

# Практическое занятие №1

1. Введение

2. Понятие кристалла и элементов поверхности кристалла

3. Понятие симметрии и элементов симметрии кристалла

4. Плоскость симметрии, ось симметрии и центр симметрии

5. Закон симметрии кристаллов

# Практическое занятие 1.

## Введение

Кристаллография — наука о кристаллах, их структуре, возникновении и свойствах. Она тесно связана с минералогией, физикой твёрдых тел и химией. Исторически кристаллография возникла в рамках минералогии, как наука, описывающая идеальные кристаллы.

# Практическое занятие 1.

## Введение



Кристалл анатаза  $\text{TiO}_2$



Кристалл берилла  $\text{Al}_2[\text{Be}_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})]$



Кристалл гематита  $\text{Fe}_2\text{O}_3$



Кристалл спессартина  $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$

# Практическое занятие 1.

## Введение

Задачей кристаллографии является изучение строения, физических свойств кристаллов, условий их образования, разработка методов исследования и определения вещества по кристаллической форме, физическим особенностям и т.п.

Подразделяют кристаллографию на:

- физическую кристаллографию (изучает физические свойства кристаллов — механические, тепловые, оптические);
- геометрическую кристаллографию (изучает формы кристаллов);
- кристаллогенезис (изучает образование и рост кристаллов);
- кристаллохимию (изучает связь между химическим составом вещества и его физическими и химическими свойствами).

# Практическое занятие 1.

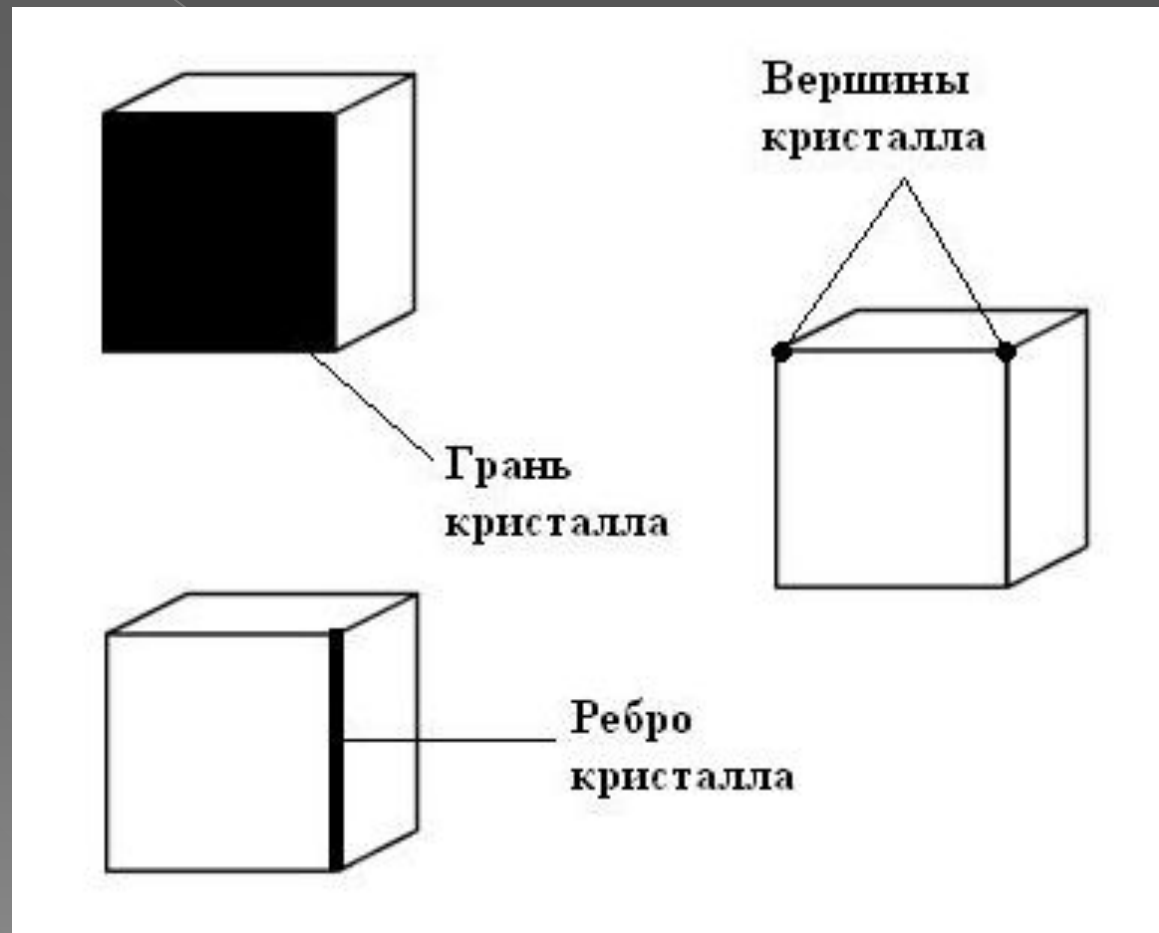
## Понятие кристалла и элементов поверхности кристалла

**Кристаллом** называется твердое тело, имеющее форму геометрически правильного многогранника.

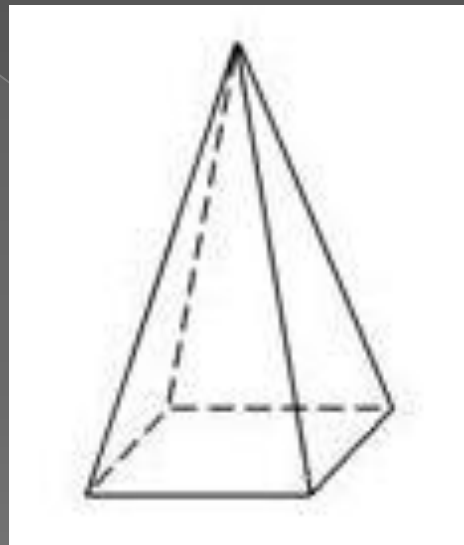
### **Элементы поверхности кристалла:**

- **грани** (плоскости, ограничивающие кристалл);
- **ребра** (линии пересечения граней);
- **вершины** (точка пересечения ребер).

# Практическое занятие 1. Понятие кристалла и элементов поверхности кристалла



# Практическое занятие 1. Понятие кристалла и элементов поверхности кристалла



Определите количество граней и ребер на представленном рисунке тетрагональной пирамиды



# Практическое занятие 1.

## Понятие симметрии и элементов симметрии кристалла

**Симметрия** в переводе с греческого языка означает «соразмерность». Ввел это понятие в обиход Пифагор (VI в. до н. э.), обозначив им пространственную закономерность в расположении одинаковых фигур или их частей.



Явление симметрии широко развито в живой природе. В неживой природе яркими представителями симметричных тел являются кристаллические многогранники. **Симметрия кристаллов обязана их внутренней структуре**, в которой материальные частицы закономерно ориентированы.



# Практическое занятие 1.

## Понятие симметрии и элементов симметрии кристалла

Под симметрией кристаллов понимается закономерная повторяемость одинаковых граней, ребер и вершин относительно некоторых вспомогательных геометрических образов.

Вспомогательные геометрические образы (прямая линия, плоскость, точка), с помощью которых обнаруживается симметрия кристалла, называются элементами симметрии.

# Практическое занятие 1. Понятие симметрии и элементов симметрии кристалла

К элементам симметрии кристалла относятся:

- **ось симметрии,**
- **плоскость симметрии,**
- **центр симметрии.**

Приняты следующие символы для их обозначения: ось симметрии – **L**, плоскость симметрии – **P**, центр симметрии – **C**.

# Практическое занятие 1.

## Центр симметрии

**Центр симметрии (С)** – точка внутри кристалла, в которой пересекаются и делятся пополам линии, соединяющие противоположные одинаковые грани, ребра или вершины кристалла.

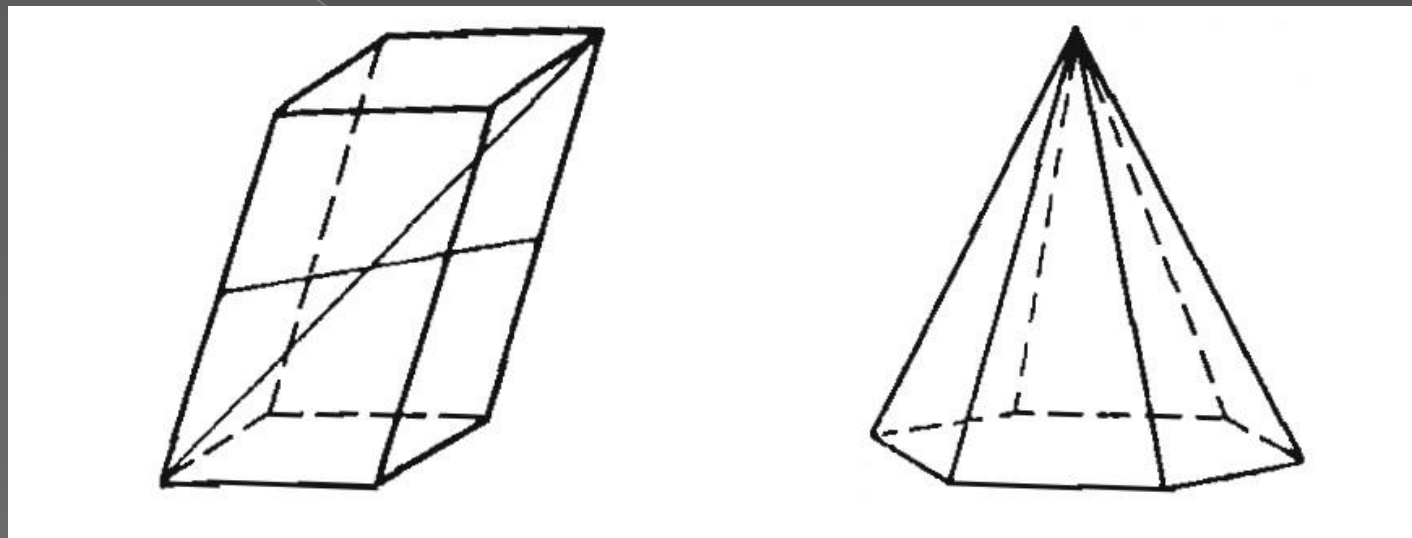
Это особая точка внутри фигуры. Любая проведенная через центр симметрии прямая по обе стороны от нее и на равных расстояниях встречает соответственные точки фигуры.

# Практическое занятие 1. Центр симметрии

## Правило наличия центра симметрии:

если в кристалле центр симметрии имеется, то каждая грань его должна иметь себе противоположную равную, параллельную и обратно направленную грань.

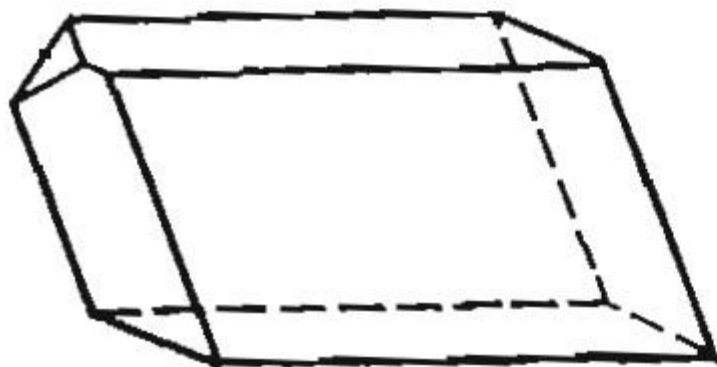
# Практическое занятие 1. Центр симметрии



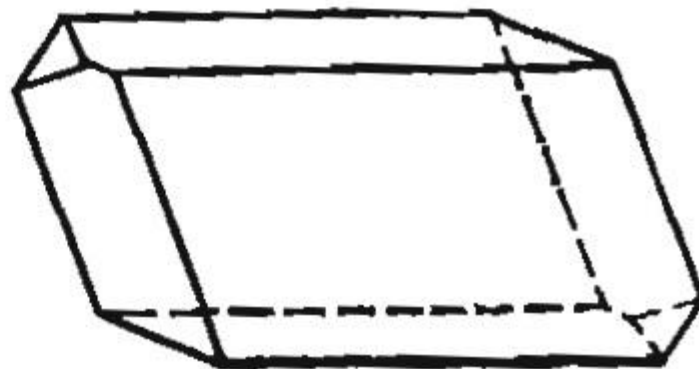
В параллелепипеде есть центр симметрии, любой грани соответствует такая же равная и параллельная грань

А в пирамидах никогда центра симметрии не будет, т. к. для грани, являющейся основанием пирамиды, не найдется параллельная и равная ей грань

# Практическое занятие 1. Центр симметрии



*a*



*b*

Определите, есть ли центр симметрии в многогранниках, представленных на рисунках а и б

# Практическое занятие 1.

## Ось симметрии

**Осью симметрии (L)** называется прямая линия, при повороте вокруг которой на  $360^\circ$  кристалл совмещается со своим исходным положением.

Число совмещений кристалла со своим исходным положением при повороте на  $360^\circ$  называется **порядком оси симметрии**.



# Практическое занятие 1.

## Ось симметрии

Оси симметрии будем обозначать как  $L_n$ , где подстрочный индекс  $n$  указывает на порядок оси. Порядок осей симметрии обозначается следующими символами:  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_6$ . Количество осей одного и того же порядка указывается коэффициентом перед символом оси симметрии. Например,  $3L_4$  – читается: три оси симметрии четвертого порядка.

# Практическое занятие 1.

## Ось симметрии

Угол, при повороте на который происходит совмещение кристалла с исходным положением, называется **элементарным углом поворота**. Учитывая особенности строения пространственной решетки кристалла, он имеет вполне определенное значение –  $180^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $60^\circ$ . Следовательно, **число повторений одинаковых элементов ограничения кристалла при вращении его на  $360^\circ$  может быть равным 2, 3, 4, 6.**

# Практическое занятие 1.

## Ось симметрии

Оси первого порядка не отмечаются, так как они имеются в любом многограннике.

Возможное количество осей симметрии одного и того же порядка следующее:

$L_2 - 0, 1, 2, 3, 4, 6;$

$L_3 - 0, 1, 4;$

$L_4 - 0, 1, 3;$

$L_6 - 0, 1.$

Оси симметрии могут выходить:

- в центре граней,
- в середине ребер,
- в вершинах многогранных углов.

# Практическое занятие 1.

## Ось симметрии

**Инверсионной осью** называется такая прямая линия, при повороте вокруг которой на некоторый определенный угол с последующим (или предварительным) отражением в центральной точке фигуры, как в центре инверсии, фигура совмещается сама с собой.

Подобный элемент симметрии представляет как бы совокупность простой оси симметрии и центра инверсии, действующих не порознь, а совместно. Участвуя лишь в качестве составной части инверсионной оси, центр инверсии может не проявляться в виде самостоятельного элемента симметрии. **На всех моделях, где практически приходится определять инверсионные оси, отдельного центра инверсии нет.**

# Практическое занятие 1.

## Ось симметрии

Для кристаллов доказана возможность существования инверсионных осей следующих наименований:  $L_{i1}$ ,  $L_{i2}$ ,  $L_{i3}$ ,  $L_{i4}$ ,  $L_{i6}$ .

На практике приходится иметь дело лишь с  $L_{i4}$  и  $L_{i6}$ . Все остальные отвечают уже известным нам элементам симметрии.

# Практическое занятие 1.

## Ось симметрии

$$L_{i1} = C,$$

$$L_{i2} = P,$$

$$L_{i3} = L_3 C,$$

$L_{i4} = \tau_2$  (четверная инверсионная ось **всегда** является простой осью симметрии второго порядка, но не каждая ось симметрии второго порядка является четверной инверсионной осью),

$L_{i6} = L_3 P$  (плоскость симметрии перпендикулярна оси симметрии третьего порядка)

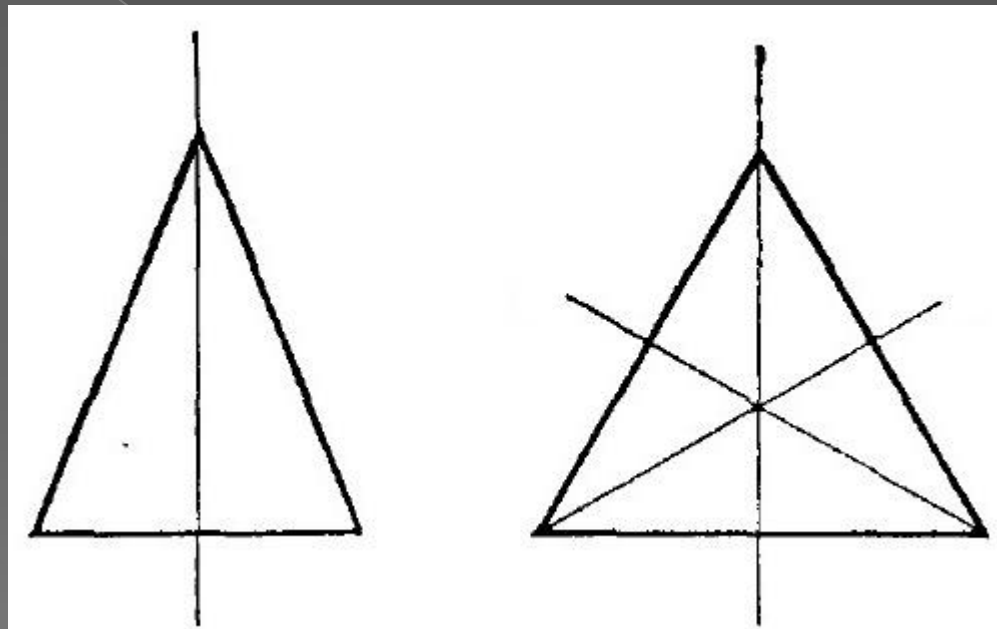
# Практическое занятие 1. Плоскость симметрии

**Плоскостью симметрии (P)** называется такая плоскость, которая делит кристалл на две зеркально-равные части.

Плоскости симметрии проходят перпендикулярно к граням и ребрам (через их середины) и вдоль ребер.



# Практическое занятие 1. Плоскость симметрии



В **равнобедренном треугольнике** возможно провести только одну плоскость симметрии.

А в **равностороннем треугольнике** возможно провести три плоскости симметрии.

# Практическое занятие 1. Плоскость симметрии



Определите количество плоскостей симметрии в данном прямоугольнике

# Практическое занятие 1. Закон симметрии кристаллов

Закон симметрии кристаллов: В кристаллах возможны оси симметрии 1, 2, 3, 4 и 6-ого порядка. Оси пятого порядка и выше шестого невозможны.

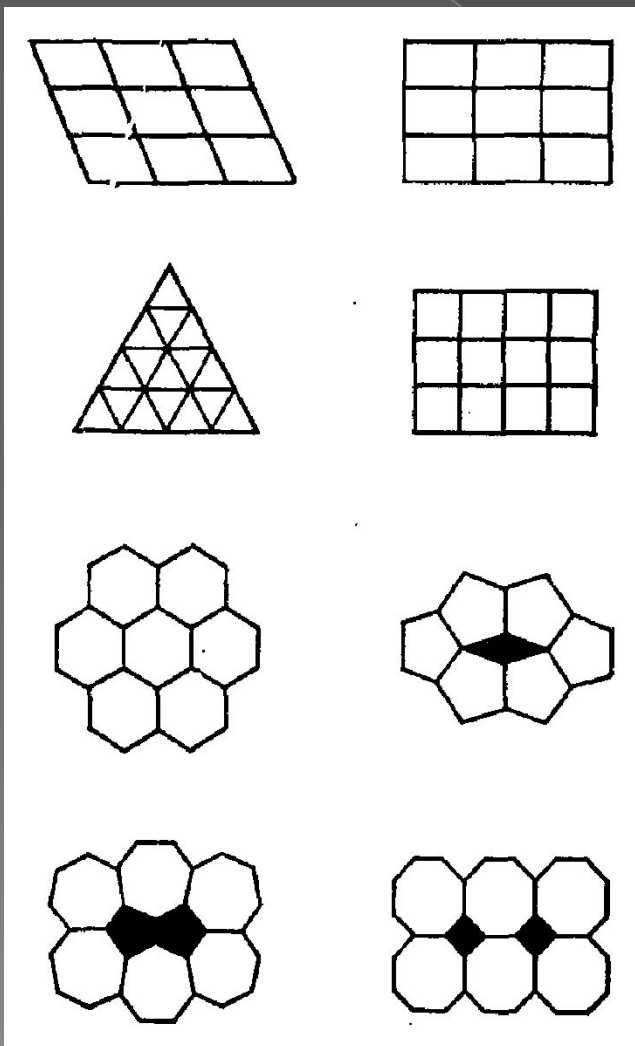
В кристаллах возможны 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 9 плоскостей. Нет кристаллов с 8 плоскостями и больше 9.

# Практическое занятие 1. Закон симметрии кристаллов

Это ограничение обусловлено тем, что кристаллическое вещество — бесконечная система материальных частиц, симметрично повторяющихся в пространстве. Такие симметричные бесконечные ряды, сетки, решетки, непрерывно заполняющие пространство, несовместимы с осями 5, 7 и других порядков.

# Практическое занятие 1.

## Закон симметрии кристаллов



На рисунке показаны плоские сетки, составленные из одинаковых многоугольников. Видно, что ячейки с осями симметрии 2, 3, 4, 6 заполняют плоскость симметрично и непрерывно. Но непрерывно заполнить плоскость пяти- или семиугольниками не удастся — остаются дырки. На рисунке такие дырки заполняются другими фигурками, нарушающими симметрию, но в системе материальных частиц наличие таких «дырок» создавало бы возможности перемещения частиц, т. е. неустойчивость структуры.