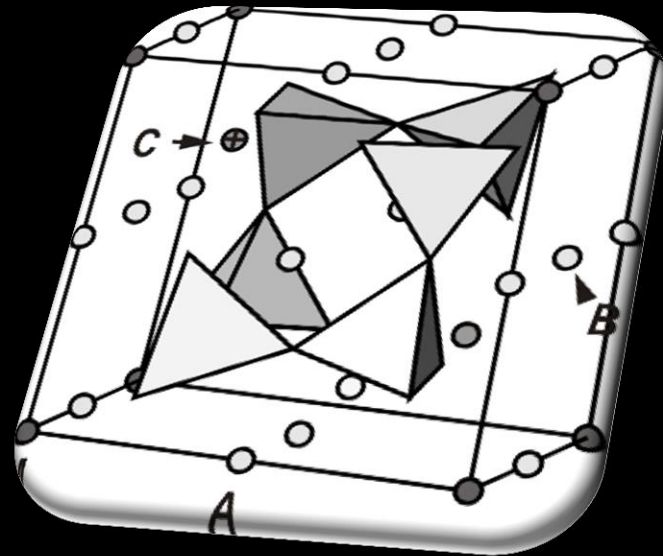
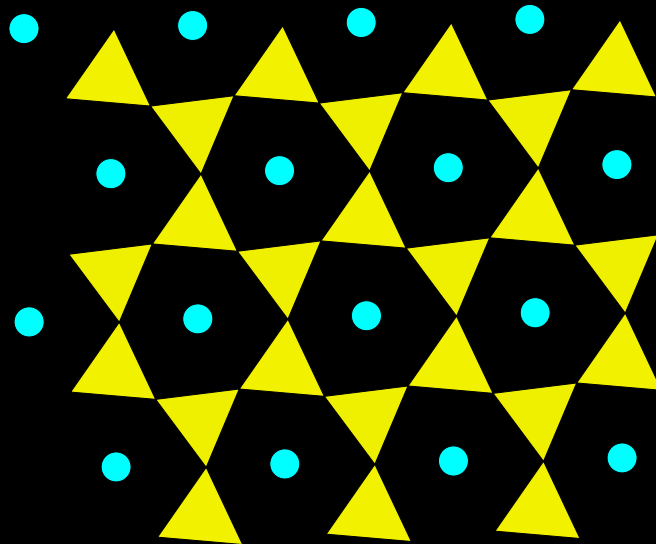
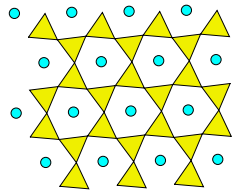


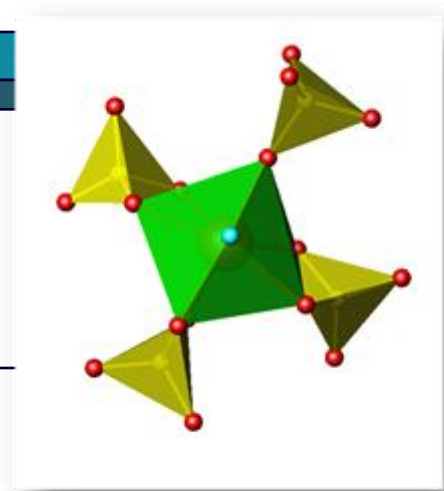
Кристаллохимия породообразующих минералов

Лекция 1. Породообразующие минералы

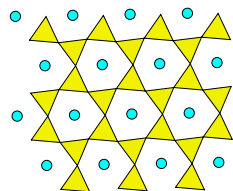




Кристаллохимия



Кристаллохимия — наука о кристаллических структурах и их связи с природой вещества. Кристаллохимия изучает пространственное расположение и химическую связь атомов в кристаллах, а также зависимость физических и химических свойств кристаллических веществ от их строения. Источником экспериментальных данных о кристаллических структурах являются главным образом рентгеноструктурный анализ, структурная электронография и нейтронография. Основные задачи кристаллохимии: систематика кристаллических структур и описание наблюдающихся в них типов химической связи; интерпретация кристаллических структур (выяснение причин, определяющих строение того или иного кристаллического вещества) и их предсказание; изучение связи физических и химических свойств кристаллов с их структурой и характером химической связи.



Кристаллохимия

2014

international year of
crystallography

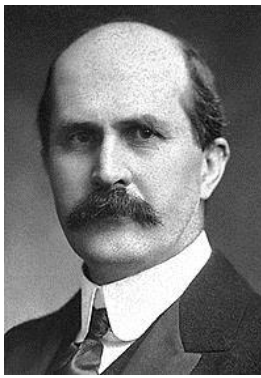
Кристаллохимия появилась вместе с рентгеновским методом определения структур кристаллов. Идея метода была предложена Лауэ, первые расшифровки структур были сделаны отцом и сыном Брэггами. В дальнейшем они сделали выдающийся вклад в развитие науки о кристаллических структурах, за что удостоились Нобелевской премии. Как самостоятельная наука кристаллохимия оформилась в 20-х годах 20-го века.



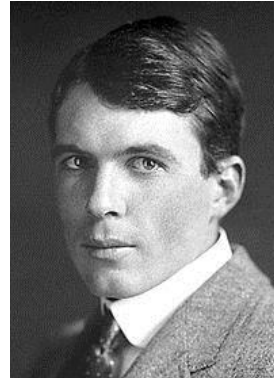
Вильгельм Конрад
Рентген 1901



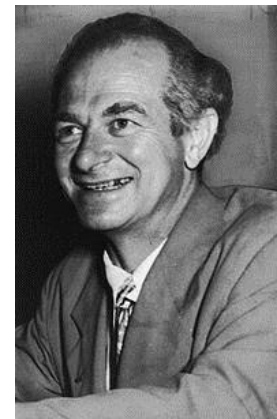
Макс фон Лауэ
1914



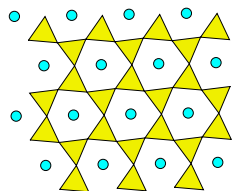
Уильям Генри Брэгг
1915



Уильям Лоренс Брэгг
1915



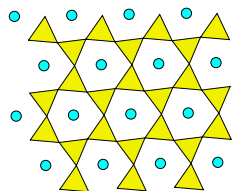
Лайнус Карл Полинг
1954, 1962



Химический состав Земли

Таблица оксидов земной коры Ф. У. Кларка

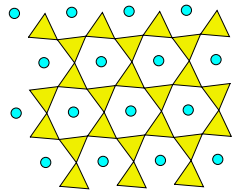
Валовой химический состав Земли	Соединение	Формула	Процентное содержание
железо (32,1 %)	<u>Кремнезём</u>	SiO ₂	59,71 %
кислород (30,1 %)	<u>Глинозём</u>	Al ₂ O ₃	15,41 %
кремний (15,1 %)	<u>Оксид кальция</u>	CaO	4,90 %
магний (13,9 %)	<u>Оксид магния</u>	MgO	4,36 %
сера (2,9 %)	<u>Оксид натрия</u>	Na ₂ O	3,55 %
никель (1,8 %)	<u>Оксид железа (II)</u>	FeO	3,52 %
кальций (1,5 %)	<u>Оксид калия</u>	K ₂ O	2,80 %
алюминий (1,4 %)	<u>Оксид железа (III)</u>	Fe ₂ O ₃	2,63 %
остальные элементы 1,2 %	<u>Вода</u>	H ₂ O	1,52 %
	<u>Диоксид титана</u>	TiO ₂	0,60 %
	<u>Пентоксид фосфора</u>	P ₂ O ₅	0,22 %
	Итого		99,22 %



Химический состав Земли

Пределы колебаний основных компонентов в породообразующих минералах
(Буланов, Сизых 2005)

Компоненты	Оливины	Гранаты	Пироксены		Амфиболы		Слюды	Пол.шпаты	
			Ромб.	Мон.	Ромб	Мон		Щел.	Плаг.
SiO₂	30-42	34-44	48-60	44-59	46-62	36-59	30-60	63-68	43-68
TiO₂	0-2	0-22	0-1,4	0-3	0-1,3	0-8,5	0-8	-	-
Al₂O₃	0-10	0-26	0-12	0-28	0-8	4-15	12-51	19-20	20-36
Fe₂O₃	0-32	0-30	-	0-35	0-27	0-13	0-21	0-2	0-0,6
FeO	1-76	0-36	0-30	0-29	0-33	0-42	0-28	-	-
MnO	0-4	0-40	0-1,5	0-28	0-4	0-3	0-18	-	-
MgO	0-58	0-21	0-40	0-18	0-19	0-36	0-28	-	0-0,4
CaO	0-6	0-36	0-5	0-26	0-6	7-26	0-10	0-0,7	0-19
Na₂O	-	-	-	0-15	0-2,6	0-13	0-7	1-12	0-12
K₂O	-	-	-	-	-	-	1-14	0-17	0-0,6
H₂O+	-	0-2	0-0,8	0-1,5	-	0,6-3	1,8-6	0-0,8	0-0,6



Химический состав Солнечной системы

John S.Lewis // Химия солнечной системы (Scientific American, №3, 1974)

"Солнце и планеты солнечной системы на 99,996% состоят из 15 элементов. Самый редкий из этих элементов - никель составляет большую часть, чем все остальные 80 элементов вместе взятые."

Химический состав Солнца:

75% водород, 24% гелий, менее 1% - азот, кислород, углерод и другие элементы

Химический состав *межзвездного пространства* (Raymand, Talbot, 1980):

Элементы относительно водорода

H 1,0	C $3,7 \times 10^{-4}$	Si $3,5 \times 10^{-5}$
He 0,1	N $1,2 \times 10^{-4}$	S $1,6 \times 10^{-5}$
	O $6,8 \times 10^{-4}$	Fe $2,5 \times 10^{-5}$
		Mg $3,6 \times 10^{-5}$

Основные минералы метеоритов

Классификация по составу

каменные

- хондриты
 - углистые хондриты
 - обыкновенные хондриты
 - энстатитовые хондриты
- ахондриты

железно-каменные

- паласиты
- мезосидериты

железные



каменные метеориты (92,8 % падений)

состоят в основном из силикатов:

- оливинов $(\text{Fe}, \text{Mg})_2\text{SiO}_4$
(от фаялита Fe_2SiO_4 до форстерита Mg_2SiO_4)
- пироксенов $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{SiO}_3$
(от ферросилита FeSiO_3 до энстатита MgSiO_3)

Породообразующие минералы — минералы, входящие в качестве постоянных существенных компонентов в состав горных пород

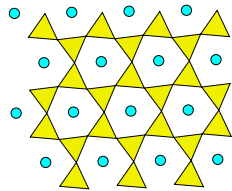
Породообразующие минералы **верхней мантии**: *оливин, плагиоклаз, шпинель, гранаты, пироксены, амфиболы, полиморфы кварца.*

Породообразующие минералы **земной коры**: *силикаты (75 % массы земной коры): полевые шпаты, фельдшпатоиды, пироксены, амфиболы, оливины, слюды.*

Для каждой группы пород — магматических, метаморфических и осадочных — характерны свои ассоциации породообразующих минералов:
магматические породы: *кварц, полевые шпаты, пироксены, амфиболы, слюды, оливины, фельдшпатоиды*

осадочные породы: *кальцит, доломит, ангидрит, глинистые минералы*

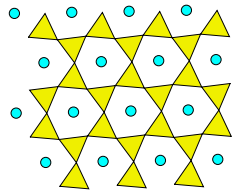
метаморфические породы: — *дистен, андалузит, силлиманит, кордиерит, ставролит, хлорит, серпентин, гранаты, волластонит, глаукофан*



Породообразующие минералы земной коры

Содержание самых распространённых породообразующих минералов в земной коре

Минерал	Содержание, %
<u>Плагиоклаз</u>	42
<u>Калиевый полевой шпат</u>	22
<u>Кварц</u>	18
<u>Амфиболы</u>	5
<u>Пироксены</u>	4
<u>Биотит</u>	4
<u>Магнетит, Ильменит</u>	2
<u>Оливин</u>	1,5
<u>Апатит</u>	0,5



Основные использованные материалы

Лекции Г.Ю. Иванюка, С.В.

Кривовичева

[www: mindat.org](http://www.mindat.org), webmineral.com,
wiki.web.ru

Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж.,
Породообразующие минералы, т.
1—5, 1965—66

Рентгенография основных типов
породообразующих минералов,
Л., 1983, с. 245

H.Strunz, E.H. Nickel.

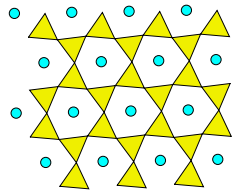
Strunz Mineralogical Tabela.

В.А. Буланов, А.И. Сизых

Кристаллохимия породообразующих
минералов

Учебное пособие, Иркутск, 2005, 220





Породообразующие минералы

Дир, Хауи, Зусман

Том 1. Ортосиликаты и кольцевые силикаты

Группа оливина

Группа гумита

Циркон

Сфен

Группа граната

Везувиан

Силлиманит

Андалузит

Кианит

Топаз

Ставролит

Хлоритоид

Датолит

Сапфирин

Группа эпидота

Лавсонит

Пумпеллиит

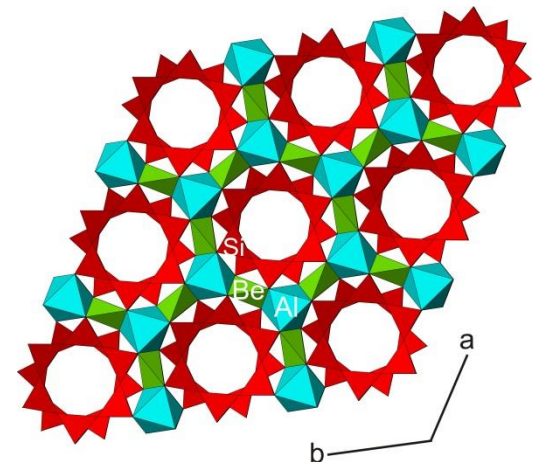
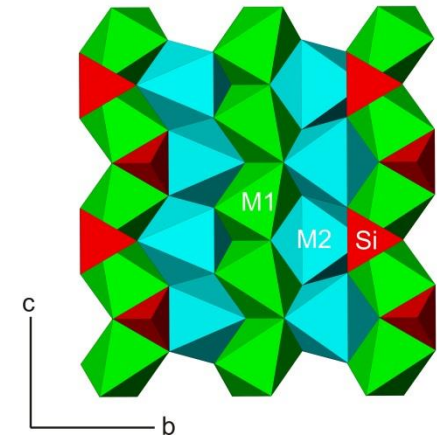
Группа мелилита

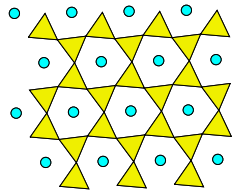
Берилл

Кордиерит

Турмалин

Аксинит





Породообразующие минералы

Дир, Хауи, Зусман

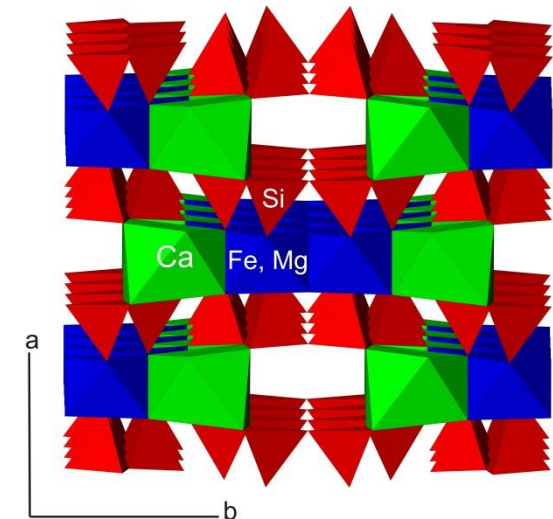
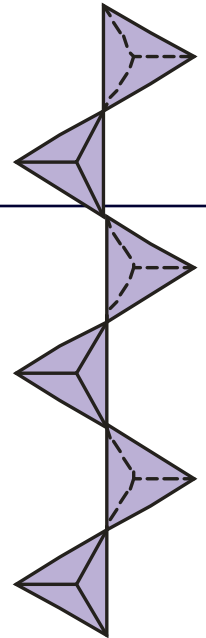
Том 2. Цепочечные силикаты

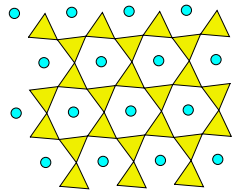
Группа пироксенов

Энстатит. Ферросилит
 Диопсид. Геденбергит
 Йохансенит
 Эгирин. Эгирин-авгит
 Сподумен
 Жадеит
 Авгит
 Пижонит
 Омфацит
 Фассаит
 Волластонит
 Пектолит
 Родонит
 Бустамит
 Пироксмангит

Группа амфиболов

Антофиллит. Жедрит
 Холмквистит
 Куммингтонит. Грюнерит
 Тремолит. Актинолит. Ферроактинолит
 Роговые обманки
 Базальтическая роговая обманка
 Керсутит
 Варкевикит
 Глаукофан, Рибекит
 Рихтерит
 Катофорит. Магнезиокатофорит
 Экрманит. Арфведсонит





Породообразующие минералы

Дир, Хауи, Зусман

Том 3. Слоистые силикаты

Группа слюды

Мусковит

Парагонит

Глауконит

Флогопит

Биотит

Лепидолит

Циннвальдит

Маргарит

Клинтонит и ксантофиллит

Стильпномелан

Пирофиллит

Тальк

Хлорит

Септехлориты

Серпентины

Глинистые минералы

Группа каолинита (кандиты)

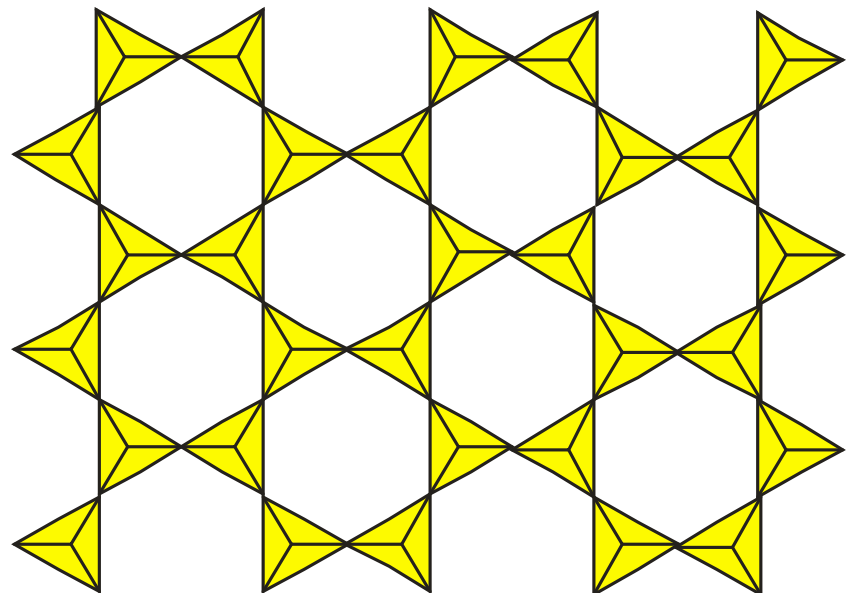
Иллит

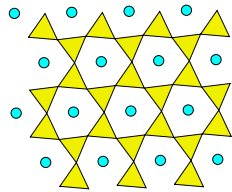
Группа монтмориillonита (смектиты)

Вермикулит

Апофиллит

Пренит





Породообразующие минералы

Дир, Хауи, Зусман

Том 4. Каркасные силикаты

Группа полевых шпатов

Щелочные полевые шпаты

Плагииоклазы

Бариевые полевые шпаты

Минералы кремнезема

Кварц. Тридимит. Крестобалит

Группа нефелина

Нефелин. Калсилит

Петалит

Лейцит

Группа содалита

Содалит. Нозеан. Гаюин

Гельвин. Даналит. Гентгельвин

Канкринит. Вишневит

Скаполит

Анальцим

Группа цеолитов

Натролит. Мезолит. Сколецит

Томсонит. Гоннардит. Эдингтопит

Гейландит - клиноптилолит. Стильбит

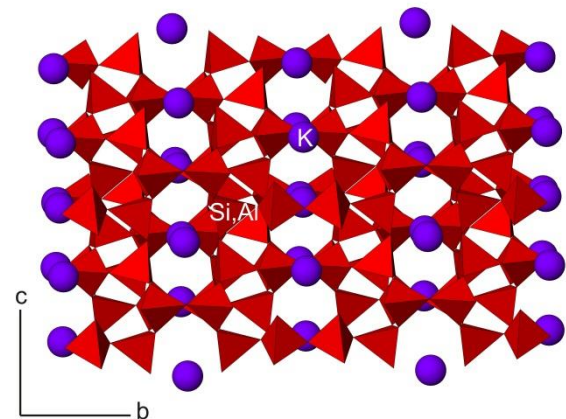
Эпистильбит

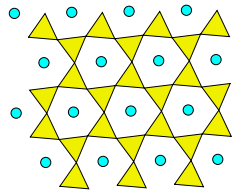
Филлипсит. Гармотом

Шабазит. Гмелинит. Левин

Ломонтит - леонгардит. Морденит

Жисмопдин





Породообразующие минералы

Дир, Хауи, Зусман

Том 5. Несиликатные минералы

Окислы

Периклаз

Касситерит

Корунд

Гематит

Ильменит

Рутил

Анатаз

Брукит

Перовскит

Группа шпинели

Гидроокислы

Брусит

Гиббсит

Диаспор

Бёмит

Гётит

Лепидокрокит

Лимонит

Сульфиды

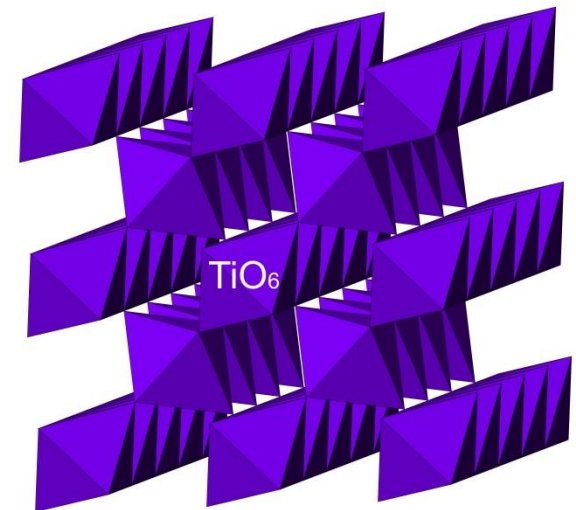
Пирит

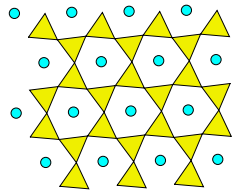
Пирротин

Халькопирит

Сфалерит

Галенит





Породообразующие минералы

Дир, Хауи, Зусман

Карбонаты

Кальцит

Магнезит

Родохрозит

Сидерит

Доломит

Анкерит

Хантит

Арагонит

Стронцианит

Витерит

Фосфаты

Апатит

Монацит

Галоиды

Флюорит

Галит

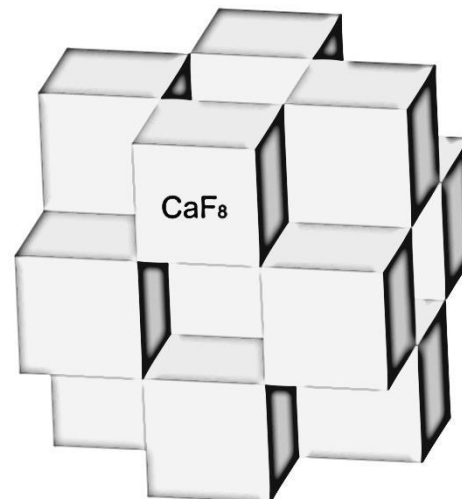
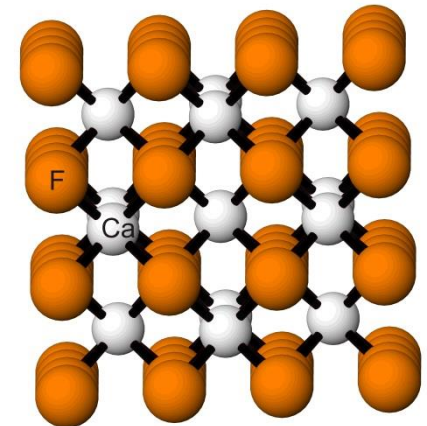
Сульфаты

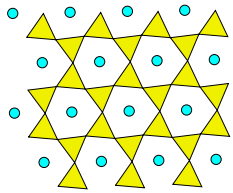
Барит

Целестин

Гипс

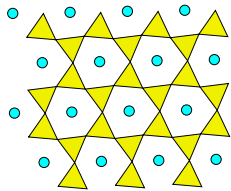
Ангидрит





Кристаллохимия породообразующие минералы

- Полевые шпаты
- Пироксены
- Амфиболы
- Слюды
- Глинистые минералы
- Цеолиты
- Титаносиликаты
- Гранаты
- Турмалины
- Скаполиты
- Содалиты
- Везувианы
- Оливины
- Апатит



Кристаллохимия породообразующие минералы

- номенклатуры групп П.М.
- упорядочение катионов/анионов
- внекаркасные катионы/анионы
- топологии построек: сеток, лент, цепочек
- изоморфные схемы групп П.М.
- кристаллохимические характеристики групп П.М.: формулы, ПЭЯ
- политипия (для слоистых минералов)