

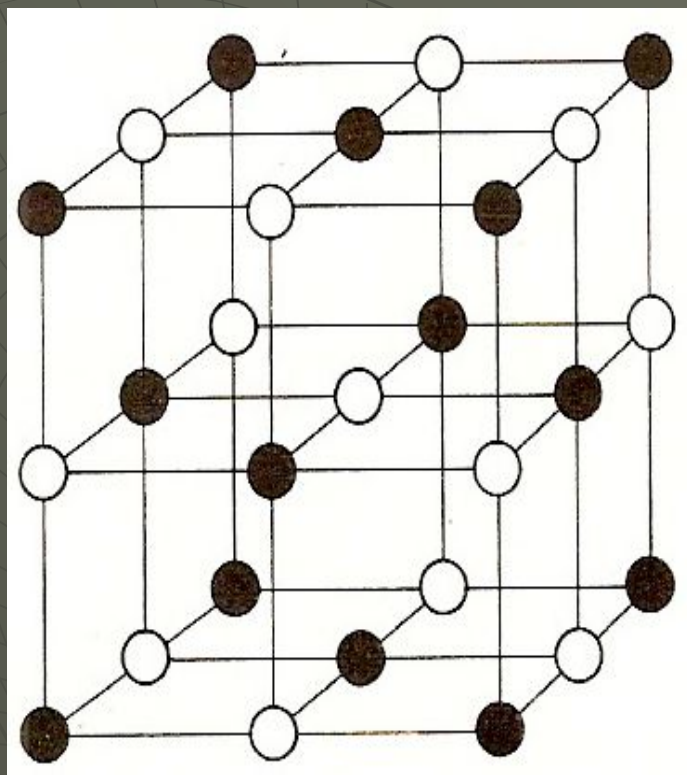
Свойства кристаллических  
веществ.

Кристаллографические оси и  
элементы симметрии  
кристаллов.

## Изучение минералов

- ◆ Наиболее простой и распространенный метод изучения минералов — это знакомство с ними по внешним признакам, т. е. определение их **макроскопическим** путем.
- ◆ Более точный метод- **микроскопический**, применяемый в минералогии, петрографии и минераграфии.
- ◆ Твердые минералы в большинстве случаев являются **кристаллическими веществами**, имеющими форму более или менее хорошо выраженных многогранников, неправильных зерен и сплошных масс.
- ◆ **Аморфные минералы**- образуют бесформенные массы.

# Кристаллические решетки



Кристаллическая решетка  
каменной соли (галита)  
Черные кружки- ионы  
натрия, белые – ионы хлора.

- ◆ *Кристаллические решетки* – основной признак для кристаллических веществ, где слагающие их атомы и молекулы занимают определенные места в пространстве, т.е. для них характерна строго определенная группировка слагающих их атомов и ионов.

## Основные характеристики кристаллической решетки

- ◆ Геометрически кристаллическая решетка представляет собой плотно расположенные друг к другу многогранники (кубы, октаэдры, параллелепипеды, ромбоэдры и др.).
- ◆ В вершинах, центрах или серединах граней многогранников на строго определенном расстоянии располагаются атомы (или ионы). Они образуют так называемые *узлы кристаллической решетки*.
- ◆ Совокупность узлов, лежащих вдоль прямой и периодически повторяющихся через равные промежутки, формирует *ряд пространственной решетки*, а совокупность рядов, расположенных в одной плоскости, — плоскую *сетку кристаллической решетки*.

## В кристалле различают следующие элементы:

- ◆ *грани*- плоскости, ограничивающие кристаллы;
- ◆ *ребра* — линии пересечения граней;
- ◆ *вершины* — точки пересечения ребер;
- ◆ *гранные углы* — углы между гранями.
- ◆ **Вершины кристаллов** соответствуют узлам, ребра — рядам, а грани — плоским сеткам пространственной решетки.
- ◆ **Для всех кристаллов одного и того же вещества углы между соответствующими гранями одинаковы и постоянны.** Это закон постоянства гранных углов — один из важнейших законов кристаллографии. Он дает возможность определять минералы даже в мелких обломках кристаллов, если они в какой-то мере сохраняют естественные грани.
- ◆ Закон постоянства гранных углов позволяет вывести для каждого естественного кристалла идеальную форму, которая характеризует свойственный данному кристаллу *тип симметрии*.
- ◆ **Тип симметрии**- сочетание кристаллографических элементов. Однако при одних и тех же гранных углах форма кристаллов может быть различна.

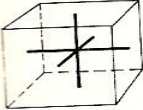
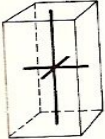
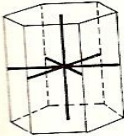
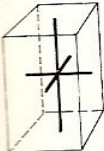
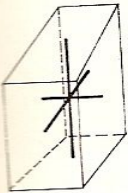
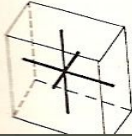
# Кристаллографические оси и элементы симметрии кристаллов

- ◆ **Симметрия** — это закономерность расположения элементов ограничения кристалла, выражающаяся в повторяемости частей при вращении вокруг некоторой прямой линии.
- ◆ Прямая линия, при повороте вокруг которой на один и тот же угол все части кристалла симметрично повторяются  $n$  раз, называется **осью симметрии** (обозначается буквой  $L$ ).
- ◆ Число  $n$ , показывает сколько раз при повороте на  $360^\circ$  вокруг оси симметрии части кристалла могут совмещаться с их исходным положением и называется порядком оси симметрии и обозначается цифрой (ставится внизу справа от  $L$ ).
- ◆ Число  $n$  всегда целое, и в кристаллах могут существовать оси симметрии только **второго, третьего, четвертого и шестого** порядков. Так, при вращении вокруг оси кристалла, имеющего вид правильной шестигранной призмы, при каждом повороте на  $60^\circ$  будет наблюдаться совмещение его граней, ребер и вершин с их начальным положением. Следовательно, этот кристалл построен симметрично, имеет ось симметрии шестого порядка.

## Элементы симметрии

- ◆ *Плоскость симметрии* — мысленно проведенная плоскость, которая делит кристаллы на две зеркально равные части (обозначается буквой  $P$ ). В кубе таких плоскостей девять.
- ◆ *Центр симметрии* — точка внутри кристалла, на равных расстояниях от которой в диаметрально противоположных направлениях располагаются одинаковые элементы ограничения — параллельные грани, вершины (обозначается буквой  $C$ ).
- ◆ *Ось, плоскость и центр симметрии* называются *элементами симметрии*. Русский ученый А. В. Гадолин доказал, что у кристаллов возможны 32 различные комбинации элементов симметрии, называемые **видами**, или **классами симметрии**.
- ◆ Все виды симметрии группируются по степени сложности в семь крупных групп, или систем — *кристаллографических сингоний*. Среди них выделяются низшие, средние и высшие.

# Кристаллографические сингонии (системы)

Кристаллографические оси	Сингония	Форма кристалла	Минерал
	Кубическая	Куб Октаэдр Икоситетраэдр	Алмаз Пирит Галит
	Тетрагональная	Квадратные призмы и пирамиды	Халькопирит Рутил Циркон
	Гексагональная	Шестигранные (гексагональные) призмы и пирамиды	Апатит Берилл Графит
	Тригональная	Трехгранные (тригональные) призмы и пирамиды, ромбоэдры	Кальцит Кварц Турмалин
	Ромбическая	Ромбические призмы и пирамиды	Барит Сера Топаз
	Моноклиная	Призмы и наклонные концевые грани (пинакоиды или моноэдры)	Гипс Мусковит Авгит
	Триклиная	Пары граней (пинакоидов), моноэдры	Альбит Анорит Дистен (кианит)



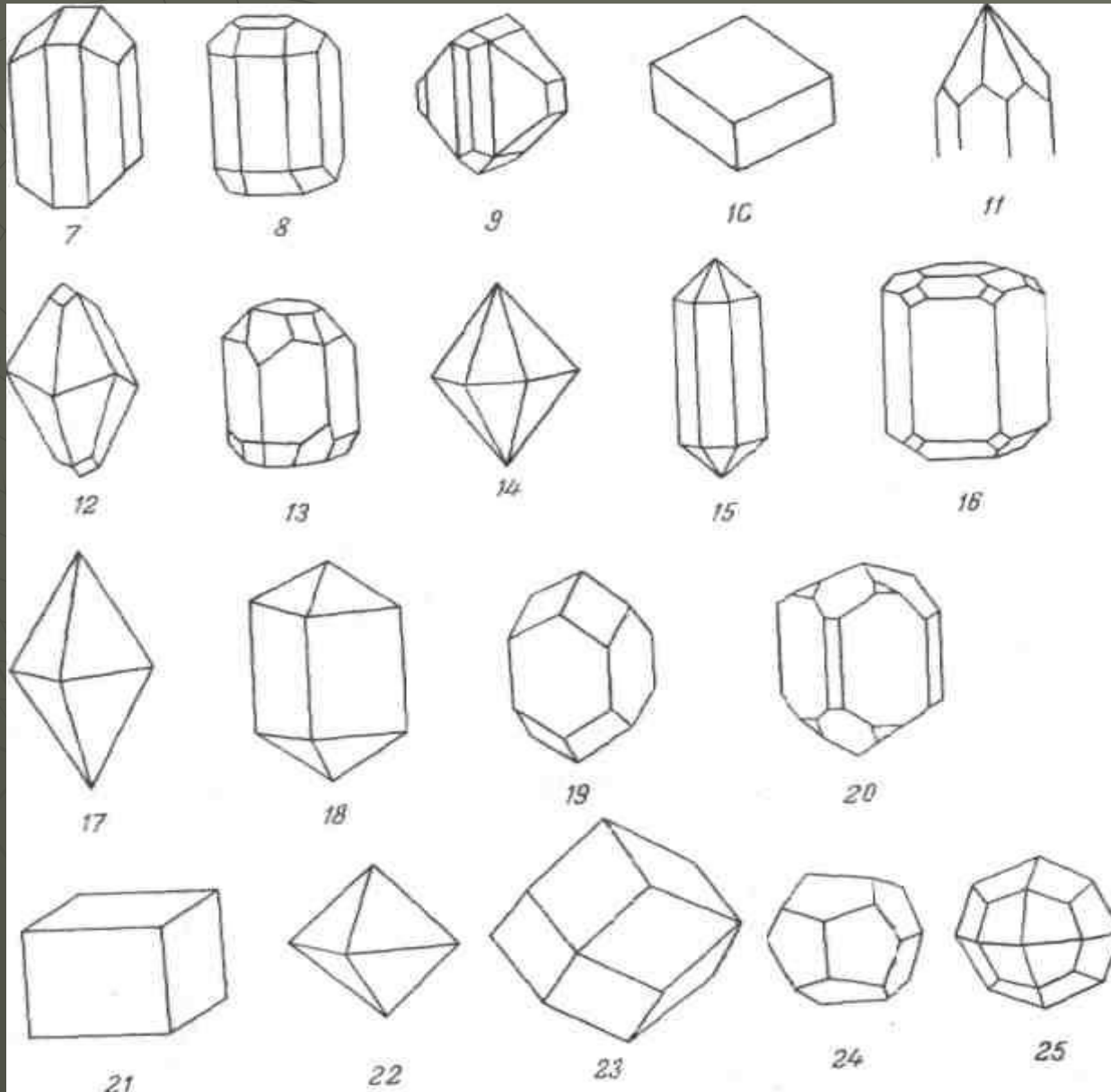
## Низшие кристаллографические сингонии

- ◆ **Триклинная** сингония – кристаллы наименее симметричные. (У них из всех возможных элементов симметрии обычно наблюдается только центр симметрии, но иногда и он отсутствует). Этот вид сингоний свойствен альбиту, микроклину и другим минералам.
- ◆ **Моноклинная** сингония – кристаллы имеют либо одну плоскость симметрии, либо одну ось второго порядка, либо и ту и другую вместе в сочетании с центром симметрии. К этой категории принадлежат ортоклаз, гипс, мусковит, некоторые амфиболы.
- ◆ **Ромбическая** сингония кристаллы с одной или тремя осями второго порядка и двумя или тремя плоскостями симметрии ( $L_22P$  или  $3L_23PC$ ), а также кристаллы с тремя осями второго порядка без плоскости симметрии ( $3L_2$ ). В поперечном сечении они имеют- форму ромба.

## Средние кристаллографические сингонии

- ◆ К средним сингониям относятся кристаллы только с одной осью симметрии высшего порядка;
- ◆ **Тетрагональная**, или квадратная, сингония отличается присутствием в кристаллах одной оси четвертого порядка. В сечении, перпендикулярном к этой оси, обычно наблюдается форма квадрата или восьмиугольника. Высшим сочетанием элементов симметрии в квадратной сингонии может быть  $L_4 4L_2 5PC$ . Эта сингония присуща, например, халькопириту и рутилу.
- ◆ **Гексагональная** сингония характерна для кристаллов форма которых - шестигранная призма, грани которых, параллельны оси шестого порядка  $L_6$ . Таковы кристаллы апатита и нефелина. Высшее сочетание элементов симметрии в ней -  $L_6 6L_2 PC$ .
- ◆ **Тригональная** сингонии высшее сочетание элементов симметрии—  $L_3 3L_2 3PC$ . Типичная форма кристаллов данной сингонии, например кристаллов кальцита, доломита, магнезита, гематита,— ромбоэдры.

# СИНГОНИЙ



- ◆ 7-9-кристаллы ромбической сингонии,
- ◆ 10-13-кристаллы тригональной сингонии,
- ◆ 14-16-гексагональной сингонии,
- ◆ 17-20-тетрагональной сингонии,
- ◆ 21-25-кубической сингонии

## Высшие сингонии

- ◆ К высшей сингонии откосится только **кубическая**, объединяющая наиболее симметричные кристаллы (каменная соль, пирит, алмаз, магнетит). Они имеют вид кубов, октаэдров и др. Высшее сочетание элементов в кубической сингонии —  $3L_4 4L_3 6L_2 9PC$ .
- ◆ Изучением кристаллической формы и структур минералов занимается наука **кристаллография**.