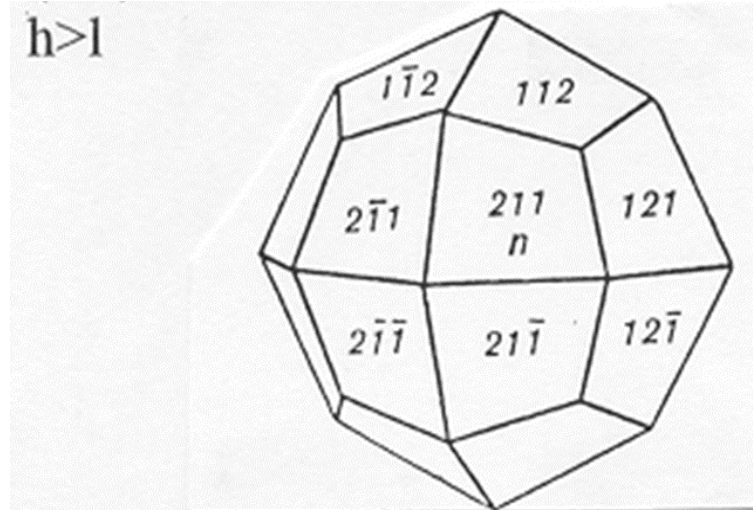


tetrakisheksaedar  $\{hk0\}$

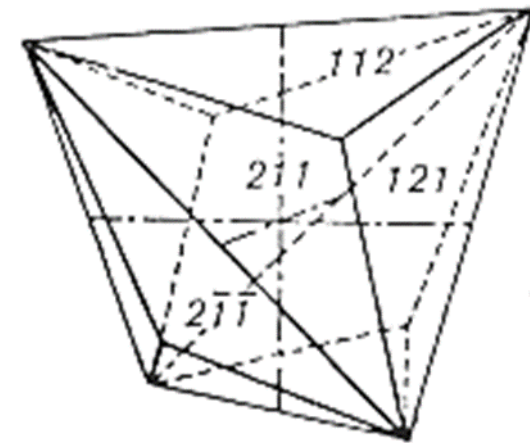
pentagonski dodekaedar (+,-)



pentagonski dodekaedar  $\{hk0\}$

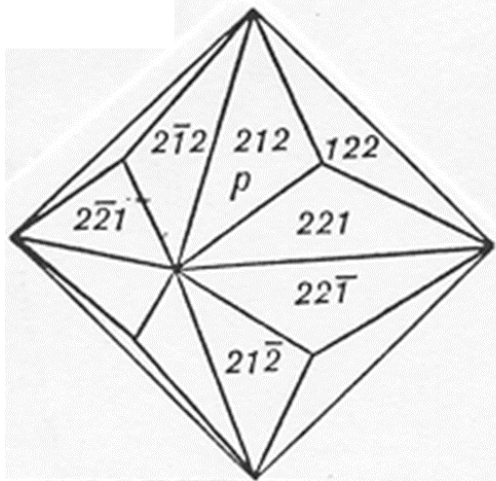


deltoidski ikositetraedar  $\{hll\}$

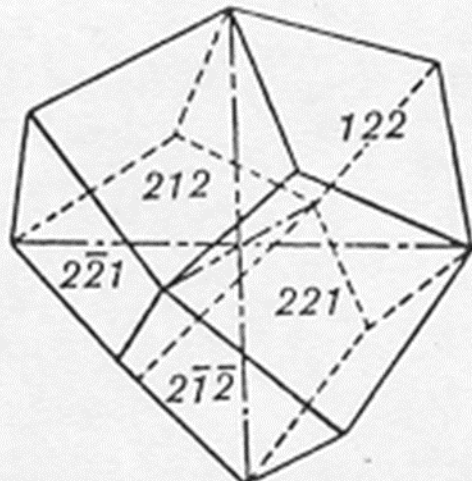


tristetraedar  $\{hll\}$

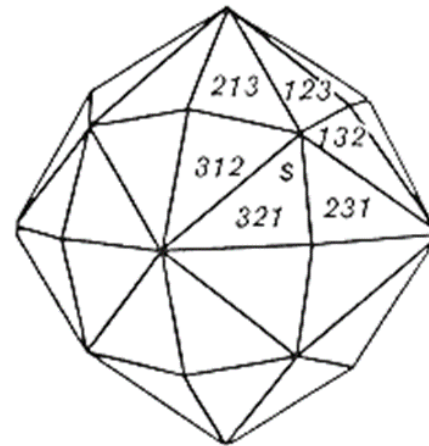
# Forme u kubičnom sustavu



trisoktaedar {hhl}

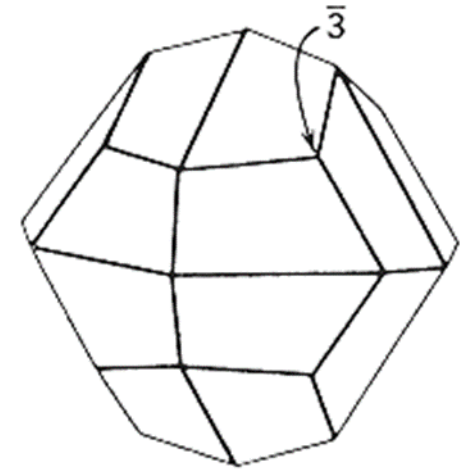


deltoidski dodekaedar {hhl}

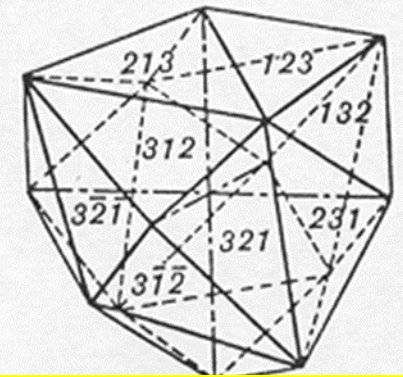


heksakisoktaedar {hkl}

disdodekaedar (+,-)



disdodekaedar {hkl}



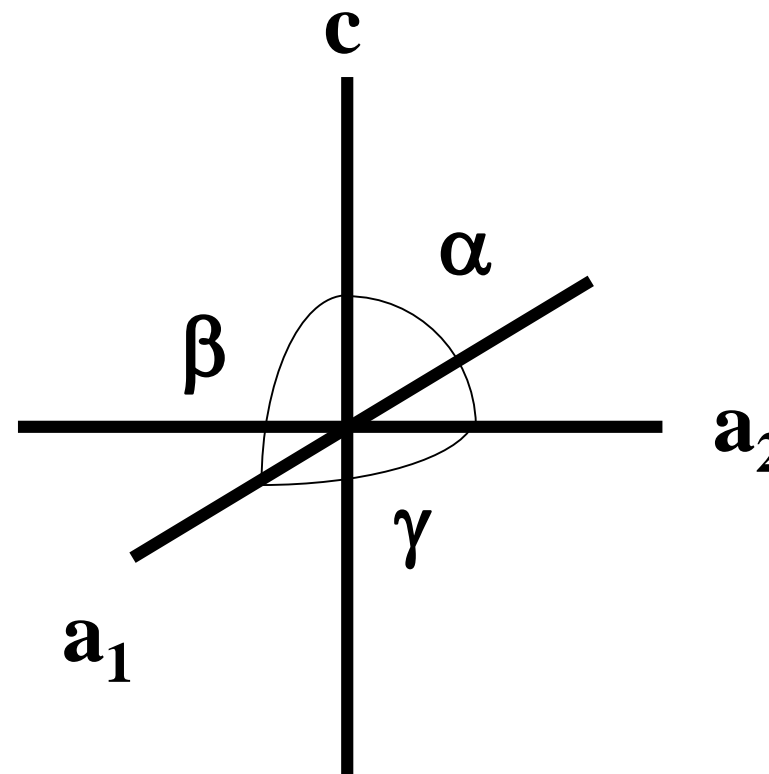
heksakistetraedar {hkl}

# TETRAGONSKI SUSTAV

$$a_1 = a_2 \neq c$$

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

Simetrijsko obilježje:  $L^4$  ili  $L_{(4)}^2$



# Kristalni razredi u tetragonskom sustavu

## 1. Holoedrija tetragonskog sustava

Ditetragonska dipiramidska klasa

$D_{4h}$       $4/m\ 2/m\ 2/m$

## 2. Trapezoedarska hemiedrija tetragonskog sustava

Tetragonska trapezoedarska klasa

$D_4$       $422$

## 3. Hemimorfija holoedrije tetragonskog sustava

Ditetragonska piramidska klasa

$C_{4v}$       $4mm$



# Kristalni razredi u tetragonskom sustavu

4. Piramidska hemiedrija tetragonskog sustava

Tetragonska dipiramidska klasa

$C_{4h}$       $4/m$

5. Hemimorfija piramidske hemiedrije tetragonskog sustava

Tetragonska piramidska klasa

$C_4$      4

# Kristalne razredi u tetragonskom sustavu

6. Sfenoidska hemiedrija tetragonskog sustava

Tetragonska skalenoedarska klasa

$D_{2d}$       $\bar{4}2m$

7. Sfenoidska tetartoedrija tetragonskog sustava

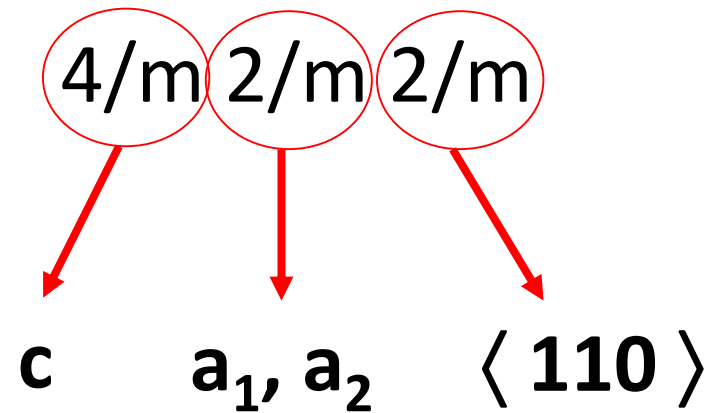
Tetragonska disfenoidska klasa

$S_4$       $\bar{4}$

# Holoedrija tetragonskog sustava

## Ditetragonska dipiramidska klasa

$D_{4h}$



Elementi simetrije:

$L^4, 4L^2, P_g, 4P_s, c$

# ORIJENTACIJA KRISTALA

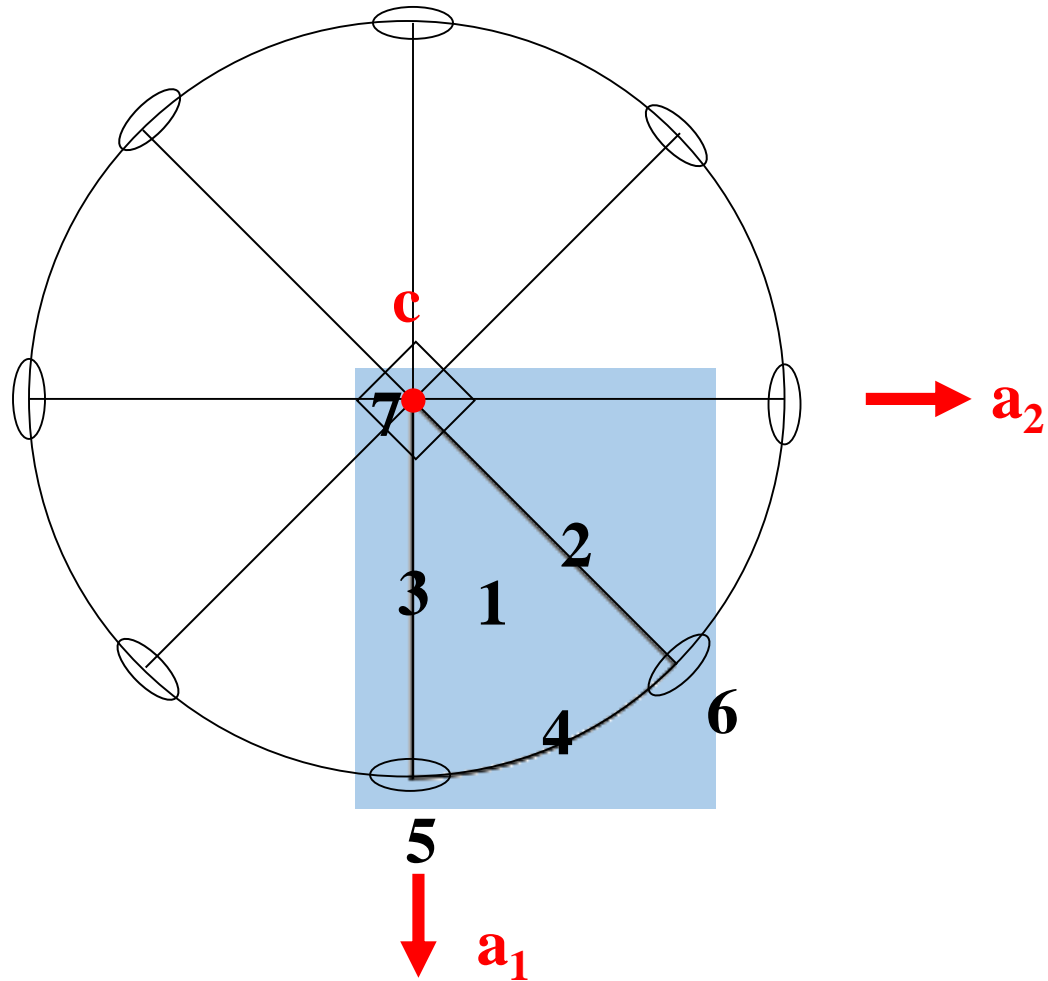
1. Pronaći tetragiru, te je postaviti u vertikalni položaj  
→ os  $c$
2. Pronaći digire
  - a) jednu usmjeriti prema promatraču → os  $a_1$
  - b) druga je automatski paralelna s promatračem  
→ os  $a_2$
3. Preostale dvije digire idu duž smjerova simetrala kutova među osima  $a_1$  i  $a_2$

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

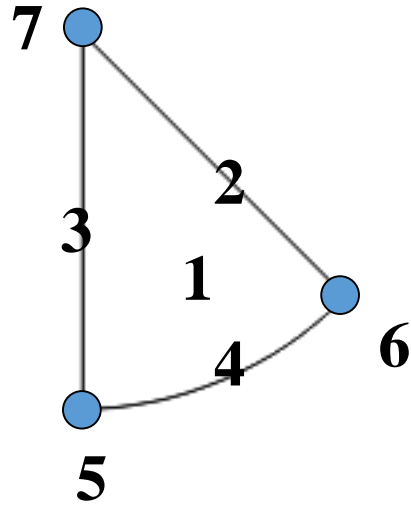
1. Iscrtati osnovnu kružnicu (postoji horizontalna ravnina  
→ puna linija)
2. Ucrtati elemente simetrije (ravnine i osi simetrije)
3. Ucrtati plohe

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

**4/m 2/m 2/m  $D_{4h}$**



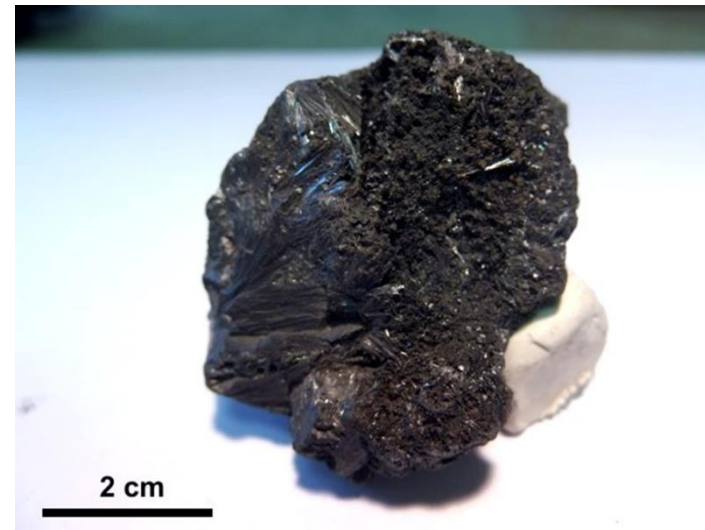
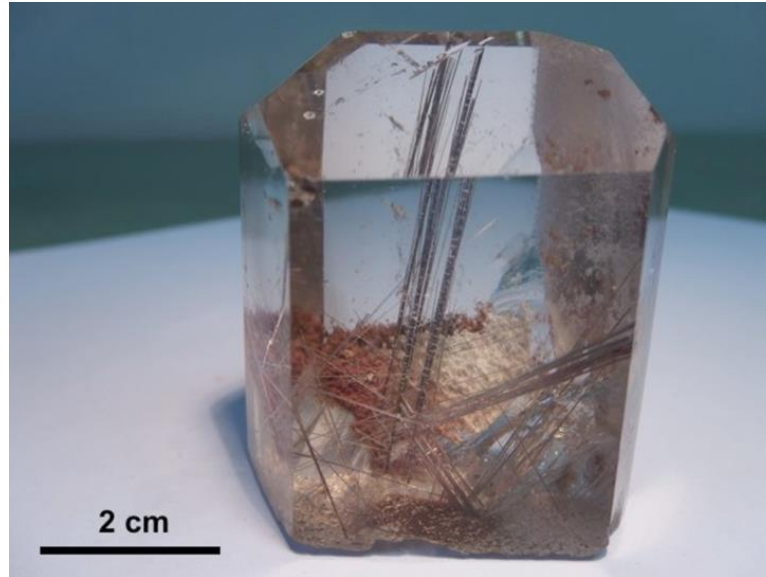
# Forme



1.  $ma_1:na_2:pc$   $\{hkl\}$  – 16 pl. – ditetragonska dipiramida
2.  $ma_1:ma_2:pc$   $\{hhl\}$  – 8 pl. – tetrag. dipiramida I. položaja
3.  $ma_1:\infty a_2:pc$   $\{h0l\}$  – 8 pl. – tetrag. dipiramida II. položaja
4.  $ma_1:na_2:\infty c$   $\{hk0\}$  – 8 pl. – ditetragonska prizma
5.  $a_1:\infty a_2:\infty c$   $\{100\}$  – 4 pl. – tetrag. prizma II. položaja
6.  $a_1:a_2:\infty c$   $\{110\}$  – 4 pl. – tetrag. prizma I. položaja
7.  $\infty a_1:\infty a_2:c$   $\{001\}$  – 2 pl. – bazni pinakoid

# Minerali koji kristaliziraju u kristalnom razredu 4/m 2/m 2/m

rutil  $\text{TiO}_2$   
kasiterit  $\text{SnO}_2$   
piroluzit  $\text{MnO}_2$   
cirkon  $\text{ZrSiO}_4$



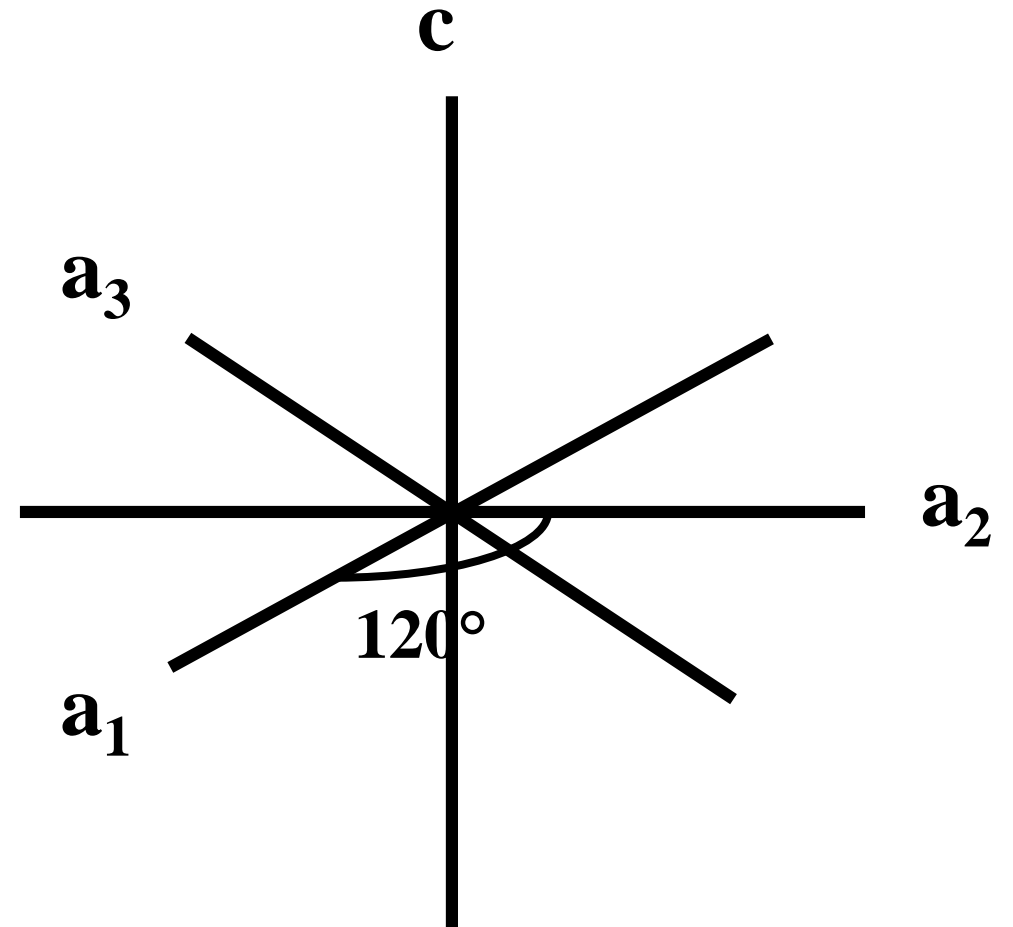


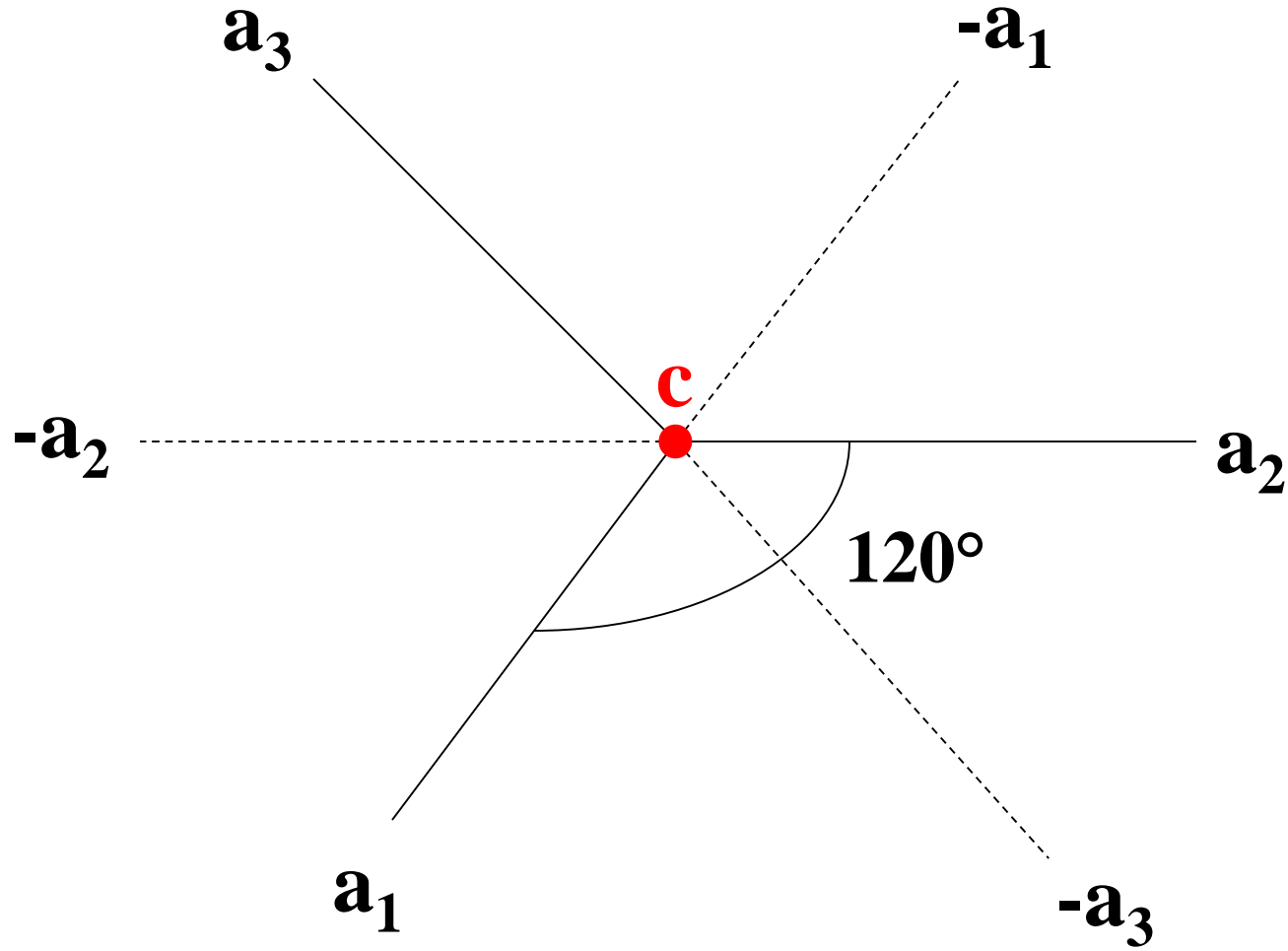
# HEKSAGONSKI SUSTAV

$$a_1 = a_2 = a_3 \neq c$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 120^\circ, \delta = 90^\circ$$

Simetrijsko obilježje:  $L^6$  ili  $L^3$





# Millerovi indeksi u heksagonskom sustavu

$$ma_1 : na_2 : -xa_3 : pc$$

$$\{hk\bar{i}l\}$$

$$h + k = -i$$

$$h + k + i = 0$$

# Kristalni razredi u heksagonskom sustavu

## 1. Holoedrija heksagonskog sustava

**Diheksagonska dipiramidska klasa**

$D_{6h}$       **6/m 2/m 2/m**

## 2. Hemimorfija holoedrije heksagonskog sustava

Diheksagonska piramidska klasa

$C_{6v}$       6 m m

## 3. Piramidska hemiedrija heksagonskog sustava

Heksagonska dipiramidska klasa

$C_{6h}$       6/m

4. Hemimorfija piramidske hemiedrije heksagonskog sustava

Heksagonska piramidska klasa

$C_6$           6

5. Trapezoedarska hemiedrija heksagonskog sustava

Heksagonska trapezoedarska klasa

$D_6$           6 2 2

## 6. Trigonska hemiedrija

Ditrigonska dipiramidska klasa

$$D_{3h} \quad \bar{6} m 2 (3/m m 2)$$

## 7. Trigonska tetartoedrija

Trigonska dipiramidska klasa

$$C_{3h} \quad \bar{6} (3/m)$$

## 8. Romboedarska hemiedrija

Ditrigonska skalenoedarska klasa

$$D_{3d} \quad \bar{3} 2/m$$

9. Trapezoedarska tetartoedrija

Trigonska trapezoedarska klasa

$D_3$        $3\ 2$

10. Romboedarska tetartoedrija

Romboedarska klasa

$C_{3i} (S_6)$        $\bar{3}$

11. Hemimorfija trigonske hemiedrije

Ditrigonska piramidska klasa

$C_{3v}$        $3m$

12. Hemimorfija romboedarske tetartoedrije

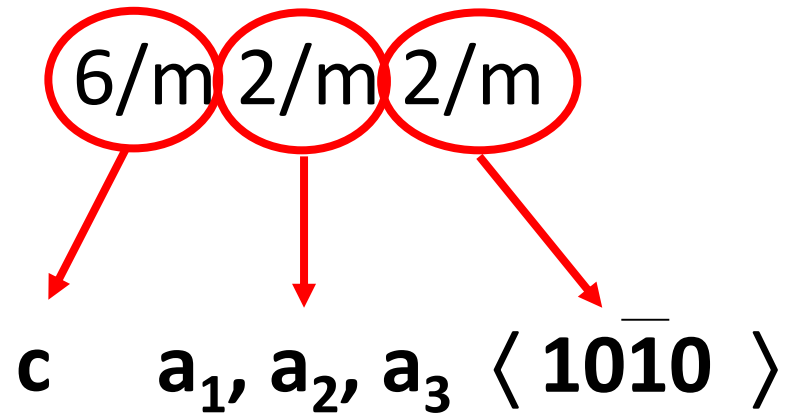
Trigonska piramidska klasa

$C_3$        $3$

# Holoedrija heksagonskog sustava

## Diheksagonski dipiramidski razred

$D_{6h}$



Elementi simetrije:

$L^6, 6L^2, P_g, 6P_s, c$



# ORIJENTACIJA KRISTALA

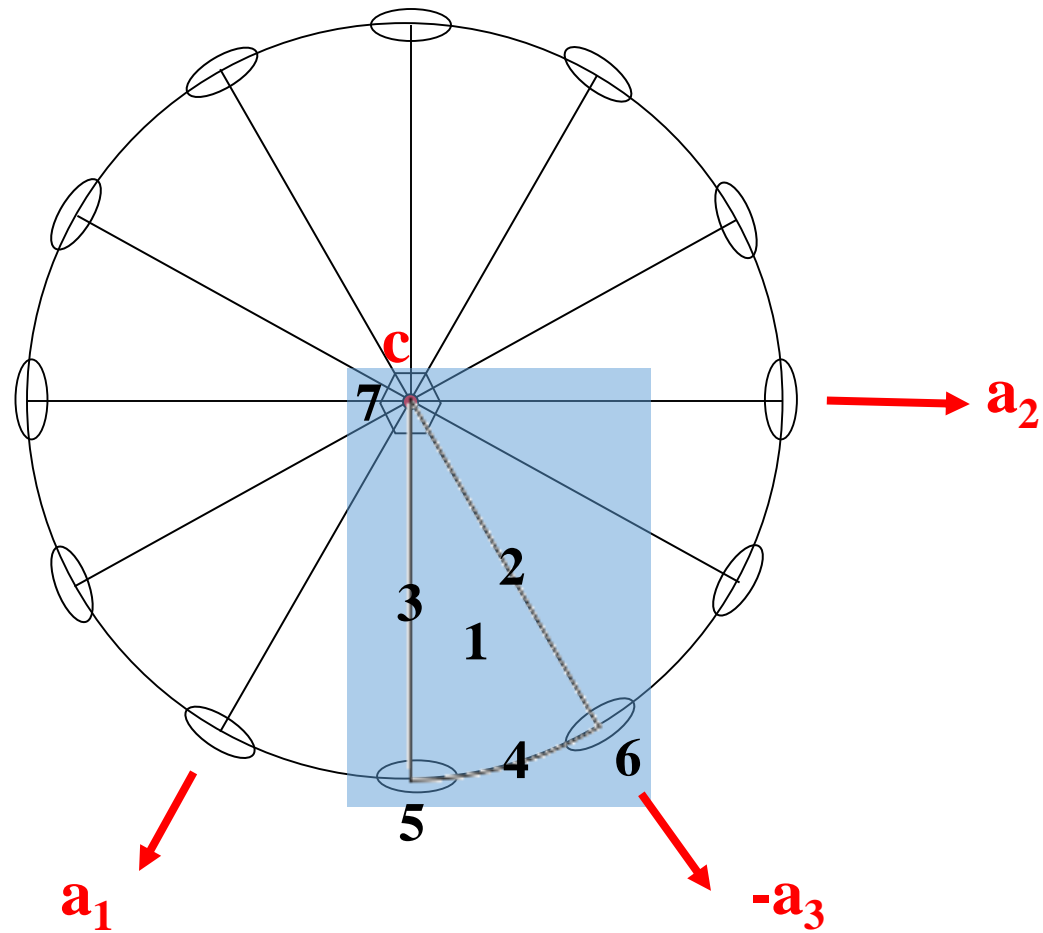
1. Pronaći heksagiru, te je postaviti u vertikalni položaj  
→ os  $c$
2. Pronaći digire ( $6\times$ ), jednu postaviti paralelno s promatračem → os  $a_2$
3. Druga digira, za  $120^\circ$  u smjeru kazaljke na satu, ide malo lijevo od promatrača → os  $a_1$
4. Za daljnjih  $120^\circ$  nalazi se treća digira → os  $a_3$
5. Duž preostale tri digire idu simetrale kutova među osima  $a_1$ ,  $a_2$  i  $a_3$

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

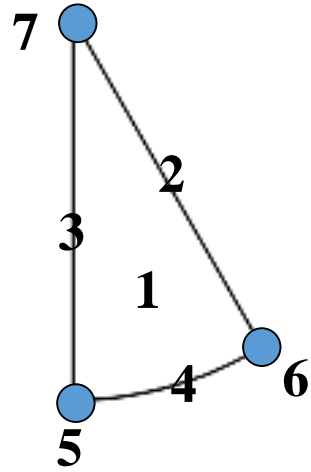
1. Iscrtati osnovnu kružnicu (postoji horizontalna ravnina → puna linija)
2. Ucrtati elemente simetrije (ravnine i osi simetrije)
3. Ucrtati plohe

# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

**6/m 2/m 2/m  $D_{6h}$**



# Forme



1.  $ma_1:na_2:-xa_3:pc \{hk\bar{l}\}$  – 24 pl. – diheksagonska dipiramida
2.  $ma_1:ma_2:-1/2ma_3:pc \{hh\bar{2}hl\}$  – 12 pl. – heks. dipiramida II. položaja
3.  $ma_1:\infty a_2:-ma_3:pc \{h0\bar{h}l\}$  – 12 pl. – heksagonska dipiramida I. položaja
4.  $ma_1:na_2:-xa_3:\infty c \{hk\bar{i}0\}$  – 12 pl. – diheksagonska prizma
5.  $ma_1:\infty a_2:-ma_3:\infty c \{10\bar{1}0\}$  – 6 pl. – heksagonska prizma I. položaja
6.  $a_1:a_2:-1/2a_3:\infty c \{11\bar{2}0\}$  – 6 pl. – heksagonska prizma II. položaja
7.  $\infty a_1:\infty a_2:\infty a_3:c \{0001\}$  – 2 pl. – bazni pinakoid

# Minerali koji kristaliziraju u $6/m\ 2/m\ 2/m$

grafit C

molibdenit  $\text{MoS}_2$

kovelit  $\text{CuS}$

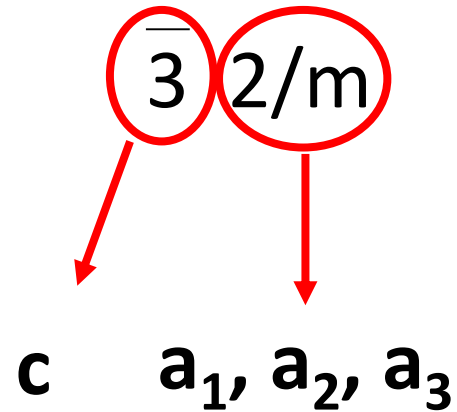
beril  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$



# Romboedarska hemiedrija

## Ditrigonski skalenoedarski razred

$D_{3d}$



Elementi simetrije:

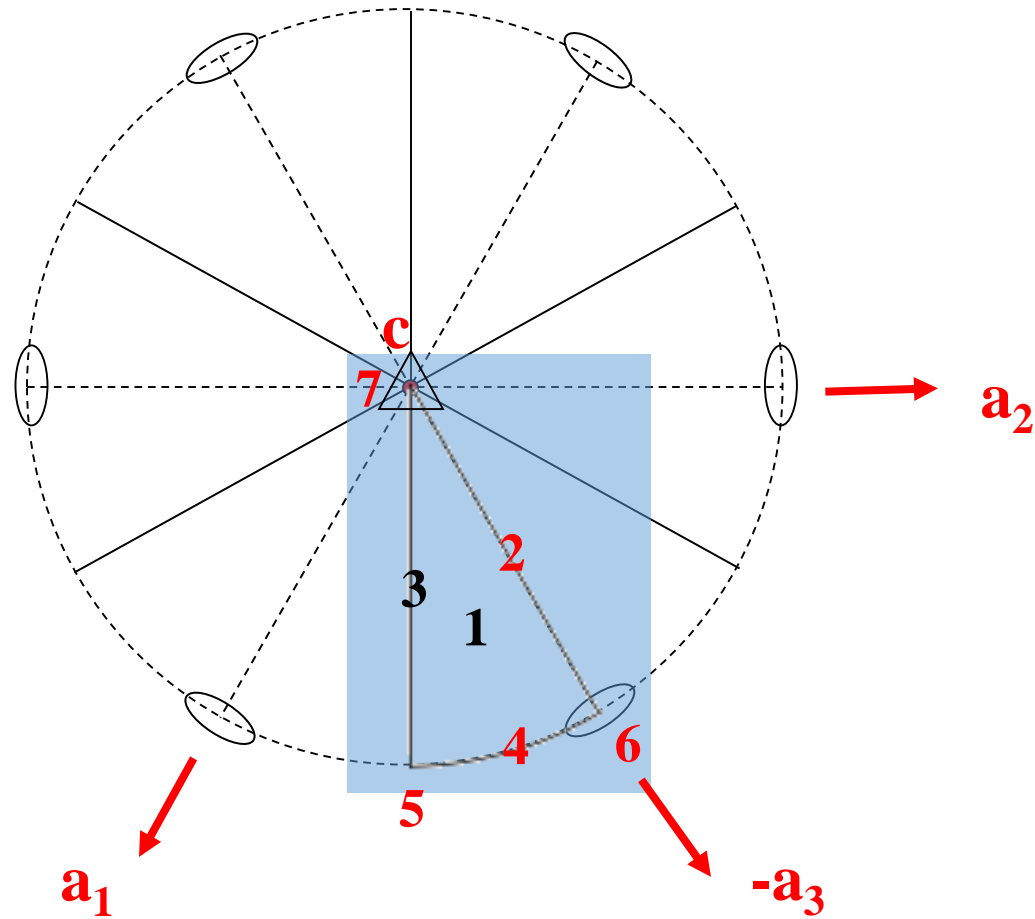
$L^3, 3L^2, 3P_s, C$

# ORIJENTACIJA KRISTALA

1. Pronaći trigiru, postaviti je vertikalno  
→ os  $c$
2. Pronaći digire, jednu postaviti paralelno s promatračem  
→ os  $a_2$
3. Preostale dvije digire idu duž  $a_1$  i  $a_3$

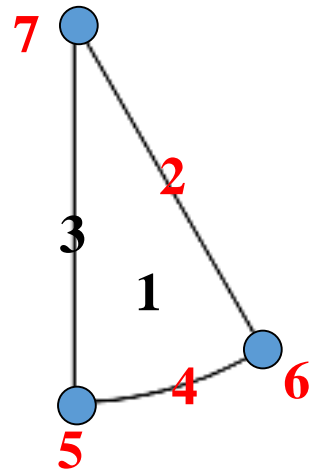
# STEREOGRAFSKA PROJEKCIJA

$\overline{3} 2/m \quad D_{3d}$





# Forme



2, 4, 5, 6, 7 → PSEUDOFORME

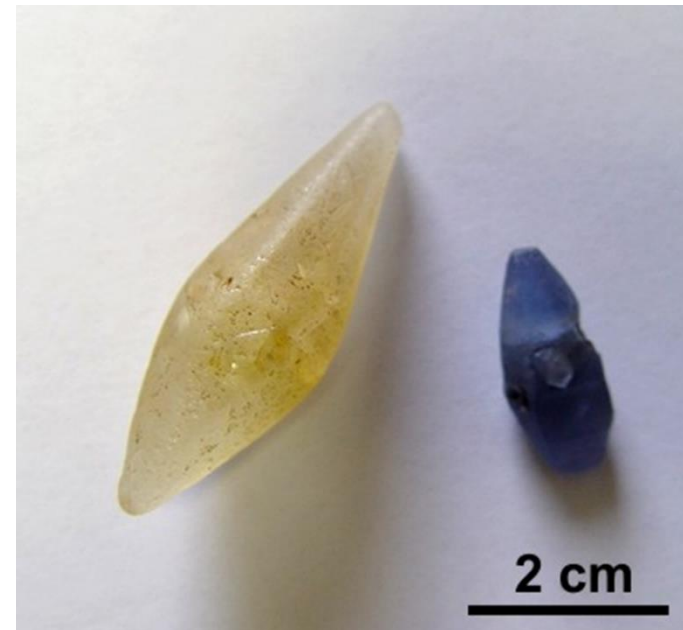
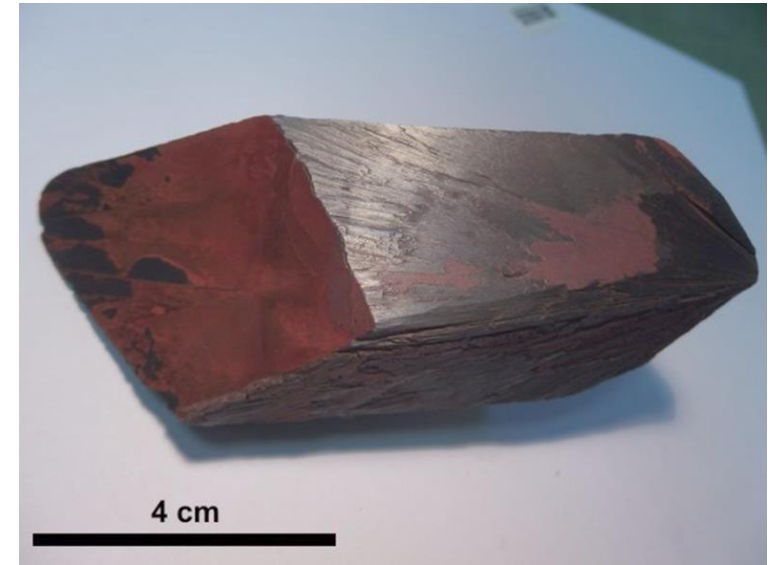
1.  $ma_1:na_2:-xa_3:pc \{hk\bar{l}\}$  – 12 pl. – ditrigonski skalenoedar (+/-)
2.  $ma_1:ma_2:-1/2ma_3:pc \{hh\bar{2}hl\}$  – 12 pl. – heks. dipiramida II. položaja
3.  $ma_1:\infty a_2:-ma_3:pc \{h0\bar{h}l\}$  – 6 pl. – romboedar (+/-)
4.  $ma_1:na_2:-xa_3:\infty c \{hki\bar{0}\}$  – 12 pl. – diheksagonska prizma
5.  $ma_1:\infty a_2:-ma_3:\infty c \{10\bar{1}0\}$  – 6 pl. – heksagonska prizma I. položaja
6.  $a_1:a_2:-1/2a_3:\infty c \{11\bar{2}0\}$  – 6 pl. – heksagonska prizma II. položaja
7.  $\infty a_1:\infty a_2:\infty a_3:c \{0001\}$  – 2 pl. – bazni pinakoid

# Minerali koji kristaliziraju u kristalnom razredu $\bar{3} 2/m$

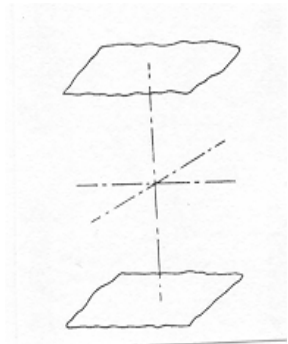
kalцит  $\text{CaCO}_3$

hematit  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

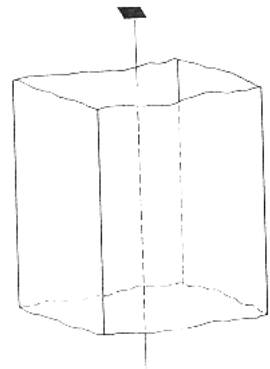
korund  $\text{Al}_2\text{O}_3$



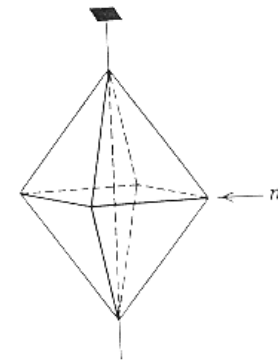
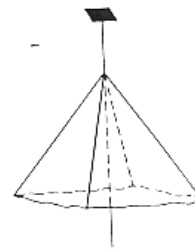
# Pinakoid, prizma, piramida, dipiramida



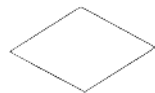
**pinakoid**



**prizma**



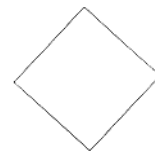
**piramida - dipiramida**



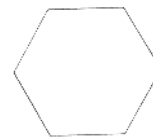
**rompska  
monoklinska**



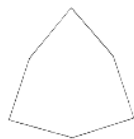
**trigonska**



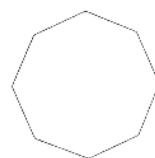
**tetragonska**



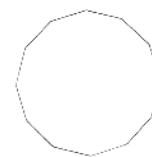
**heksagonska**



**ditrigonska**

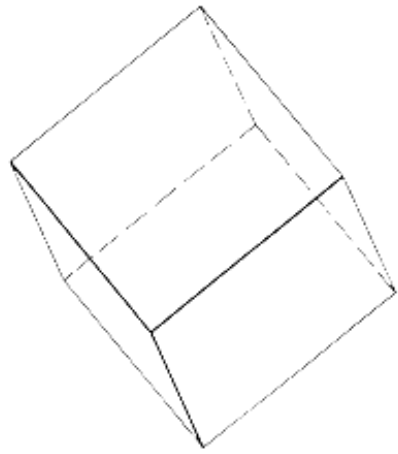


**ditetragonska**

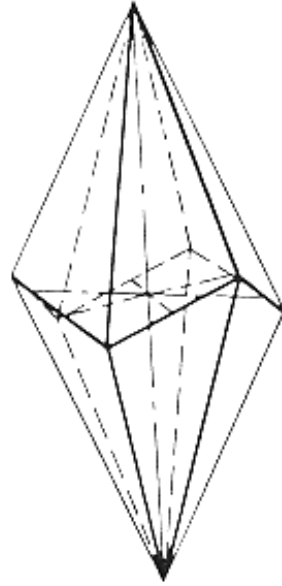


**diheksagonska**

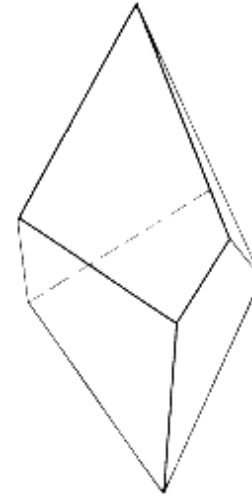
# Romboedar, ditrigonski skalenoedar, trapezoedar



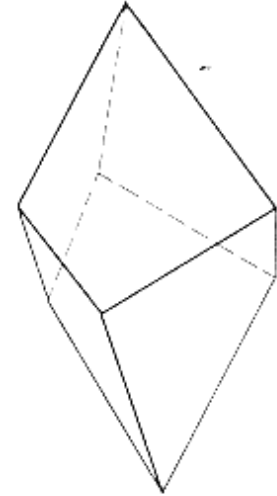
romboedar



ditrigonski skalenoedar



lijevi



desni

trigonski trapezoedar

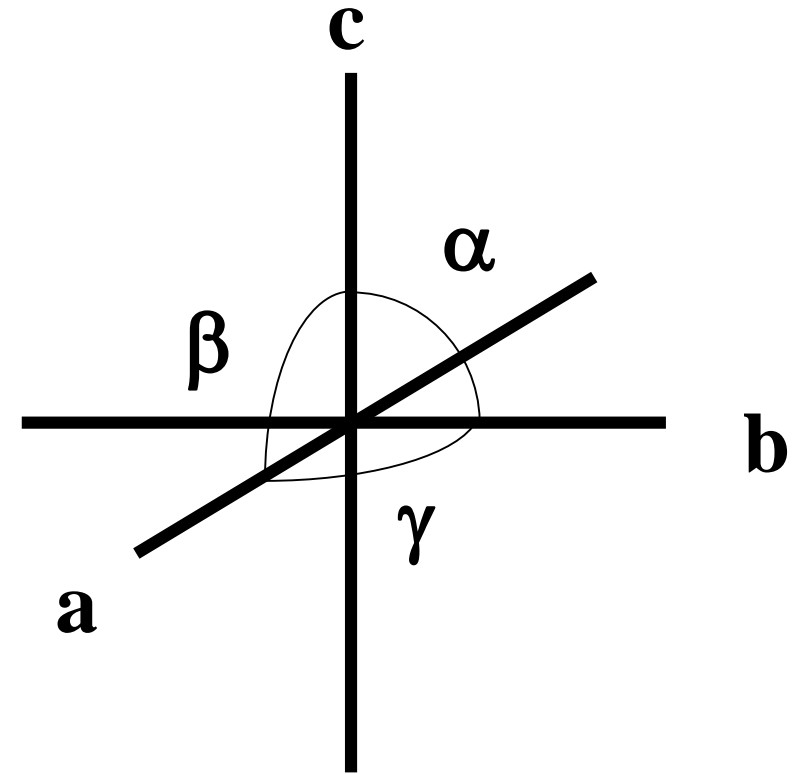
enantiomorfni likovi

# ROMPSKI SUSTAV

$$a \neq b \neq c$$

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

**Simetrijsko obilježje:**  $3L^2$  i/ili  $3P$



# ORIJENTACIJA KRISTALA

- **PRONAĆI DIGIRE !!!**

1. jednu postaviti vertikalno  $\rightarrow$  os  $c$

2. drugu postaviti paralelno s promatračem  $\rightarrow$  os  $b$

3. treću usmjeriti prema promatraču  $\rightarrow$  os  $a$

$$\mathbf{c < a < b}$$

# Kristalni razredi u rompskom sustavu

## 1. Holoedrija rompskog sustava

### Rompska dipiramidska klasa

$D_{2h}$       $2/m\ 2/m\ 2/m$

## 2. Hemiedrija rompskog sustava

### Rompska disfenoidska klasa

$D_2$       $222$

## 3. Hemimorfija rompskog sustava

### Rompska piramidska klasa

$C_{2v}$       $mm2$

**PIRAMIDA** = otvorena forma koja se sastoji od 3, 4, 6, 8 ili 12 neparalelnih ploha koje se sastaju u jednoj točki

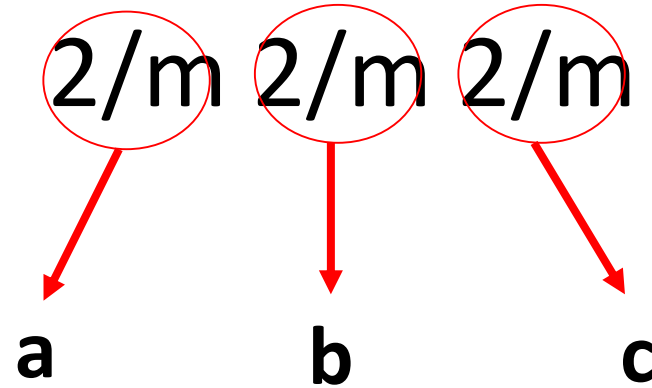
**DIPIRAMIDA** = zatvorena forma koja se sastoji od 6, 8, 12, 16 ili 24 plohe. Sastoji se od dvije piramide povezane horizontalnom P.

**DISFENOID** = zatvorena forma od četiri plohe pri čemu su gornje dvije plohe zaokrenute za  $90^\circ$  u odnosu na donje dvije.

# Holoedrija rompskog sustava

## Rompska dipiramidska klasa

$D_{2h}$



Elementi simetrije:

$3L^2, 3P, c$

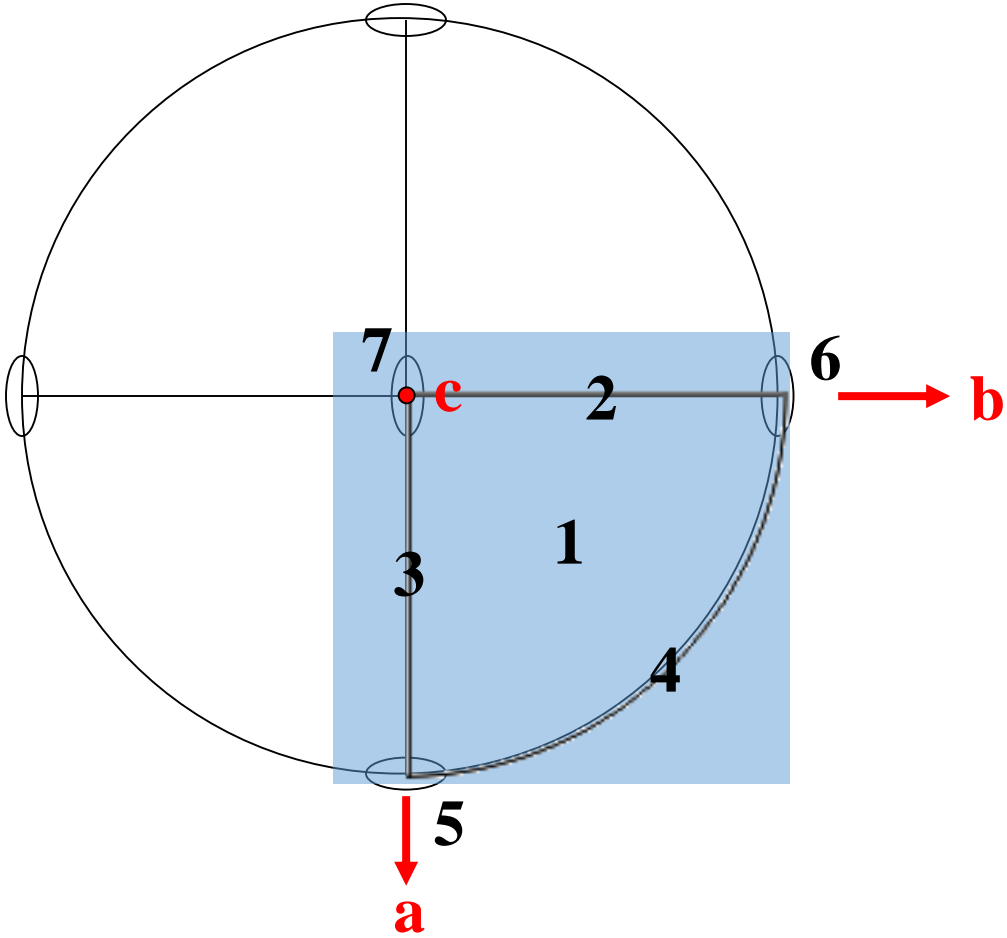


# Stereografska projekcija

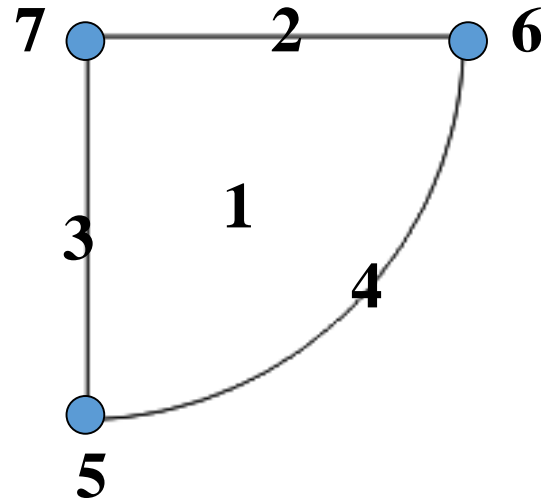
1. Iscrtati osnovnu kružnicu (puna linija!)
2. Nacrtati elemente simetrije
3. Ucrtati plohe

# Stereografska projekcija

**2/m 2/m 2/m D<sub>2h</sub>**



# Forme



1.  $ma:nb:pc$   $\{hkl\}$  – 8 pl. – rompska dipiramida
2.  $\infty a:nb:pc$   $\{0kl\}$  – 4 pl. – prizma I. položaja
3.  $ma:\infty b:pc$   $\{h0l\}$  – 4 pl. – prizma II. položaja
4.  $ma:nb:\infty c$   $\{hk0\}$  – 4 pl. – prizma III. položaja
5.  $a:\infty b:\infty c$   $\{100\}$  – 2 pl. – I. pinakoid (prednji)
6.  $\infty a:b:\infty c$   $\{010\}$  – 2 pl. – II. pinakoid (bočni)
7.  $\infty a:\infty b:c$   $\{001\}$  – 2 pl. – III. pinakoid (bazni)

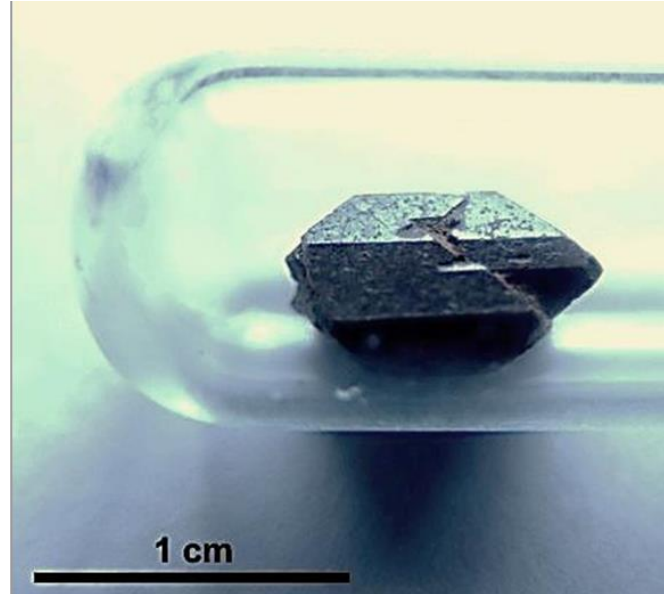
# Primjeri minerala koji kristaliziraju u $2/m\ 2/m\ 2/m$ ( $D_{2h}$ )

olivin  $(Mg,Fe)SiO_4$

antimonit (stibnit)  $Sb_2S_3$

aragonit  $CaCO_3$

barit  $BaSO_4$



# MONOKLINSKI SUSTAV

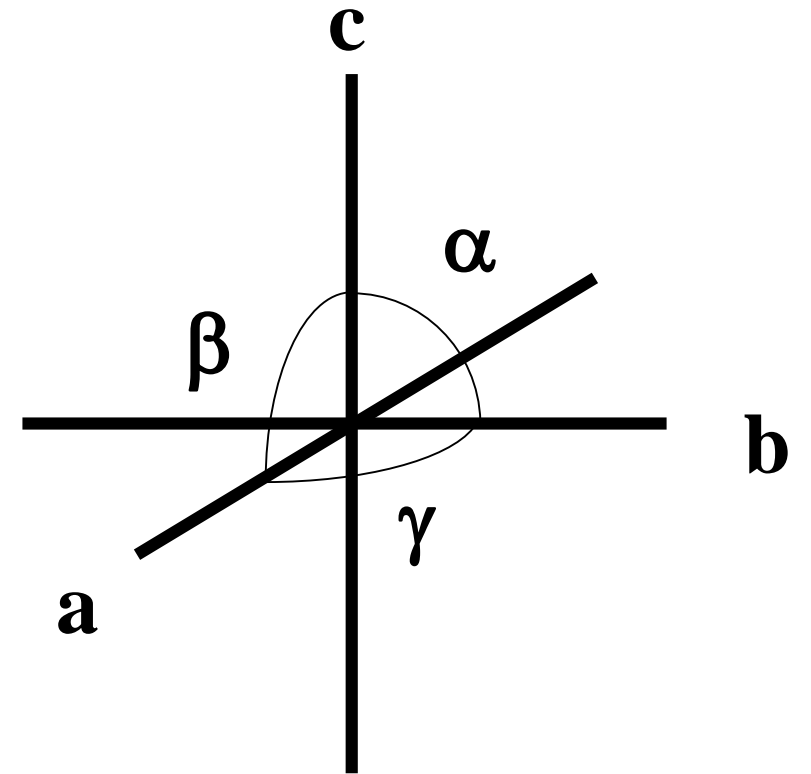
$$a \neq b \neq c$$

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

Simetrijsko obilježje:  $L^2$  i/ili  $P$

Dvije orijentacije:

1. Digira se nalazi duž osi  $c$  (stariji koncept)
2. **Digira se nalazi duž osi  $b$  (noviji koncept)**



# ORIJENTACIJA KRISTALA

1. Pronaći digiru te zatim orijentirati kristal tako da digira ide paralelno s promatračem (duž osi  $b$ )
2. Zakretati kristal oko osi  $b$  tako da definiramo zonu osi  $c$  (dovesti određeni broj paralelnih bridova u vertikalni položaj  $\rightarrow$  os  $c$  tada ide paralelno s tim bridovima kroz centar kristala)
3. Os  $a$  nalazi se paralelno s nekim bridom ili plohom koji pada prema promatraču

# Kristalni razredi u monoklinskom sustavu

## 1. Holoedrija monoklinskog sustava

Prizmatska klasa monoklinskog sustava

$C_{2h}$   $2/m$

## 2. Hemiedrija monoklinskog sustava

Sfenoidska klasa monoklinskog sustava

$C_2$   $2$

## 3. Hemimorfija monoklinskog sustava

Domatska klasa monoklinskog sustava

$C_s$   $m$

**PRIZMA** = otvorena forma koja se može sastojati od 3, 4, 6, 8 ili 12 ploha, a koje su sve paralelne s istim pravcem

**SFENOID** = otvorena forma koja se sastoji od dvije neparalelne plohe vezane digirom

**DOMA** = otvorena forma koja se sastoji od dvije neparalelne plohe vezane ravninom simetrije

# Holoedrija monoklinskog sustava

## Prizmatska klasa monoklinskog sustava

$C_{2h}$

$2/m$



$b$

Elementi simetrije:

$L^2, P, c$

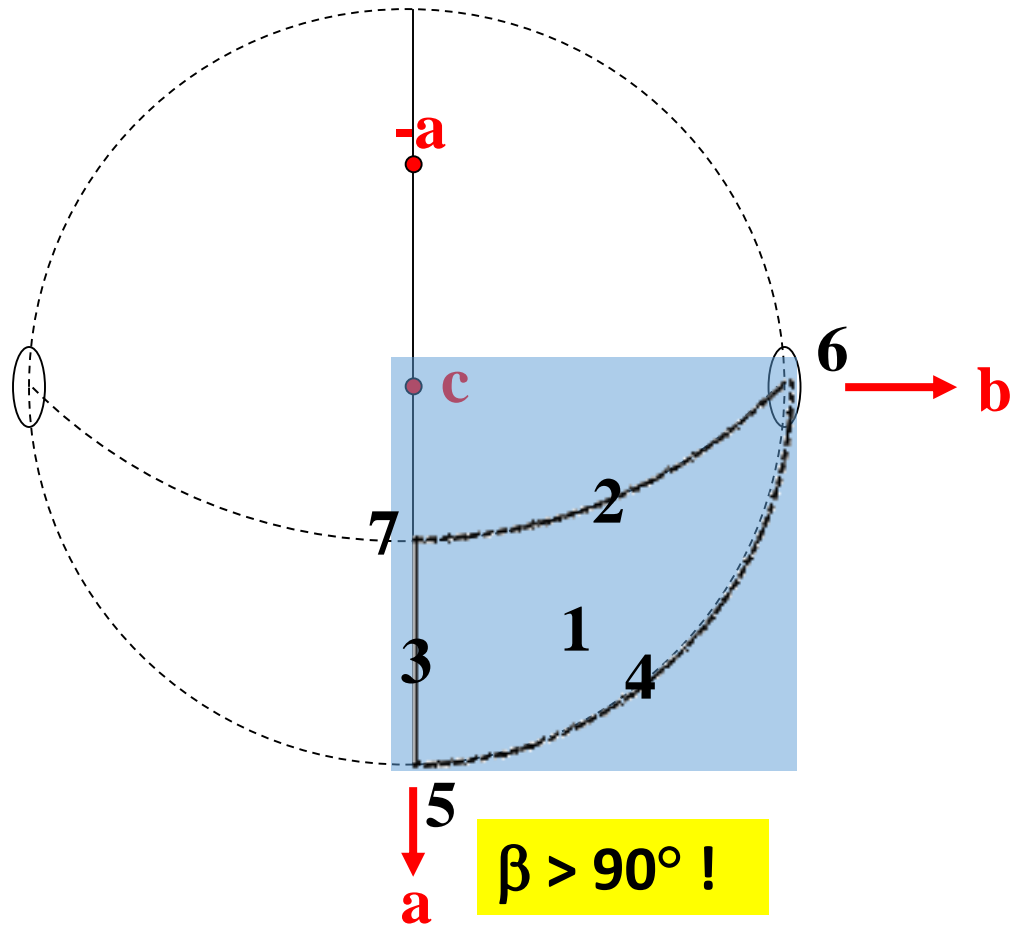


# Stereografska projekcija

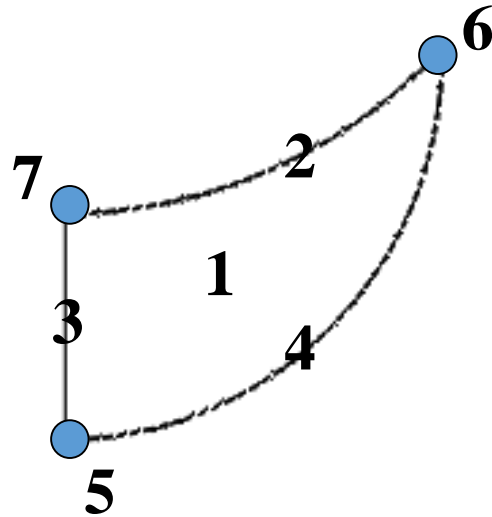
1. Iscrtati osnovnu kružnicu stereografske projekcije (= zona osi  $c$ ) (isprekidana linija!)
2. Ucrtati elemente simetrije ( $L^2$  i  $P$ )
3. Ucrtati zonu osi  $a$

# Stereografska projekcija

**2/m C<sub>2h</sub>**



# Forme



1.  $ma:nb:pc$   $\{hkl\}$  – 4 pl. – prizma IV. (općeg) položaja
2.  $\infty a:nb:pc$   $\{0kl\}$  – 4 pl. – prizma I. položaja
3.  $ma:\infty b:pc$   $\{h0l\}$  – 2 pl. – pinakoid II. položaja
4.  $ma:nb:\infty c$   $\{hk0\}$  – 4 pl. – prizma III. položaja
5.  $a:\infty b:\infty c$   $\{100\}$  – 2 pl. – I. pinakoid (prednji)
6.  $\infty a:b:\infty c$   $\{010\}$  – 2 pl. – II. pinakoid (bočni)
7.  $\infty a:\infty b:c$   $\{001\}$  – 2 pl. – III. pinakoid (bazni)

# Primjeri minerala koji kristaliziraju u $2/m$ ( $C_{2h}$ )

ortoklas, sanidin  $KAlSi_3O_8$

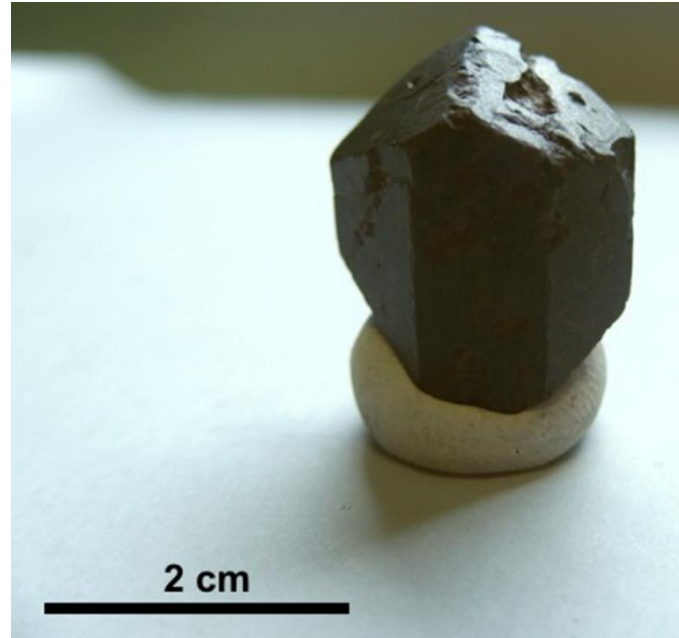
amfiboli

pirokseni

realgar  $AsS$

auripigment  $As_2S_3$

gips  $CaSO_4 \times 2H_2O$

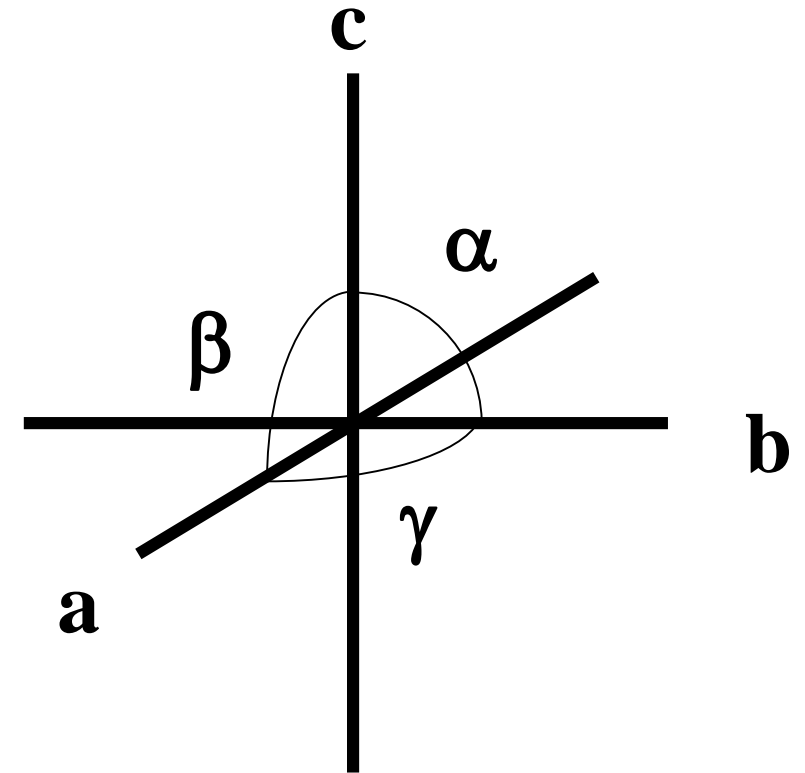


# TRIKLINSKI SUSTAV

$$a \neq b \neq c$$

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

➤ nema ravnina simetrije niti osi simetrije



# ORIJENTACIJA KRISTALA

1. Odrediti zonu osi  $c$ 
  - pronaći jednu zonu i postaviti paralelne bridove u vertikalni položaj
2. Odrediti zonu osi  $a$ 
  - ide prema nama s kutem  $\beta > 90^\circ$
2. Odrediti zonu osi  $b$ 
  - ide manje-više paralelno s nama

**NB!**

**Budući da nema osi  $i$  ravnina simetrije, kristalografske osi obično su paralelne s dominantnim bridovima.**

# Kristalni razredi u triklinskom sustavu

## 1. Holoedrija triklinskog sustava

### Pinakoidna klasa triklinskog sustava

$$C_i \quad \bar{1}$$

Elem. simetrije: c

## 2. Hemiedrija triklinskog sustava

### Pedionska klasa triklinskog sustava

$$C_1 \quad 1$$

nesimetrijska klasa

**PINAKOID** = forma koja se sastoji od dviju ploha vezanih preko centra simetrije

**PEDION** = forma od samo jedne plohe

Holoedrija triklinskog sustava

Pinakoidska klasa triklinskog sustava

$C_i$

$\overline{1}$

Element simetrije:

$C$



# Stereografska projekcija

1. Prvo iscrtati zone kristalografskih osi
2. Ucrtati plohe koje se sferno projiciraju na sjevernoj polutci

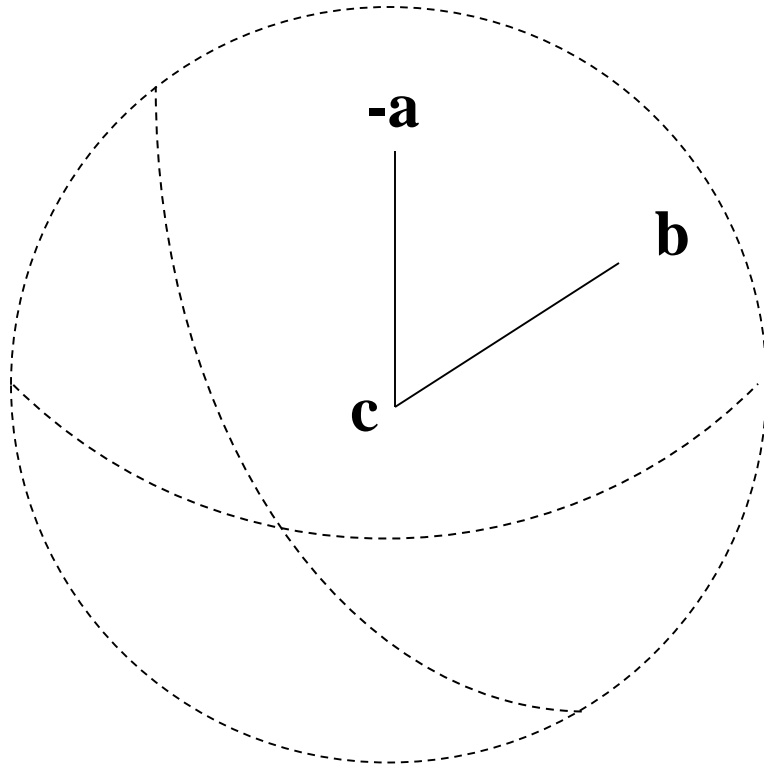
# Stereografska projekcija

**NB! Kutovi među kristalografskim osima promatraju se na njihovim pozitivnim dijelovima**

$$\beta > 90^\circ$$

$$\gamma > 90^\circ$$

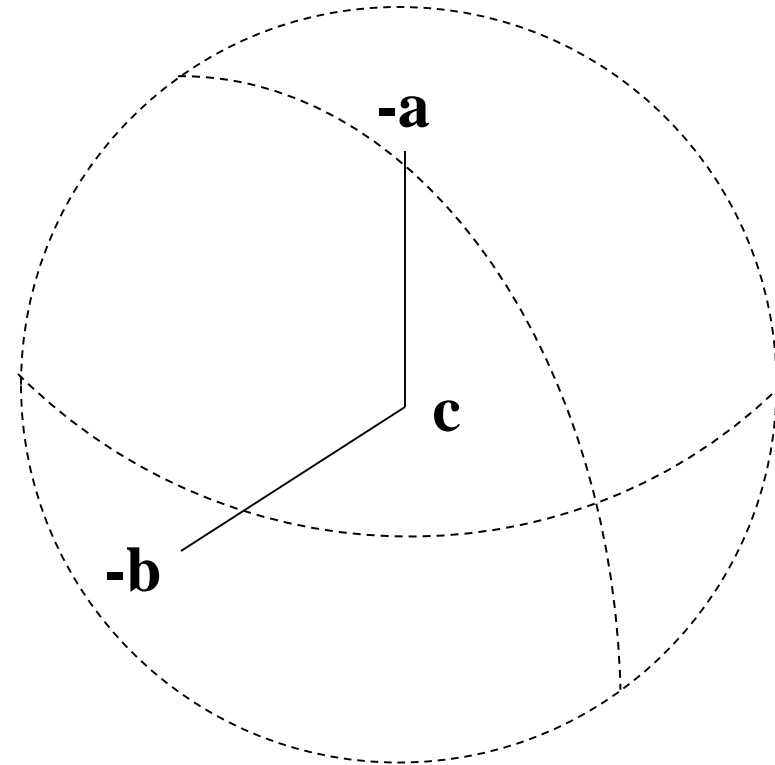
$$\alpha < 90^\circ$$



$$\beta > 90^\circ$$

$$\gamma > 90^\circ$$

$$\alpha > 90^\circ$$

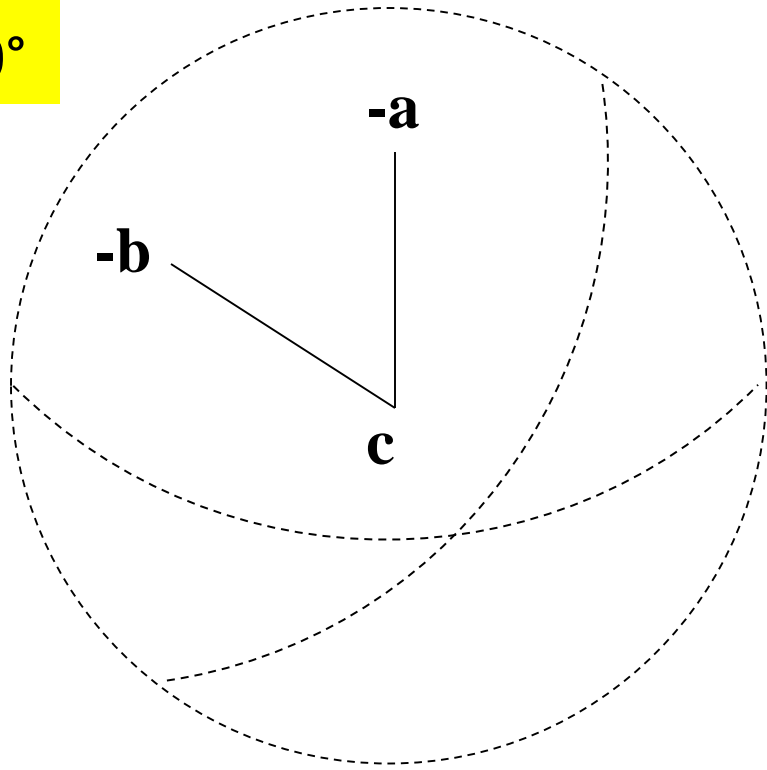


# Stereografska projekcija

$$\beta > 90^\circ$$

$$\gamma < 90^\circ$$

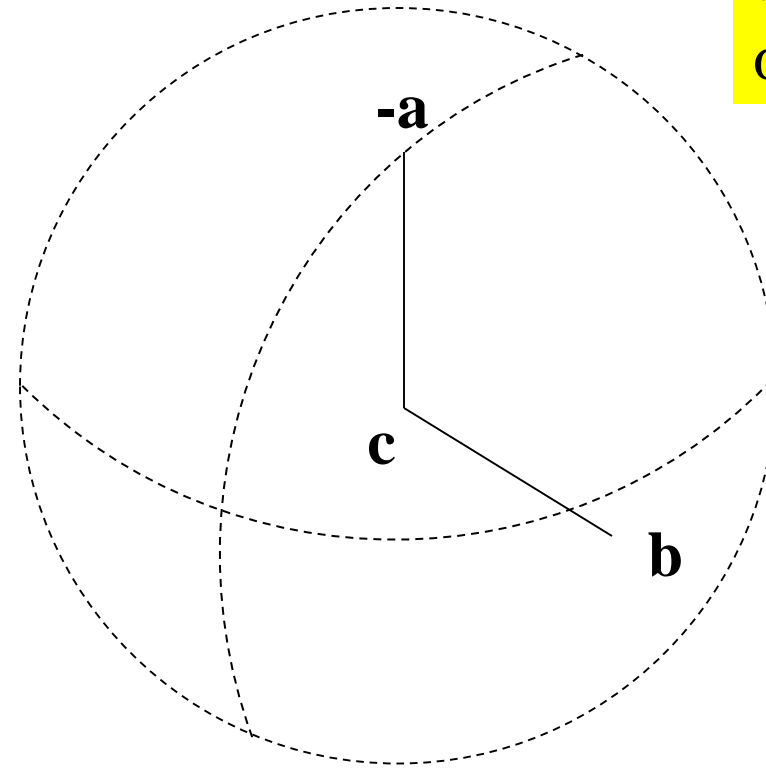
$$\alpha > 90^\circ$$



$$\beta > 90^\circ$$

$$\gamma < 90^\circ$$

$$\alpha < 90^\circ$$

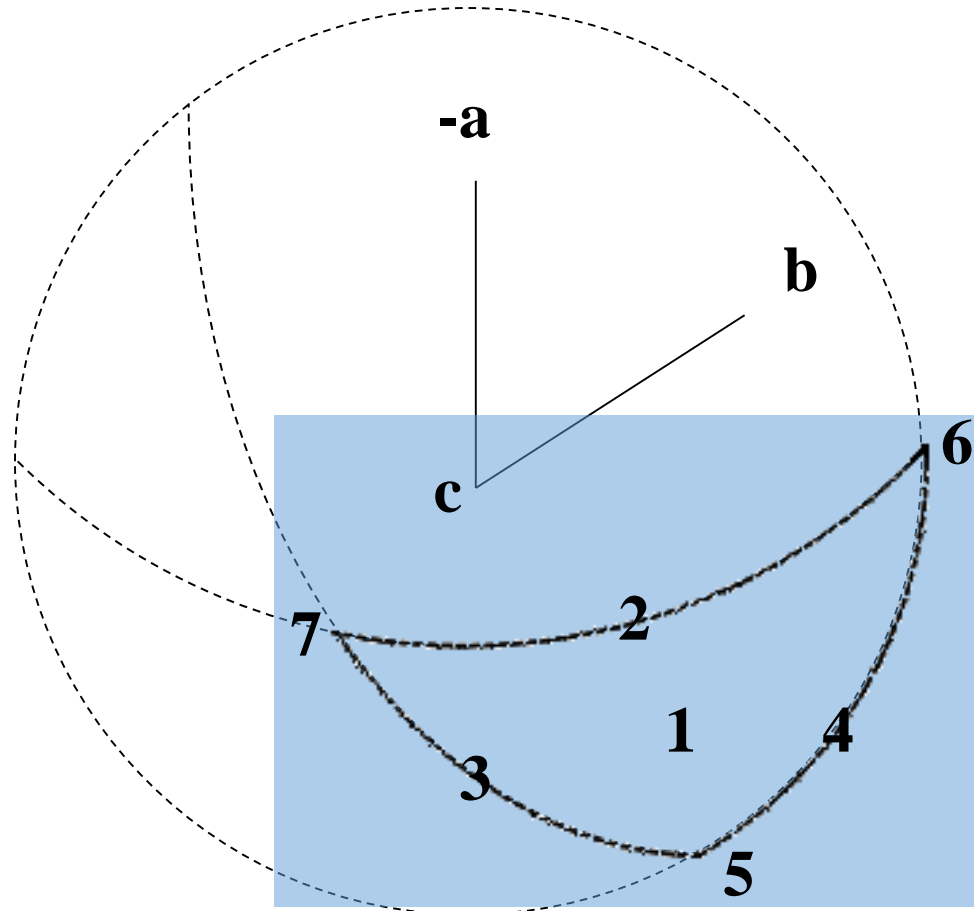


# Forme

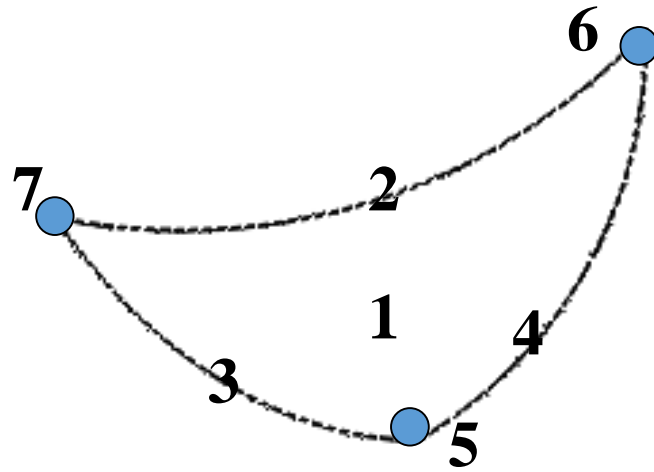
**1 = forma općeg položaja**

**1, 2, 3, 4 = promjenjive forme**

**5, 6, 7 = stalne forme**



# Forme



1.  $ma:nb:pc$   $\{hkl\}$  – 2 pl. – pinakoid IV. (općeg) položaja
2.  $\infty a:nb:pc$   $\{0kl\}$  – 2 pl. – pinakoid I. položaja
3.  $ma:\infty b:pc$   $\{h0l\}$  – 2 pl. – pinakoid II. položaja
4.  $ma:nb:\infty c$   $\{hk0\}$  – 2 pl. – pinakoid III. položaja
5.  $a:\infty b:\infty c$   $\{100\}$  – 2 pl. – I. pinakoid (prednji)
6.  $\infty a:b:\infty c$   $\{010\}$  – 2 pl. – II. pinakoid (boćni)
7.  $\infty a:\infty b:c$   $\{001\}$  – 2 pl. – III. pinakoid (bazni)

# Primjeri minerala koji kristaliziraju u razredu $\overline{1}$ ( $C_i$ )

mikroklin  $KAlSi_3O_8$

albit  $NaAlSi_3O_8$

anortit  $CaAl_2Si_2O_8$

halkantit (modra galica)  $CuSO_4 \times 5H_2O$

