

Практическое занятие № 1



Преподаватель: - кандидат геолого-минералогических наук
Айриянц Евгения Владимировна

МИНЕРАЛЫ

Минералы (лат. "минера"- руда) - это однородные по составу, внутренней структуре и свойствам природные химические соединения, которые образуются в недрах земли в результате естественных физико-химических реакций и обладают определенным химическим составом и комплексом физических свойств.

Минералогия –
наука, изучающая минералы

В настоящее время идентифицировано около 4 000 минеральных видов.



Различают минералы:

- **главные породообразующие** (около 100), минералы составляющие основную часть пород.
- **второстепенные**, минералы присутствующие в горной породе в меньших, чем породообразующие, количествах.
- **акцессорные**, которые обычно содержатся в количестве не более 5 % – это редкие минералы.

По форме нахождения минералов различают:

Минеральный индивид - зерна и идиоморфные кристаллы

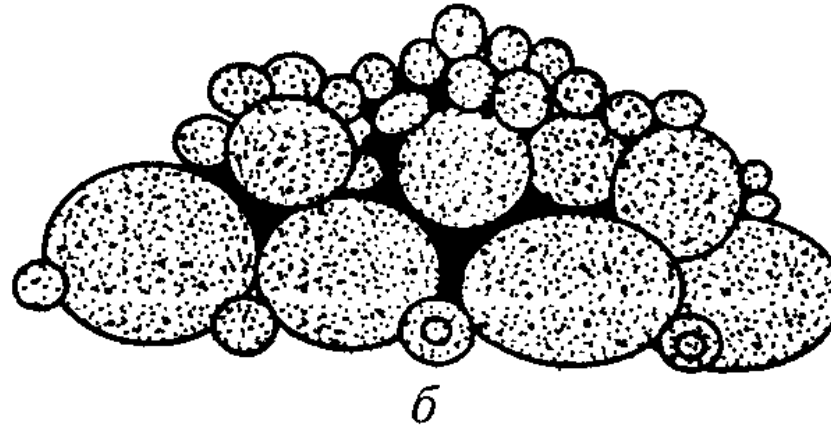
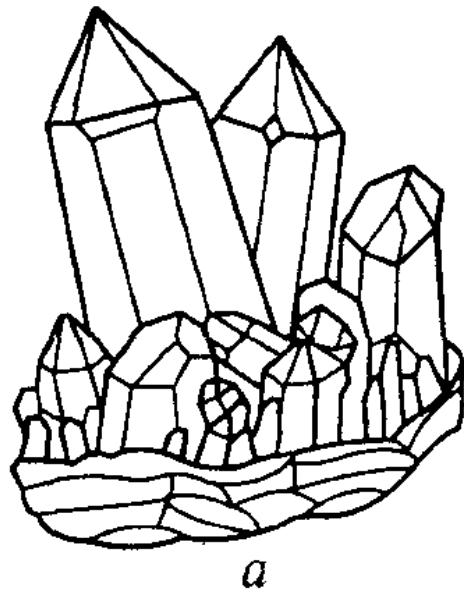
Минеральный агрегат - срастания минеральных индивидов одного и того же или разных минералов

Минеральное тело - скопления минеральных агрегатов, обладающие естественными границами

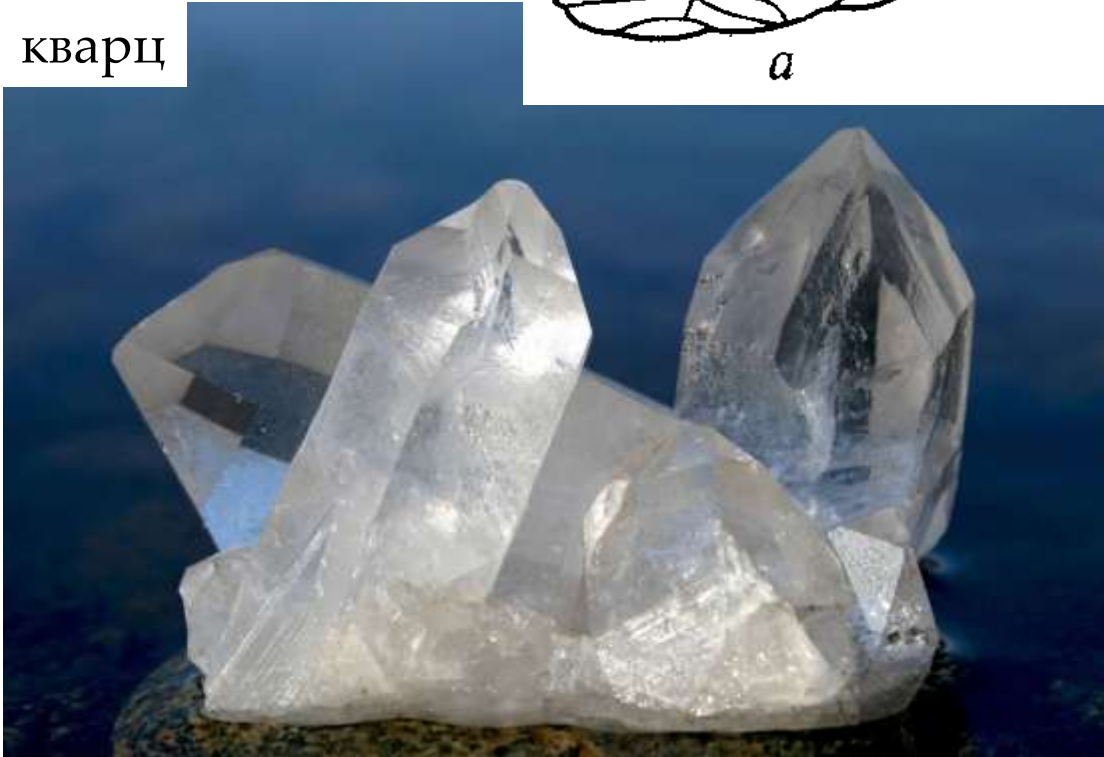
На лабораторных занятиях изучаются:

- **минералы, служащие строительным каменным материалом или сырьем** для изготовления строительных материалов (ГИПС, КАЛЬЦИТ и др.)
- **главные породообразующие минералы**, используемые не самостоятельно, а в виде составной части горных пород или грунтов – каменного материала, который может служить естественным основанием инженерных сооружений (КВАРЦ, ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ, РОГОВАЯ ОБМАНКА, ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ и др.)
- **минералы-вредные примеси**, присутствие которых в грунтах или строительных материалах ухудшает их строительные свойства или создает агрессивную среду (ПИРИТ, ГАЛИТ).

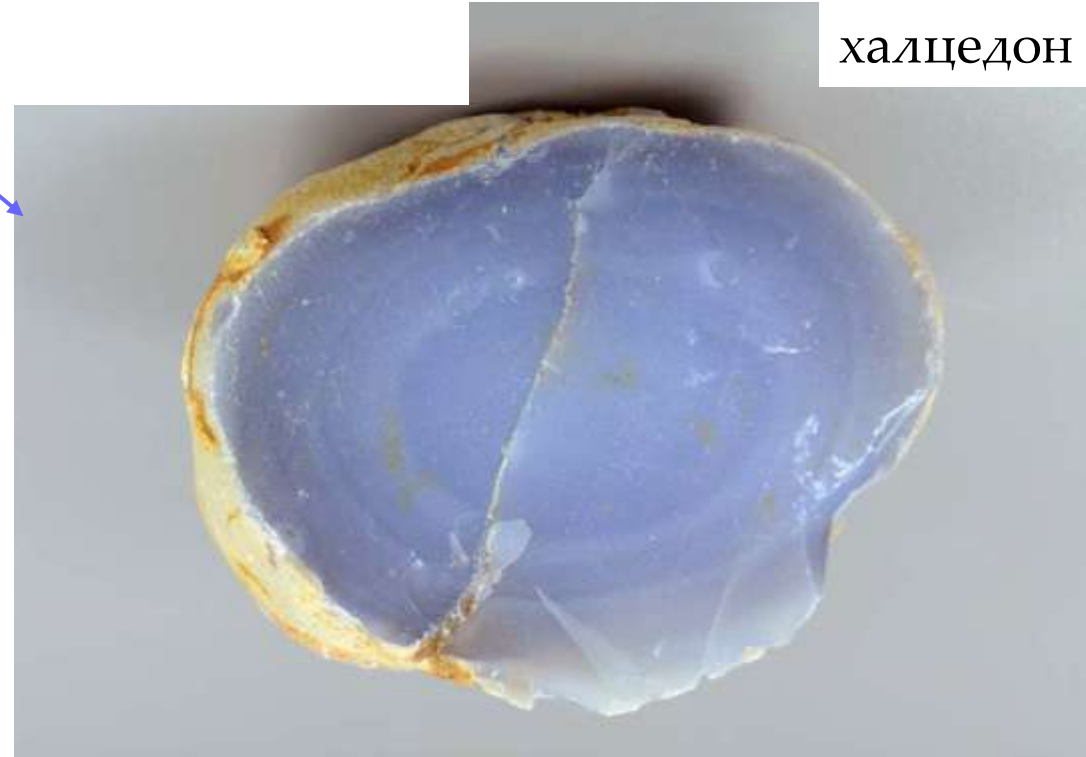
Формы минералов в природе: *а* - кристаллическая, *б* - аморфная



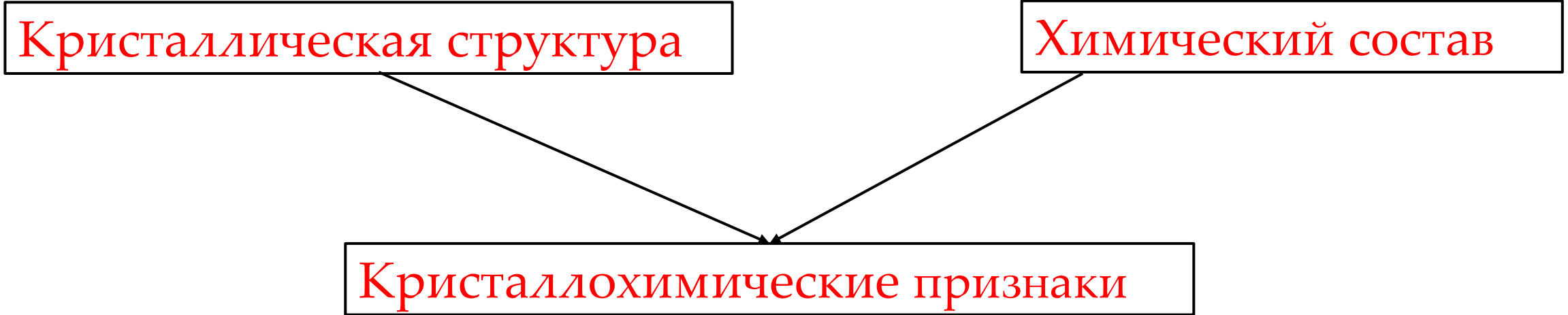
кварц



халцедон



КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ



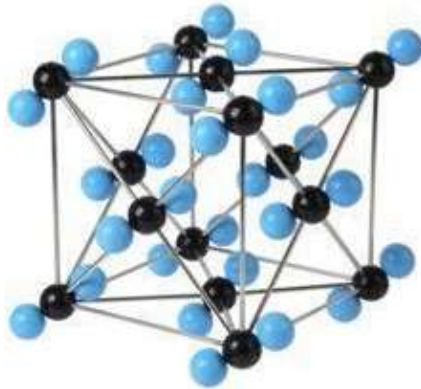
Кристаллохимия — наука о кристаллических структурах и их связи с природой вещества

Кристаллическая решетка - закономерное упорядоченное расположение атомов внутри минерала.

Кристаллические решетки

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ

CO_2



Твердая двуокись
углерода

АТОМНЫЕ

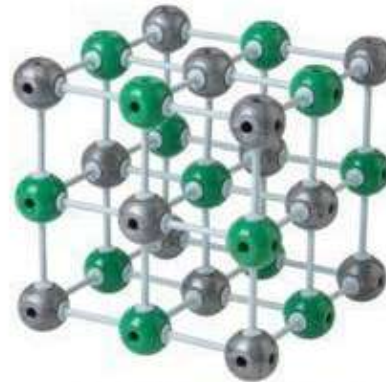
C



Алмаз

ИОННЫЕ

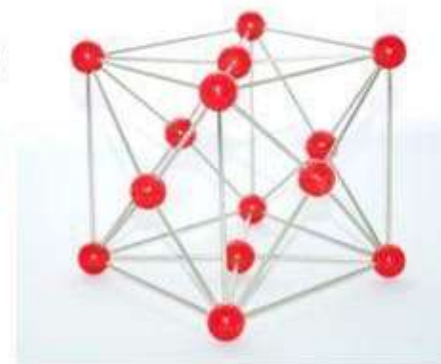
NaCl



Галит

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ

Cu



Медь

Способность минералов при одном и том же составе образовывать различные по строению кристаллические решетки называется полиморфизмом.

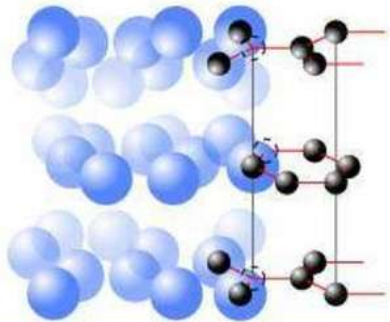
Графит

Алмаз

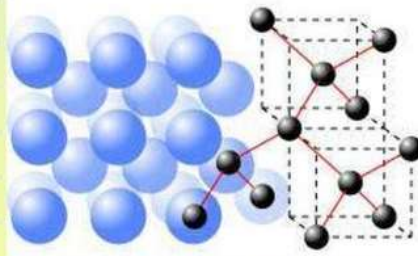
Графит и алмаз состоят из углерода.



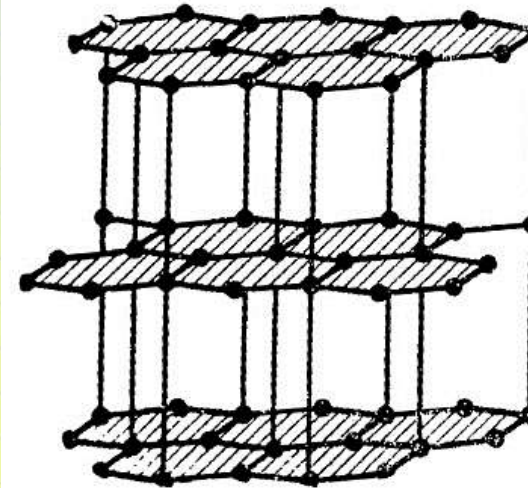
УПАКОВКА АТОМОВ
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
РЕШЕТКА ГРАФИТА



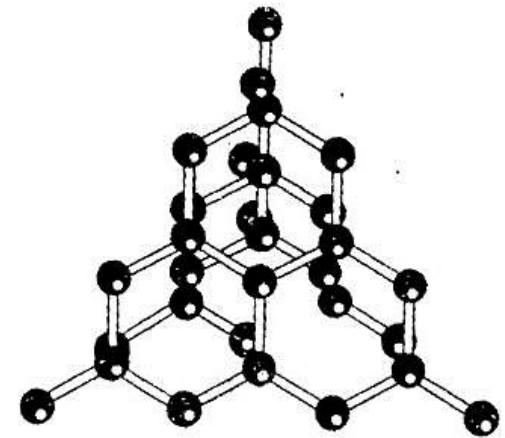
УПАКОВКА АТОМОВ
И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ
РЕШЕТКА АЛМАЗА



Графит



Алмаз



Кристаллы – твёрдые вещества, имеющие форму правильных многогранников.

Сингония (симметрия) (греч. "син" - вместе, "гония" - угол) классификация кристаллографических групп симметрии, кристаллов и кристаллических решёток в зависимости от системы координат.

СИНГОНИИ

Триклинная

Моноклинная

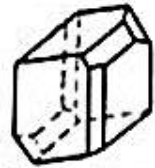
Ромбическая

Тетрагональная

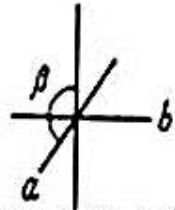
Тригональная

Гексагональная

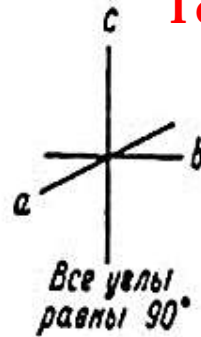
Кубическая



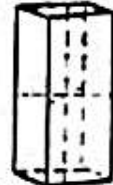
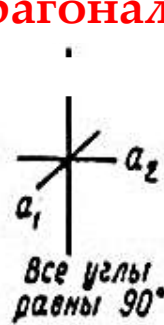
Актинит



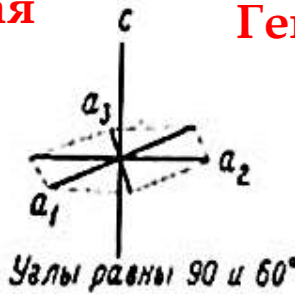
Гипс



Барит



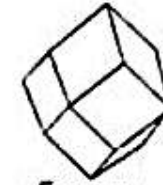
Тетрагональная призма



Тригональный ромбоэдр



Нефелин



Гранат



Малахит



Ортоклаз



Оливин



Везувит



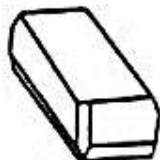
Низкотемпературный кварц



Высокотемпературный кварц



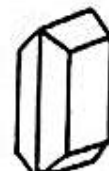
Магнетит, ильменит



Родохрозит



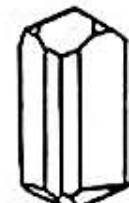
Гипс



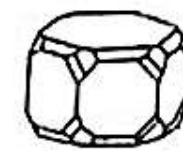
Арагонит



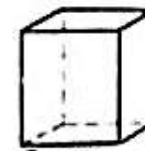
Анастаз



Турмалин



Апатит



Галит, флюорит

Химический состав выражается кристаллохимической формулой, которая одновременно показывает количественные соотношения элементов и характер их взаимной связи.

По химическому составу принято различать 2 группы минералов:

- *постоянного химического состава*,
- *неопределенные соединения*, состав которых усложнен разнообразными примесями.

Изоморфизм (греч. «изоа» – одинаковый; «морфо» – форма) – способность минералов к образованию соединений переменного состава

ИЗОМОРФНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ

Изоморфизм – замена в кристаллической решётке одних хим. элементов другими

Изоморфный ряд оливинов $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$:

- ✓ форстерит (перидот) $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$
- ✓ оливин $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$,
- ✓ фаялит $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$

Цветная разновидность оливина:
хризолит (прозрачный желто-зелёного до зелёного цвета), драгоценный камень



Согласно кристаллохимической классификации,
выделяют 10 классов минералов.

1	Силикаты	Ортоклаз – $\text{KAl}[\text{Si}_3\text{O}_8]$
2	Карбонаты	Кальцит – CaCO_3
3	Оксиды	Кварц – SiO_2
4	Гидрооксиды	Опал – $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
5	Сульфиды	Пирит – FeS_2
6	Сульфаты	Гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
7	Галоиды	Галит – NaCl
8	Фосфаты	Апатит – $\text{Ca}_5(\text{F,Cl})[\text{PO}_4]_3$
9	Вольфраматы	Вольфрамит – $(\text{Fe,Mn})\text{WO}_4$
10	Самородные элементы	Алмаз – C

Физические свойства минералов подразделяют на механические, оптические, люминесцентные, магнитные, электрические, термические свойства, радиоактивность.

Основные диагностические характеристики:

внешний вид (форма выделения), цвет, цвет минерала в порошке (цвет черты или цвет следа), блеск, прозрачность, удельный вес (плотность), спайность, излом, твёрдость, особые свойства (такие как: теплопроводность, электропроводность, радиоактивность, а также оптические, люминесцентные, магнитные и др. свойства).

Внешний вид (форма выделения) минералов

Минералы в природе встречаются в виде:

- отдельных кристаллов;
- сростков и скоплений кристаллов (щеток, друз, секретий и др.);
- зернисто-кристаллических агрегатов

различной крупности;

- сплошных скрытокристаллических агрегатов, кристаллы которых различимы только под микроскопом;

- аморфных агрегатов, в которых зерна неразличимы даже под микроскопом.

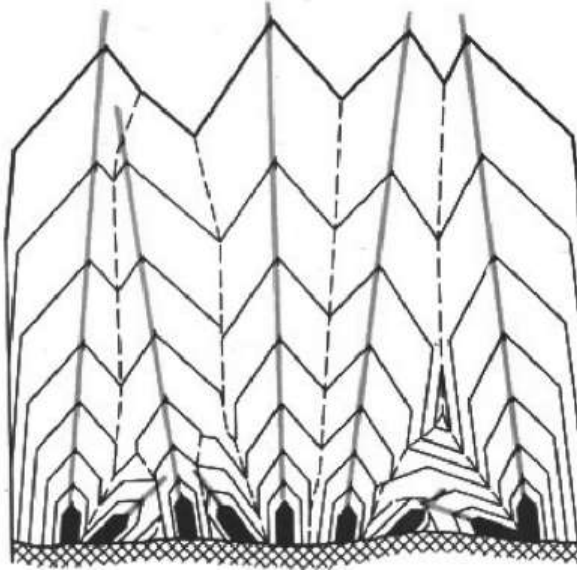


Кристалл флюорита

Сростки кристаллов



Друза



Жеода



Оолиты



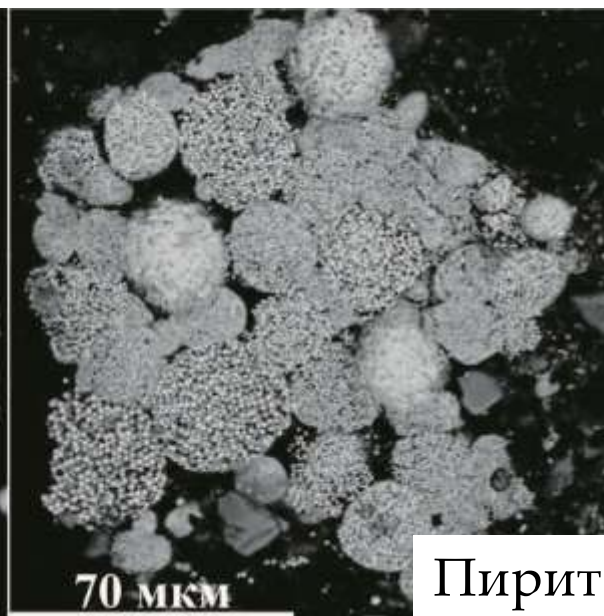
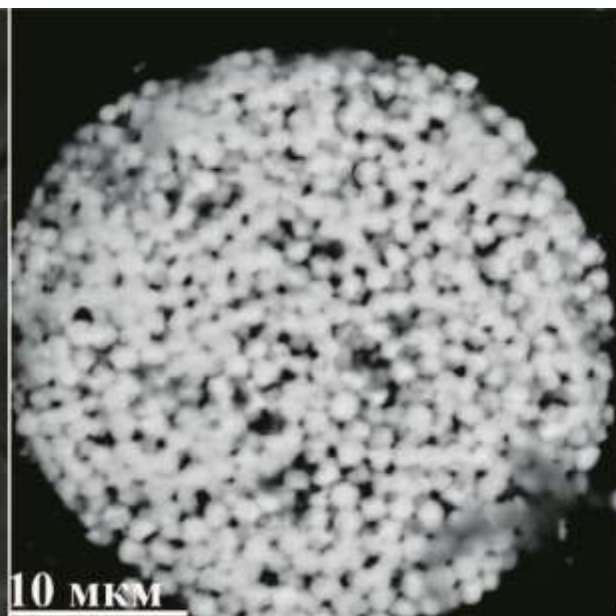
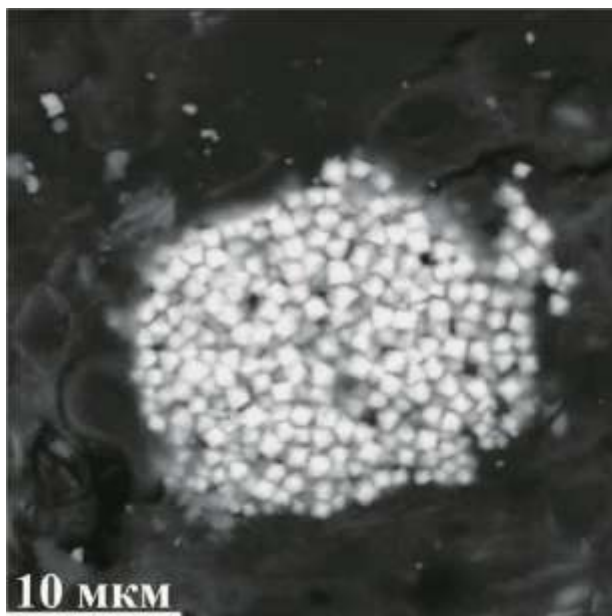
Конкреция



Дендриты



Фромбоиды



Пирит

Почковидные агрегаты



Малахит

Землистые агрегаты



Лимонит

Минеральные агрегаты

Зернисто-кристаллические



Сильвин

Скрытокристаллические



Халцедон

Аморфные



Янтарь

Форма кристаллов минералов :

Изометричные (одинаково развитые по всем трем направлениям);

Удлиненные (вытянутые в одном направлении): - призматические, столбчатые, шестоватые, игольчатые и др.

Уплощенные (вытянутые в двух направлениях):- таблитчатые, пластинчатые, листоватые, чешуйчатые и др.;

Изометричная



гранат

Столбчатая



скаполит

Таблитчатая



санидин

Форма агрегатов минералов:

кварц



Изометричными кристаллами
сложены **зернистые агрегаты**

СИЛЬВИНИТ



Агрегаты, сложенные удлиненными кристаллами

Волокнистые агрегаты



Хризотил-асбест

Столбчатые агрегаты



Селенит

Шестоватые агрегаты



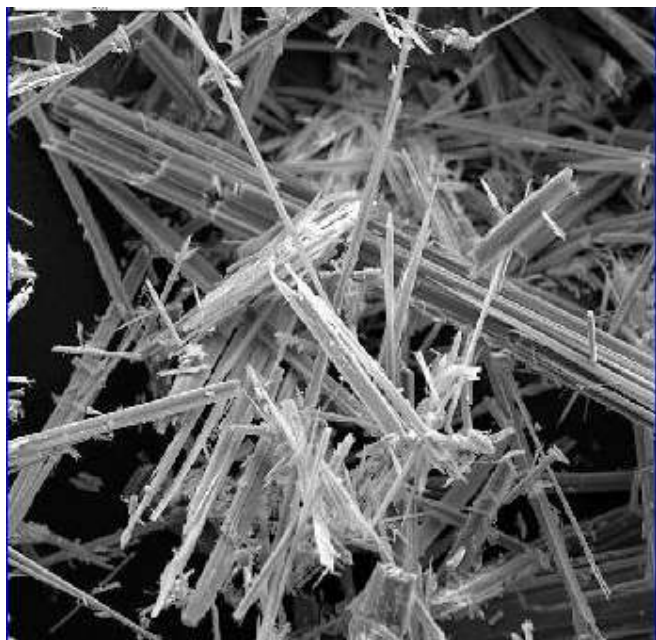
Роговая обманка

Асбест (греч. *негасимый*) или горный лён — собирательное название ряда тонковолокнистых минералов из класса силикатов, образующих в природе агрегаты, состоящие из тончайших гибких волокон.

хризотил-асбест

серпентин

Элементарные кристаллы **хризотила** — **тончайшие трубочки**-фибриллы диаметром в сотые доли микрон.

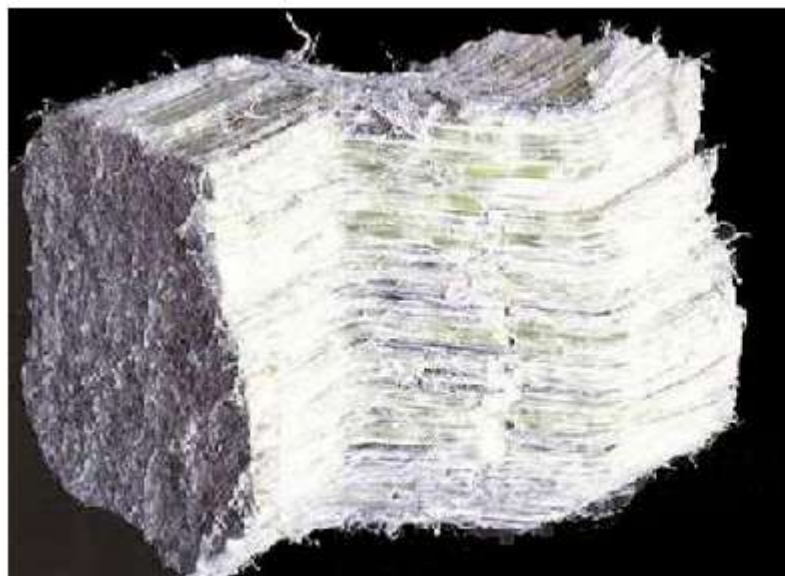


Хризотиловый асбест

амфиболовый асбест

амфибол (тремолит)

Амфиболы имеют прямые **иглообразные волокна** — из-за хрупкости этих структур они образуют частицы, вдыхание которых является **канцерогенным фактором**.



Амфиболовый асбест

Асбесты обладают низкой электропроводностью, высокой теплостойкостью, устойчивостью к кислотам.

Из асбеста производят кровельные материалы, брезент, картон, бумагу, фильтры, водопроводные трубы. Широко применяется асбест при изготовлении герметиков, клеевых составов и мастик. Из асбеста изготавливают защитные костюмы для металлургов, сварщиков и пожарных. Амфиболовые асбесты имеют худшие эксплуатационные характеристики по сравнению с хризотил-асбестом, поэтому применяются значительно реже и там, где требуется устойчивость к кислотам.

Волокна амфиболового асбеста, попадая в легкие человека, могут вызвать онкологию. С 2005г. в странах Евросоюза и США его использование в строительстве запрещено. Длинноволокнистый хризотил-асбест выводится из легких человека за 14 дней. В РФ из него производят шифер, плиты и др

Агрегаты, сложенные уплощенными кристаллами

Чешуйчатые агрегаты



Тальк

Пластинчатые агрегаты



Слюда

Пластинчатые агрегаты



Кальцит



Гипс

Основные диагностические характеристики:

внешний вид (форма выделения), цвет, цвет минерала в порошке (цвет черты или цвет следа), блеск, прозрачность, удельный вес (плотность), спайность, излом, твердость, особые свойства (такие как: теплопроводность, электропроводность, радиоактивность, а также оптические, люминесцентные, магнитные и др. свойства).

Цвет минералов

Цвет зависит от:

- **химического состава** минерала (элементы-хромофоры);
- **структурных особенностей**
- **механических примесей**





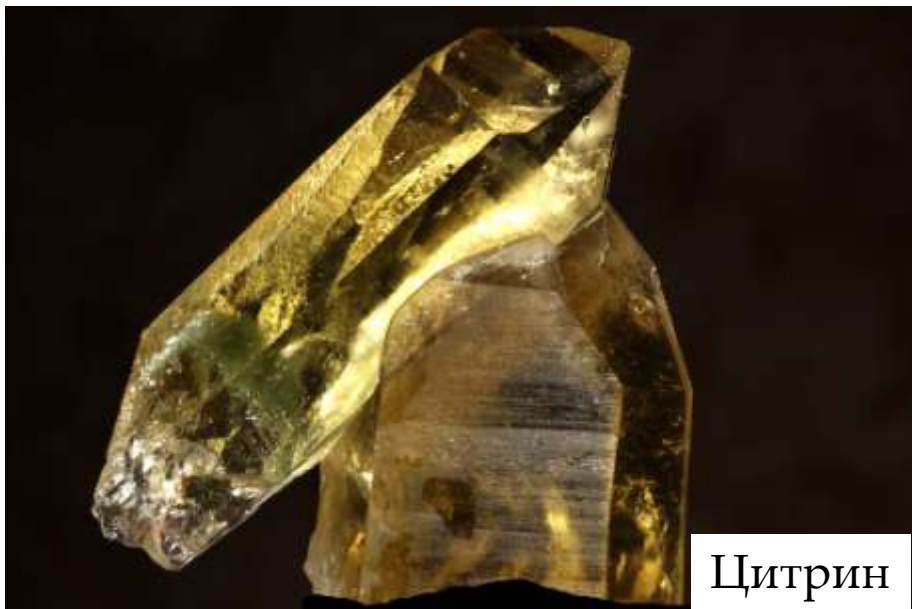
Горный хрусталь



Морион



Аметист



Цитрин



Раухтопаз

Аллохроматическая окраска (чужеродной), связанная с механическими включениями ярко окрашенных посторонних минералов.



Гелиолит – солнечный камень



Цвет черты

Цвет в порошке («цвет черты», «цвет следа») – цвет следа, остающегося на бисквите – матовой шероховатой поверхности фарфоровой пластинки, оцарапанной каким-нибудь минералом.



Цвет черт гематита- характерный диагностический признак

Цвет черт не совпадает с цветом минерала пирита и родохрозита



Прозрачность

Прозрачность – способность пропускать сквозь себя свет в тонких срезах.

По степени прозрачности
минералы бывают:

прозрачные (кварц, мусковит),

полупрозрачные (агат, гипс),

непрозрачные (магнетит, пирит).



Блеск

Различают следующие виды блеска:

1 группа металлические:

Металлический блеск – как блеск от полированной поверхности металла, им обладают сульфиды металлов (пирит, галенит и т. д.);

Полуметаллический (металловидный) – тусклый, металлический.



Золото



Сульфиды



Графит

2 группа неметаллические:

Алмазный - интенсивный блеск, свойственный немногим прозрачным минералам (алмаз);

Стеклянный - блеск соответствующий блеску гладкой поверхности стекла, характерен для большинства прозрачных и просвечивающих минералов, имеющих гладкую поверхность (кальцит, галит);



Алмаз



Кварц

Жирный - блеск от неровной, вогнуто-выпуклой поверхности минерала, кажется, что она как бы смазана тонкой пленкой жира (талък, нефелин);

Перламутровый - минерал блестит как перламутровая поверхность раковины, образуя радужные переливы (гипс, мусковит);

Шелковистый блеск - у минералов тонковолокнистого и шестоватого сложения (асбест, роговая обманка);

Матовый блеск - у минералов землистого сложения (каолинит).



Талък



Мусковит



Асбест

Плотность

зависит от химического состава и определяется формулой

$$\rho = m/V, \text{ где } m - \text{масса твердых частиц, } V - \text{объем}$$

По плотности выделяют минералы:

легкие – минералы, у которых ρ до $2,5 \text{ г/см}^3$
(гипс, галит);

средней плотности - минералы,
у которых ρ $2,5 - 4,0 \text{ г/см}^3$
(кварц, кальцит, полевой шпат);

тяжелые - минералы, у которых
 ρ более $4,0 \text{ г/см}^3$ (барит, пирит, магнетит)

Пикнометр



Излом

Различают следующие виды излома:

Зернистый - у минералов однородно-зернистого сложения;

Раковистый - с вогнутой, выпуклой концентрически волнистой поверхностью;

Занозистый - поверхность имеет вид ориентированных в одном направлении иголок - «заноз»;

Землистый - с матовой поверхностью;

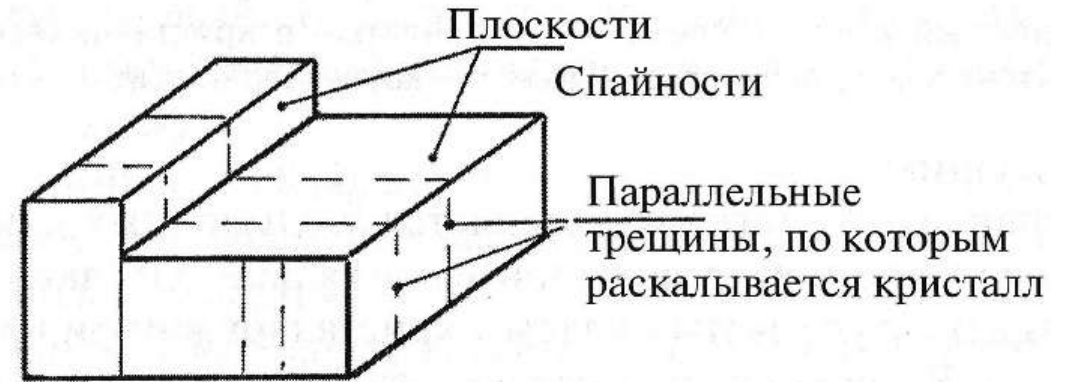
Ступенчатый по поверхностям спайности;



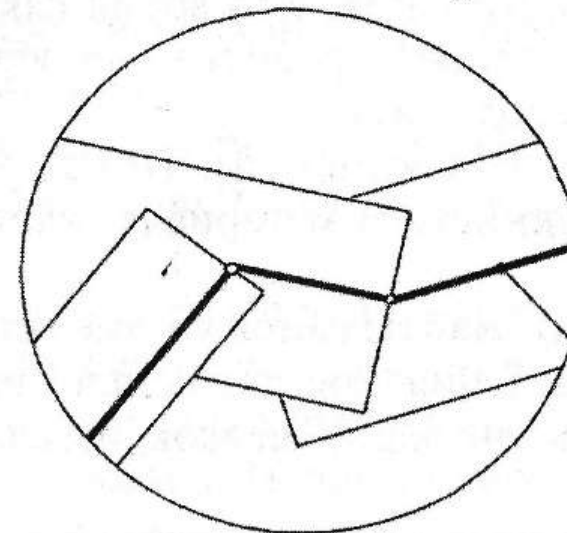
Спайность

Спайность - способность кристалла минералов раскалываться по одному или нескольким направлениям, образуя ровные, параллельные зеркально-блестящие плоскости, называемые **плоскостями спайности**.

Спайность отражает внутреннее строение минерала и зависит от особенностей расположения атомов химических элементов в его кристаллической решетке и прочности связей между ними.



a



б

Различают виды спайности:

Весьма совершенная - спайность у минералов, четко расщепляющихся на отдельные листочки (мусковит и др.) или пластинки с блестящими глянцевыми плоскостями;



Совершенная - на поверхности минерала хорошо видны зеркально-ровные плоскости, имеющие сильный стеклянный блеск (кальцит, ортоклаз и др.),



Галенит

Средняя - на обломках которых наряду с неровными поверхностями отчетливо видны и гладкие блестящие поверхности (например: оливин, пироксены и др.).



Пироксен

Несовершенная - у минерала в этом случае преобладают поверхности неправильного раковистого излома с жирным блеском (кварц, апатит и др.);



Апатит

Твердость

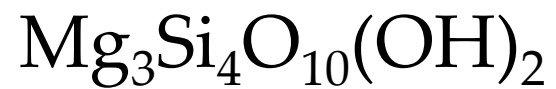
Твердость - способность минерала противостоять механическому воздействию.

ШКАЛА МООСА

№ минерала	Минерал	Твердость МПа	Оставляет царапину на минерале
1	Тальк	20	Мягкий карандаш
2	Гипс	360	Ноготь
3	Кальцит	1090	Медная монета
4	Флюорит	1890	Железный гвоздь
5	Апатит	5360	Острие ножа
6	Ортоклаз	7950	Стекло
7	Кварц	11200	Острие напильника
8	Топаз	14270	Наждачный круг
9	Корунд	20600	Алмаз
10	Алмаз	100600	Не царапается ничем

ТАЛЬК

Класс силикатов



Твердость - 1
мягкий карандаш

ГИПС

Класс сульфатов
 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



Твердость - 2

НОГОТЬ ЧЕЛОВЕКА

КАЛЬЦИТ

Класс карбонатов CaCO_3



Твердость - 3

медная монета



ФЛЮОРИТ

Класс галоидов CaF_2



Твердость - 4

железный гвоздь

АПАТИТ

Класс фосфатов $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})_2$



Твердость - 5
стекло

ОРТОКЛАЗ

Класс силикатов $K[AlSi_3O_8]$



Твердость - 6
стальной нож

КВАРЦ

Класс оксидов SiO_2



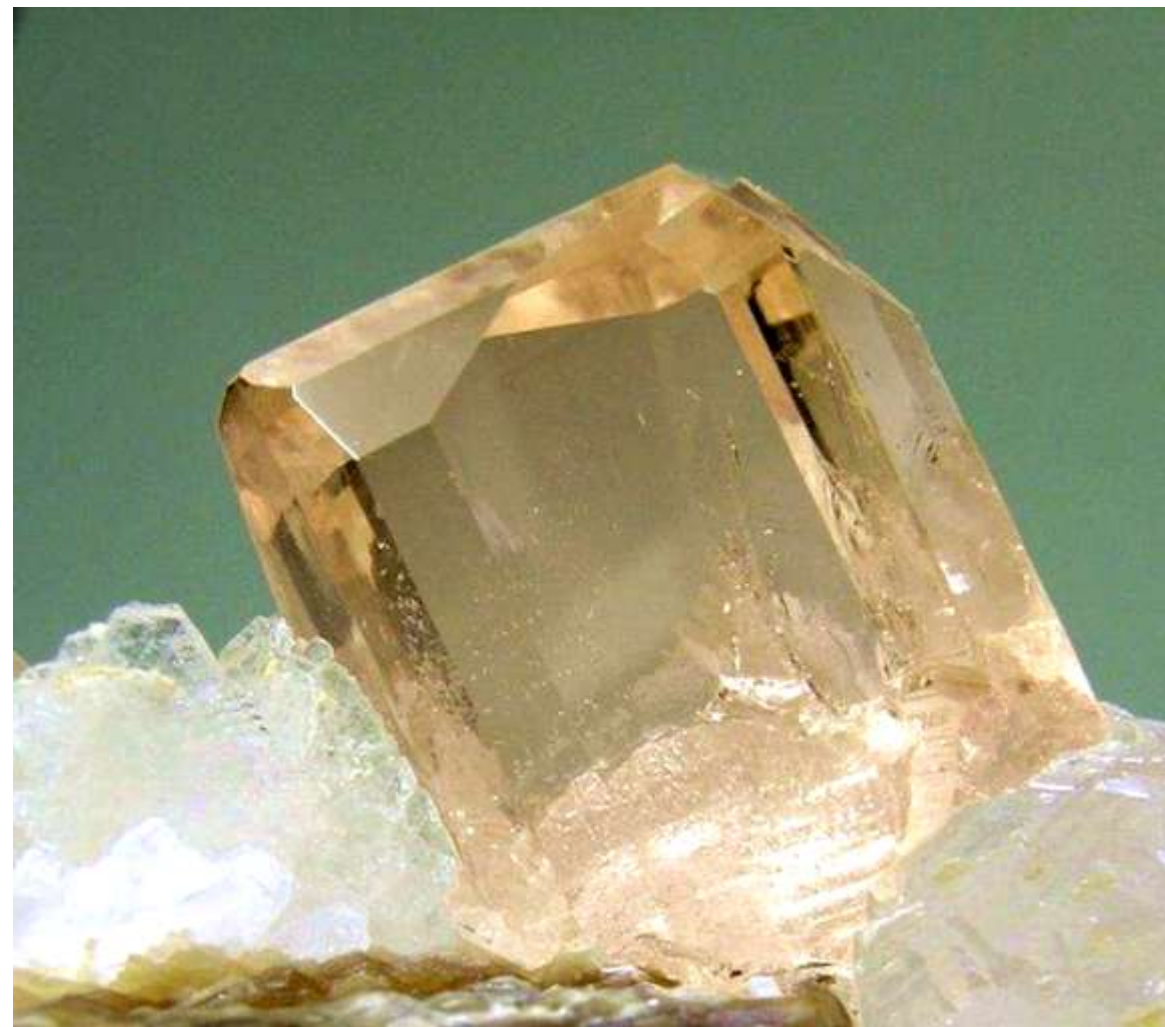
Твердость - 7

напильник



ТОПАЗ

Класс силикатов $Al_2[SiO_2](OH)_2$



Твердость - 8
наждачный круг

КОРУНД

Класс оксидов Al_2O_3



Твердость - 9

алмаз

АЛМАЗ

Класс самородных элементов С



Твердость - 10

Не царапается ничем

Особые свойства минералов

Особые свойства минералов - это, характерные специфические свойства, присущие отдельным минералам, либо небольшим их группам.

Магнитность, радиоактивность, растворимость, запах минерала, вкус минерала, реакция с соляной кислотой и др.

Часто именно с особыми свойствами минералов происходит их выделение в **минералы-вредные примеси**

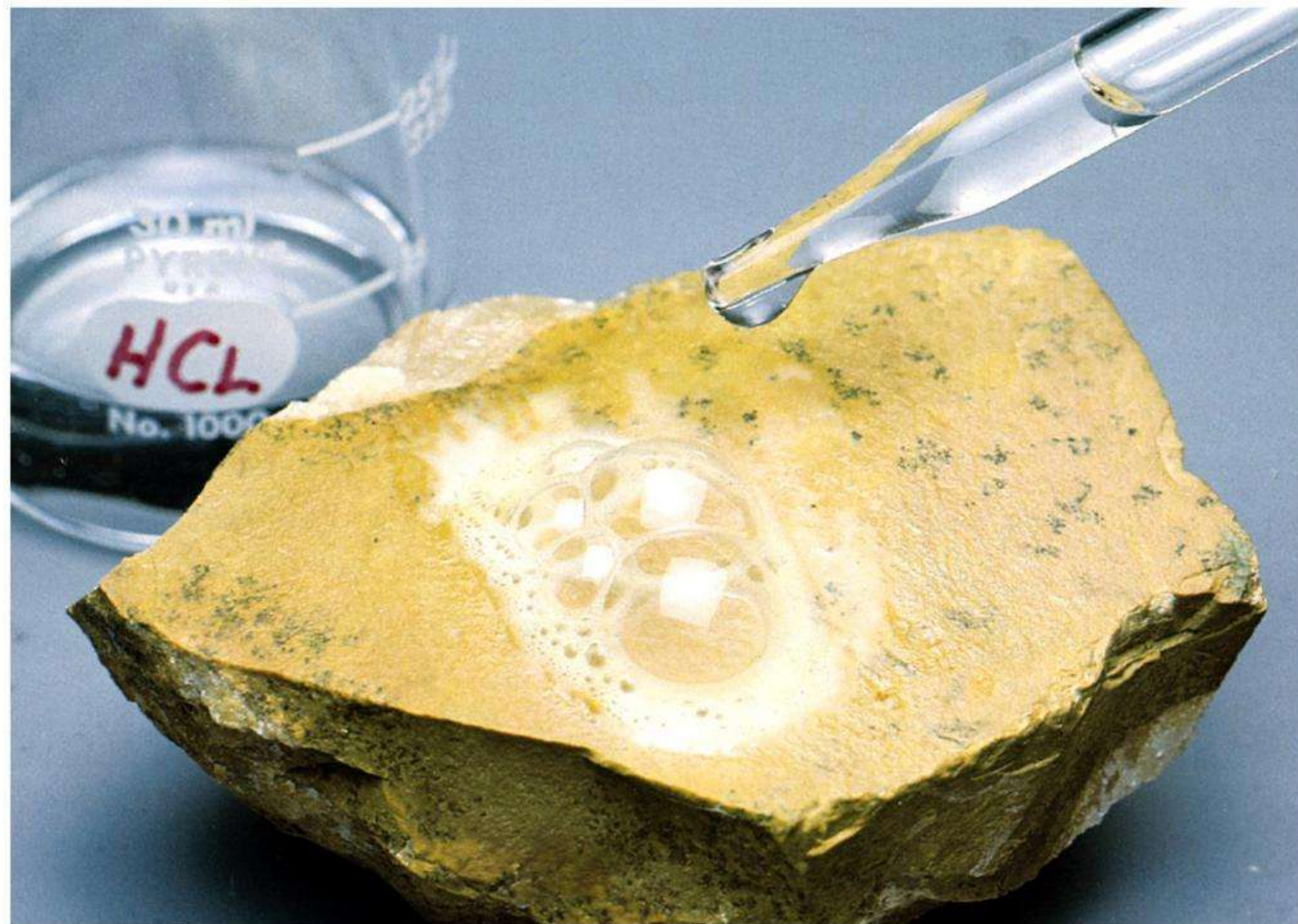
Реакция с соляной кислотой

Этот диагностический признак характерен только для карбонатов (кальцит, доломит, магнезит).

Лабораторный опыт

Взаимодействие кальцита с 10%-м раствором соляной кислоты

Реакция обмена:



Растворимость в воде

Некоторые минералы осадочного и метаморфического происхождения растворяются в воде. В зависимости от количества растворенного вещества в 1 литре воды различают:

- **легкорастворимые** (галит, сильвин) - растворимость более 10 г/л;
- **среднерастворимые** (гипс) - растворимость от 1 до 10 г/л;
- **труднорастворимые** (карбонаты) - растворимость от 0,01 до 1 г/л;
- **нерастворимые** (алюмосиликаты) - растворимость менее 0,01 г/л.

На интенсивность растворения влияют температура воды, ее химический состав, скорость течения (фильтрации) воды сквозь горную породу и её трещиноватость.

Химические соли – карбонаты (кальцит) и сульфаты (гипс) являются важнейшими компонентами многих строительных материалов (известняк, гипсокартон и др.)

Однако, обладая **водорастворимостью** и **невысокой твердостью**, они являются **вредными включениями** в природный цемент грунтов осадочного происхождения (пример – засоленные и просадочные структурно неустойчивые грунты)

Реакционная способность минералов

основывается на реакциях окисления и растворения минералов при определенных условиях.

Большая группа минералов обладает химической агрессивностью по отношению к строительным конструкциям: **сульфиды** (пирит, галенит и др.); **сульфаты** (гипс, ангидрит); **окислы железа** (лимонит); **аморфные разновидности кремнезема** (опал, халцедон); **хлориды** (галит, сильвин); **сера; асбест; слюда.**

Заполнители (в бетоне) относятся к потенциально реакционноспособным, если

количество растворенного кремнезема в них превышает 50 ммоль/л.

Заполнители (в бетоне транспортных сооружений):

-содержание S – содержащих соединений (например ПИРИТ FeS_2) $< 1\%$

-содержание слюд $< 2\%$ по массе мелкого заполнителя.

*Классификация наиболее распространённых минералов
по их химическому составу*

Класс	Группа	Подгруппа	Вид
Силикаты	Алюмосиликаты	Полевые шпаты	Ортоклаз, плагиоклаз
		Фельдшпатидаы	Нефелин, лейцит
		Слюды	Мусковит, биотит
	Метасиликаты	Пироксены	Авгит
		Амфиболы	Роговая обманка, актинолит
	Ортосиликаты	-	Оливин
	Вторичные силикаты	-	Тальк, серпентин, асбест, хлорит, родонит, хризолит
		Глинистые минералы	Каолинит, монтмориллонит, гидрослюды (иллит, глауконит)
Карбонаты	-	-	Кальцит, доломит, магнезит
Оксиды	-	-	Вода, кварц, гематит, халцедон, кремень, корунд
Гидрооксиды	-	-	Лимонит, опал
Сульфаты	-	-	Гипс, ангидрит, мирабилит
Сульфиды	-	-	Пирит, марказит, киноварь
Галоиды	-	-	Галит, сильвин, флюорит
Фосфаты	-	-	Апатит, фосфорит
Вольфраматы	-	-	Вольфрам
Самородные элементы	-	-	Графит, сера, серебро, медь

Класс САМОРОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Металлы

Au, Ag, Cu, Pt, Fe

Неметаллы

As, Bi, S и C
(алмаз и графит)



Медь



Серебро



Сера

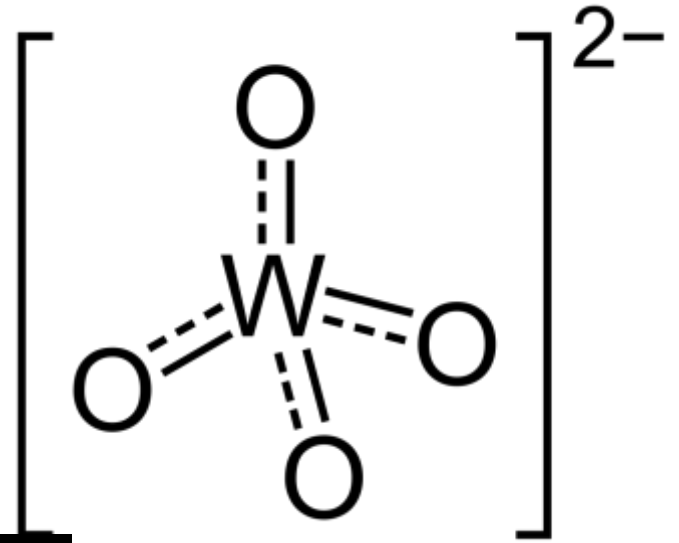
Класс ВОЛЬФРАМАТЫ

Соли вольфрамовой кислоты H_2WO_4 . В качестве катионов выступают Mn, Fe^{2+} , Ca, Cu, Mo. Содержание вольфраматов в земной коре незначительно.

Вольфрамит $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$



Шеелит CaWO_4



Класс ФОСФАТЫ

Этот класс минералов представлен солями фосфорной кислоты H_3PO_4 . Наиболее распространенным минералом этого класса является

Апатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH},\text{F},\text{Cl})_2$



Класс ГАЛОИДЫ

Фтористые, хлористые, бромистые и йодистые соединения, представляющие собой соли галоидоводородных кислот.

Флюорит CaF_2



Галит NaCl



Класс СУЛЬФИДЫ

В химическом отношении соли сероводородной кислоты H_2S и близкие к ним по свойствам антимониды, арсениды, селениды и теллуриды.

В качестве катионов - Fe, Zn, Cu, Mo, Ag, Hg, Pb, Bi, Ni, Co, Mn, V, Ga, Ge, As, Sb.

Пирит FeS_2



Галенит PbS



Класс СУЛЬФАТЫ

В химическом отношении соли серной кислоты H_2SO_4 .

В их кристаллической структуре обособляются комплексные анионы SO_4^{2-} .

Барит BaSO_4



Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$



Класс ГИДРООКСИДЫ

Минералы, представляющих собой соединения металлов (Fe, Al, Mn, Mg, U, W, V и др.) с ионом гидроксила – OH⁻.

Гетит FeO(OH)



Класс ОКСИДЫ

Минералы, являющиеся соединениями металлов и неметаллов с кислородом.

Корунд Al_2O_3



Магнетит FeFe_2O_4



Класс КАРБОНАТЫ

СОЛИ УГОЛЬНОЙ КИСЛОТЫ, чаще всего это соли Ca, Mg, Na, Cu.

Кальцит CaCO_3



Доломит $(\text{Ca,Mg})\text{CO}_3$



Класс СИЛИКАТЫ

Соли кремниевых кислот. Для них характерен сложный химический состав и изоморфные замещения одних элементов и комплексов элементов другими. Главными катионами, входящими в состав силикатов, являются Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K, а также Li, B, Be, Zr, Ti.

Полевой шпат $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$



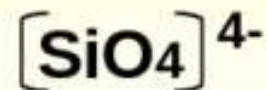
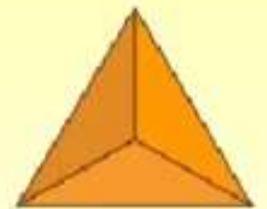
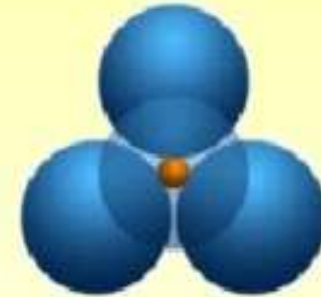
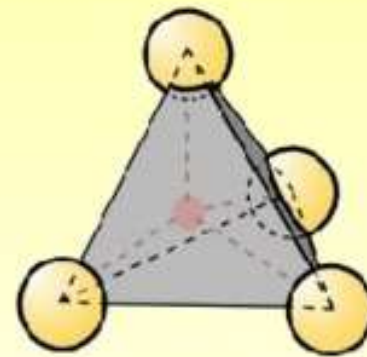
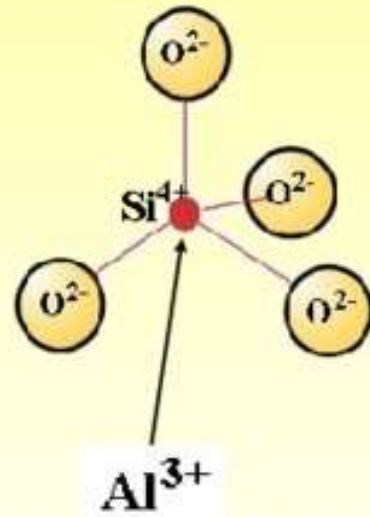
Пироксен $(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$



Структура силикатов

Кремнекислородные тетраэдры в кристаллической структуре либо находятся в виде изолированных друг от друга структурных единиц $[\text{SiO}_4]^{4-}$, либо сочленяются друг с другом в сложные комплексные анионные радикалы.

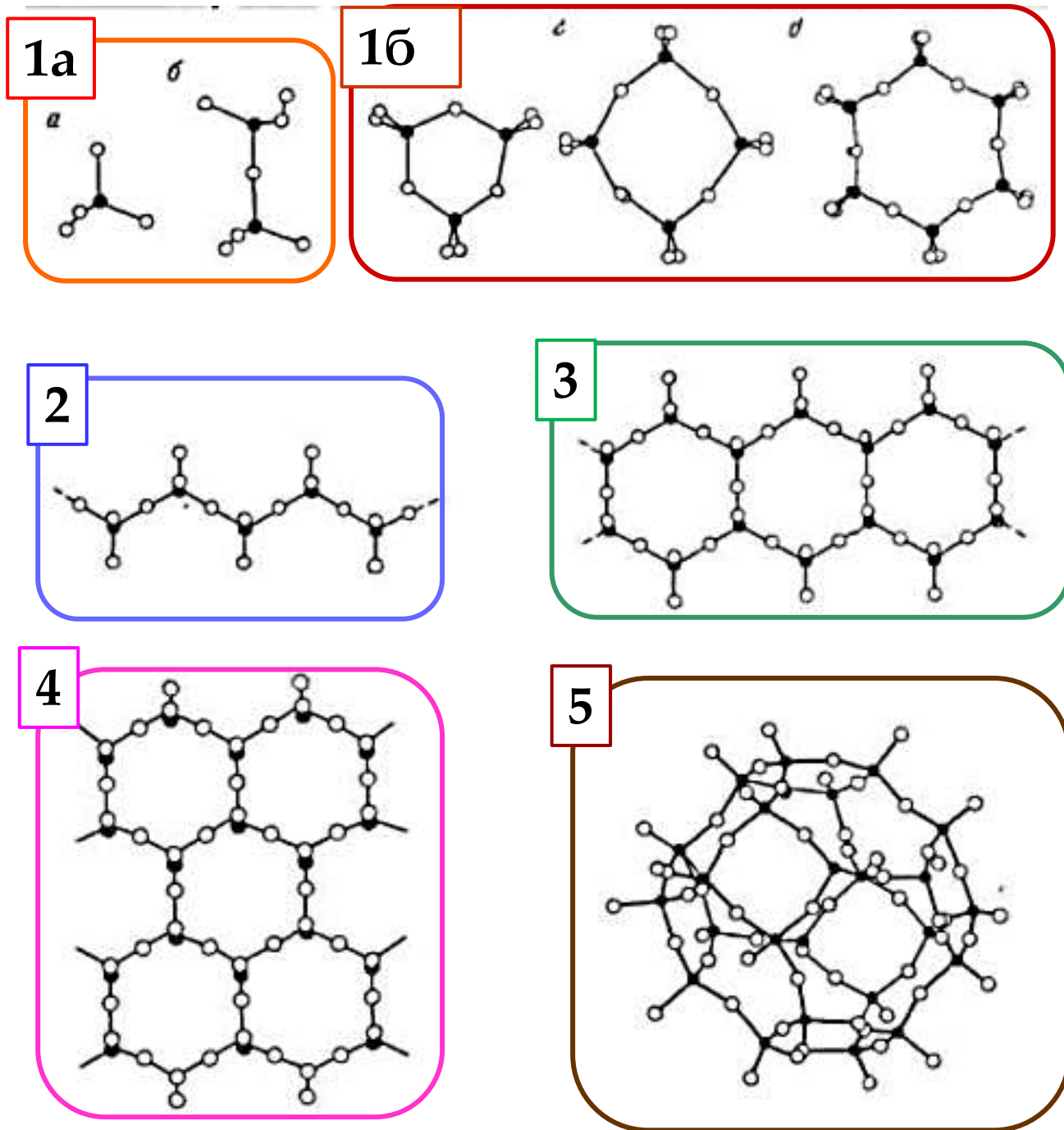
Кремнекислородный тетраэдр



Кремнекислородные и алюмокислородные тетраэдры - основа строения **силикатов** и **алюмосиликатов**

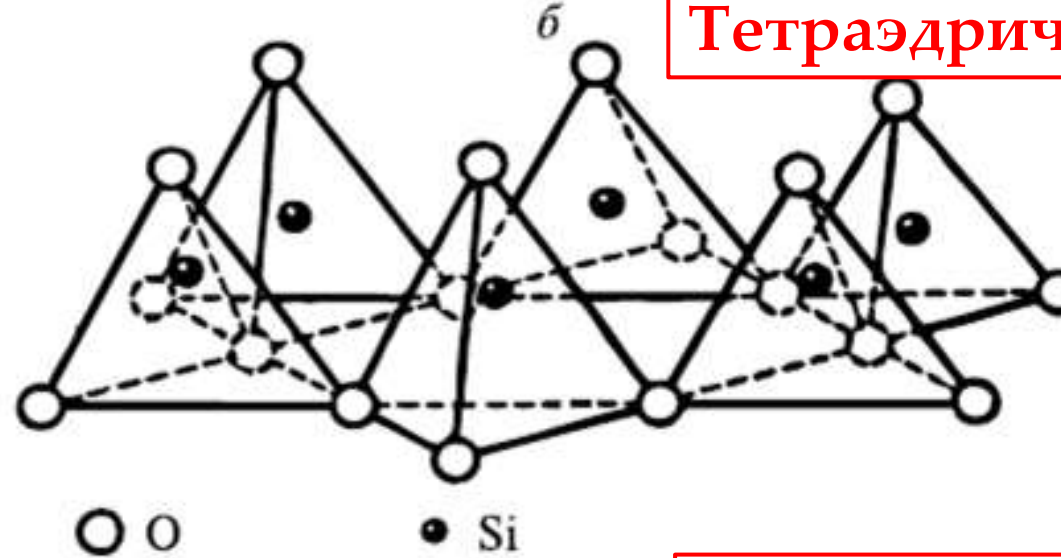
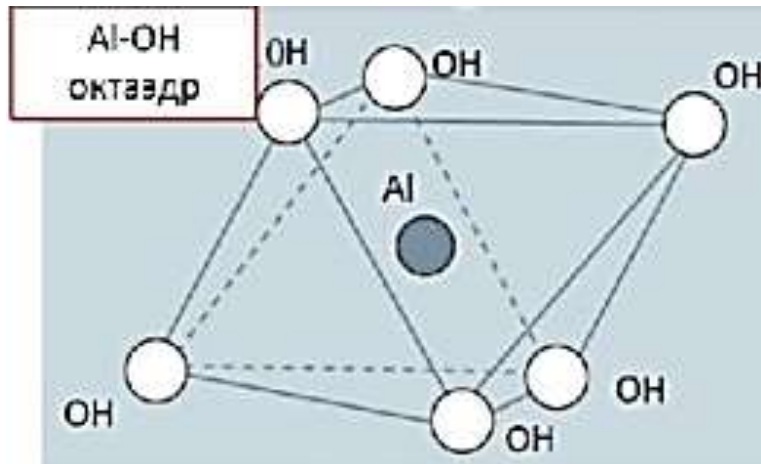
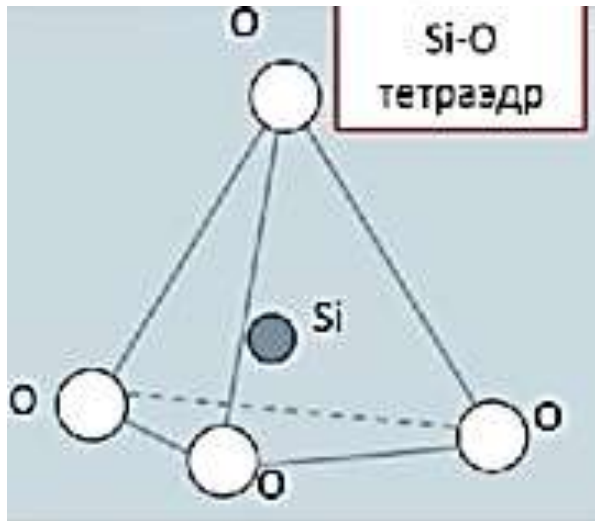
По кристаллографическому строению силикаты делятся на 5 подклассов:

- 1) Островные (орто; диорто),
кольцевые
- 2) Цепочные
- 3) Ленточные
- 4) Слоистые
- 5) Каркасные

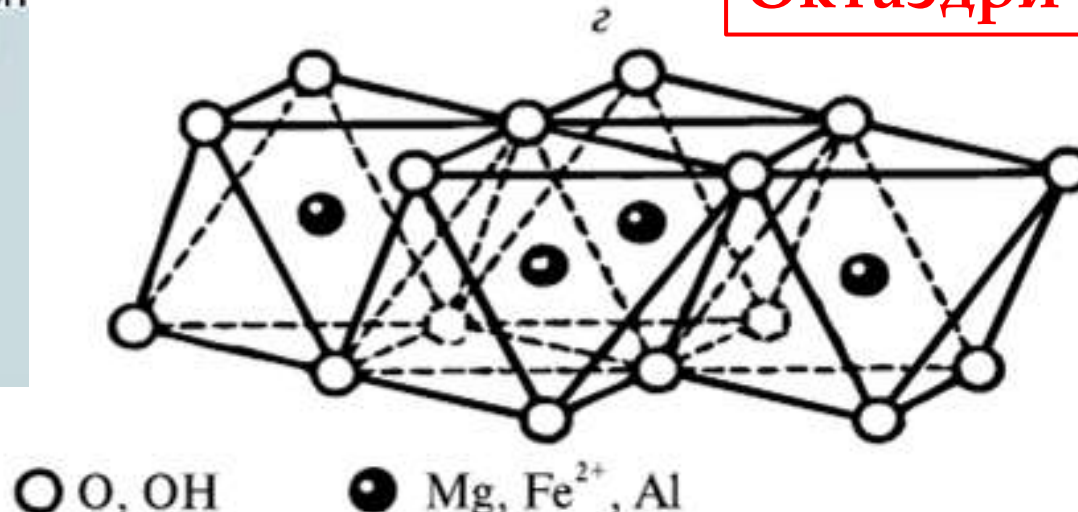


Слоистые силикаты

Глинистые минералы состоят из кремнекислородных тетраэдров и алюмогидроксильных октаэдров



Тетраэдрическая сетка



Октаэдрическая сетка

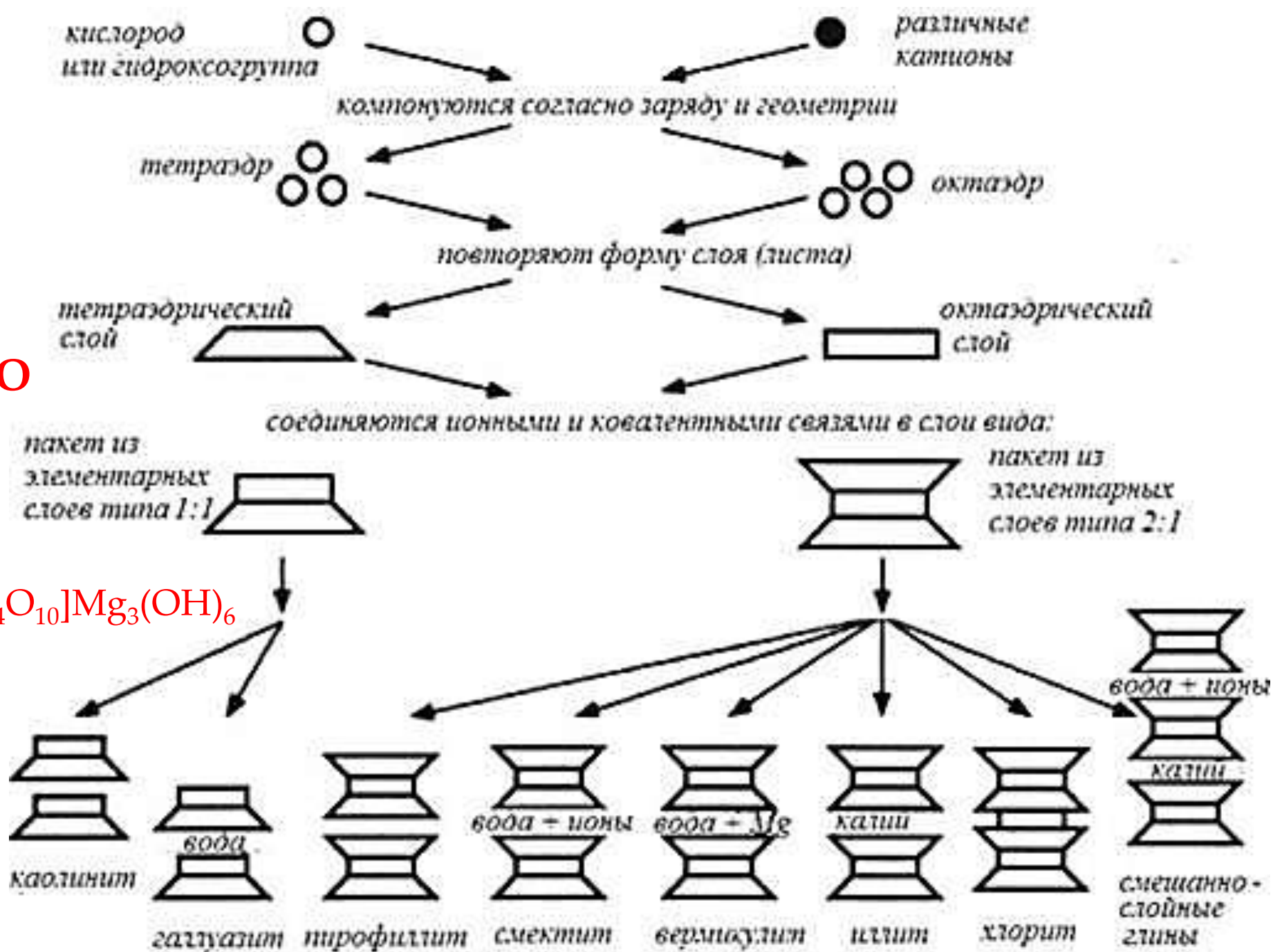
каолинит



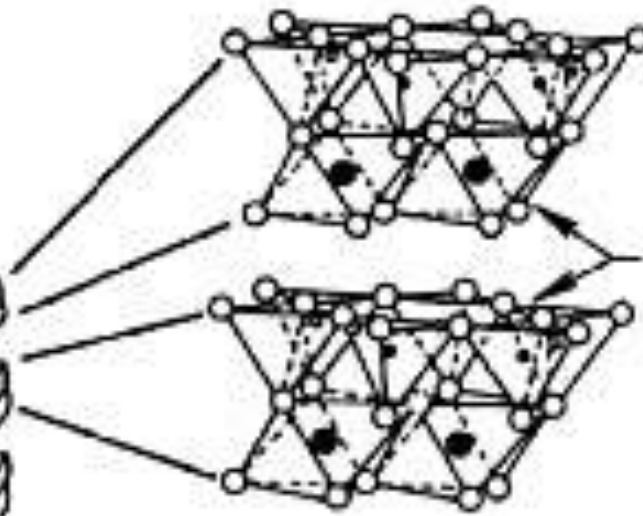
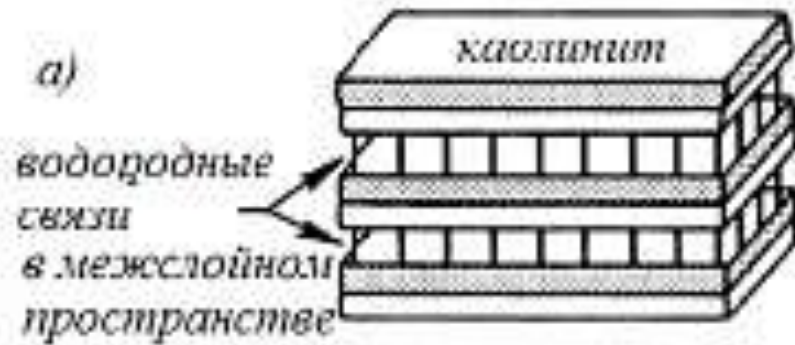
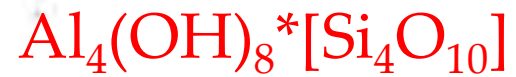
монтмориллонит



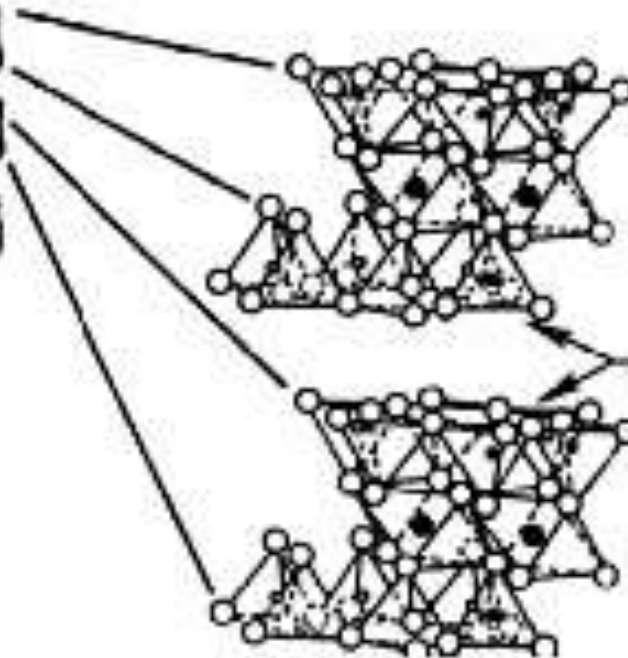
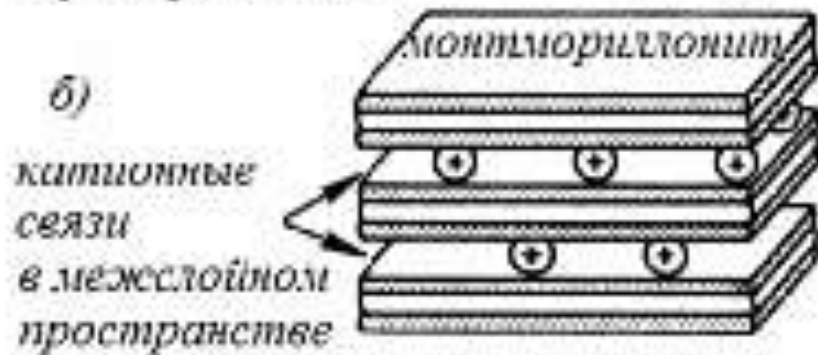
гидрослюда



каолинит



относительно
сильные водородные
связи между
октаэдрическими и
тетраэдрическими
соседними сложными
слоями



слабые катионные
связи между
соседними сложными
слоями

МОНТМОРИЛЛОНИТ



Особенности структур минералов: а) каолинита, б) монтмориллонита

Свойства глинистых минералов

- ▶ Большая удельная поверхность - на 1 г монтмориillonита = 800 м² ; гидрослюды - только 80 м².

Чем больше удельная поверхность, тем больше способность грунта к поглощению, особенно у минералов, алюмосиликатного или силикатного состава с отрицательными зарядами;

- ▶ Самый высокий потенциал поверхностной энергии;
- ▶ Способность впитывать и отдавать воду не разрушаясь – **гигроскопичность**;
- ▶ Поглощать одни катионы из растворов и отдавать другие – **адсорбционная**;
- ▶ Набухать, усыхать и сжиматься особенно монтмориillonит;
- ▶ Незначительная **водопроницаемость** – водоупорность.

Проницаемость - способность грунта пропускать флюиды (жидкость или газ) при перепаде давления.

В направлении слоистости пород **проницаемость** выше, чем в перпендикулярном направлении (явление анизотропии).

Глинистые грунты благодаря своей структуре обладают малым коэффициентом фильтрации и слабой водопроницаемостью, они являются отличным водоупором.

Каолинизация

процесс изменения горных пород, ведущий к возникновению **каолина** за счёт преобразования различных **глинозёмсодержащих минералов**, в первую очередь **полевых шпатов и слюды**.

Каолинизация проявляется наиболее сильно при образовании каолиновой коры выветривания в результате процессов выветривания гранитов, сиенитов и др. полевошпатовых пород. При этом за счёт **полевого шпата** сначала образуется мелкочешуйчатая, богатая глинозёмом **слюда** — **серицит**, которая в дальнейшем гидратируется и переходит в **гидрослюда** и **каолинит**

Каолинит $\text{Al}_4(\text{OH})_8^*[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$

