

Химические свойства  
минералов

Кристаллы минералов и  
их агрегаты

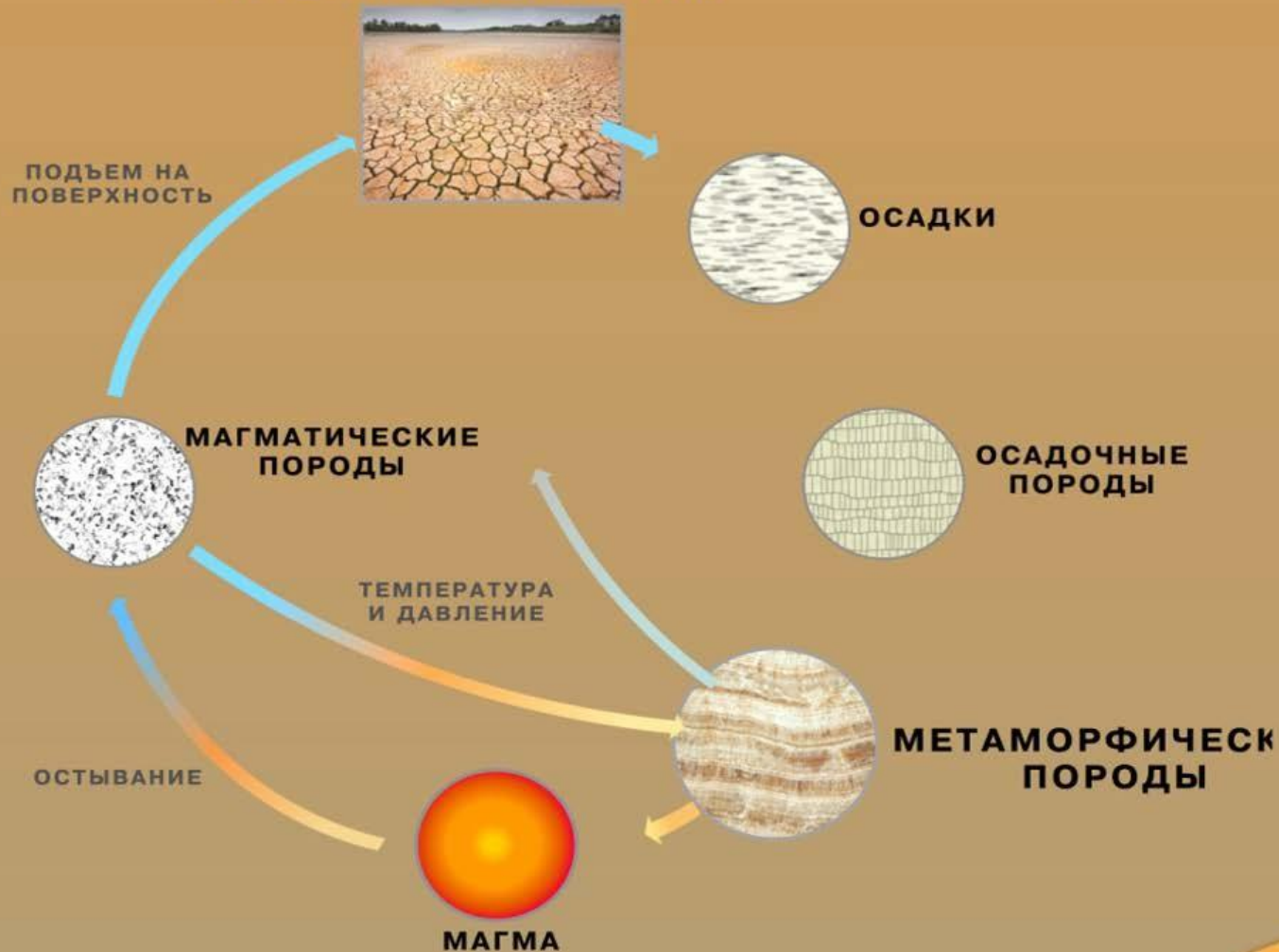
Физические свойства  
минералов

Генезис минералов  
(происхождение)

МИНЕРАЛЫ



## ВЫВЕТРИВАНИЕ И ЭРОЗИЯ



## Генезис минералов (происхождение)

Под происхождением (генезисом) минералов понимают образование минералов различными способами и в разных условиях в результате каких-либо геологических процессов. Главные типы геологических процессов – эндогенные (глубинные) и экзогенные (поверхностные). Эндогенные процессы минералообразования обусловлены энергией (давлением, температурой) и поступлением вещества из глубин Земли, из магматических очагов. Эндогенные процессы включают магматические и метаморфические.



Магматическое  
происхождение минералов

Метаморфическое  
происхождение минералов

Экзогенное  
происхождение минералов

**ГЕНЕЗИС МИНЕРАЛОВ (ПРОИСХОЖДЕНИЕ)**



Самородные минералы

Сульфиды и их аналоги

Галогениды

Оксиды и гидроксиды

Карбонаты

Сульфаты

Вольфраматы

Фосфаты и их аналоги

Бораты

Силикаты

## Химические свойства минералов

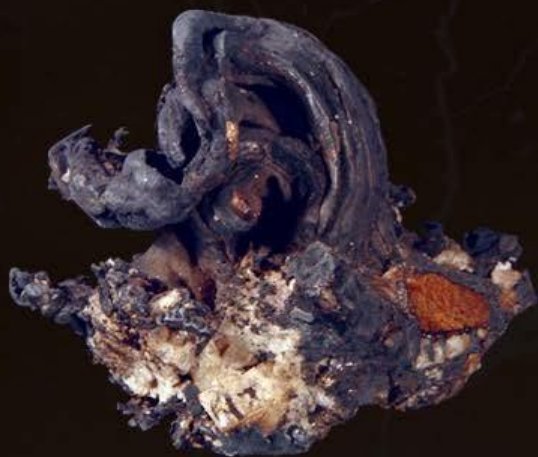
## Классы минералов и их формулы

Химический состав минералов отражается их формулами. Формулы бывают эмпирические и структурные (кристаллохимические). По химическому составу выделяют следующие классы минералов: самородные минералы, сульфиды и их аналоги, галогениды, оксиды и гидроксиды, карбонаты, сульфаты, вольфраматы, фосфаты и их аналоги, бораты, силикаты.



## Самородные минералы

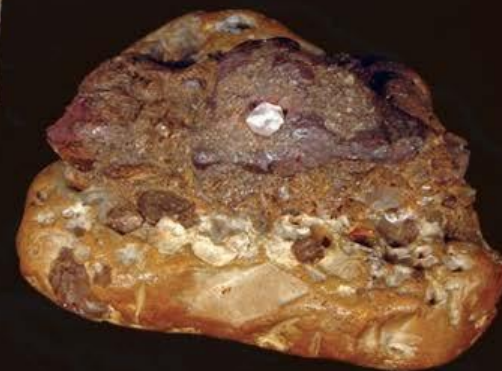
Серебро (Ag)



Золото (Au)



Алмаз (C)



### Химические свойства минералов

### Классы минералов и их формулы

Из самородных минералов крупные самостоятельные месторождения образуют алмаз, графит, сера, значительно реже - благородные самородные металлы и сплавы, концентрирующиеся зачастую в россыпях. К самородным элементам относятся: золото, медь, платина, серебро, сера, алмаз, графит.



## Сульфиды и их аналоги

Аурипигмент ( $\text{As}_2\text{S}_3$ )



Антимонит ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ )



Пирит ( $\text{FeS}_2$ )



### Химические свойства минералов

### Классы минералов и их формулы

К этому классу относятся минералы, представляющие собой соединения металлов и полуметаллов с серой, мышьяком, селеном и теллуrom. Всего в этом классе насчитывается более 250 минералов и они пользуются широким распространением. Генетически большинство сульфидов представляет собой минералы гидротерм, реже они образуются магматическим путем или в гипергенных условиях. В условиях дневной поверхности эти минералы неустойчивы и легко разрушаются, переходя в процессе окислительных реакций в сульфаты, оксиды и карбонаты. Минералы этого класса являются важнейшими рудами цветных, благородных и многих редких металлов.



## Галогениды

Сильвин (KCl)



Галит (NaCl)



Флюорит (CaF<sub>2</sub>)



### Химические свойства минералов

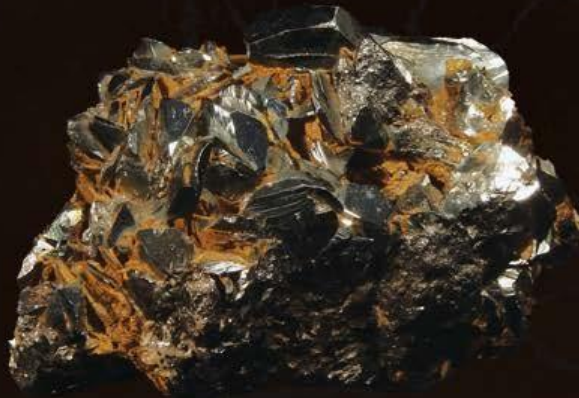
Число представителей класса галогенидов достигает почти 200 минералов. К галогенидам относятся соединения галогенов (F, Cl, Br, I) в основном со щелочными и щелочноземельными металлами. Большинство минералов этого класса представляют собой диэлектрики со стекляннм блеском, низкой и средней твердостью (1-4), небольшой плотностью 2,5. В зависимости от солеобразующих кислот принято выделять фториды, хлориды, бромиды и йодиды. Хлориды образуются в гипергенных условиях, а образование фторидов связано с эндогенными процессами. Галогениды применяют в химической, пищевой и оптической промышленности, в с\х в качестве удобрений, некоторые из них являются рудами редких элементов.

### Классы минералов и их формулы



## Оксиды и гидроксиды

Гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )



Кварц ( $\text{SiO}_2$ )



Рубин ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )



### Химические свойства минералов

### Классы минералов и их формулы

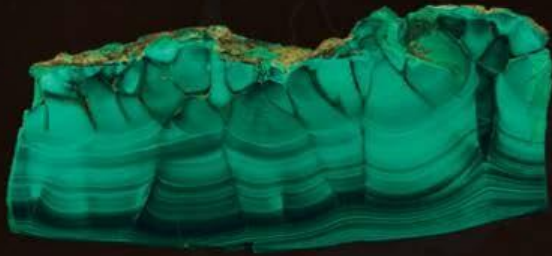
В этот класс объединяют минералы, представляющие собой соединения металлов и полуметаллов с кислородом и гидроксогруппой (ОН). Многие из этих минералов принадлежат к числу распространенных в литосфере ( $\text{SiO}_2$  12,6%,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  3,9%). В настоящее время известно более 150 минеральных видов этого класса. В химическом отношении минералы этого класса принято делить на простые ( $\text{SnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ) и сложные ( $\text{FeTiO}_3$ ,  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ). По происхождению они полигенны, а именно, образуются в результате магматических, пегматитовых, метаморфических, гидротермальных, гипергенных процессов. Минералы этого класса являются важнейшими рудами Fe, Cr, Mn, Ti, Al, Nb, Ta, U, Th, Tr и других металлов, а также представляют собой нерудные полезные ископаемые.



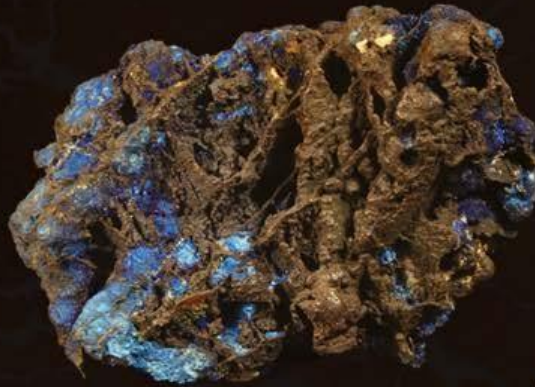


## Карбонаты

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



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



Кальцит ( $\text{Ca}[\text{CO}_3]$ )



### Химические свойства минералов

Карбонаты представляют собой природные соли угольной кислоты, в которых катионами служат ионы Ca, Mg, Ba, Sr, Pb, Fe, Mn, Zn, щелочных и редкоземельных металлов. К этому классу относятся около 120 минералов. Известны карбонаты простые и сложные, водные и безводные. Для большинства минералов этого класса характерна невысокая твердость (меньше 5), стеклянный блеск. Практически все карбонаты в той или иной степени взаимодействуют с соляной кислотой с выделением  $\text{CO}_2$ . Эти минералы образуются как в эндогенных (кальцит, доломит, сидерит), так и экзогенных (малахит, арагонит) условиях. Многие карбонаты используются в качестве строительных материалов, в химической промышленности, в качестве флюсов и огнеупоров в металлургии.

### Классы минералов и их формулы



## Сульфаты

Гипс ( $\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )



Целестин ( $\text{Sr}[\text{SO}_4]$ )



Барит ( $\text{Ba}[\text{SO}_4]$ )



### Химические свойства минералов

Минералы этого класса представляют собой природные соли серной кислоты, в состав которых входят щелочные Na, K и щелочноземельные Mg, Ca, Sr, Ba металлы, а также Pb, Cu, Fe, Al. Всего в этом классе насчитывается около 280 минералов. По особенностям состава среди сульфатов выделяются простые безводные, сложные с дополнительными анионами и водные. Минералы этого класса характеризуются умеренной и низкой твердостью (как правило, меньше 3,5), низкой плотностью, многие из них хорошо растворимы в воде. Происхождение сульфатов связано как с эндогенными, так и с экзогенными процессами минералообразования. Сульфаты широко используются в строительстве и служат сырьем химической промышленности для получения металлов Ba, Sr, Al, Mg и т. д.

### Классы минералов и их формулы



## Вольфраматы

Крокоит ( $Pb[CrO_4]$ )



### Химические свойства минералов

Минералы этого класса представляют собой простые и водные соли вольфрамовой кислоты, содержащие ионы  $Ca^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $(WO_2)^{2+}$ . К вольфраматам относятся около 25 минеральных видов. Большинство минералов этого класса является продуктом эндогенного образования, реже данные минералы образуются в процессе окисления в гипергенных условиях. Вольфраматы являются важнейшими рудными минералами вольфрама.

### Классы минералов и их формулы



## Фосфаты и их аналоги

Элит (псевдомалахит)  
( $\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$ )



Бирюза  
( $\text{Cu}(\text{Al}, \text{Fe})_6 [\text{PO}_4]_4[\text{OH}]_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )



Апатит  
( $\text{Ca}_5 [\text{PO}_4]_3 (\text{Fe}, \text{Cl}, \text{OH})$ )



### Химические свойства минералов

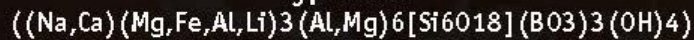
В этом обширном классе (более 300) объединены минералы, представляющие собой природные соли фосфорной кислоты. Основными видообразующими катионами в минералах этого класса служат ионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $(\text{UO}_2)^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , а также щелочные металлы. Образование большинства фосфатов связано с процессами эндогенного минералообразования. В гипергенных условиях образуется значительная часть фосфатов, причем некоторые фосфаты образуются осадочным путем. Фосфаты широко применяются в сельском хозяйстве в качестве ценных фосфорных удобрений, иногда служат источником радиоактивного сырья.

### Классы минералов и их формулы



## Силикаты

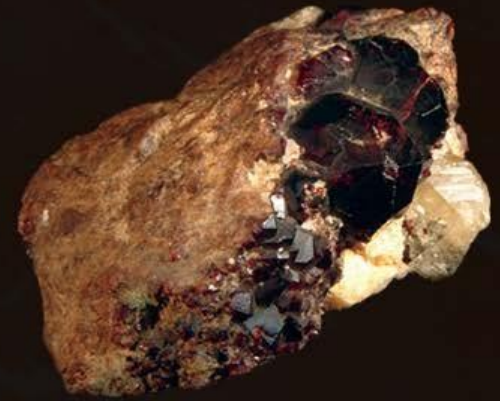
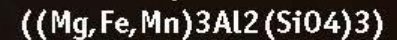
Турмалин



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



Гранат



### Химические свойства минералов

### Классы минералов и их формулы

Силикаты- самый обширный класс минералов. Минералы данного класса представляют собой соединения силикатных радикалов с катионами Al, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K, а также Li, B, Be, Ti, Zr, TR и др. Роль дополнительных анионов играют группы (OH)-, F-, S<sup>3-</sup>, Cl-, [B<sub>3</sub>O<sub>3</sub>]-, [SO<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> и пр. Основой кристаллической структуры силикатов является кремнекислородный тетраэдр. Нередко кремний кремнекислородных тетраэдров замещается алюминием, в таком случае минералы называются алюмосиликатами. Кремнекислородные тетраэдры находятся в кристаллической структуре силикатов в виде изолированных друг от друга структурных единиц [SiO<sub>4</sub>]<sup>4-</sup>, либо могут быть соединены друг с другом различными способами, образуя сложные комплексные радикалы.



Магнезит ( $Mg[CO_3]$ )



Сидерит ( $Fe[CO_3]$ )



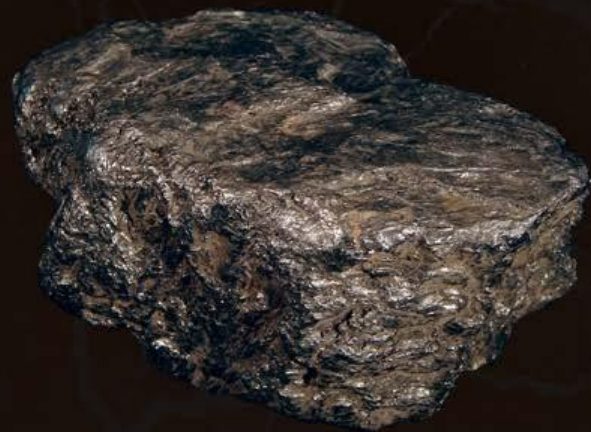
## Химические свойства минералов

## Изоморфизм

Изоморфизм - это явление замещения атомами, ионами или молекулами друг друга в кристаллах с сохранением исходной кристаллической структуры.



Графит



Алмаз



## Химические свойства минералов

## Полиморфизм

Явление кристаллизации вещества одного и того же состава в виде кристаллов разных сингоний называется полиморфизмом. Минералы одного и того же состава, но с разной кристаллической структурой называются полиморфными модификациями.



Облик кристаллов

Агрегаты кристаллов

Срастания минералов

Включения в минералах

КРИСТАЛЛЫ МИНЕРАЛОВ И ИХ АГРЕГАТЫ





**Галит**



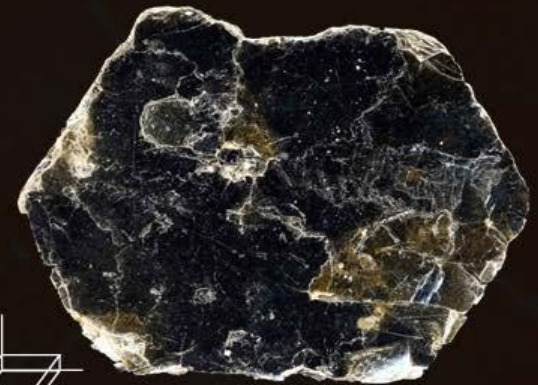
изометрический облик кристалла

**Актинолит**



удлиненный облик кристалла

**Биотит**



уплощенный облик кристалла

## Кристаллы минералов и их агрегаты    Облик кристаллов

Облик кристаллов – общий вид кристалла минерала.

- удлиненный облик - кристалл минерала растет в одном направлении;
- изометрический облик - кристалл минерала растет в разных направлениях более или менее одинаково;
- уплощенный облик - кристалл минерала растет в направлениях одной плоскости.



Друзы, щетки

Секреции

Лучистые агрегаты

Конкреции, оолиты

Дендриты

Натечные агрегаты

**Кристаллы минералов и их агрегаты**

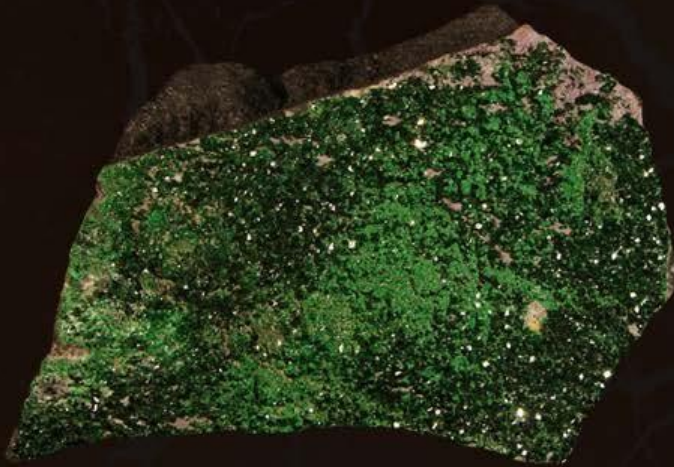
**Агрегаты кристаллов**

Агрегаты - различные скопления минералов.



## Друзы, щетки

Щетка кристаллов уваровита



Друза кристаллов мориона



**Кристаллы минералов и их агрегаты**

**Агрегаты кристаллов**

Друзы, щетки – группы кристаллов, имеющих общее основание.



## Лучистые агрегаты

Лучистые кристаллы турмалина



**Кристаллы минералов и их агрегаты**

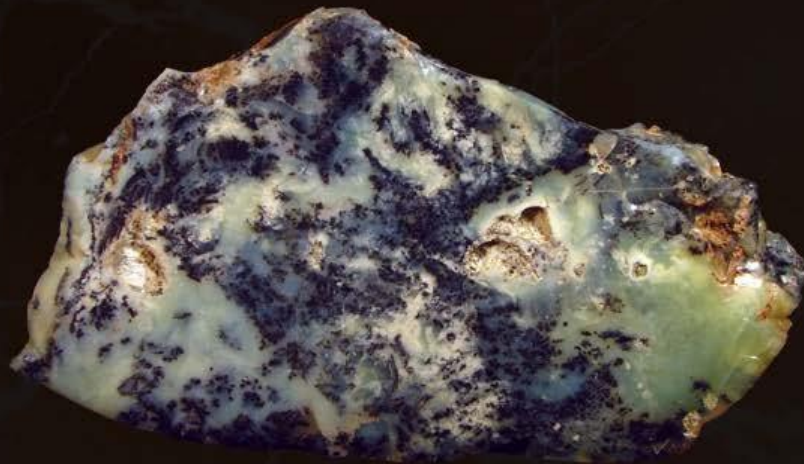
**Агрегаты кристаллов**

Лучистые агрегаты – сростки кристаллов, сгруппированных в виде лучей.



## Дендриды

Моховой опал



Кристаллы минералов и их агрегаты

Агрегаты кристаллов

Дендриты – древовидные агрегаты.



## Секреции

Секреция кальцита



**Кристаллы минералов и их агрегаты**    **Агрегаты кристаллов**

Секреции – округлые стяжения, заполненные кристаллами от стенок к центру.



## Конкреции, оолиты

Конкреция кремня



Оолиты бокситов



### Кристаллы минералов и их агрегаты

### Агрегаты кристаллов

Конкреции, оолиты - округлые стяжения, заполненные кристаллами от центра к периферии.



## Натечные агрегаты

Натечный кальцит



Кристаллы минералов и их агрегаты

Агрегаты кристаллов

Натечные агрегаты образуются путем натекания вещества.

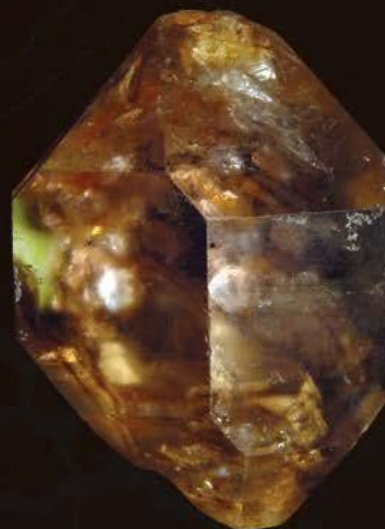




Двойник ставролита



Скипетровидный кварц



## Кристаллы минералов и их агрегаты

## Срастания кристаллов

Двойники - сростки двух кристаллов, в которых один кристалл является зеркальным отражением другого, либо один кристалл выводится из другого путем поворота вокруг воображаемой оси.  
Параллельные сростки - срастания кристаллов в одном направлении.



Кварц с включениями рутила



Кварц с включениями хлорита



## Кристаллы минералов и их агрегаты Включения

Включения - это нахождение чужеродных веществ внутри кристалла.



Плотность минералов

Магнитные свойства минералов

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ





## Физические свойства минералов

## Плотность минералов

Плотность - одна из главнейших характеристик минералов, используемых в диагностике.

Условно можно выделить три группы минералов:

- 1) легкие - плотность меньше 3,0 г/см<sup>3</sup>.
- 2) средние - плотность в пределах от 3,0 г/см<sup>3</sup> до 6,0 г/см<sup>3</sup>.
- 3) тяжелые - плотность выше 6,0 г/см<sup>3</sup>.

В природе преобладают минералы с плотностью 2,0-4,0 г/см<sup>3</sup>.



Магнетит



Магнитные

Железистый сфалерит



Слабомагнитные

Вермикулит



Немагнитные

## Физические свойства минералов

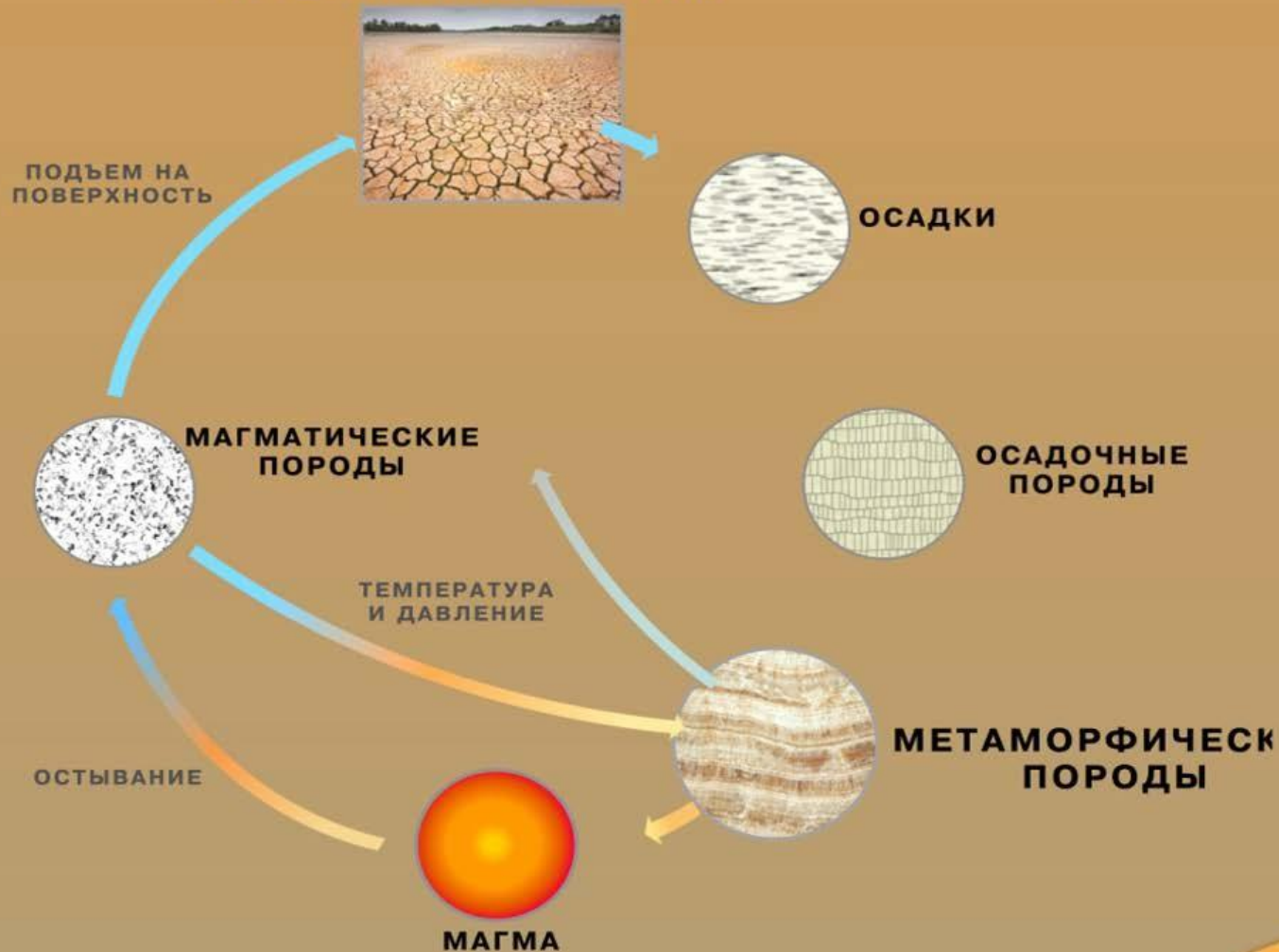
## Магнитные свойства минералов

По магнитным свойствам среди минералов выделяют:

1) магнитные (минералы притягиваются постоянным магнитом); 2) слабомагнитные (минералы, которые не притягиваются постоянным магнитом, но приобретают магнитность под действием внешнего электрического поля); 3) немагнитные (минералы, которые ни при каких условиях не взаимодействуют с магнитом). Степень магнитности минерала измеряется величиной его магнитной восприимчивости (надо написать правильную формулу греческими буквами)= $M/H$ , где  $M$  - намагниченность минерала,  $H$  - напряженность магнитного поля.



## ВЫВЕТРИВАНИЕ И ЭРОЗИЯ



## Генезис минералов (происхождение)

Под происхождением (генезисом) минералов понимают образование минералов различными способами и в разных условиях в результате каких-либо геологических процессов. Главные типы геологических процессов – эндогенные (глубинные) и экзогенные (поверхностные). Эндогенные процессы минералообразования обусловлены энергией (давлением, температурой) и поступлением вещества из глубин Земли, из магматических очагов. Эндогенные процессы включают магматические и метаморфические.



Магматическое  
происхождение минералов

Метаморфическое  
происхождение минералов

Экзогенное  
происхождение минералов

**ГЕНЕЗИС МИНЕРАЛОВ (ПРОИСХОЖДЕНИЕ)**



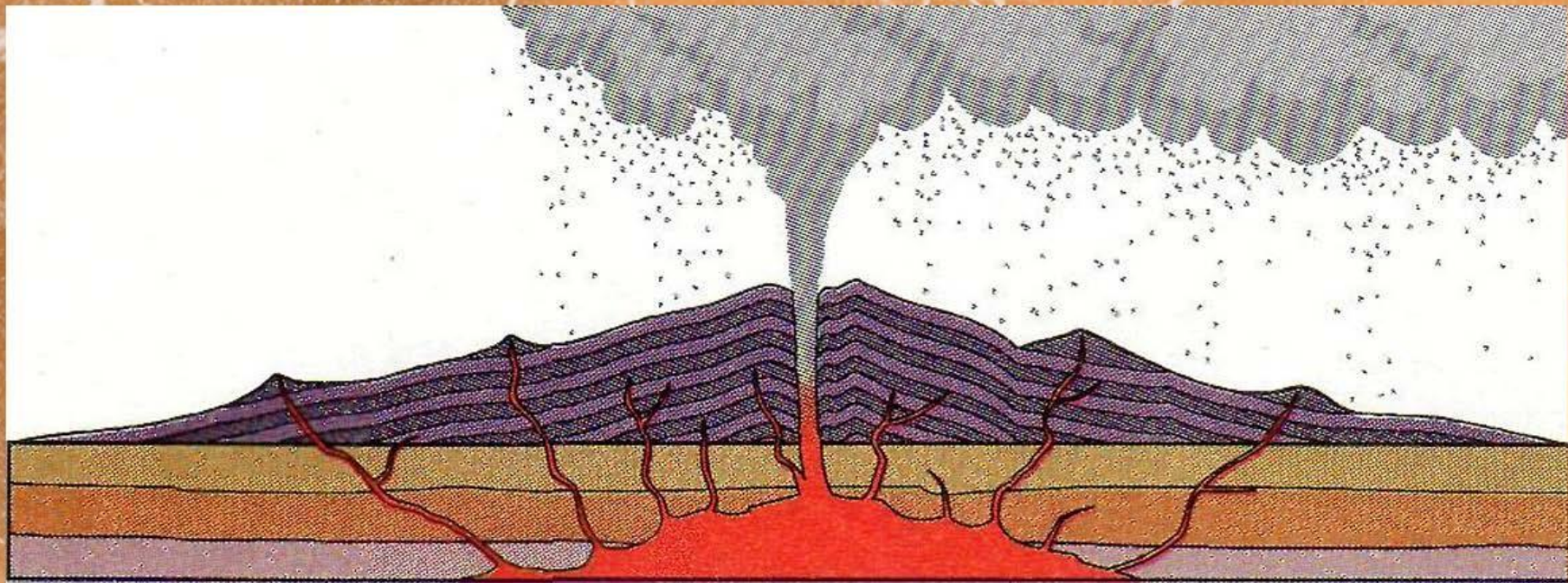


## Генезис минералов (происхождение)

Основным действующим фактором всех магматических процессов является магма. При движении магмы ниже поверхности Земли процессы называются интрузивными. При выходе магмы на земную поверхность – эффузивными (вулканическими). Магма движется всегда в сторону уменьшения градиента давления, чаще всего снизу вверх, и может образовывать крупные магматические очаги.



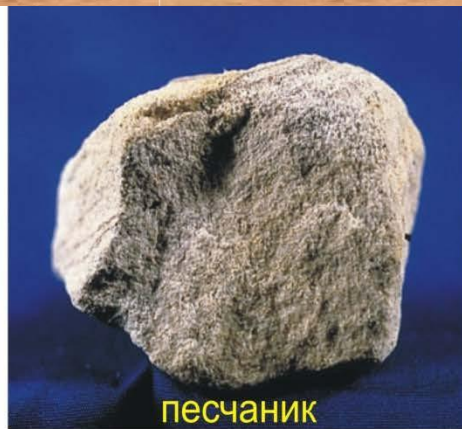




## Генезис минералов (происхождение)

Извержение вулкана.





песчаник



перидотит



гранит



кварцит



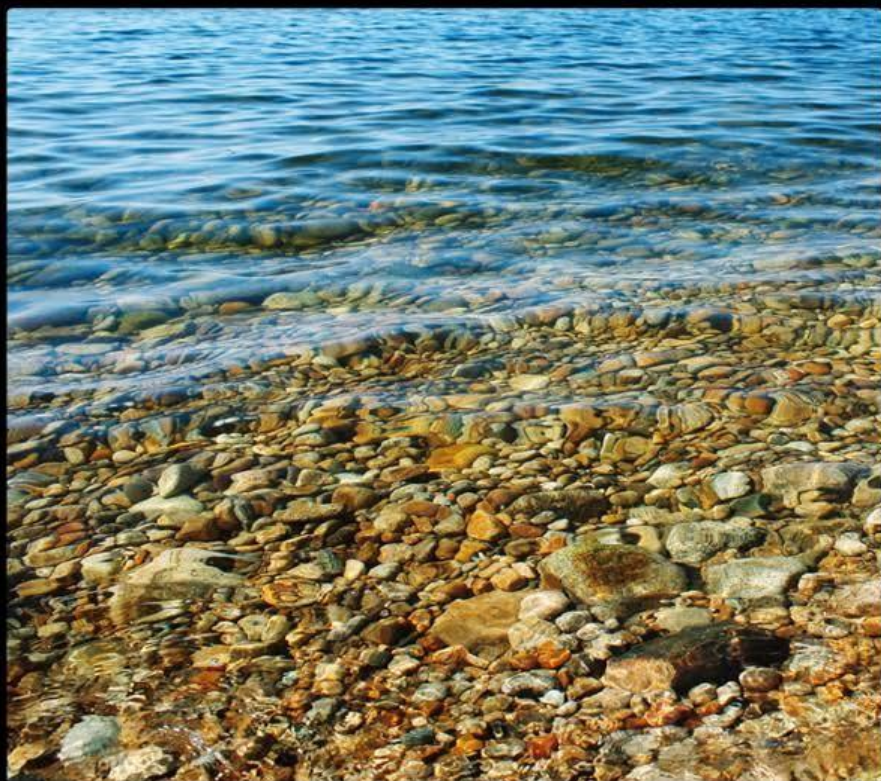
серпентинит



гнейс

## Генезис минералов (происхождение)

Метаморфизм – это процесс преобразования исходных пород любого генезиса в недрах Земли под воздействием температуры, давления и флюидов – воды, углекислоты и горячих минерализованных растворов



## Генезис минералов (происхождение)

Перенос осадочных компонентов осуществляется двумя способами: в виде нерастворенной механической взвеси, либо в виде истинных или коллоидных растворов. Осадконакопление чаще всего происходит в условиях, когда испарение преобладает над поступлением воды в бассейн (условия лагун).

