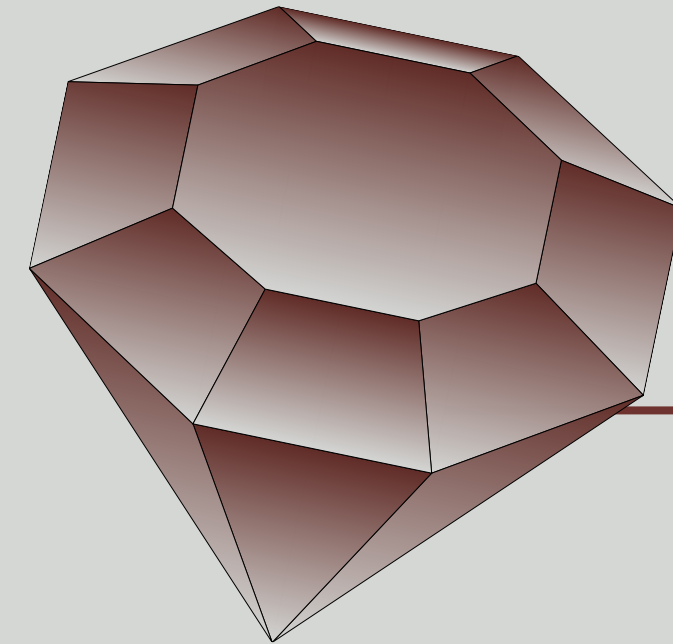
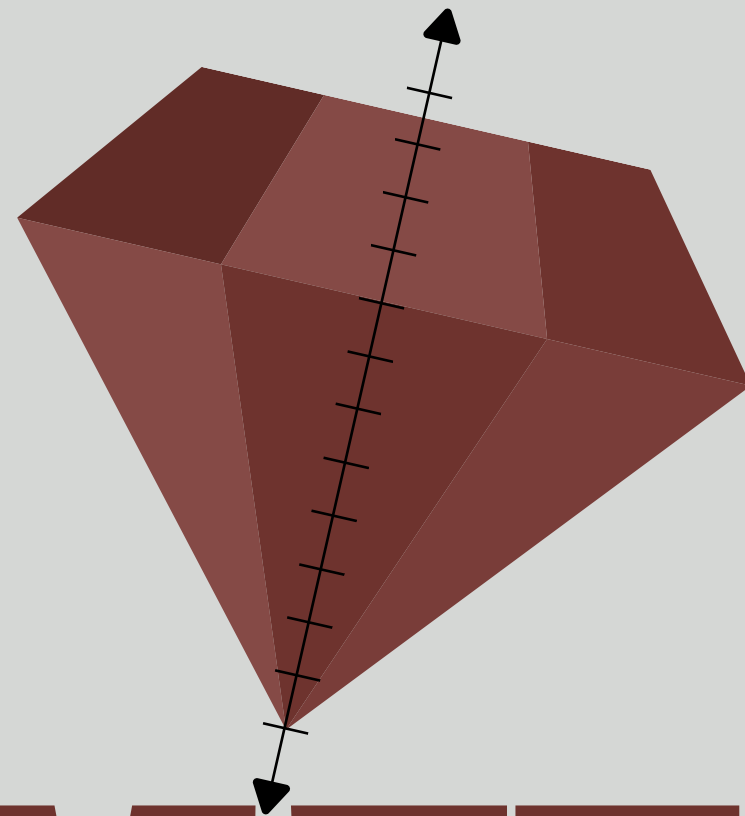


**СИМЕТРІЯ  
КРИСТАЛІВ**



# ОСІ СИМЕТРІЇ У КРИСТАЛАХ

підготувала студентка групи Х-21, Клшлшко Марія

# симетрія та її основні поняття



**симетрія кристалів – це закономірне повторення однакових елементів кристалу (вершин, граней, ребер) відносно уявних ліній, площин, точок (елементів симетрії).**

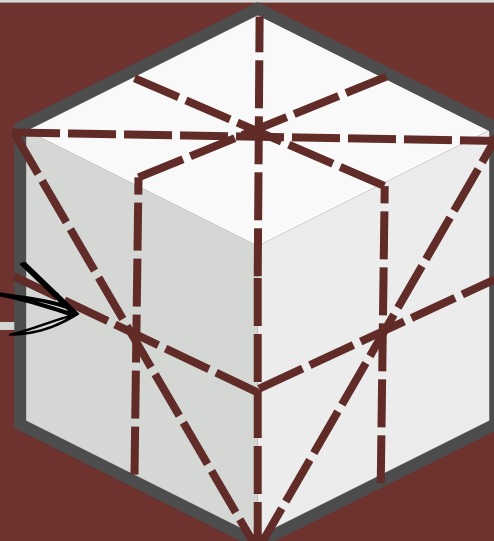


**операція симетрії - геометричне перетворення, що приводить до самосуміщення об'єкта.**



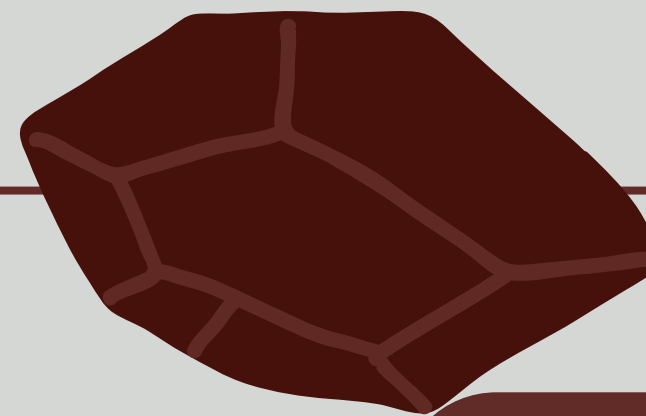
**елементи симетрії - уявні точки, прямі та площини, по відношенню до яких відбуваються операції симетрії.**

елемент  
симетрії



штрихпунктирні лінії на кубі створюють площини симетрії, які ділять куб на рівні частини

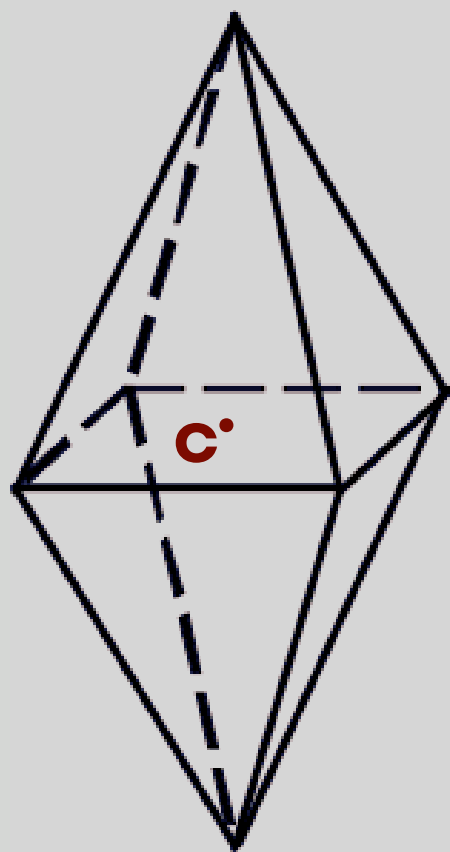
# елементи симетрії



## центр симетрії $C$

уявна точка всередині кристалу, при проходженні через яку, будь-яка пряма зустрине на рівній від неї відстані однакові частини кристалу

- В кристалах може бути **тільки один центр симетрії**, або його може не бути взагалі.

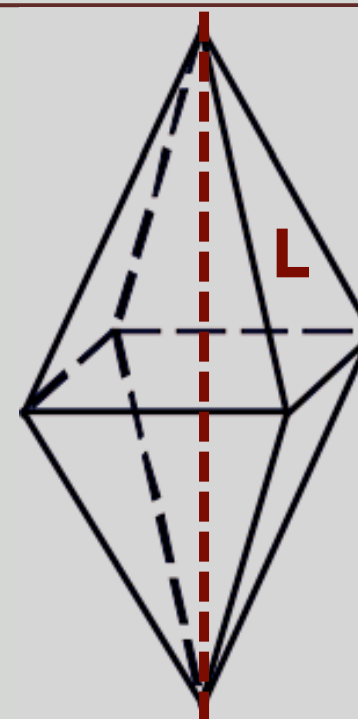


у кристалах, що мають центр симетрії протилежні грані попарно рівні і паралельні.

## вісь симетрії $L_n$

уявна пряма, обертання навколо якої на деякий кут призводить до самосуміщення фігури

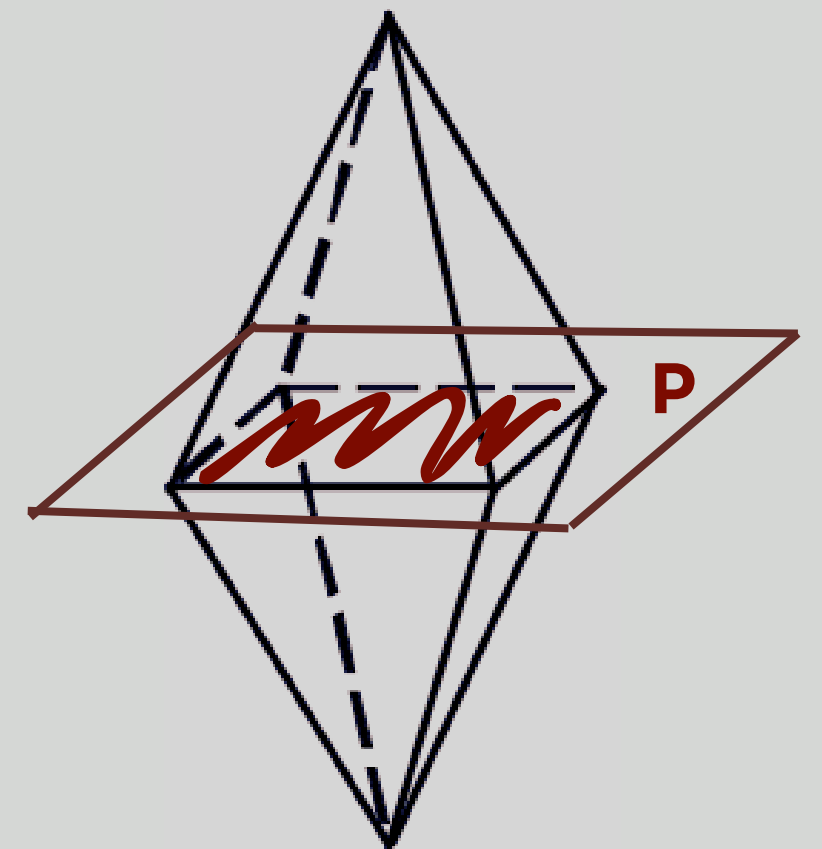
- При повороті кристалу на 360 градусів співпадання можливе 2, 3, 4, 6 разів.
- Кількість повторів вказує на **порядок вісі симетрії -n**.



## площина симетрії $P$

уявна площина, яка поділяє кристал на дві рівні частини так, що 1 з них є дзеркальним відображенням іншої

- Площин симетрії в кристалах може бути **від 1 до 9** або **не бути взагалі**.



• **Осі симетрії характеризуються порядком: кількістю кутів, при повороті на які система суміщається з собою.**

• **Кут повороту за якого відбувається самосуміщення, називається елементарним кутом повороту  $\alpha$ .**

• **Число суміщень фігури при обертанні на  $360^\circ$  визначає порядок осі:**

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha}$$

- **У кристалах можуть існувати тільки осі 1, 2, 3, 4 та 6-го порядку.**
- **Осі першого порядку не враховуються, тому що будь-яка фігура суміщається з собою при обертанні навколо довільної осі на  $360^\circ$ .**

Якщо вам цікаво, чому у кристалах не можуть існувати осі симетрії п'ятого і вище шостого порядку, то ось пояснення : ця закономірність обумовлена внутрішньою будовою кристалів. За наявності, припустимо, у кристалах осей симетрії п'ятого, сьомого або восьмого порядків, матеріальні частинки повинні розташовуватись у вершинах правильних п'яти-, семи- чи восьмикутників. Власне, за такого розташування вузлів, сукупність п'яти-, семи- чи восьмикутників не може утворювати плоску сітку без проміжків між ними.

Наявність таких проміжків призводило б до переміщення частинок по кристалу, тобто - до нестійкості структури кристала, що для нього не характерно.

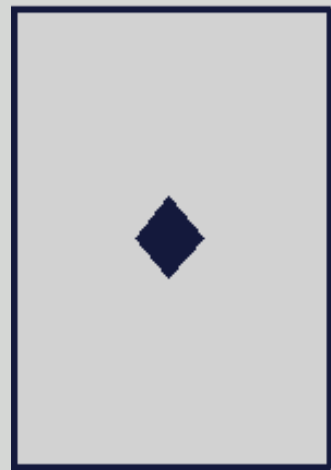
# загальна характеристика осей симметрії

Вісь симетрії, $L_n$	порядок осі, $n$	кут повороту, $\alpha$
$L_1$	1	$360^\circ$
$L_2$	2	$180^\circ$
$L_3$	3	$120^\circ$
$L_4$	4	$90^\circ$
$L_6$	6	$60^\circ$

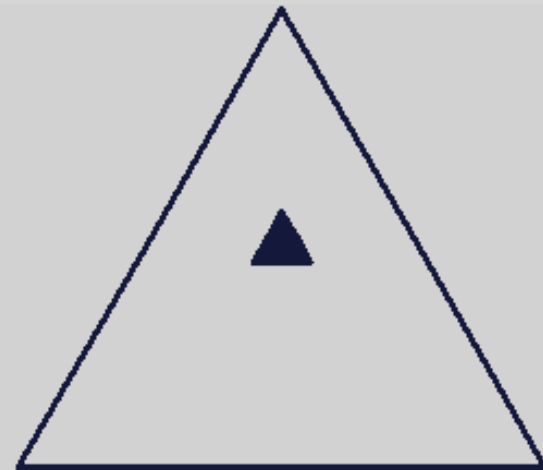
# ЯК ВИЗНАЧИТИ ПОРЯДОК ОСІ СИМЕТРІЇ ?

Для визначення порядку осі симетрії потрібно закріпити фігуру в точках виходу визначеної осі. Далі запам'ятовуємо вихідне положення всіх елементів обмеження. Обертаючи модель навколо закріпленої осі, спостерігаємо, скільки разів при повному оберті ( $360^\circ$ ) фігура суміститься з первинним положенням: число суміщень, включаючи початкове, є порядком осі.

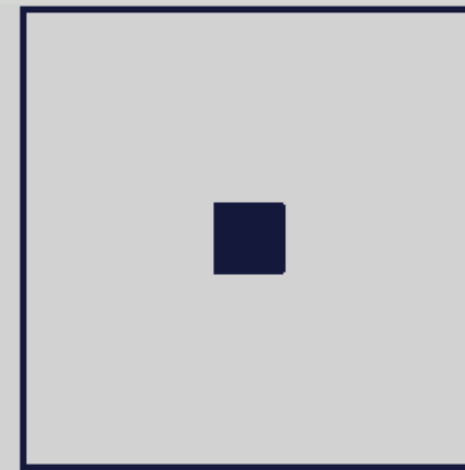
приклад осей різного порядку для плоских фігур



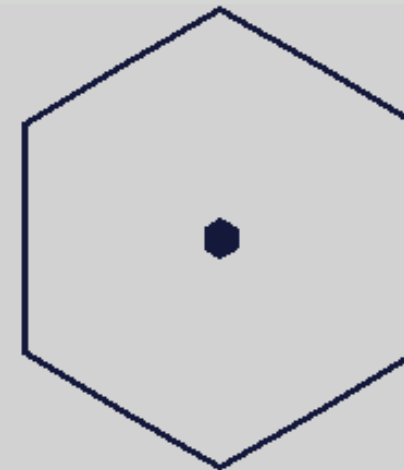
$L_2$



$L_3$



$L_4$



$L_6$



# осі симетрії в кристалічних багатогранниках

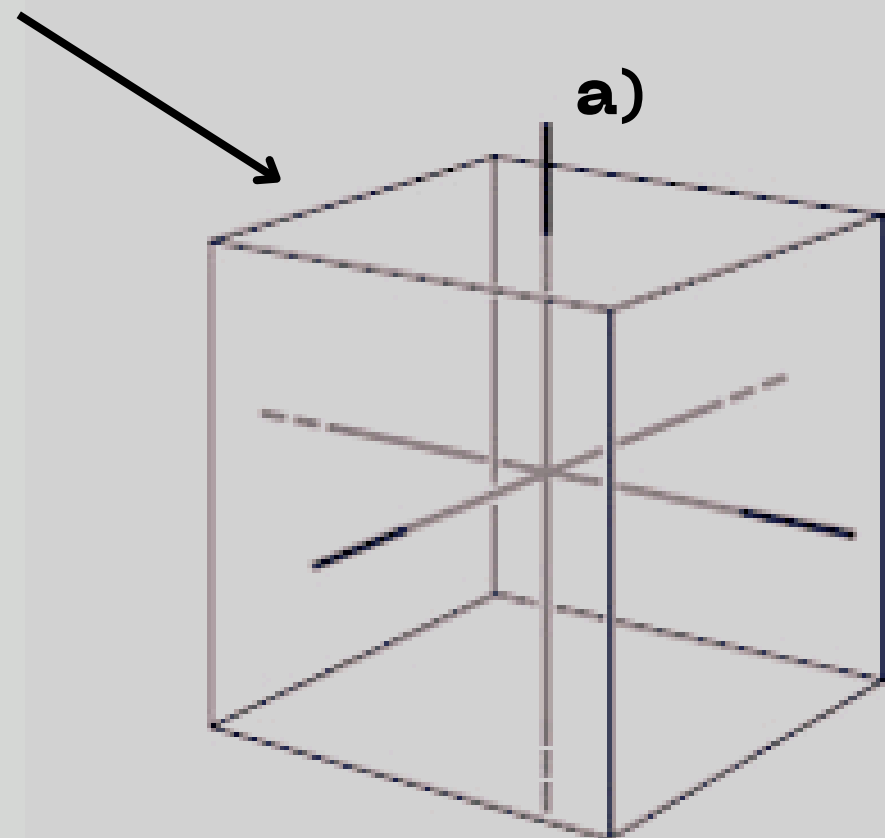
- В кристалічних багатогранниках осі симетрії обов'язково проходять через центр симетрії, а їх виходи на поверхні співпадають або з вершинами, або з центрами граней, або з серединами ребер.

Як приклад, розглянемо у кубі усі можливі осі симетрії та їх порядок

У кубі існує 13 осей симетрії, які умовно можна поділити на три типи:

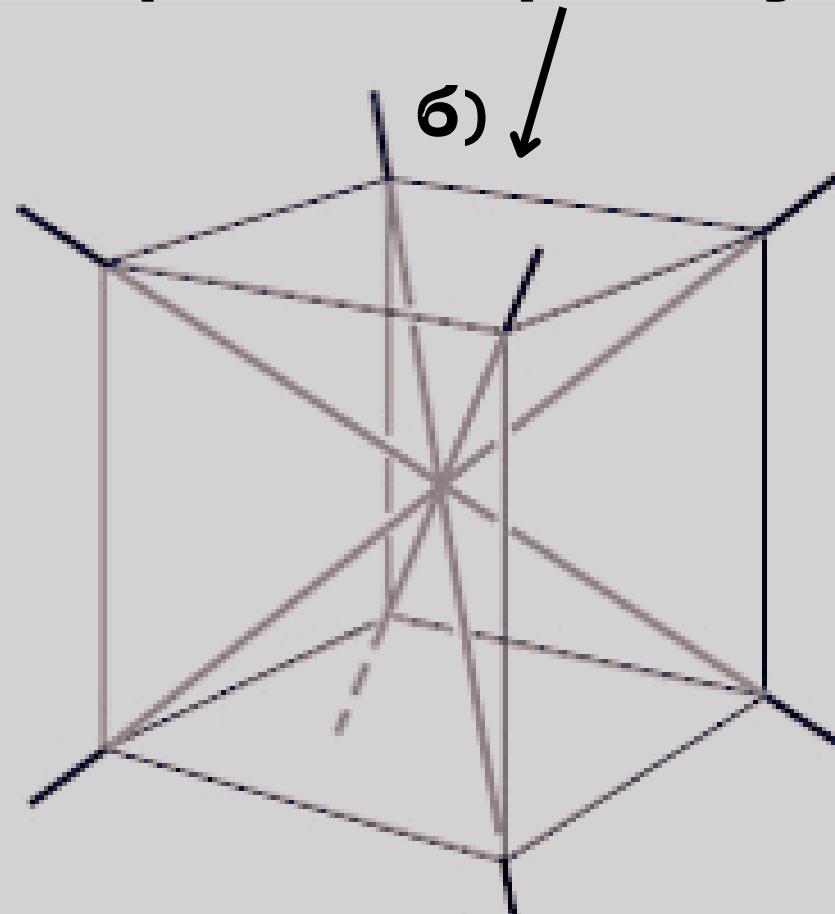
## осі симетрії 4 порядку

- таких осей 3
- фігура суміється сама із собою 4 рази
- осі проходять через центри протилежних граней



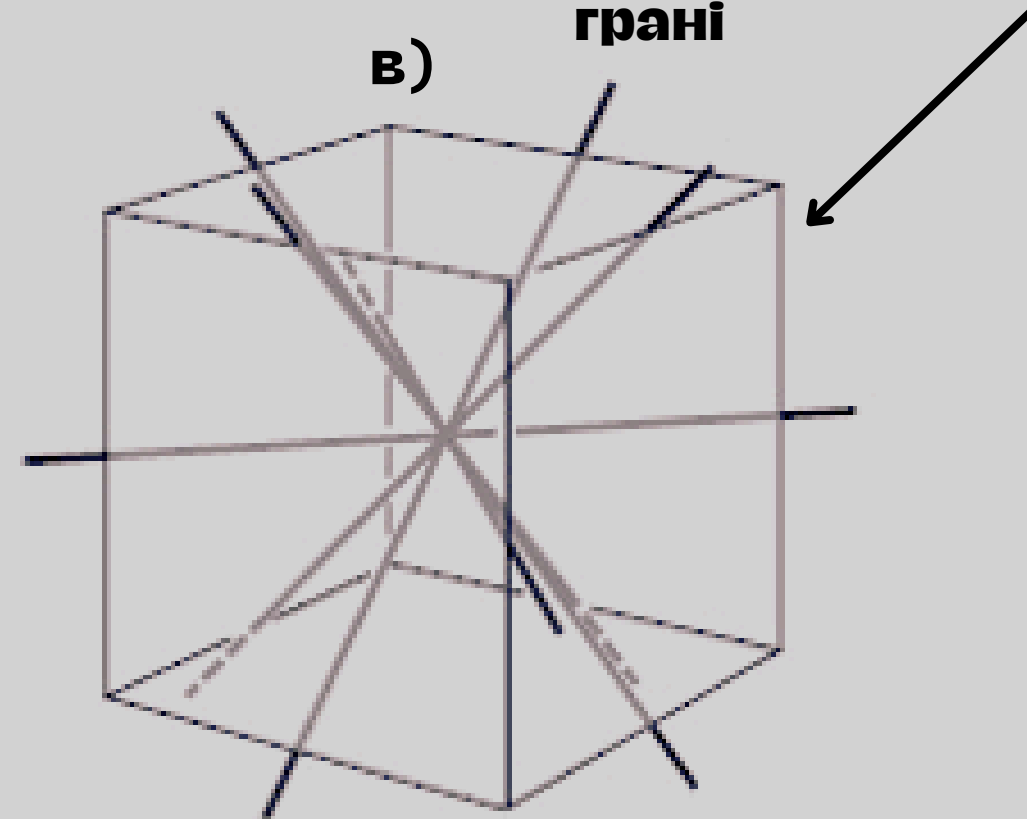
## осі симетрії 3 порядку

- таких осей 4
- фігура суміється сама із собою 3 рази
- осі проходять через дві протилежні вершини куба



## осі симетрії 2 порядку

- таких осей 6
- фігура суміється сама із собою 6 разів
- осі проходять через середини двох протилежних ребер, які не лежать на одній грані



осі симетрії куба: а)  $3C_4$ , б)  $4C_3$ , в)  $6C_2$

# кристалографічні сингонії

**симетрія кристалічних багатогранників описується 32 видами симетрії.**

**вид симетрії - це повна сукупність усіх елементів симетрії кристалічного багатогранника.**

**сингонія — група видів симетрії, що мають один або кілька однакових елементів симетрії та мають однакове розташування кристалографічних осей.**

**32 види симетрії згруповані у 7 сингоній.**

**групування базується на існуванні у кристалах однакової симетрії елементарної комірки їх структури і однакової системи осей координат.**





# СИНГОНІЇ

# ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СИМЕТРІЇ

**КУБІЧНА**

чотири осі третього порядку ( $4L_3$ ) і три осі четвертого ( $3L_4$ )

**ГЕКСАГОНАЛЬНА**

одна вісь симетрії шостого порядку ( $L_6$ )

**ТЕТРАГОНАЛЬНА**

одна вісь симетрії 4-го порядку ( $L_4$ )

кристал кварцу  
має тригональну  
сингонію

**ТРИГОНАЛЬНА**

одна вісь симетрії 3-го порядку ( $L_3$ )

**РОМБІЧНА**

три взаємно перпендикулярні осі симетрії 2-го порядку ( $3L_2$ )

**МОНОКЛІННА**

одна вісь симетрії 2-го порядку ( $L_2$ ) або одна площина симетрії (P)

**ТРИКЛІННА**

відсутність елементів симетрії окрім осей 1 порядку ( $L_1$ ) та центру симетрії (C)



# ПРИКЛАДИ КРИСТАЛІВ РІЗНИХ СИНГОНІЙ

## КУБІЧНА СИНГОНІЯ

(найбільш симетричні кристали)



ПІРИТ

## РОМБІЧНА СИНГОНІЯ



АНТИМОНІТ

## ТРИКЛІННА СИНГОНІЯ

(найменш симетричні кристали)



КІАНІТ

## ТЕТРАГОНАЛЬНА СИНГОНІЯ

КАСИТЕРИТ



## ГЕКСАГОНАЛЬНА СИНГОНІЯ

АПАТИТ





# симетрія — головна властивість кристалів

## Симетрія визначає:

- закони розташування структурних елементів у просторових ґратах
- взаємне розташування граней макроскопічного кристала
- фізичні властивості, які можуть бути в кристалах

## Значення симетрії для властивостей кристалів:

1

### Оптичні властивості

Симетрія впливає на те, як кристали взаємодіють зі світлом

2

### Механічні властивості

Симетрія визначає міцність, твердість і розщеплення кристалів

3

### Електричні властивості

Симетрія впливає на провідність і діелектричні властивості

