

МИНЕРАЛЫ



Цветущее дерево. Резьба по камню.

Аметист, халцедон, змеевик.
Современная китайская работа.

- **Минералы (mineral)** — это природные химические соединения или самородные элементы, образующиеся при различных физико-химических (геологических) процессах. Они слагают разнообразные горные породы земной коры и такие минералы называются *породообразующими*.
- В природе известно около 4000 и ежегодно открывается по 40-50 минеральных видов.

Агрегатное состояние

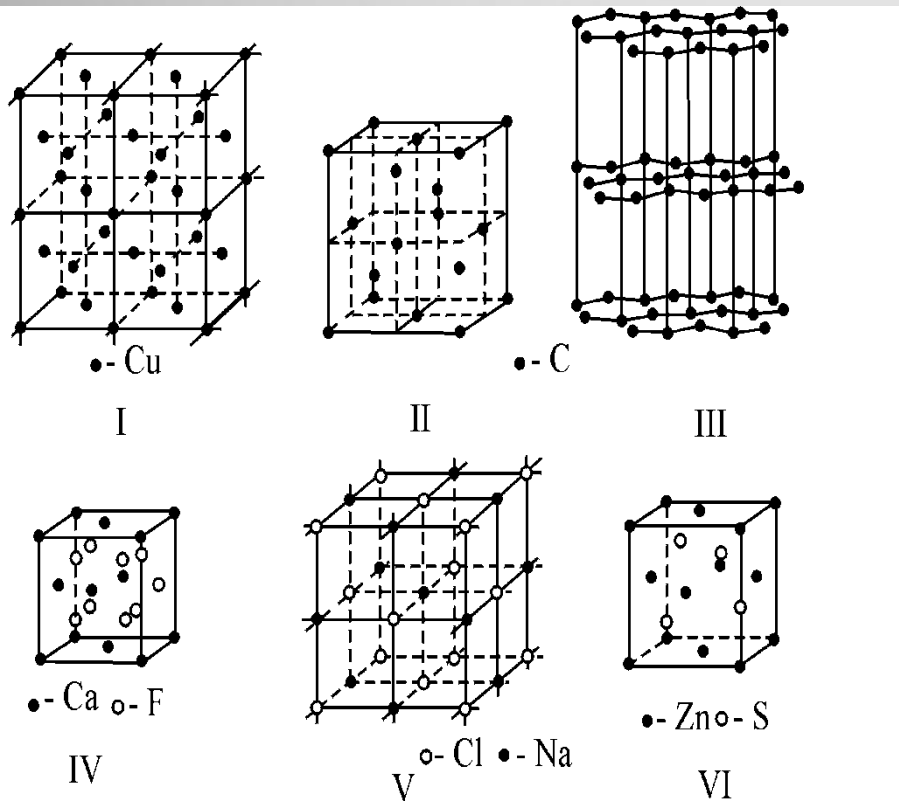
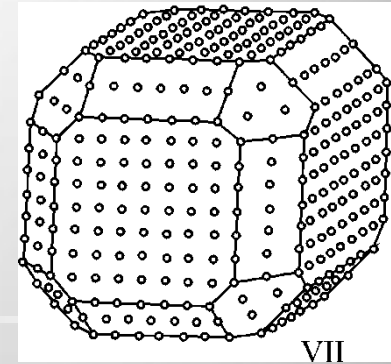


- *Агрегатное состояние*

1. Твердое - FeS_2 (пирит), SiO_2 (кварц) и др.
2. Жидкое - H_2O , Hg
3. Газообразное - CO_2

Наука, которая изучает минералы, находящиеся в твердом состоянии, называется **минералогия**. Она изучает состав, физические свойства и условия образования минералов.

Внутреннее строение: Кристаллическое и Аморфное



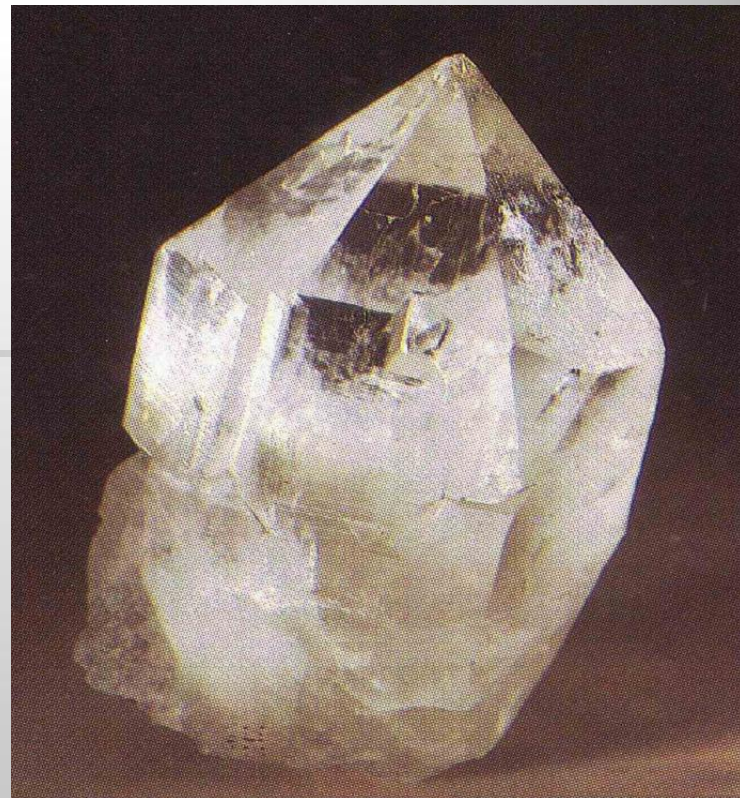
- **Кристаллические решетки некоторых минералов: I – меди, II – алмаза, III – графита, IV – флюорита, V – галита, VI – сфалерита, VII - структура кристалла меди**

МИНЕРАЛЫ

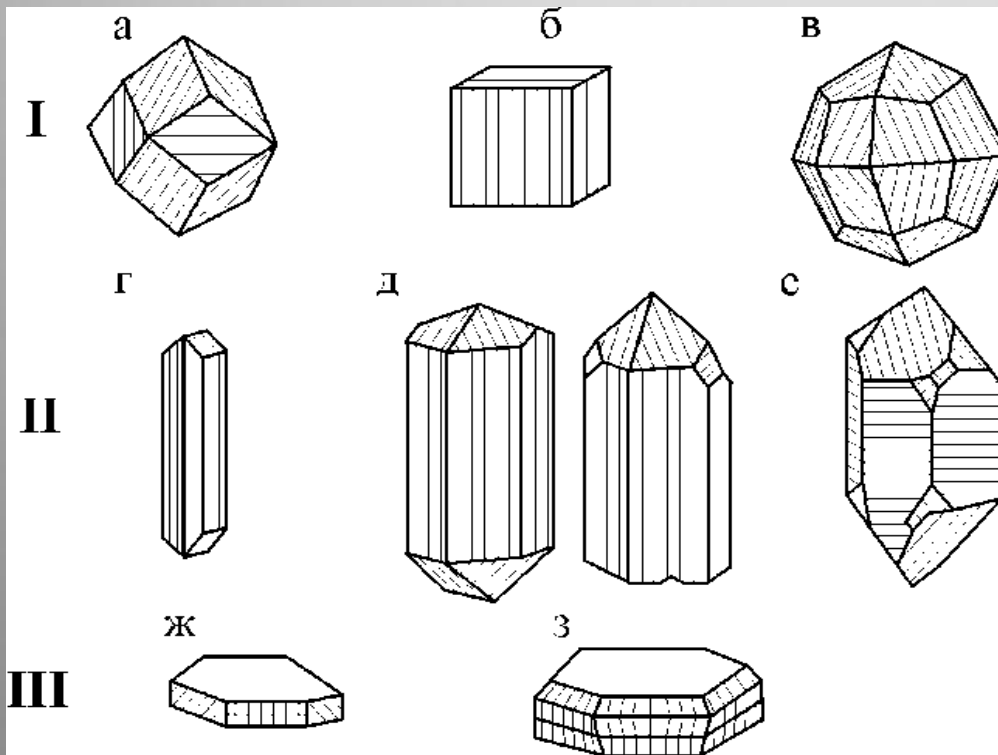
Кристалл кварца и зернистый агрегат пирита

Минералы встречаются в виде отдельных **кристаллов**, имеющих правильную форму многогранников, а также образуют скопление зерен (**минеральные агрегаты**).

Размеры кристаллов варьируют от 1 мкм до 50 м. Например, микроклин - 49x36x13.7 м (Колорадо, США).



Морфология выделений минералов

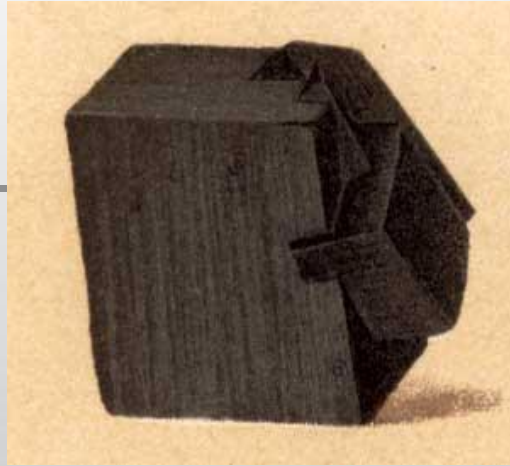


- **1 – изометричные**
а – магнетит, б – пирит, в – гранат;
- **2 – вытянутые**
г – барит, д – антимонит, е – кварц;
- **3 – уплощенные**
ж – барит, з – хлорит

1. Изометрический облик.



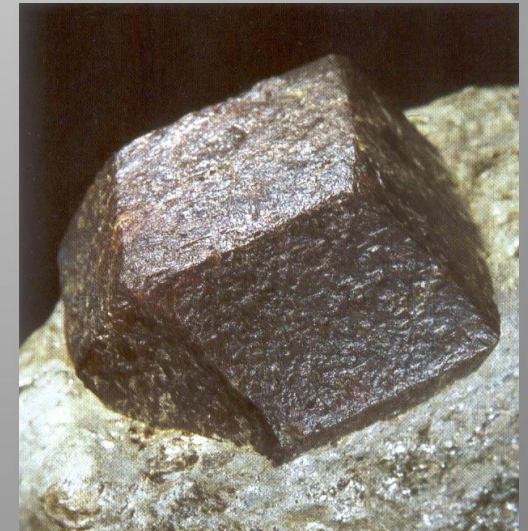
*Кристалл граната,
ромбододекаэдр.*



Сростки кубических кристаллов пирита



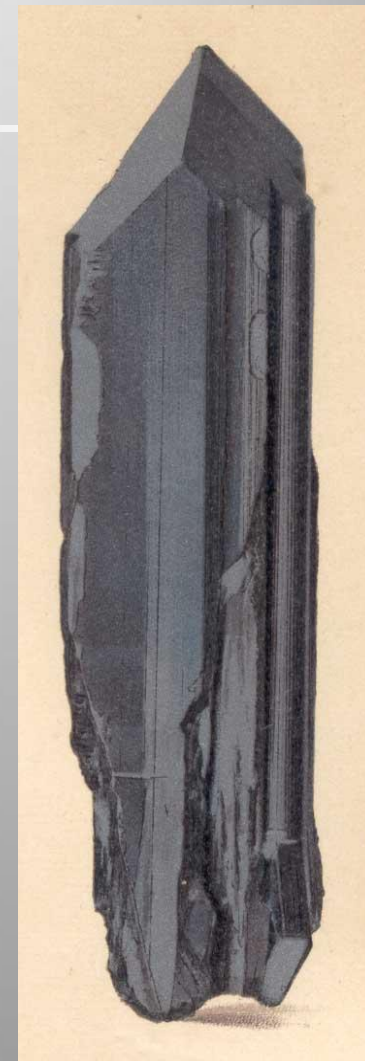
Кристаллы граната



2. Вытянутый облик кристаллов – призматические, столбчатые, шестоватые, игольчатые кристаллы.



Кристаллы турмалина



Кристалл антимонита

3. Уп্লощенный облик кристаллов – таблитчатый, пластинчатый



Пластинчатый кристалл слюды



Таблитчатый кристалл гематита



Таблитчатый кристалл корунда

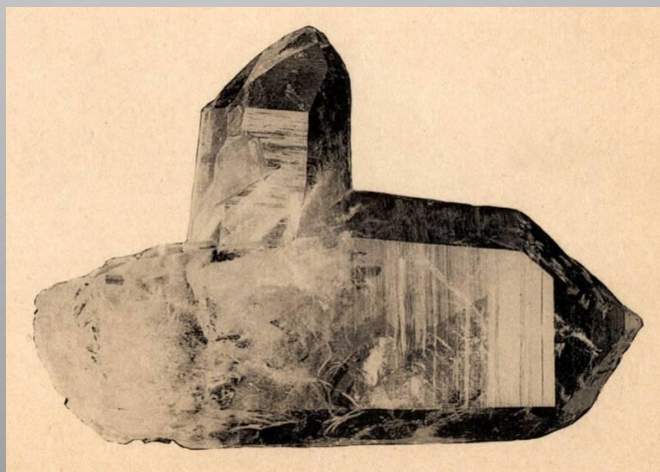
Двойники кристаллов



*Двойник
прорастания
ставролита*



*Множественные
двойниковые
сростки
хризоберилла*

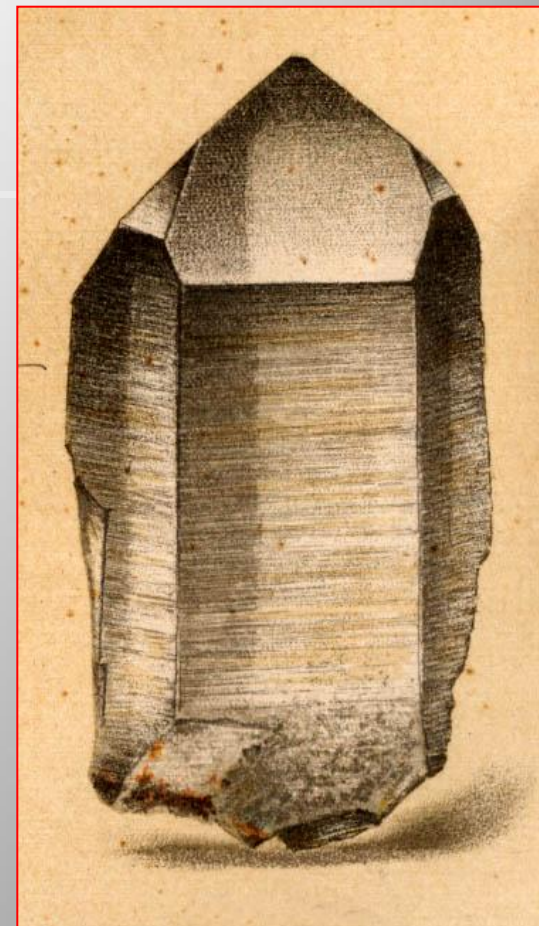


*Двойники
кварца*

Морфология граней кристаллов



Штриховка на гранях кристалла пирита



Поперечная штриховка на гранях кристалла кварца



МОРФОЛГИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

- Зернистые
- Друзы
- Дендриты
- Секреции
- Конкреции
- Оолиты
- Натечные Формы
- Налеты и примазки
- Выцветы
- Землистые и порошковатые
- Псевдоморфозы

Зернистые минеральные агрегаты сложены кристаллическими зернами.



- *зернистый агрегат
доломита*

По *форме зерен* выделяют:

- - *собственно зернистые* – образованы изометричными зернами;
- - *призматическизернистые, игольчатые, волокнистые* – сложены зернами, вытянутыми в одном направлении;
- *чешуйчатые, листоватые.*

В зависимости от величины зерен зернистый агрегат классифицируется на мелкозернистый (<1мм), среднезернистый (1-10 мм), крупнозернистый (>10 мм)

По взаимному расположению зерен в пространстве среди игольчатых и волокнистых агрегатов выделяются лучистые, радиально-лучистые, параллельно-волокнистые, звездчатые

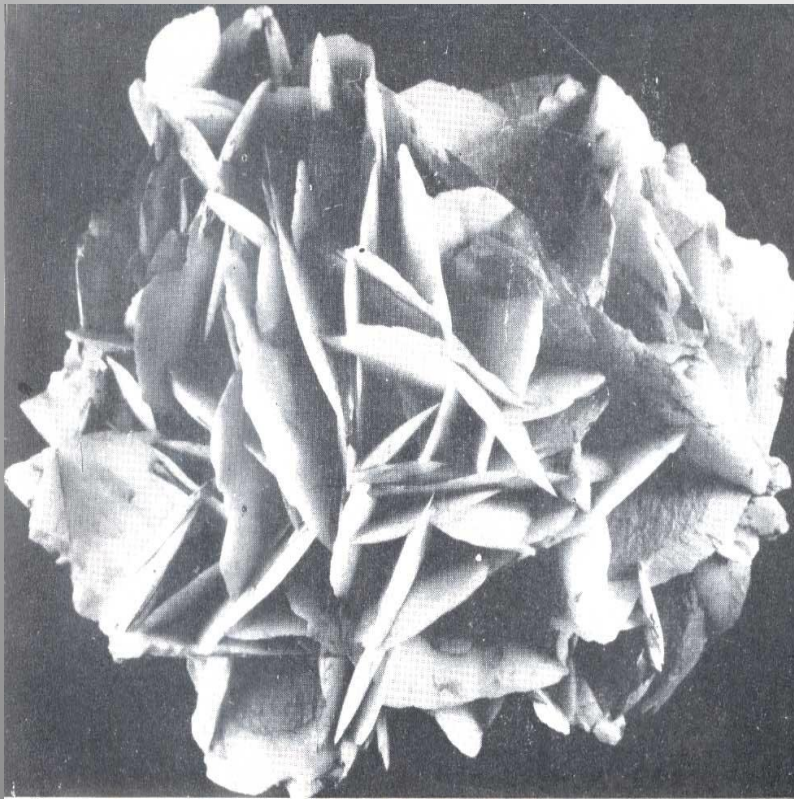


- *Лучистый агрегат арагонита*

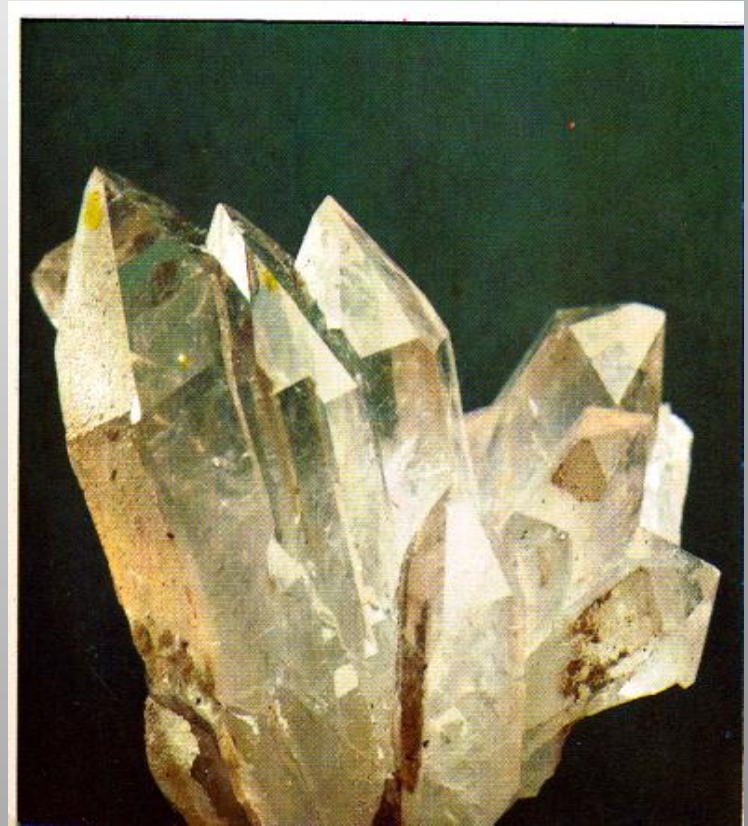


- *ВОЛОСОВИДНЫЙ агрегат асбеста;*

2. **Друза** – незакономерные срастания кристаллов, выросших на какую-либо поверхность.



Друза тонкопластинчатых кристаллов кальцита



Друза кварца

Друзы



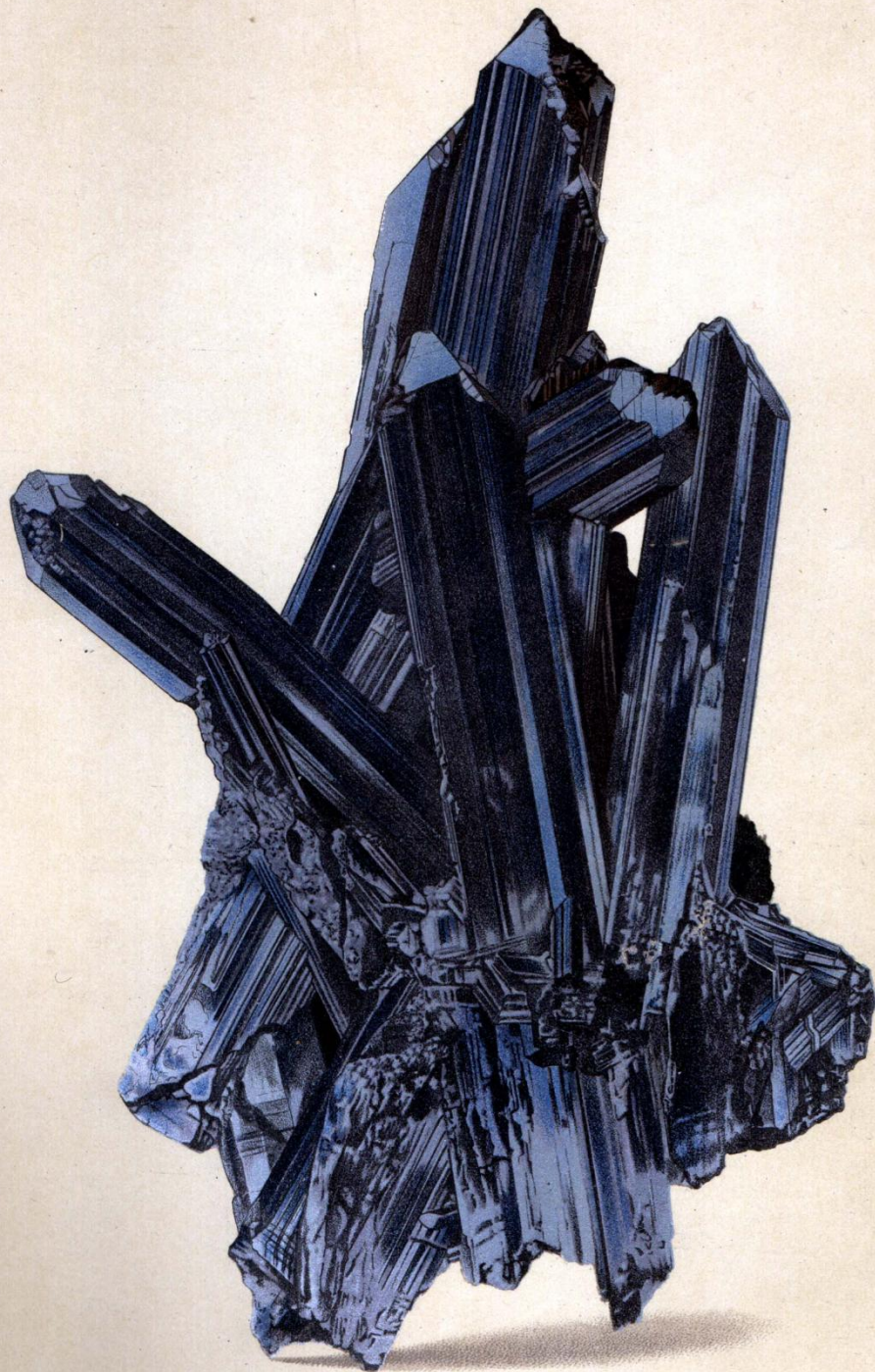
Кальцит



Аметист



Кварц



Друза
длиннопризматических
кристаллов антимонита.
На гранях призмы _____
вертикальная штриховка



6. Дендрит –
древовидный, ветвистый
агрегат, состоящий из
отдельных сросшихся в
параллельном или
двойниковом положении
кристаллов.

***Дендриты самородной
меди***

Дендриты

Золото



Медь



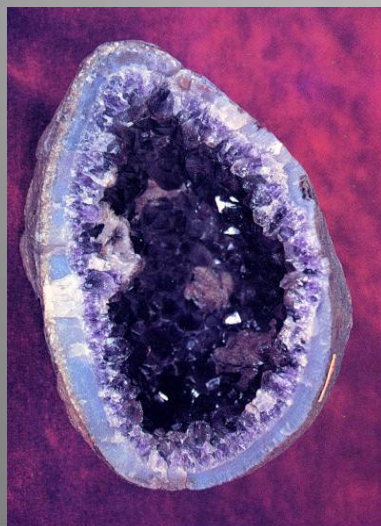
Медь



Дендриты окислов марганца в опале

3. **Секреция** (>10 см) – образуется в результате заполнения веществом пустоты в породе.

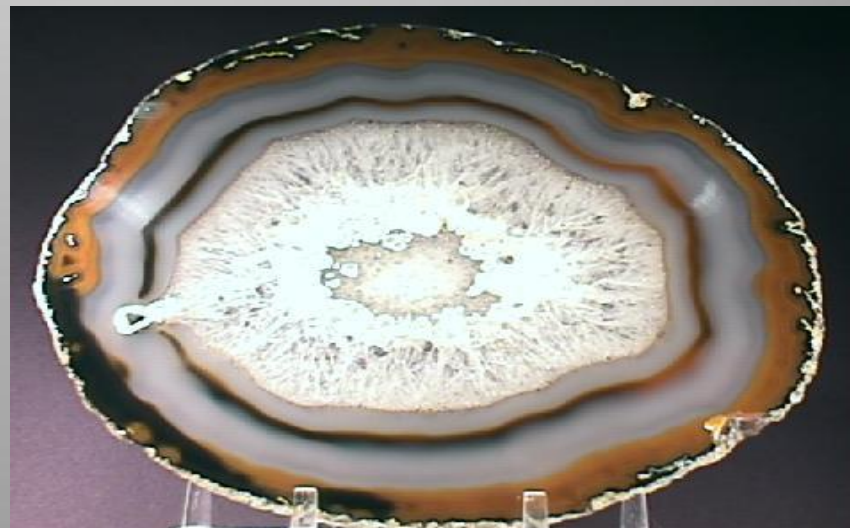
Секреции (10-1.0 см) называются *жеоды*, мелкие (<10 мм) – *миндалины*.



**Агатовые
секреции**

(SiO_2)

**Секреция
аметиста**



4. **Конкреция** – представляет собой стяжение минерального вещества вокруг какого-то центра в рыхлых породах.

Конкреция пирита (FeS_2)



Конкреция сидерита (FeCO_3)



5. **Оолиты арагонита** – скопления мелких сферических образований (CaCO_3), формирующихся в водной среде.

Натечные агрегаты



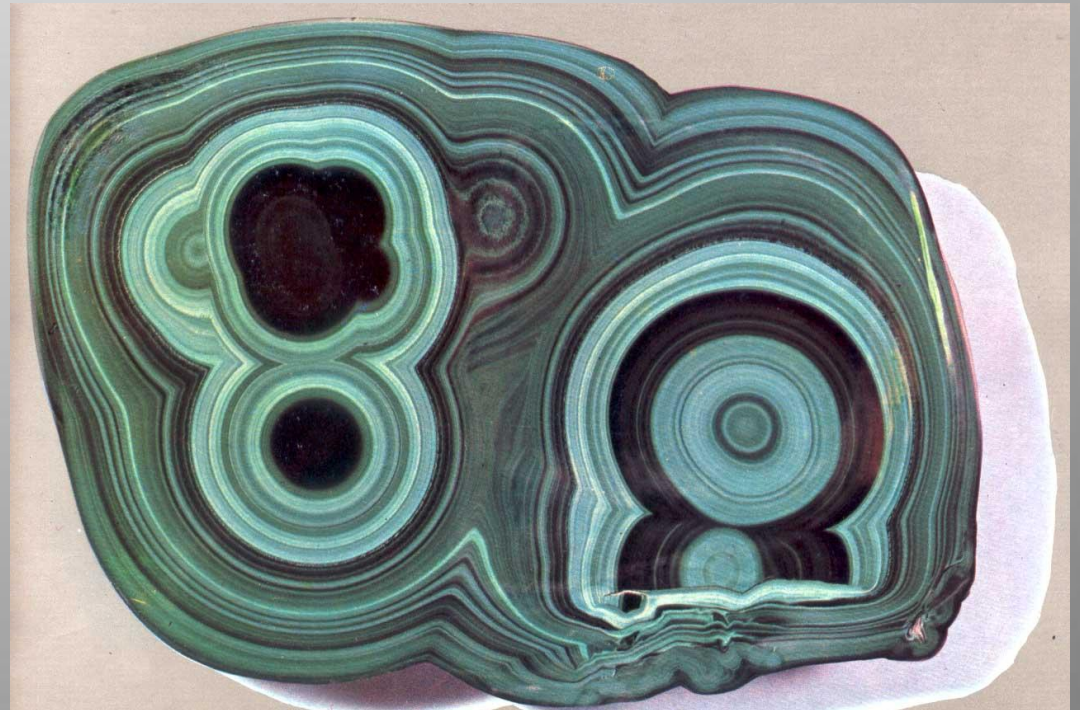
Малахит –
 $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$



Кальцитовые
сталактиты и
сталагмиты

Натечные формы

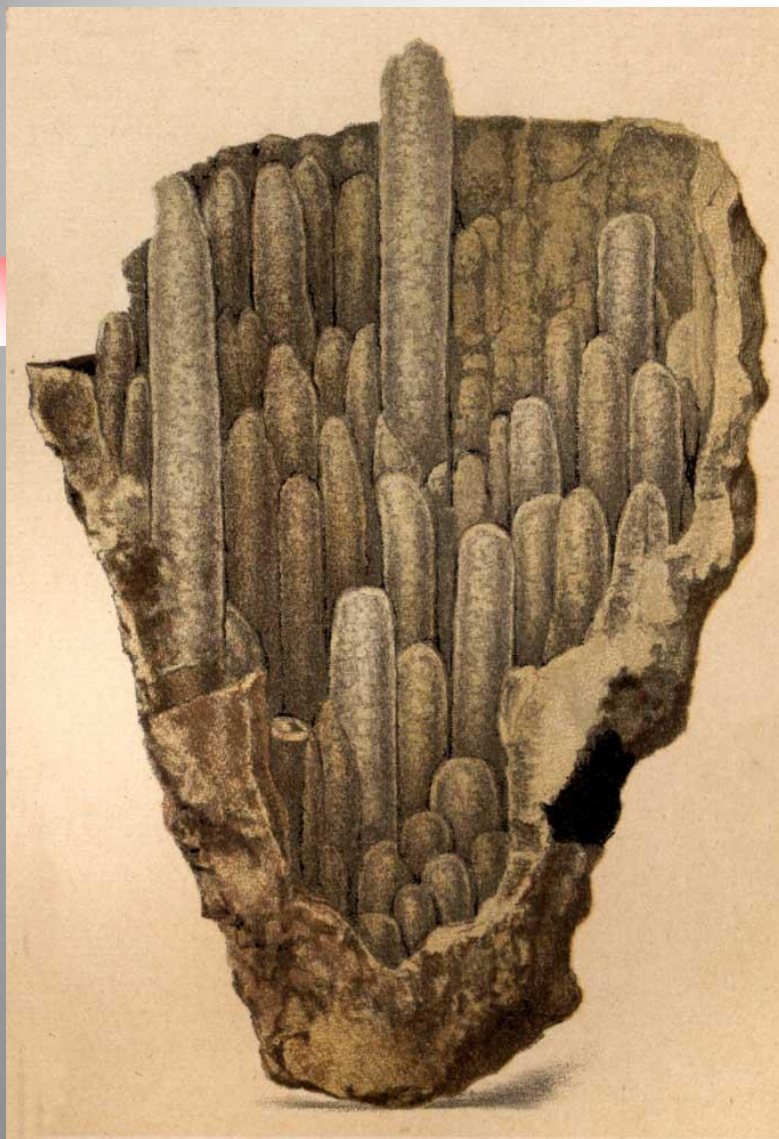
Почковидный агрегат малахита



***Почковидный агрегат
малахита в разрезе,
с концентрически-
зональным строением***



*Photo by
Vladimir Maltsev*



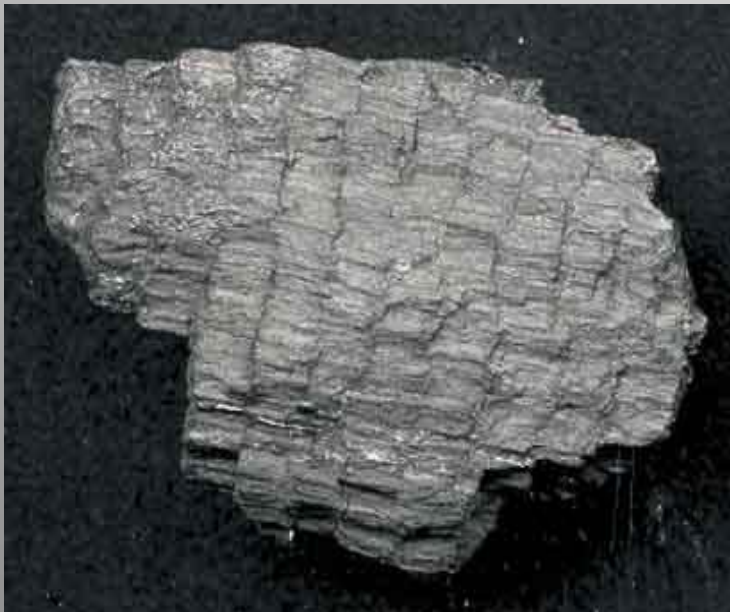
Сталактиты халцедона

Сосулькообразный гетит



СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

- **Изоморфизм** – замещение в кристаллической структуре минерала одних химических элементов другими близкими по размерам и свойства: Кальцит (CaCO_3) – родохрозит (MnCO_3)
- **Полиморфизм** – способность минералов изменять свою кристаллическую структуру, не меняя химический состав: Например: углерод(C) в природе имеет две модификации **графит (гексогональная)** и **алмаз (кубическая)**



Химический состав минералов

Минералы постоянного состава

В эту группу входят минералы, состав которых остается всегда постоянным.

Например:

галит NaCl

всегда содержит Na - 39,4%, Cl – 60,6 %,

галенит PbS

содержит Pb – 86,6 %, S – 13,4%

Химический состав минералов

Минералы переменного состава

Рассматриваются как изоморфные смеси двух, трех и более компонентов. Состав таких соединений может колебаться то в узких, то в более широких пределах.

Например:

оливин $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$

представляет собой изоморфную смесь двух минералов:

форстерита Mg_2SiO_4 и фаялита Fe_2SiO_4 .

Физические свойства

минералов

- ***Морфологические*** – морфология кристаллов (форма, двойники, штриховка на гранях) и морфология агрегатов.
- ***Оптические свойства*** – цвет в образце и порошке (черта), блеск и прозрачность.
- ***Механические свойства*** – спайность, излом, твёрдость, удельный вес, хрупкость, ковкость, упругость.
- **Электрофизические свойства:** электропроводность, термолюминисценция, магнитность

Физические свойства минералов



Механические свойства

Твердость

Спайность, излом, отдельность

Хрупкость, ковкость

Упругость

Твердость

- способность минерала противодействовать царапающей деформации другого минерала

Шкала Мооса

Тальк	1	Ортоклаз	6
Гипс	2	Кварц	7
Кальцит	3	Топаз	8
Флюорит	4	Корунд	9
Апатит	5	Алмаз	10



Спайность

способность минерала раскалываться с образованием плоских зеркальных поверхностей параллельно существующим или возможным граням кристалла

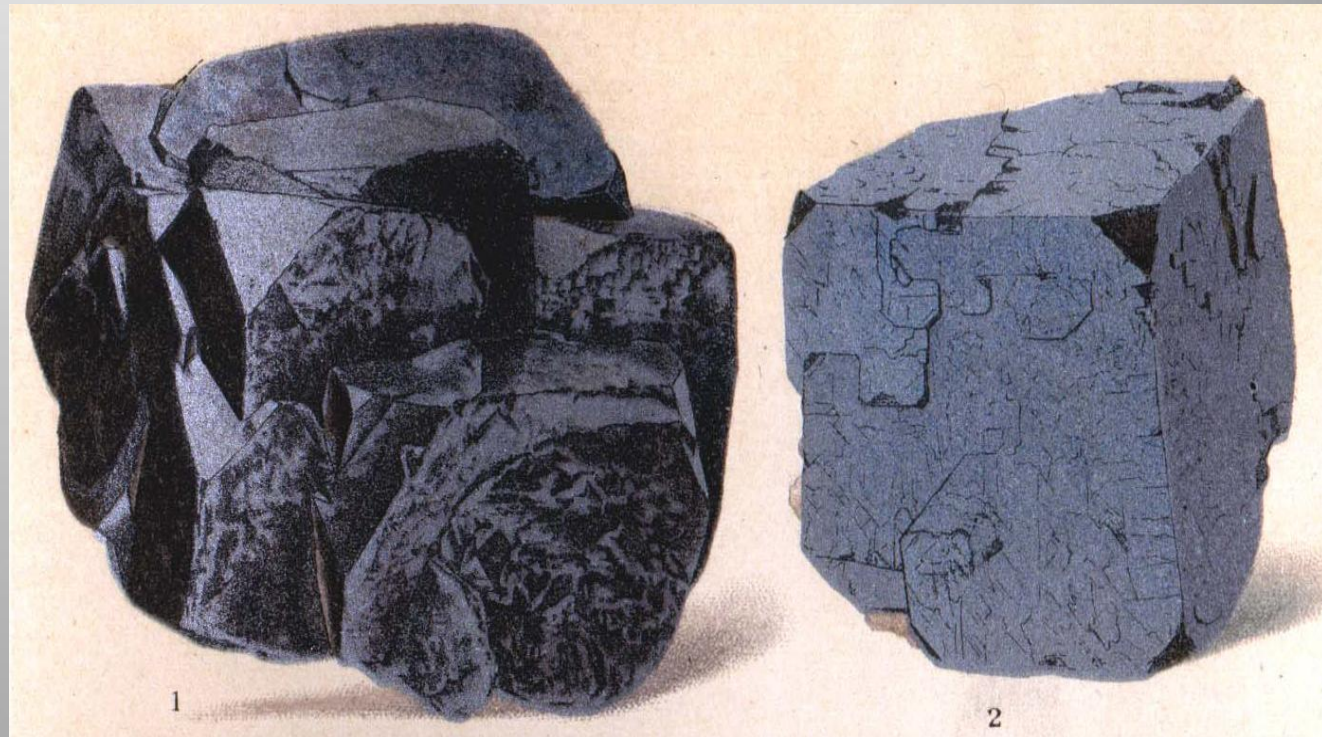
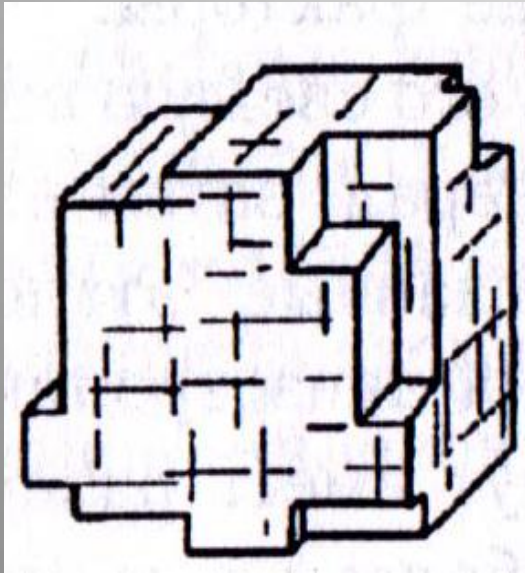
Выделяется четыре степени совершенства спайности:

1. ***Весьма совершенная спайность*** – минерал расщепляется вдоль плоскости спайности под действием усилия ногтя. Такой спайностью обладают слюды.



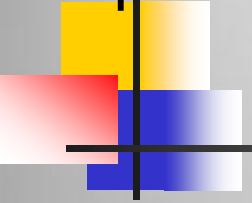
Слюды с весьма совершенной спайностью

2. **Совершенная спайность** – минерал при ударе легко раскалывается на обломки, ограниченные ровными плоскостями спайности.



Совершенная в 3-х направлениях спайность галенита параллельно граням куба.

3. **Средняя спайность** – при ударе обломки частично имеют неправильные поверхности излома, частично ограничены плоскостями спайности.



4. **Несовершенная спайность** – на обломках отсутствуют ровные параллельные гладкие поверхности скола. Излом поверхности раковистый.

Излом – поверхность скола минерала, прошедшего не по спайности. Излом и спайность взаимосвязаны: *чем совершеннее спайность, тем хуже проявляется излом, и наоборот.*



Классификация минералов кристаллохимическая

1. Самородные минералы:

1.1. Графит – С

1.2. Алмаз - С

1.3. Сера - S

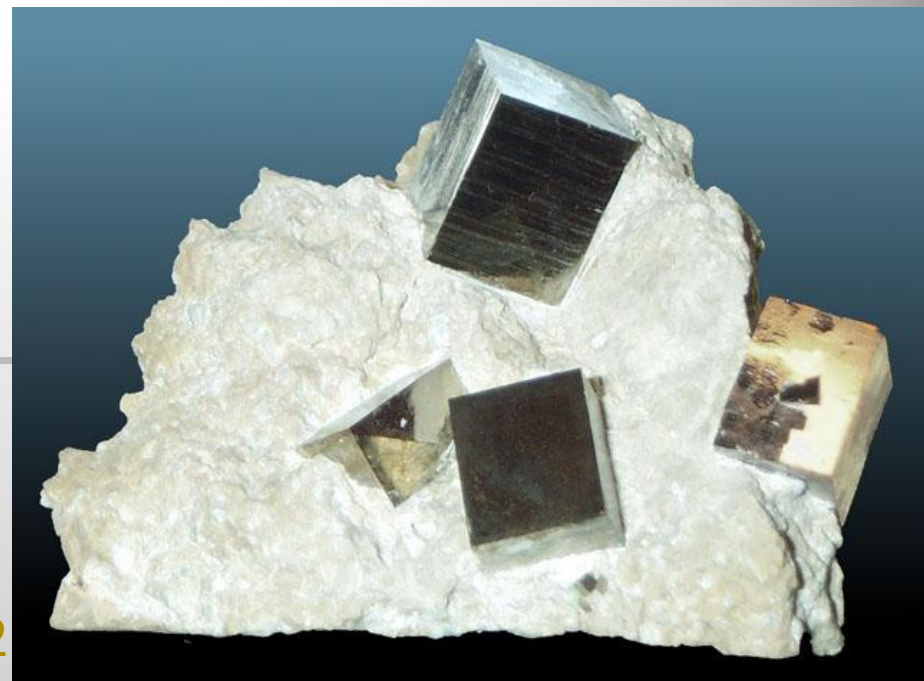
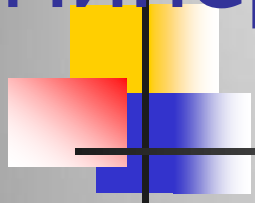
1.4. Золото - Au

1.5. Платина –Pt

1.6. Железо - Fe

1.7. Ртуть - Hg

Классификация минералов



2. Сульфиды

2.1. **Пирит** - FeS_2

2.2. **Халькопирит** CuFeS_2

2.3. Галенит – PbS

2.4. Сфалерит ZnS

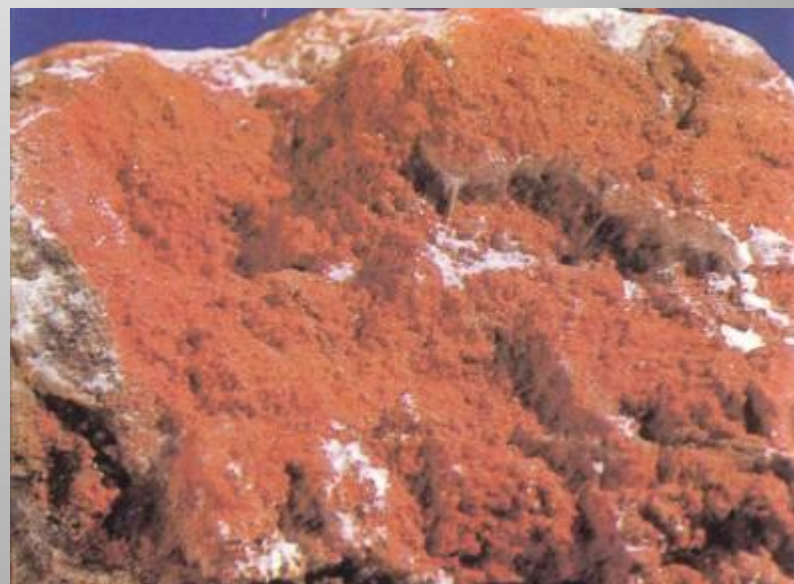
2.5. Молибденит MoS_2

2.6. **Киноварь** – HgS





Классификация минералов

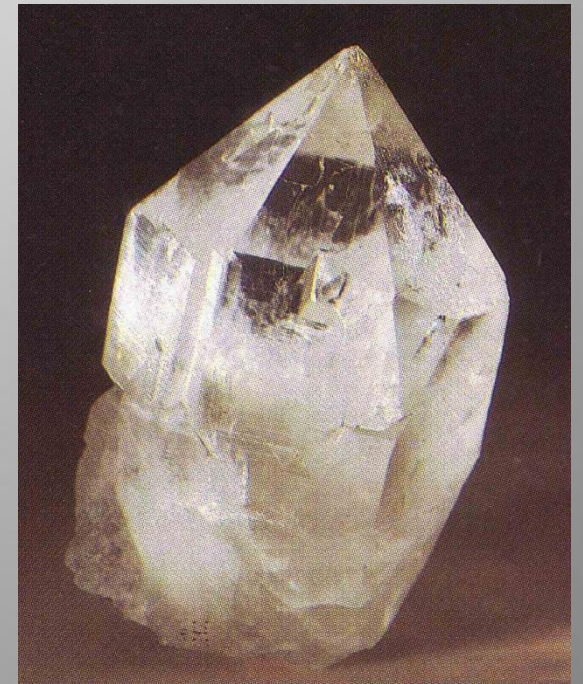


Классификация минералов



3. Окислы и гидрокислы

- 3.1. Кварц ---- SiO_2
- 3.2. Опал - $\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$
- 3.3. Магнетит - Fe_3O_4
- 3.4. Гематит Fe_2O_3
- 3.5. Лимонит $\text{Fe}_2\text{O}_3 \times n\text{H}_2\text{O}$





Классификация минералов

4. Галоиды

4.1. Галит – NaCl

4.2. Сильвин – KCl

4.3. Флюорит – CaF₂



Классификация минералов

5. Соли угольной кислоты (карбонаты)

5.1. Кальцит – CaCO_3

5.2. Доломит $\text{Ca, Mg (CO}_3)_2$

5.3. Магнезит MgCO_3

5.4. Сидерит FeCO_3





Классификация минералов

6. Соли серной кислоты (сульфаты)

6.1. Гипс CaSO_4

6.2. Ангидрит $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$

7. Соли фосфорной кислоты (фосфаты)

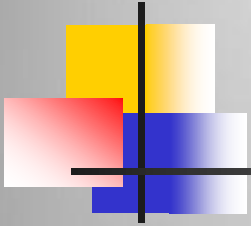
7.1. Апатит – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl})$

Классификация минералов



8. Соли кремниевых кислот

- 8.1. Оливин – $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$
- 8.2. Гранаты – $(\text{Ca,Mg,Fe}_2,\text{Mn})_3(\text{Al,Cr,Fe}^3)_2(\text{SiO}_4)_3$
- 8.3. Роговые обманки –
 $(\text{Ca,Na})_2(\text{Mg,Fe}^2)_4(\text{Al,Fe}^3)[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$
- 8.4. Пироксены – $\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Al})[(\text{Si,Al})_2\text{O}_6]$



- 8.5. Тальк – $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
- 8.6. Серпентин – $\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
- 8.7. Каолинит – $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
- 8.8. Мусковит – $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH})_2$
- 8.9. Биотит – $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al})_3(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})(\text{OH})_2$
- 8.10. Хлориты – $\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8 \times \text{Mg}_4\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10}) \times (\text{OH})_8$
- 8.11. Эпидот - $\text{Ca}_2(\text{Al},\text{Fe})_3(\text{Si}_3\text{O}_{12})(\text{OH})$



8.12. Полевые шпаты:

Плагиоклазы:

альбит $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ – анортит $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

Калиевые полевые шпаты:

ортоклаз (микроклин) - $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

8.13 Нефелин - $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$

