

# Snjeguljica i sedam kristalnih sustava

(s time što ih je zapravo 6)

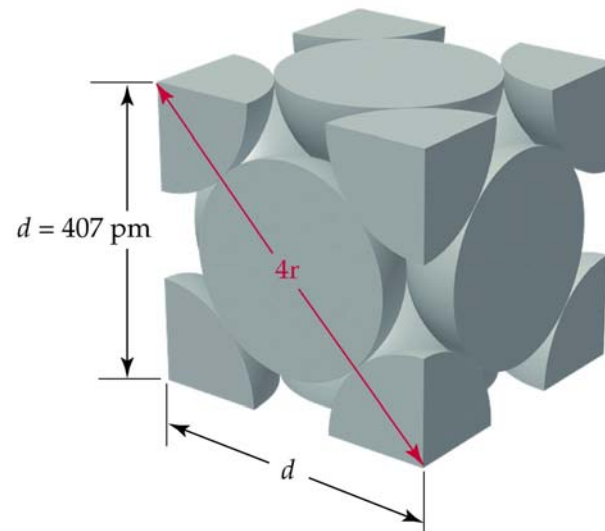
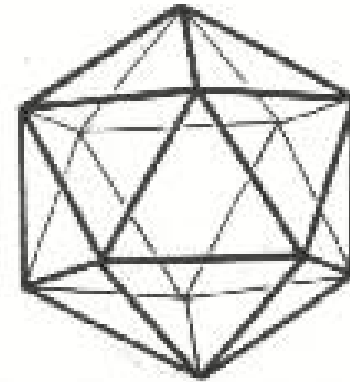


H RVATSKA  
U DRUGA  
K RISTALOGRAFA  
C ROATIAN  
ASSOCIATION of  
C RYSTALLOGRAPHERS

# Što je kristal?

- Kristali su pravilna geometrijska tijela omeđena plohama koje se sijeku u bridovima a bridovi u kutovima. Kristali su pravilne unutrašnje građe

*Jedan srednjoškolski udžbenik, 2001.*





**Itrijev aluminijev granat ( $Y_3Al_5O_{12}$ )**

**Kristaliziran iz taline**



**Kalijev hidrogentartarat (sriješ, kleger)**

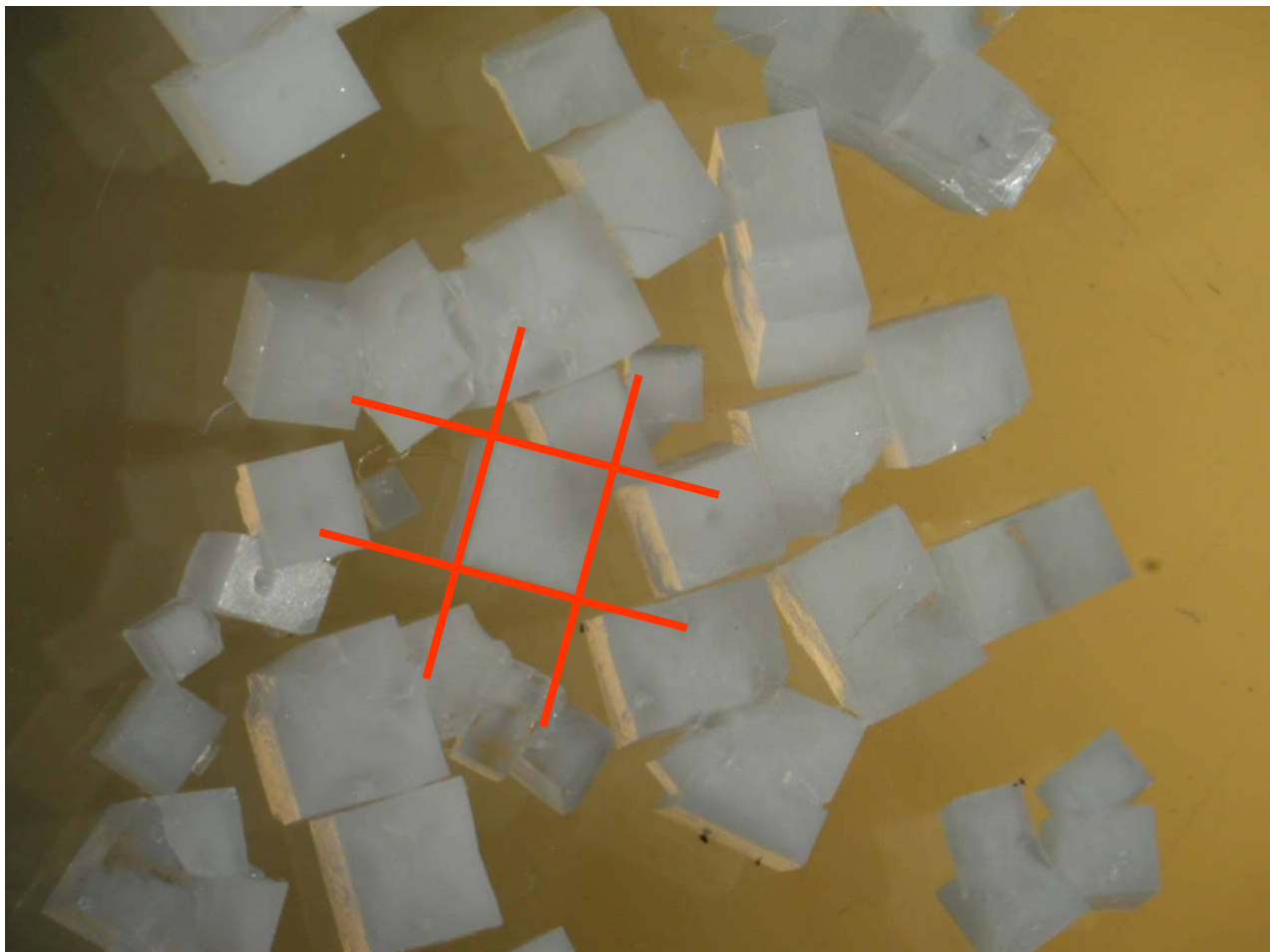
**Kristaliziran iz crnog vina (T'ga za jug, berba 2002.)**

# 'ajdm'o iz početka

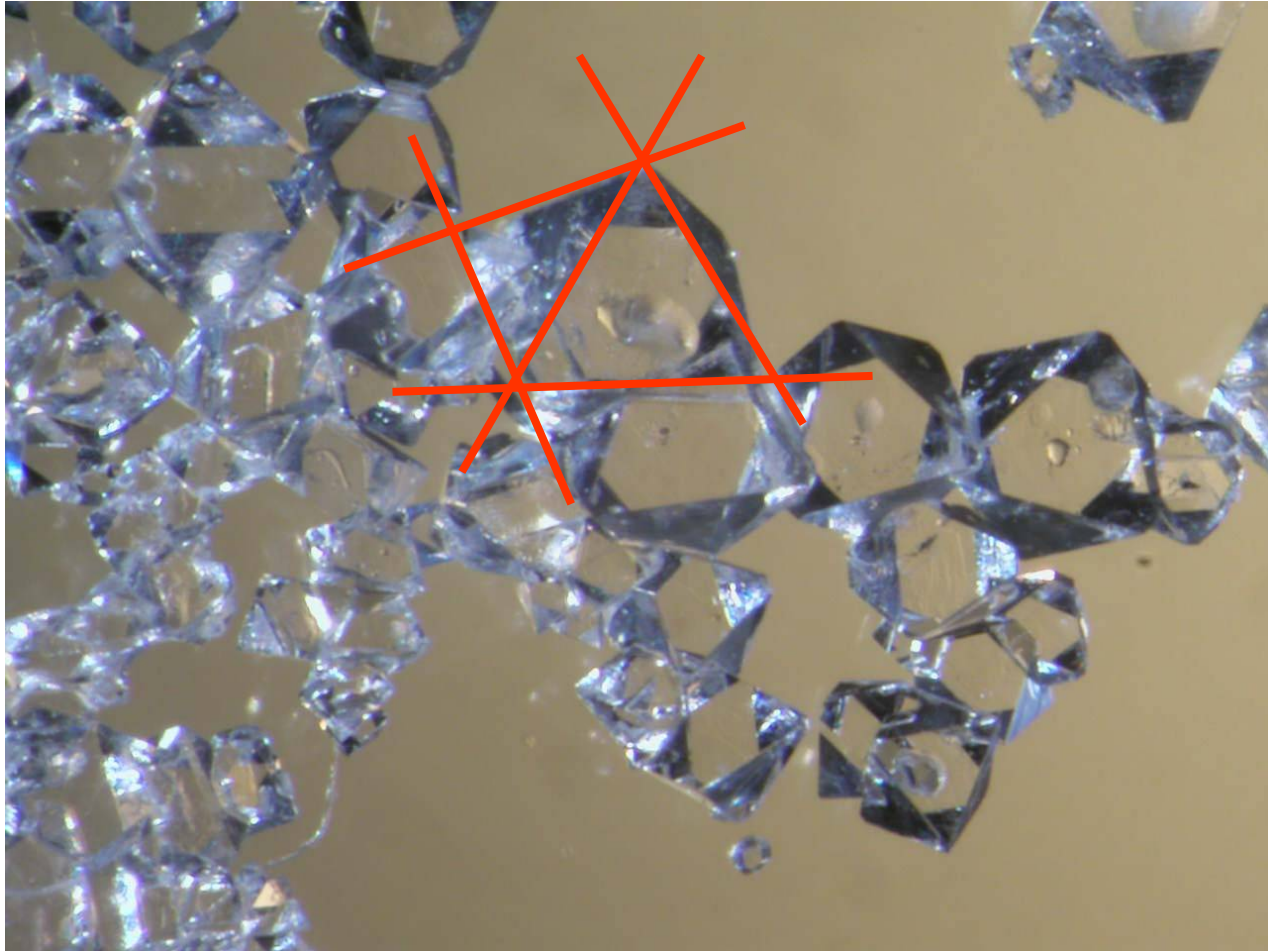


- Što se na kristalima vidi?
  1. Svi su sličnoga oblika
  2. Imaju ravne plohe
  3. “kockasti” su (donekle)
- Bridovi i plohe sijeku se pod pravim kutovima.





Natrijev klorid



Opet natrijev klorid?

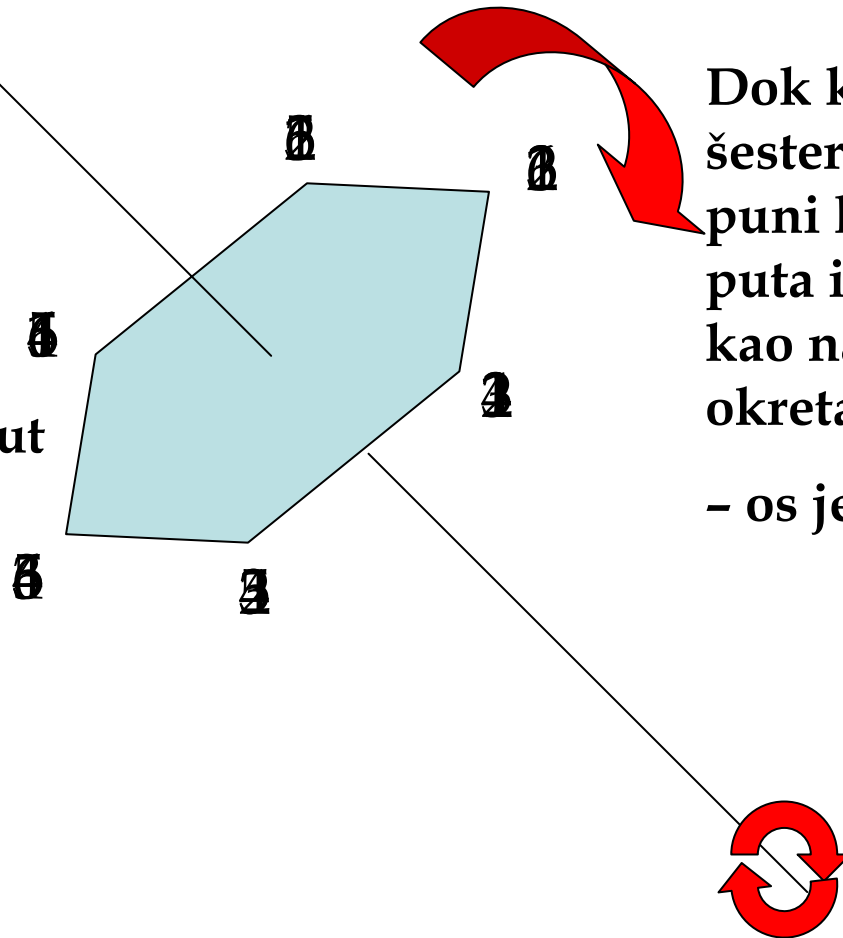
# Simetrija

- Ako se nekakvom operacijom djeluje na neki objekt, a da se taj pri tome ne promijeni, objekt je simetričan s obzirom na tu operaciju, a operacija se zove **simetrijska operacija**.
- Objekt u prostoru može biti simetričan obzirom na pomicanje (rotaciju oko neke osi) ili preslikavanje (kroz neku točku ili ravninu). Te osi, ravnine i točke nazivlju se **elementima simetrije**.

# Osi simetrije

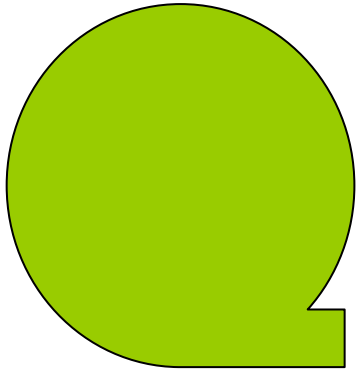
Os oko koje se  
šesterokut rotira

Šesterokut

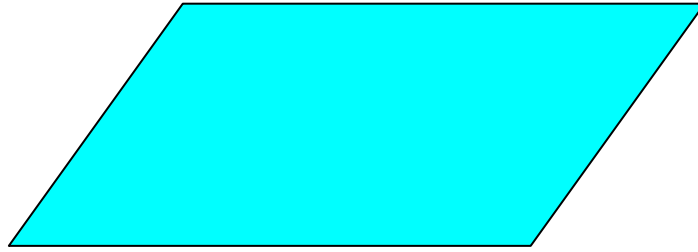


Dok kružeći  
šesterokut napravi  
puni krug ( $360^\circ$ ), šest  
puta izgleda jednako  
kao na početku  
okretanja

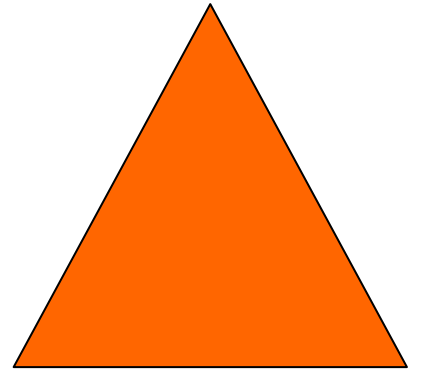
- os je šestoga reda



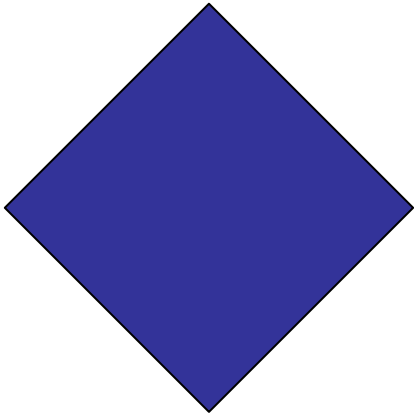
1



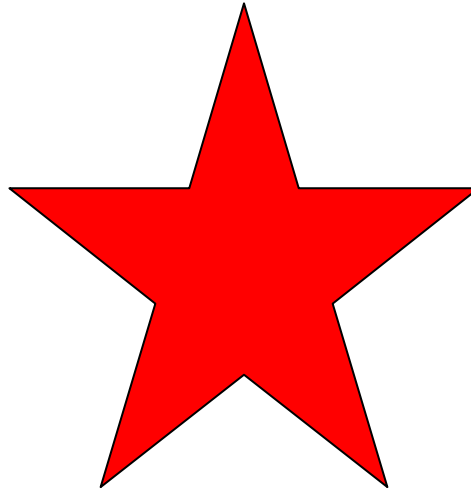
2



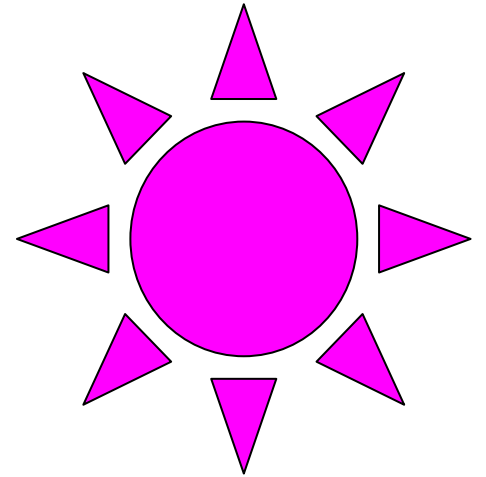
3



4

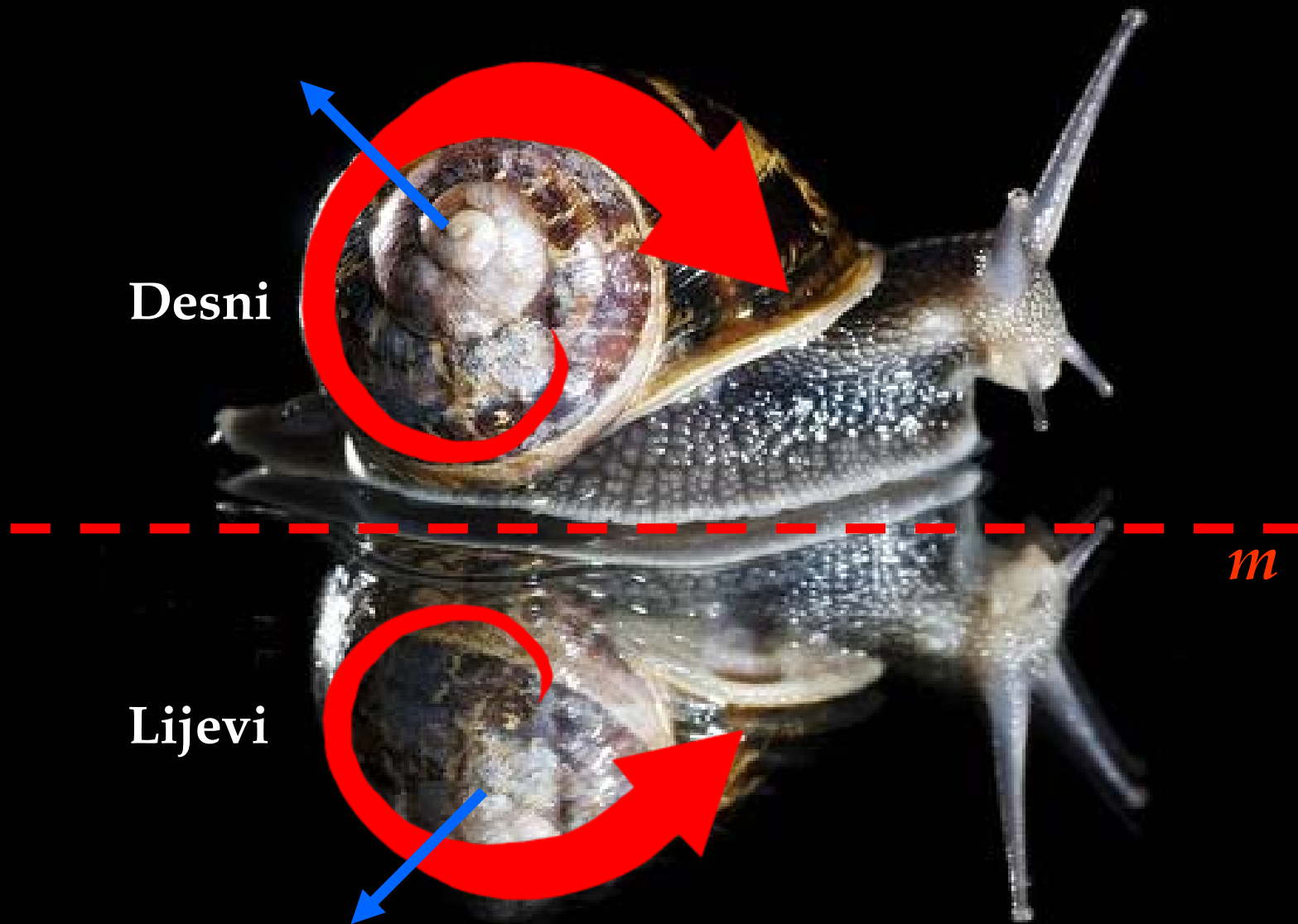


5



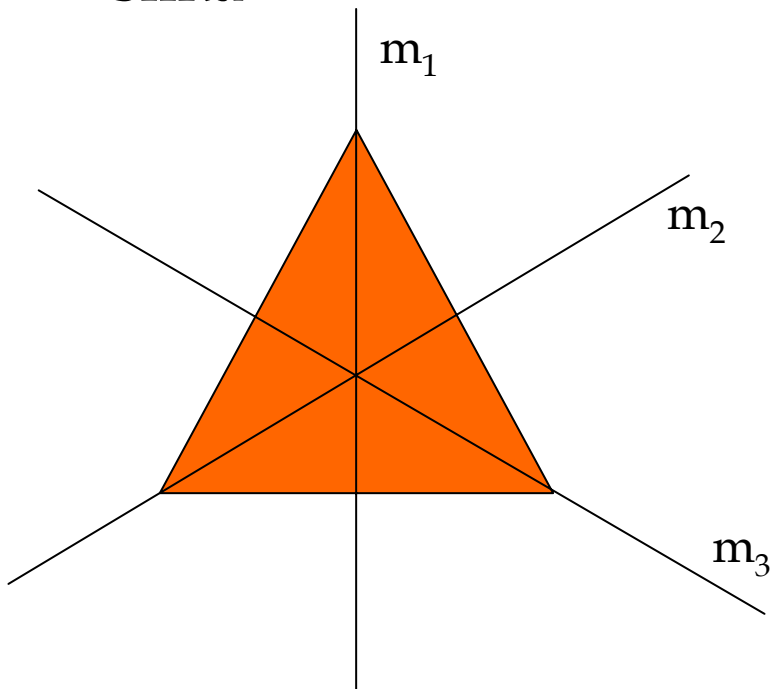
8

# Lijevi i desni puževi

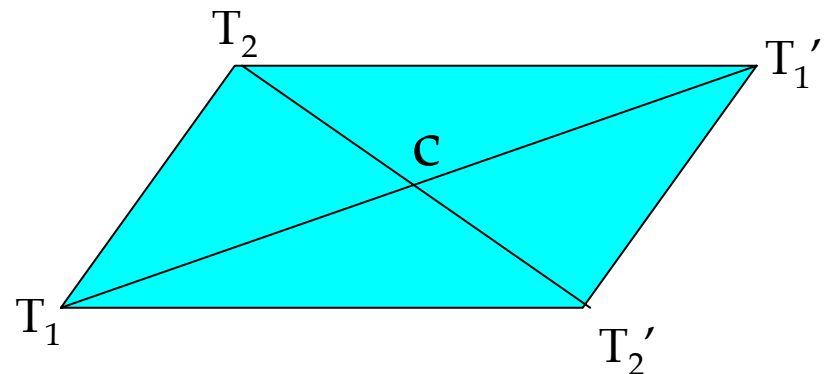


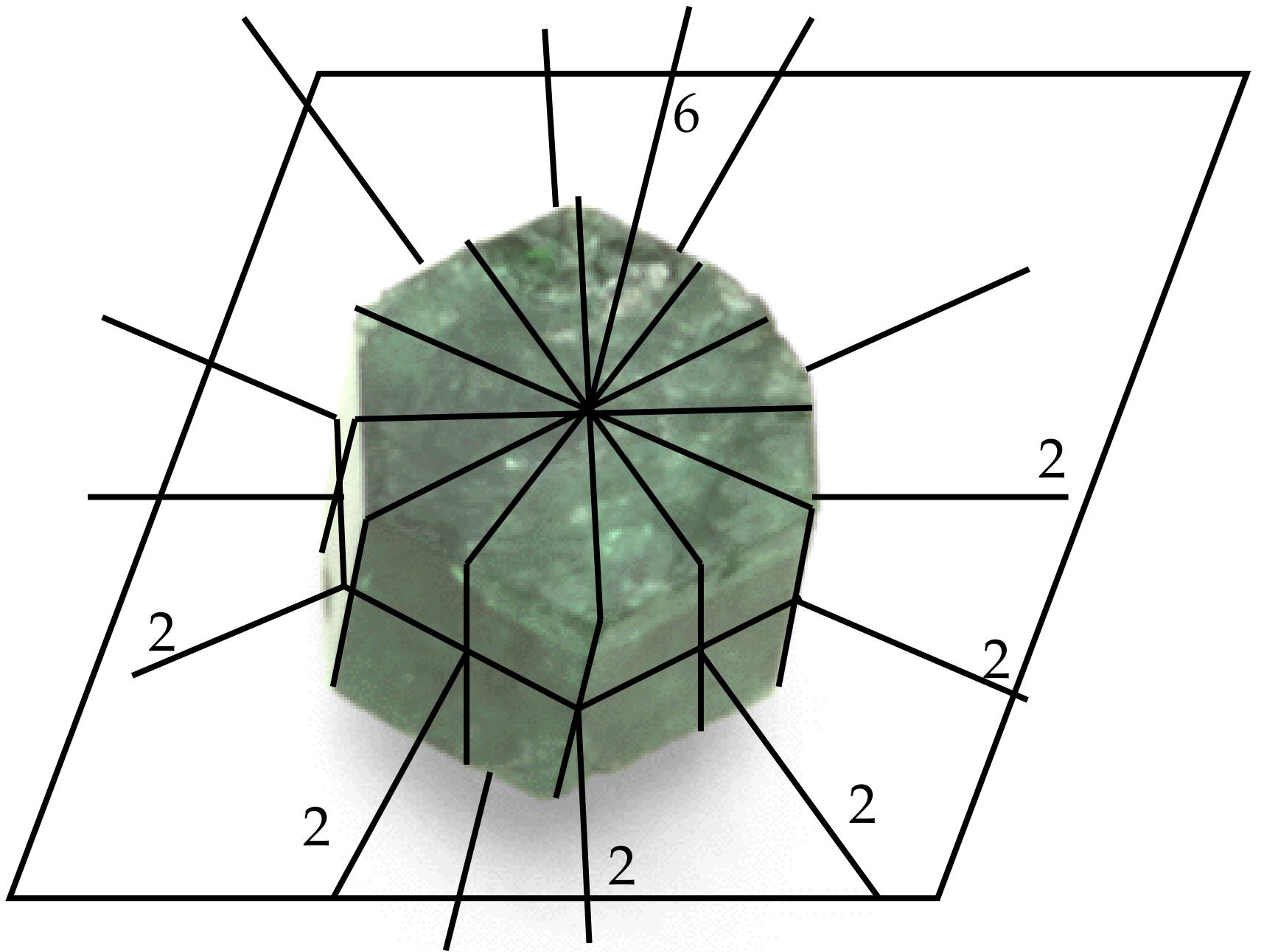
# Zrcalne ravnine i inverzijski centri

- Ravnina koja presijeca objekt tako da se dvije polovice odnose kao predmet i zrcalna mu slika



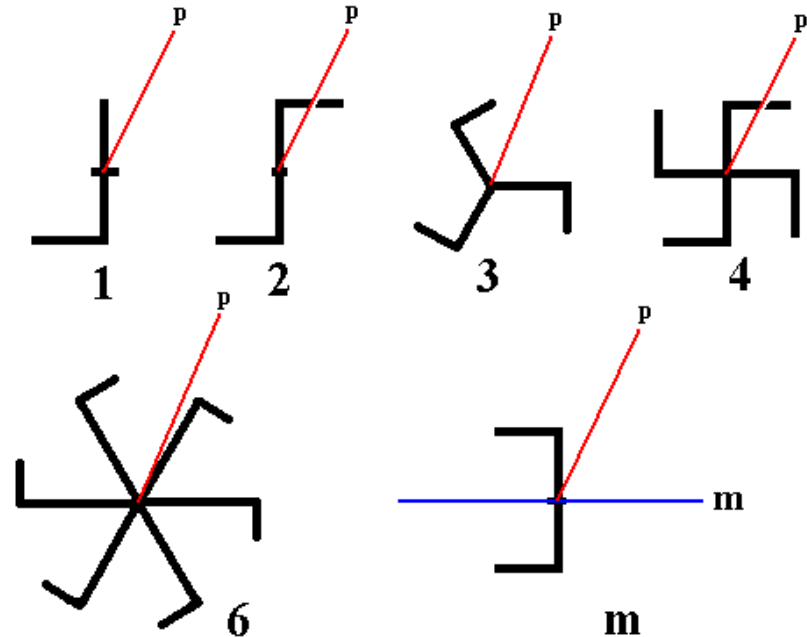
- Točka u središtu objekta od koje za svaku točku objekta postoji odgovarajuća točka na istoj udaljenosti s nasuprotne strane objekta



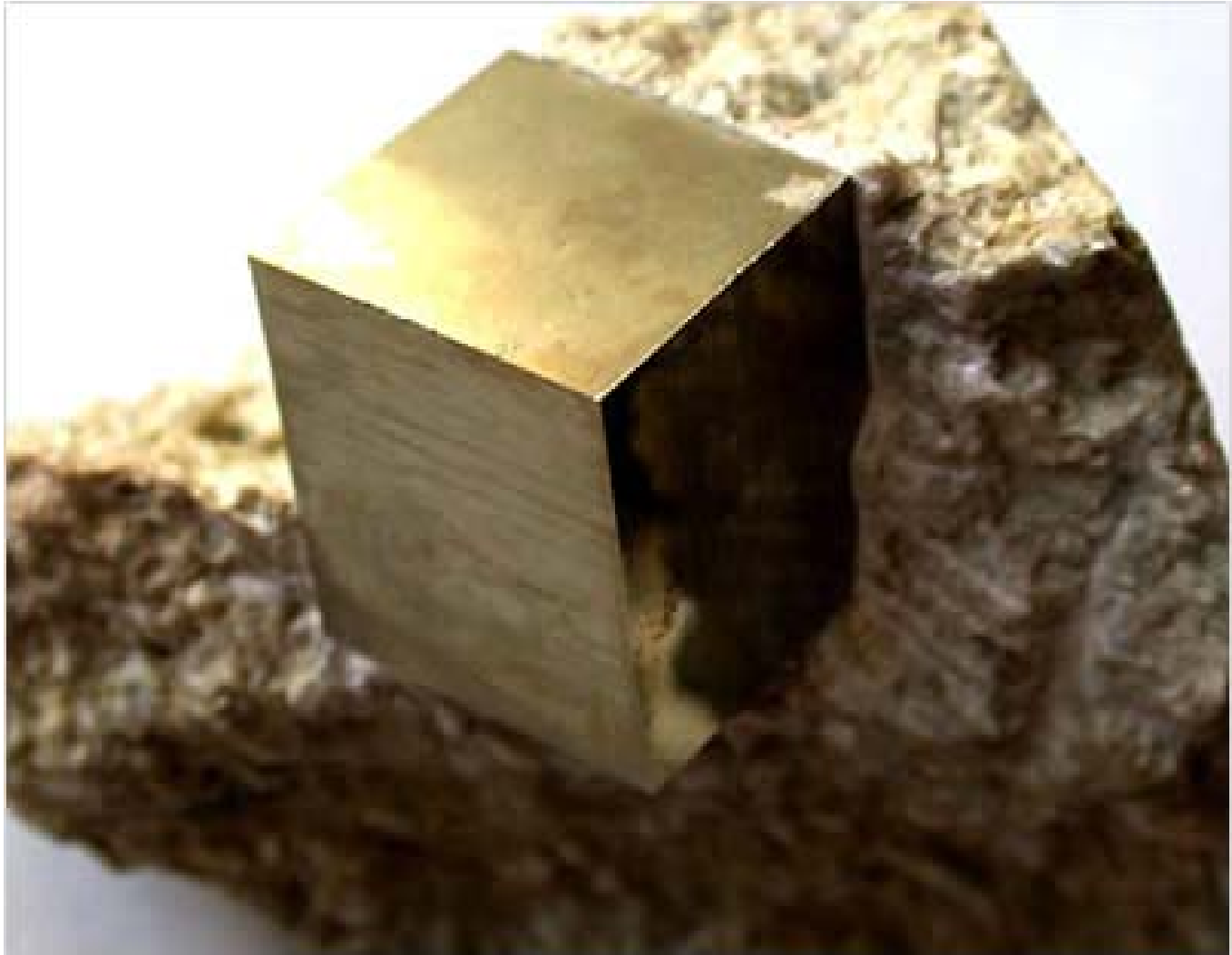


# Mogući elementi simetrije na kristalima

- Osi simetrije (prave i neprave) 2., 3., 4. i 6. reda.
- Zrcalne ravnine
- Centri inverzije
- Ovi se elementi simetrije mogu kombinirati na 32 načina



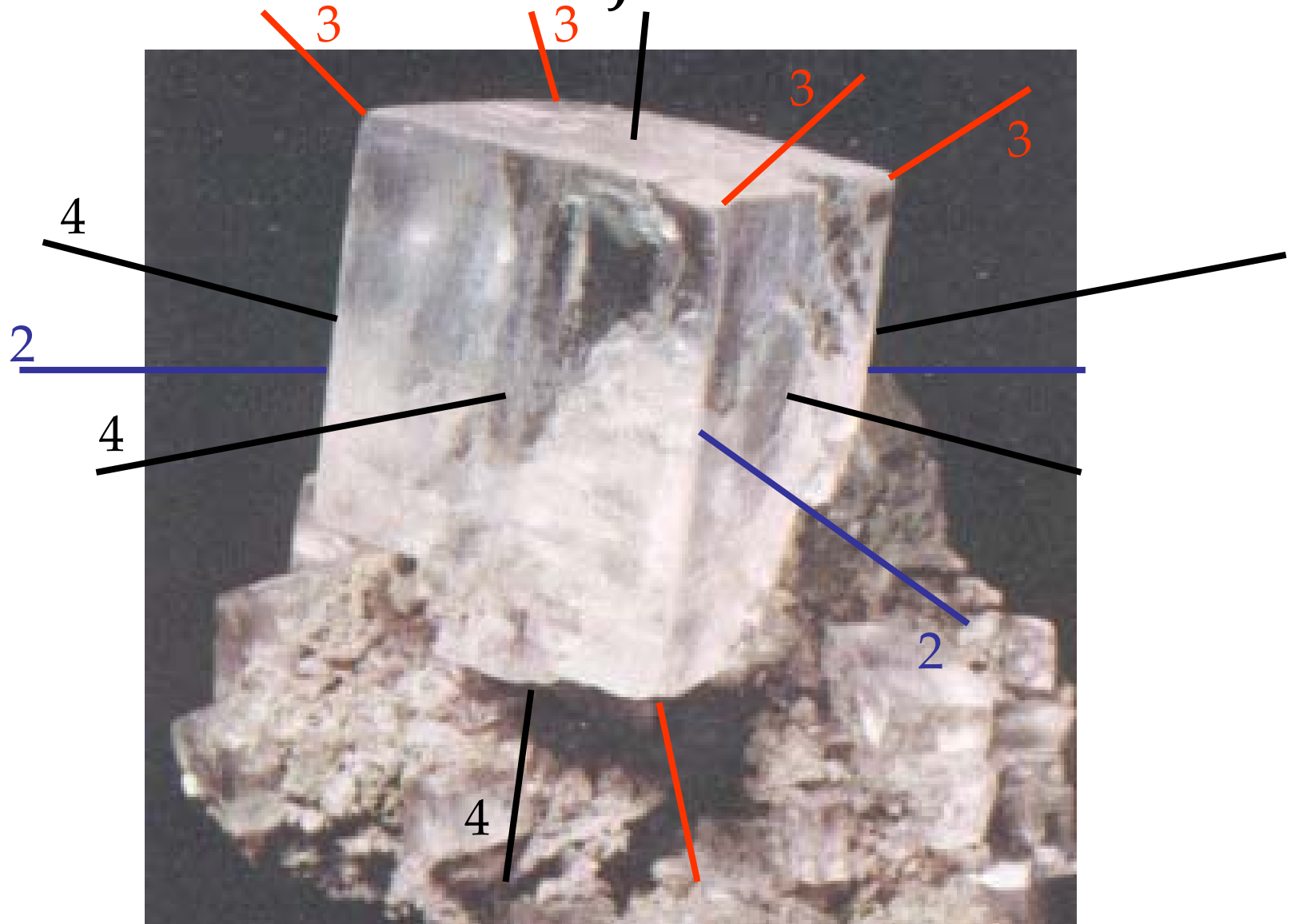
# Kristal pirita

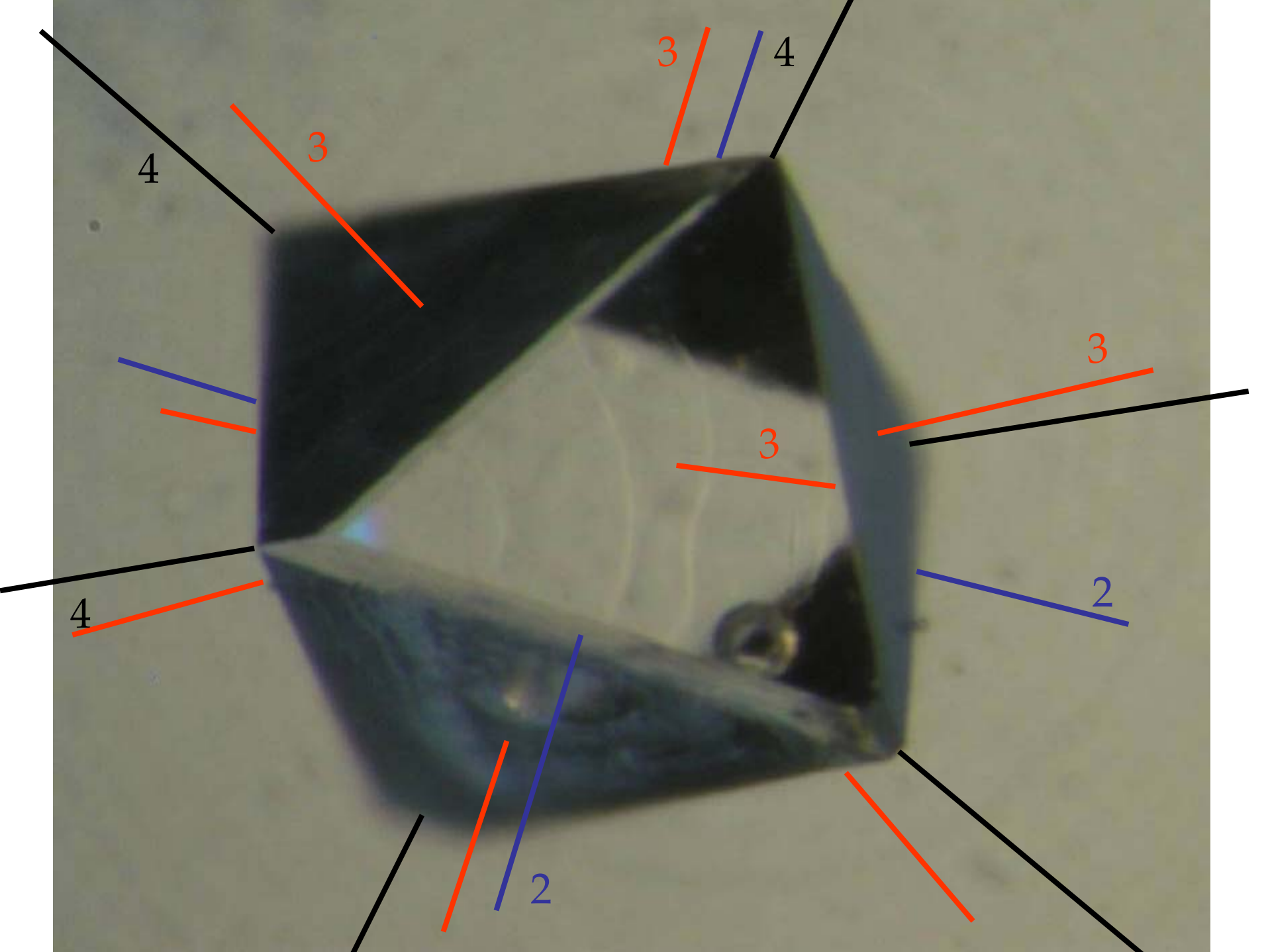


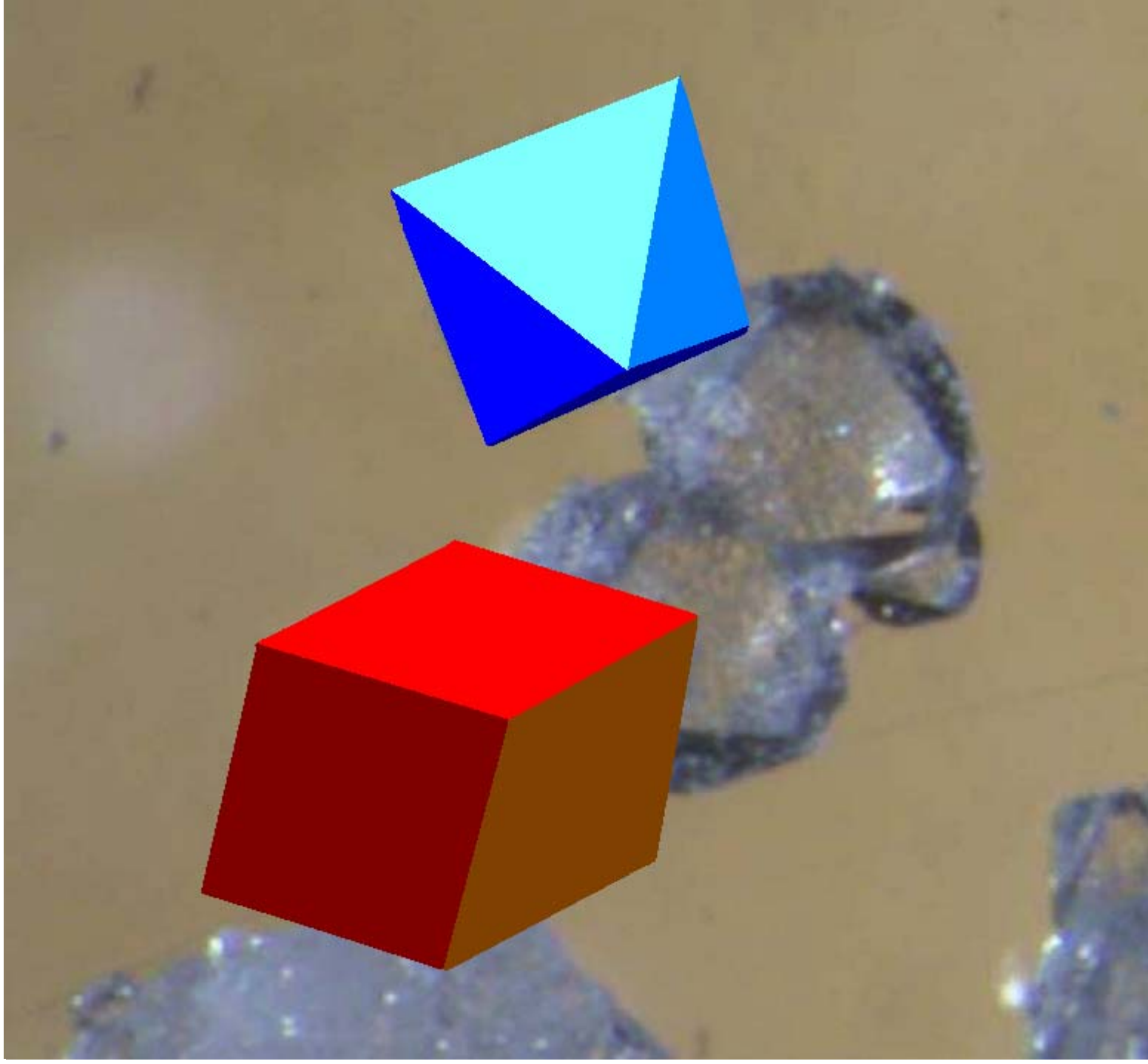
# Još kristala pirita



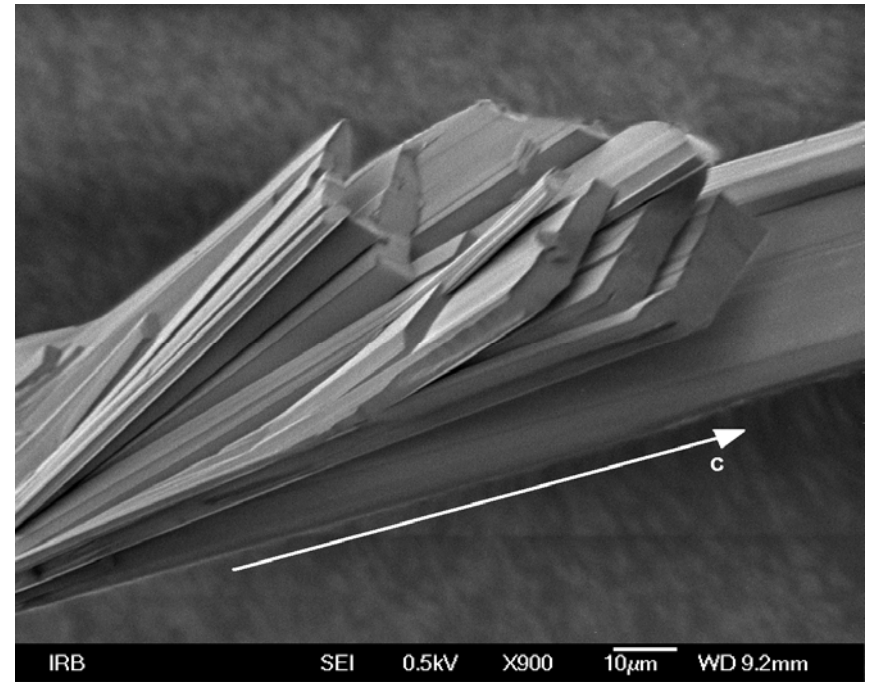
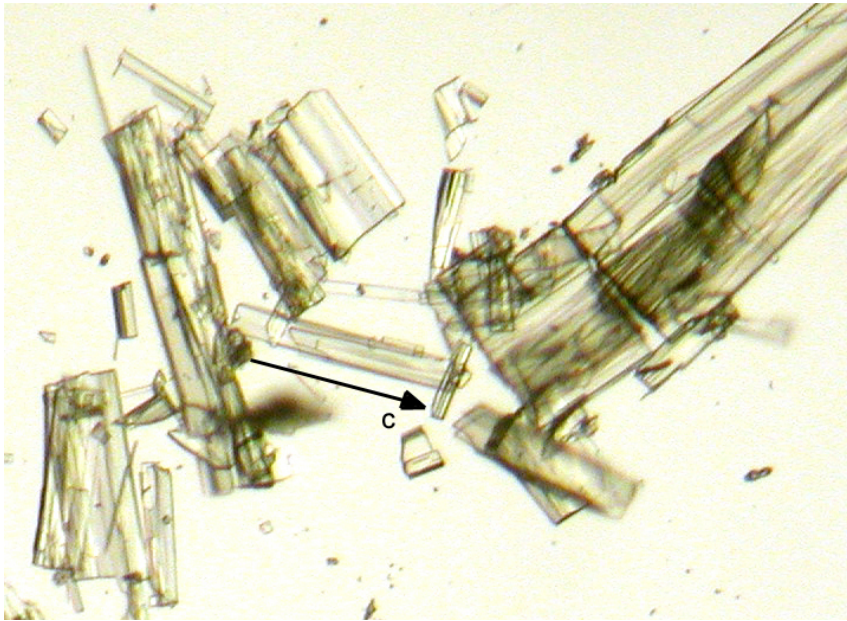
# Kristal natrijeva klorida



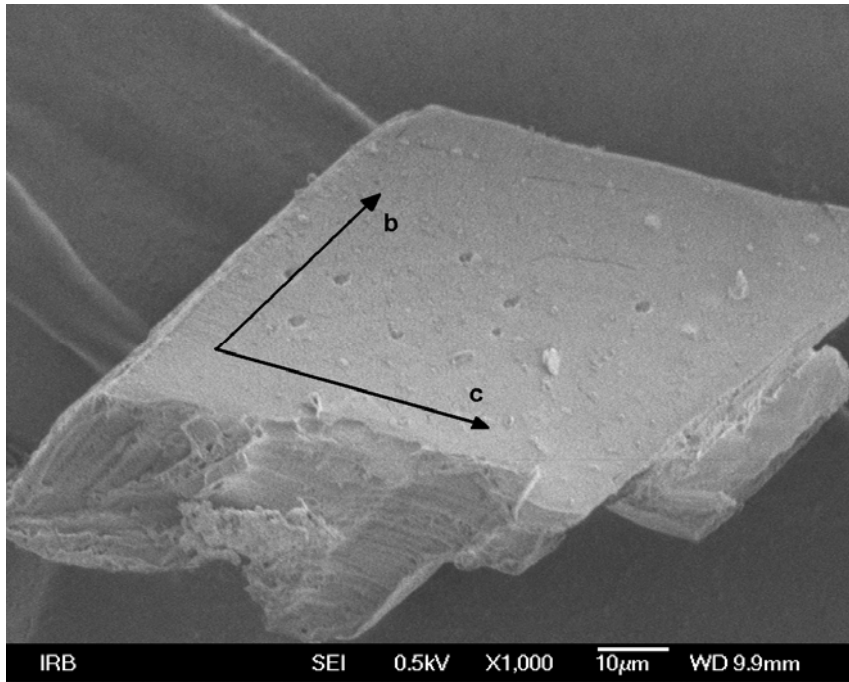




# Promatramo dalje...



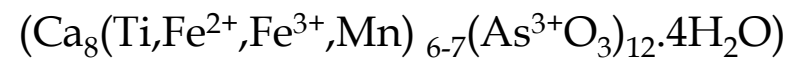
Ovi su kristali u jednome smjeru (označenome s  $c$ ) izduženi.



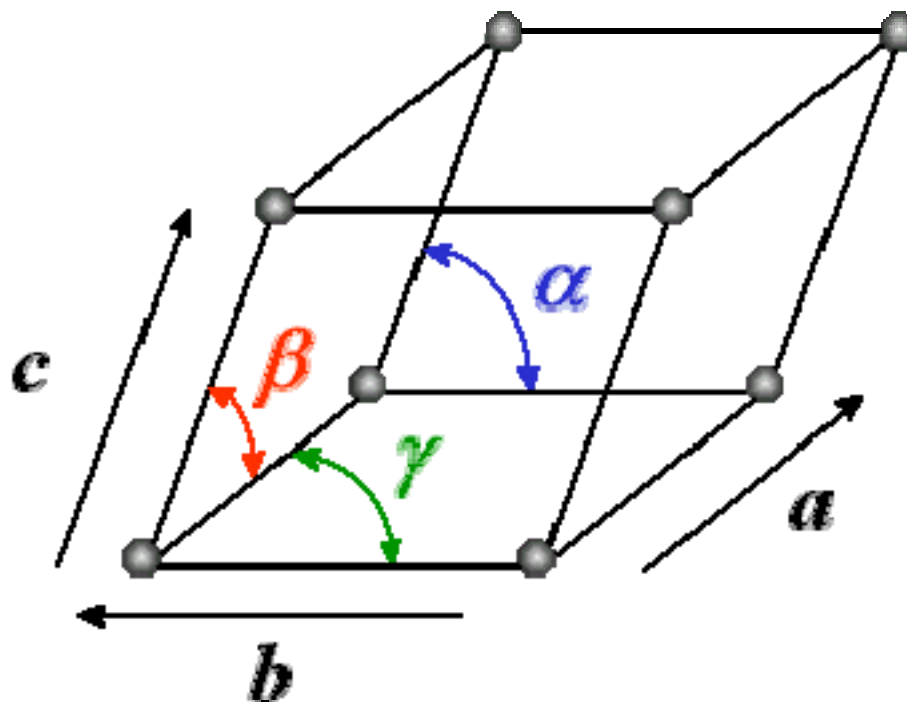
Dihidroksiacetofenon



Kafarsit



# Koordinatni sustav

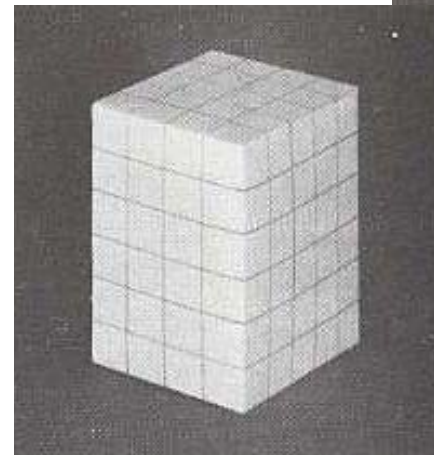
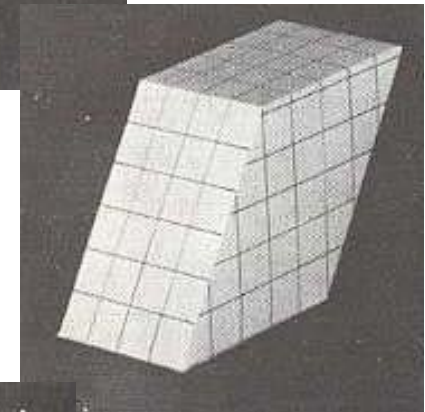
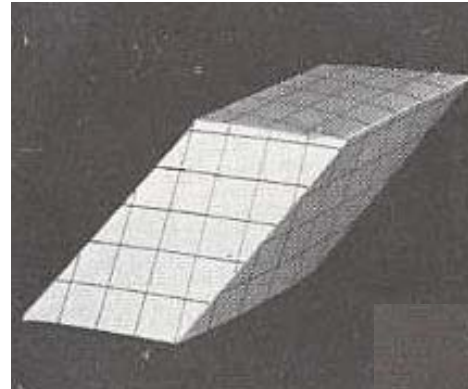


Svaki se kristal može opisati poliedrom, a poliedar je opisiv koordinatnim sustavom. Jedinični odsječci na osima  $a$ ,  $b$  i  $c$  mogu i ne moraju biti jednaki, a kutovi među osima ( $a$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ ) mogu i ne moraju biti pravi.

Koordinatni sustavi koji na ovaj način opisuju kristale, nazivaju se **kristalnim sustavima**.

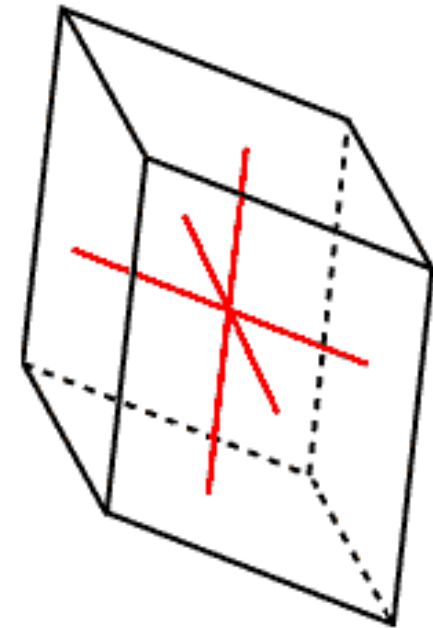
# Kristalni sustavi

- Sva tri kuta mogu biti različita
- Dva kuta mogu biti prava, a jedan različit
- Sva tri kuta mogu biti prava



# Ako su sva tri kuta različita...

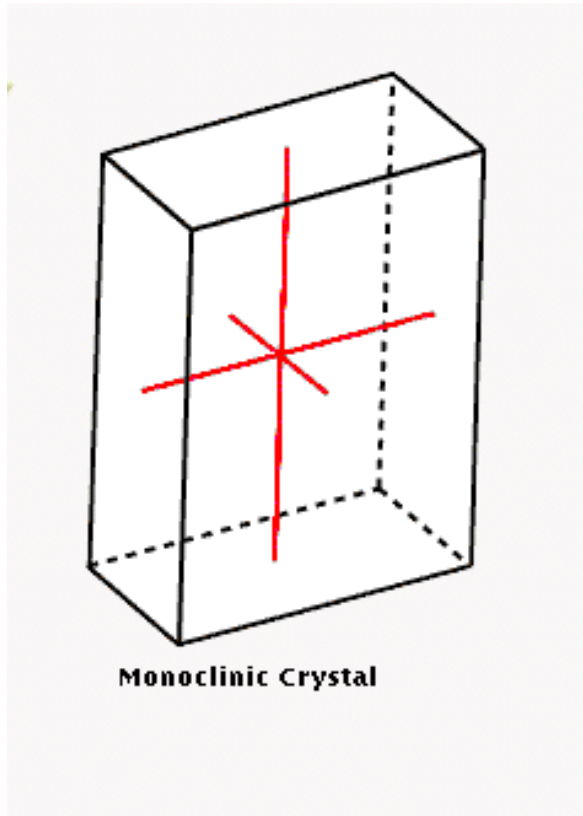
sustav se naziva **triklinskim**



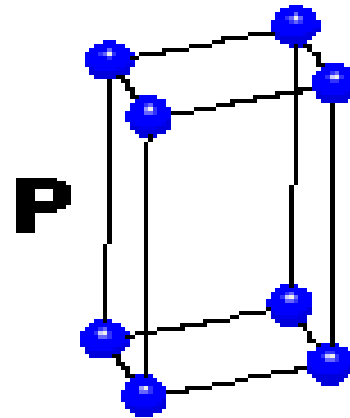
Triclinic Crystal

# Ako su dva prava...

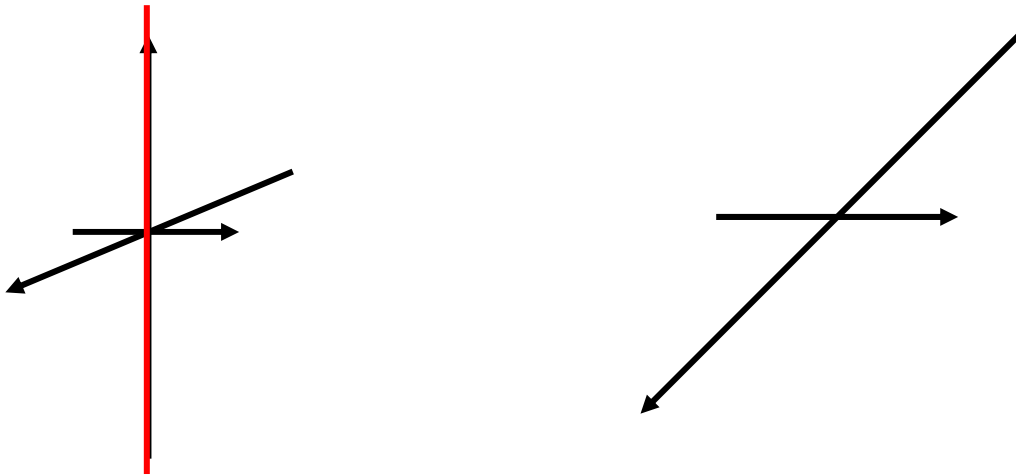
treći može biti bilo koji.  
Tada je sustav  
**monoklinski**



a treći je  $120^\circ$ . Takav(vi) se  
sustav(i) naziva(ju)  
**heksagonskim (i  
trigonskim)**



- **Monoklinski sustav** - duž jedne osi (one koja je pod pravim kutem na druge dvije) prolazi os simetrije drugoga reda i/ li je na nj okomita zrcalna ravnina.



- **Trikliniski sustav** - kristal možda ima (a možda i nema) centar inverzije.

# Jedan heksagonski



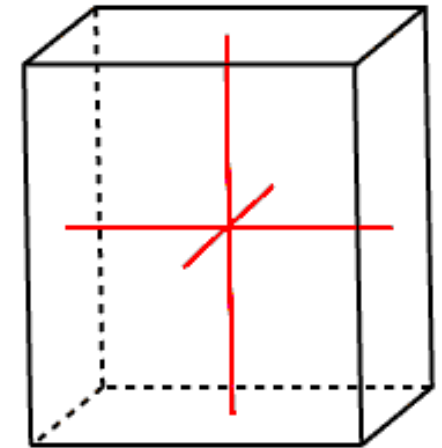
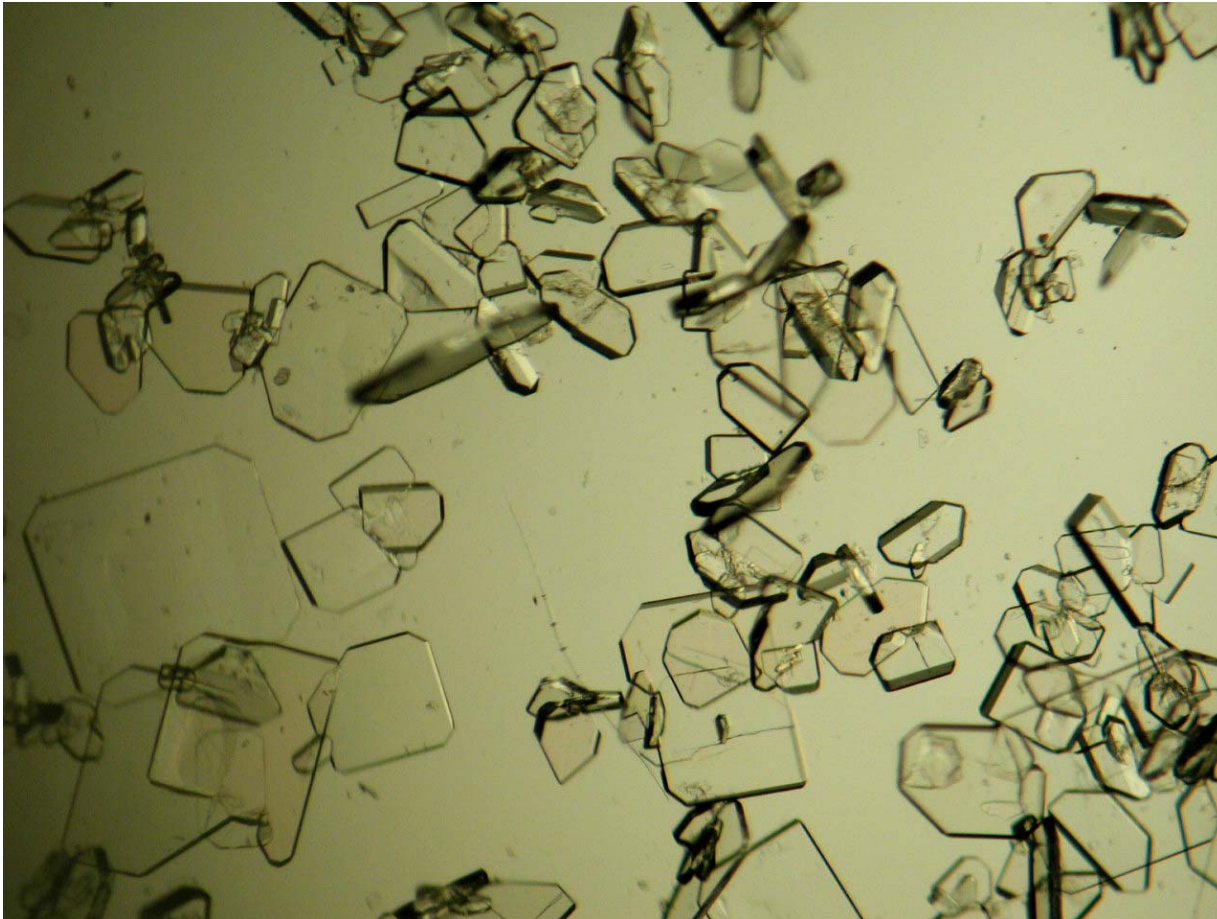
(u sjećanje na Snjeguljicu)

# Ako su sva tri prava...

- Moramo gledati odsječke na osima. Oni (ovisno o simetriji) mogu i ne moraju biti jednaki.

# Ako su svi odsječci različitih duljina:

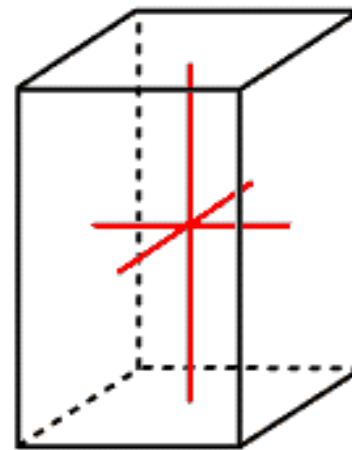
- Sustav se naziva **rompskim**.



Orthorhombic Crystal

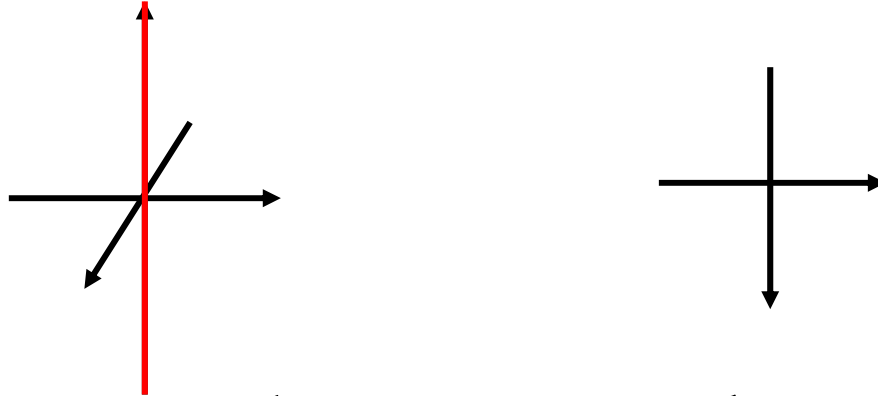
# Ako su dva jednaka:

- a treći dulji ili kraći od njih sustav se naziva **tetragonskim**.

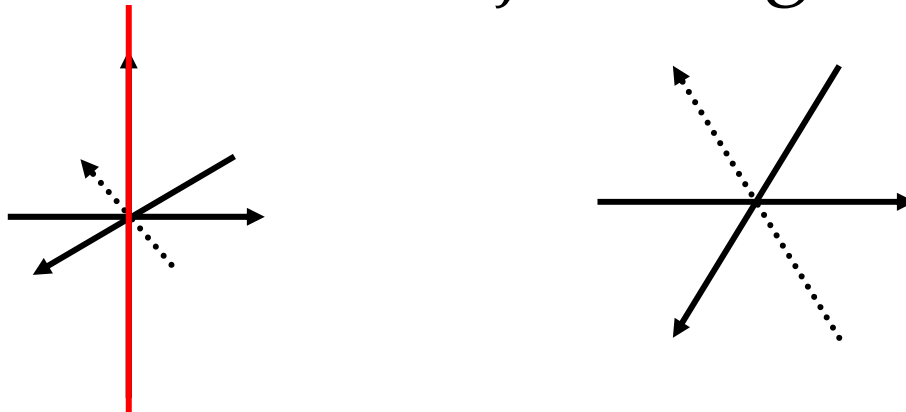


**Tetragonal Crystal**

- **Tetragonski sustav** – duž jedne osi prolazi os simetrije četvrtoga reda.

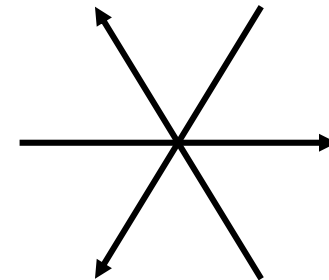
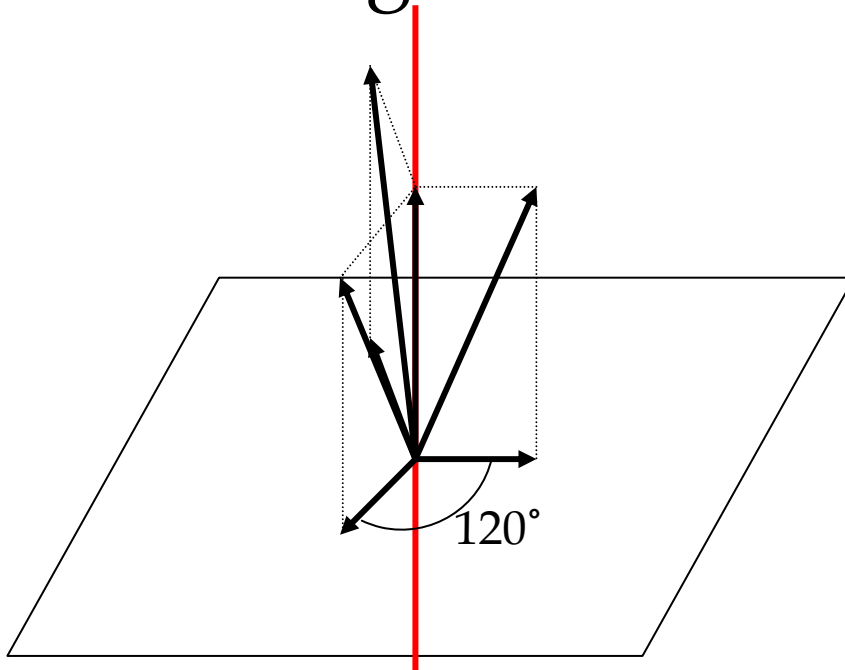


- **Heksagonski sustav** – duž jedne osi (one koja je pod pravim kutem na druge dvije) prolazi os simetrije trećega reda.



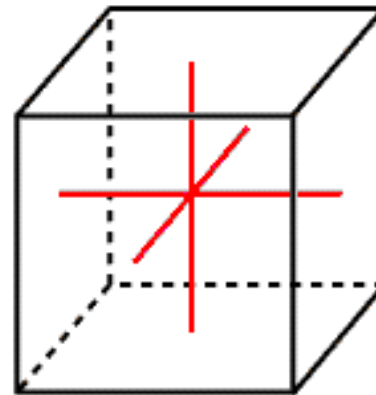
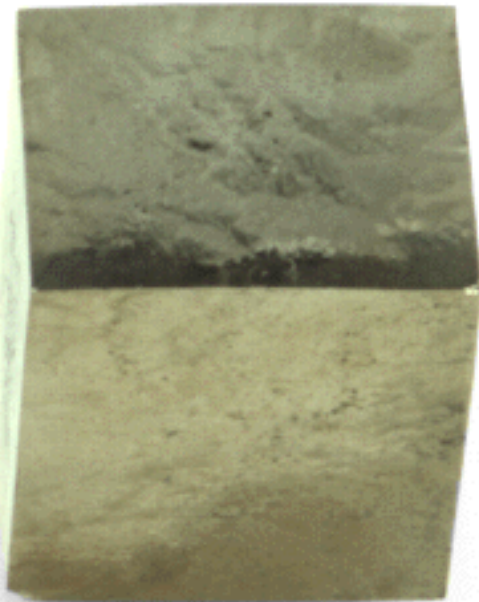
# “Trigonski sustav”

- Ako su sva tri kuta jednaka (ali ne prava) i sva tri odsječka jednaka sustav se kadkad naziva trigonskim



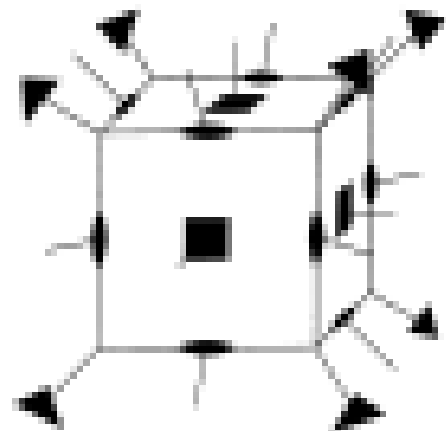
# Ako su sva tri jednaka:




- sustav se naziva **kubičnim**.

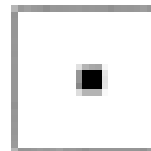
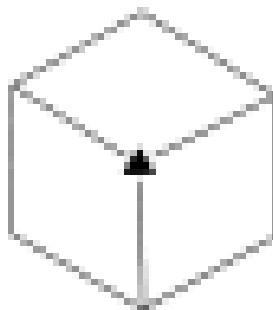
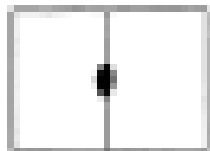


Isometric Crystal

# Osi simetrije kocke



-  Os drugoga reda
-  Os trećega reda
-  Os četvrtoga reda

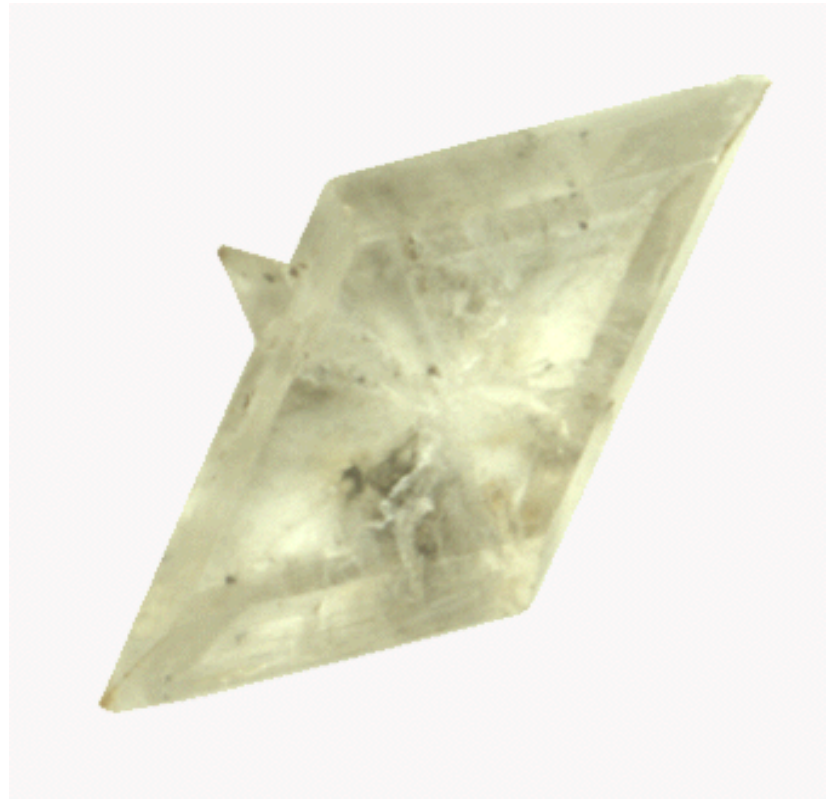


# Kristalni sustavi i simetrija

- 32 kombinacije elemenata simetrije mogu se podijeliti u 6 (7) skupina
- Svaka skupina odgovara jednomu kristalnom sustavu
- U svakoj skupini postoje karakteristični elementi simetrije postojanje kojih je kriterij za pripadanje toj skupini
- **Najviša moguća simetrija u pojedinoj skupini upravo je simetrija samoga koordinatnog sustava**

# Što je potrebno za proučavanje kristala?

- 1. Kristal



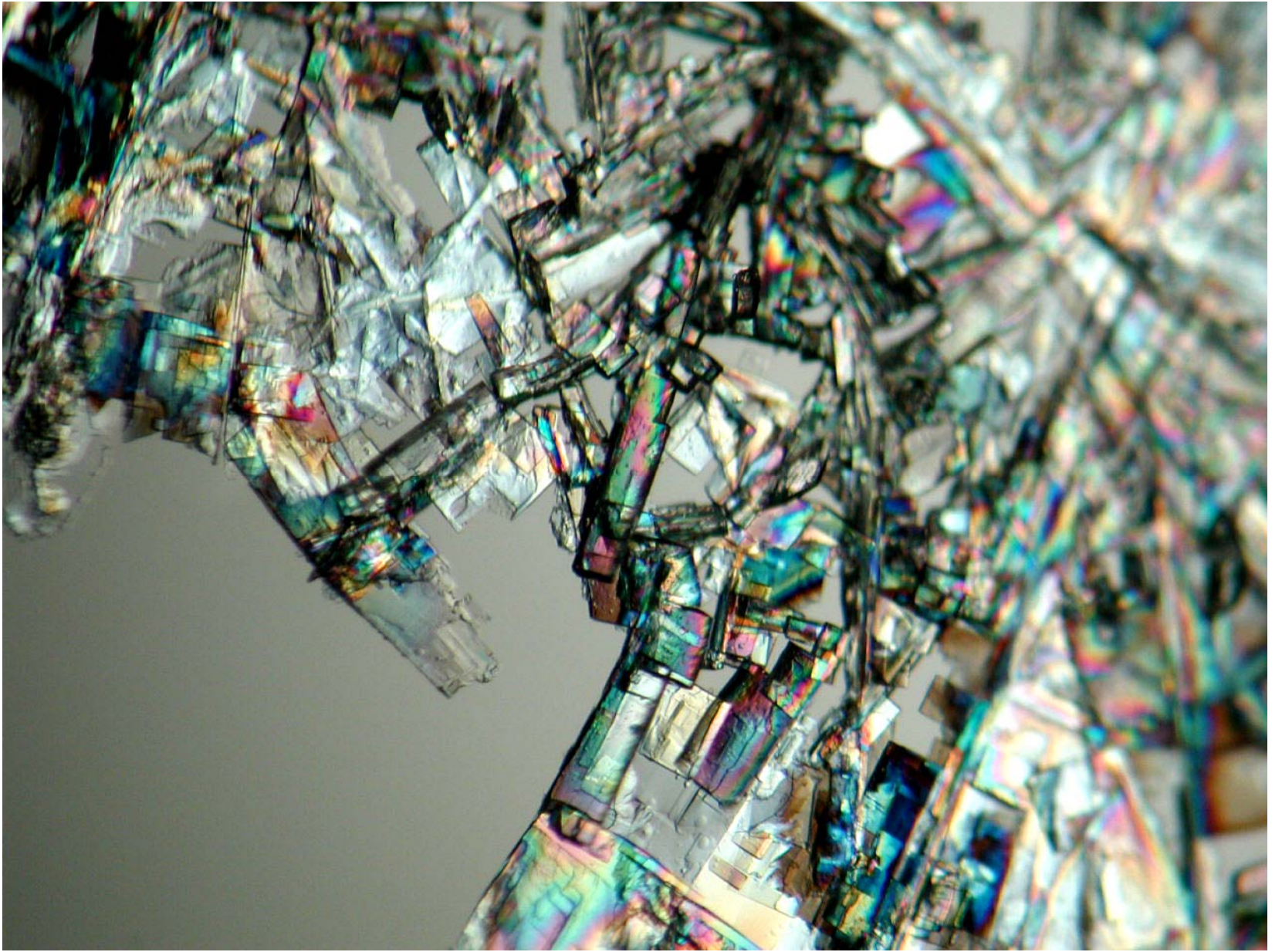
## 2. Lupa



Kraljice Elizabete



Nešto bolja (polarizacijska lupa)



# 3. Goniometar

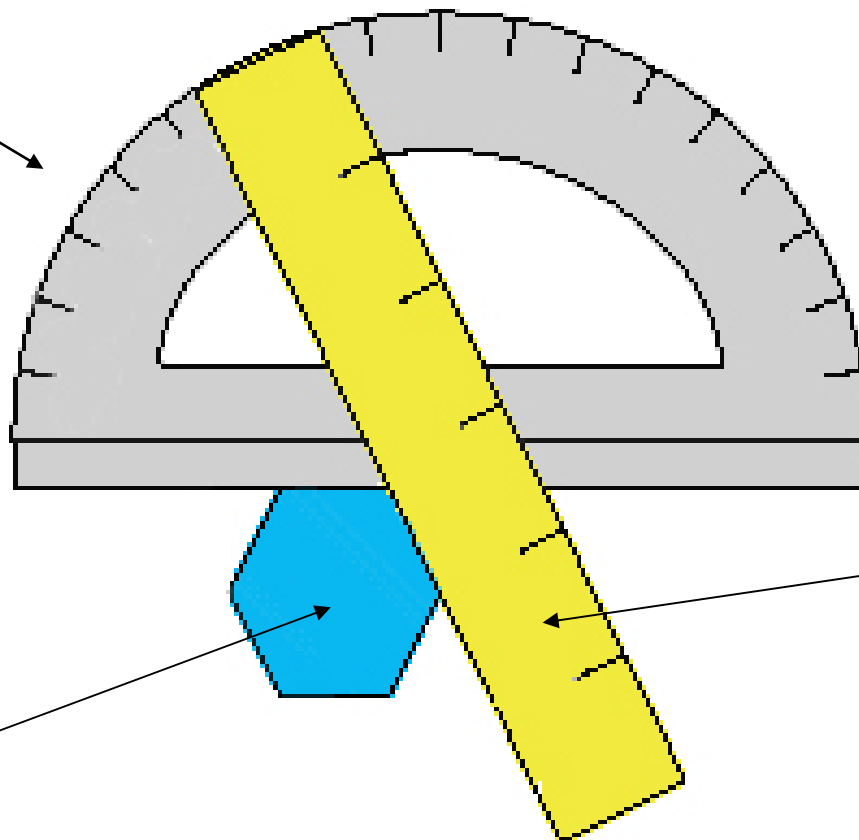


Kontaktni



Odsjevni

Kutomjer



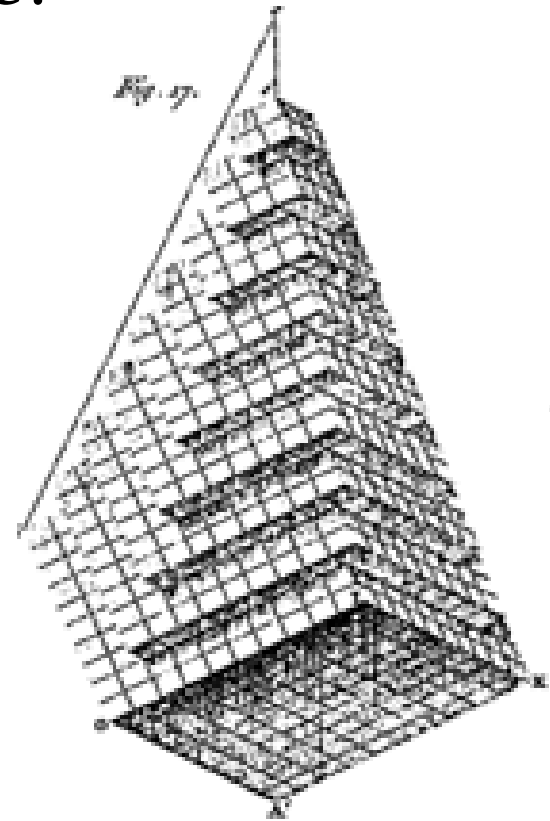
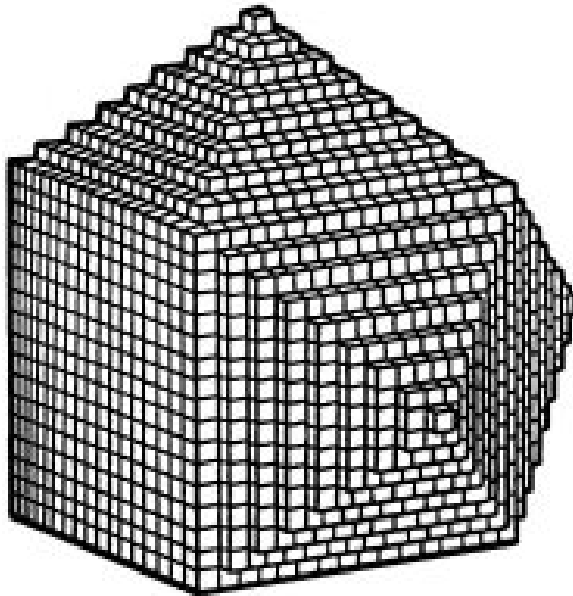
Ravnalo

"Kristal"

Kućne izrade

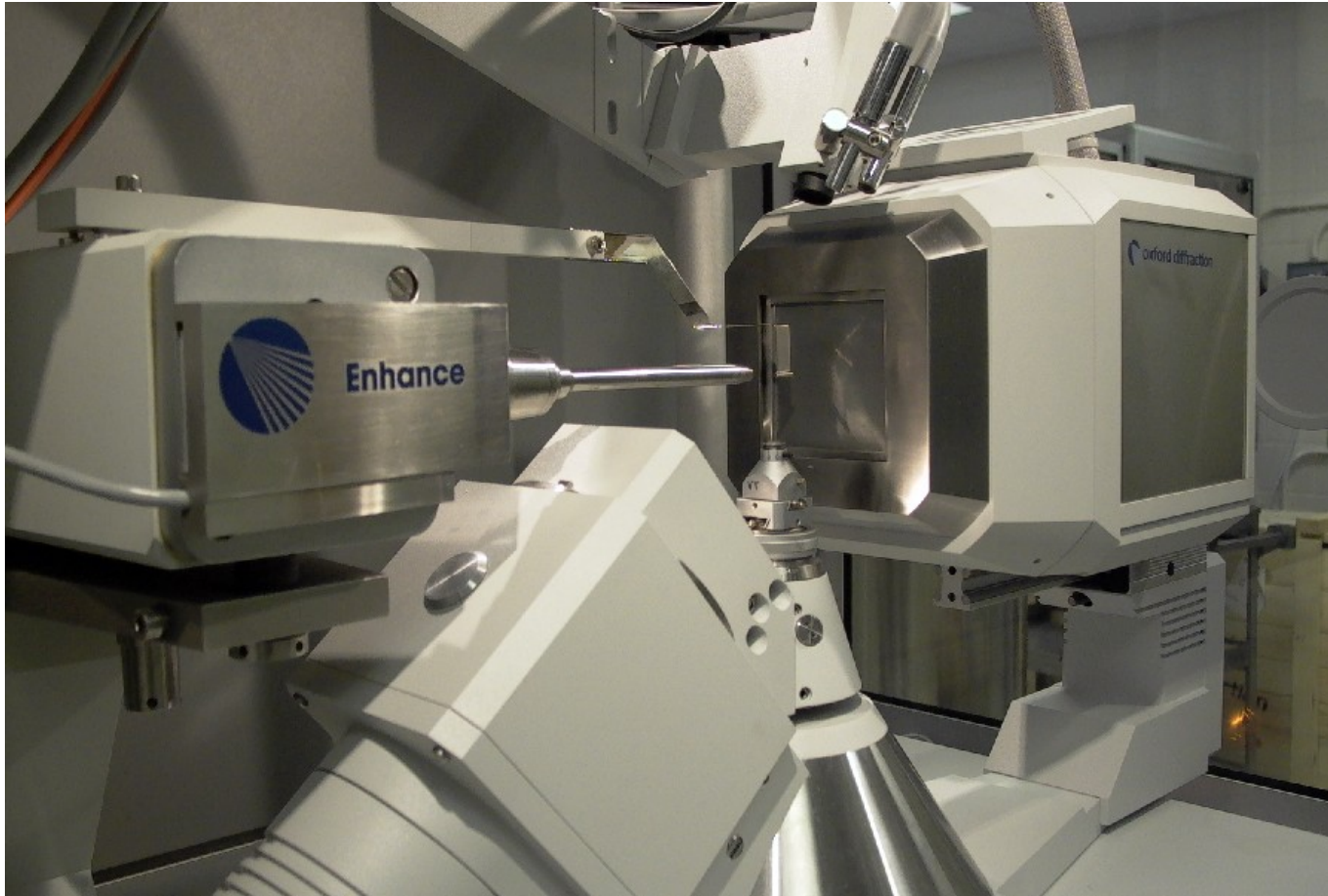
# Kako kristali izgledaju iznutra?

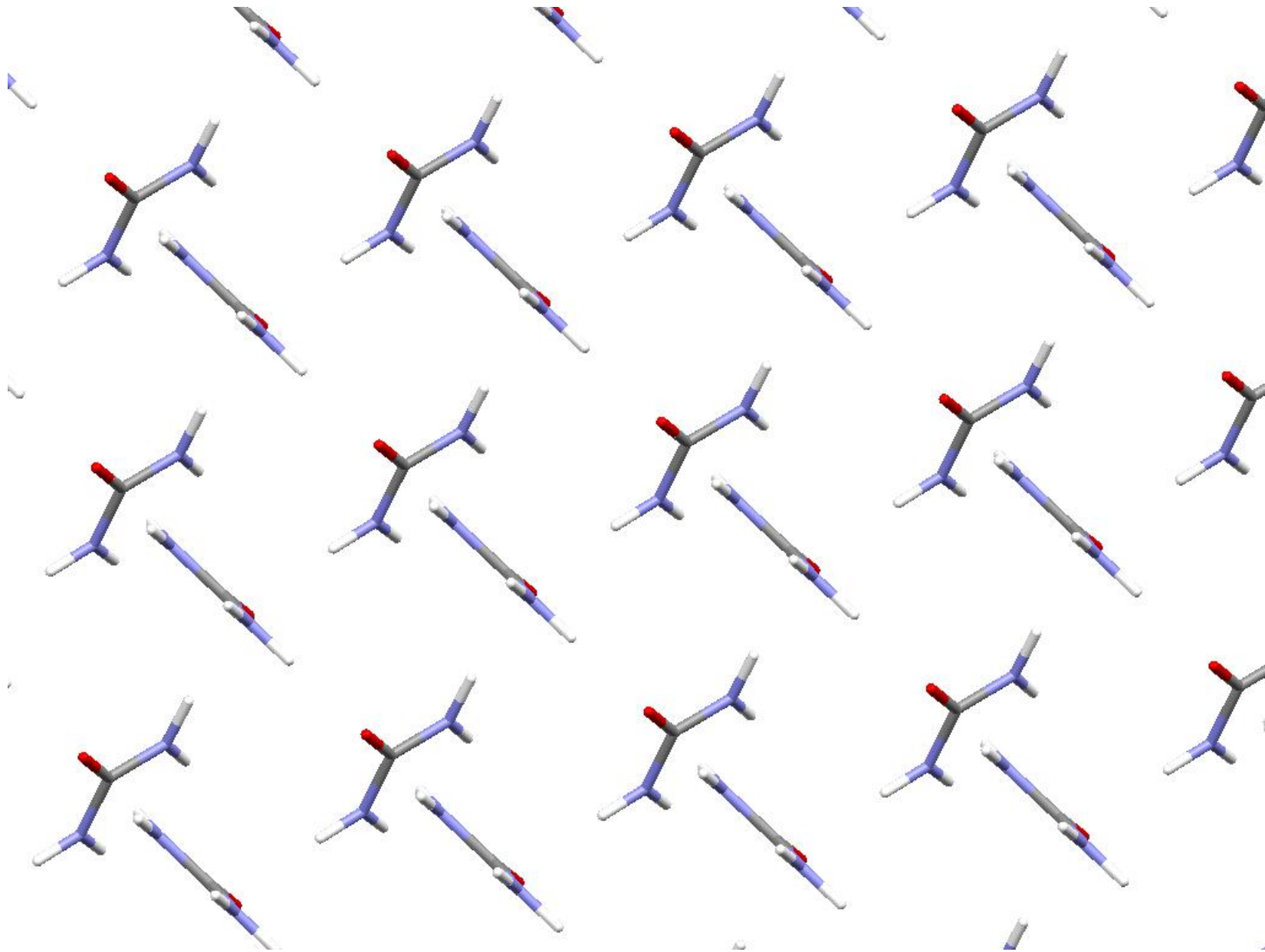
- Pa pravilno su građeni, zar ne?



Pravilno = Periodično

# Rentgenski difraktometar





Ali to je več druga priča...@



# COROLLARIUM:

neke (jeftine) tvari koje kristaliziraju u pojedinim sustavima

- Kubični sustav – natrijev klorid, stipsa(e)
- Tetragonski sustav – urea
- Rompski sustav – bakrov(II) klorid dihidrat
- Heksagonski sustav – voda
  - “Trigonski” - hidrokinon
- Monoklinski – benzojeva kiselina, vinska kiselina
- Triklinski – modra galica (i ine galice)