

Силикаты и алюмосиликаты

Кристаллография и минералогия

Ст. преподаватель Ли Е.С.

Класс 5. Силикаты и алюмосиликаты

Распространенность:

- наиболее распространенный в литосфере класс минералов
- составляют **85%** от массы земной коры
- известно ~ **800** минеральных видов

Химический состав Земной коры



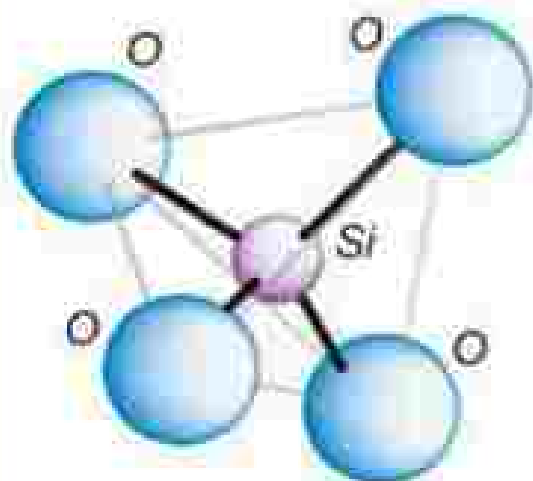
Образование:

- в основном магматическое
- и метаморфическое (все виды метаморфизма)
- метасоматическое
- реже гидротермальное высокотемпературное
- в корках выветривания (глинистые минералы)

Общие физические свойства:

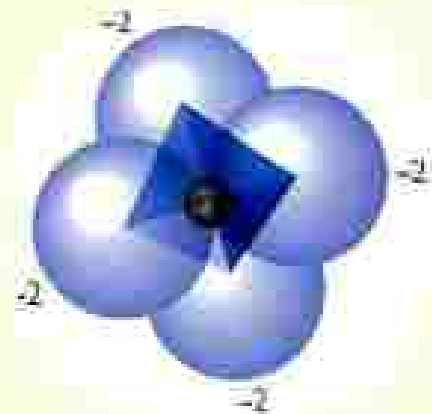
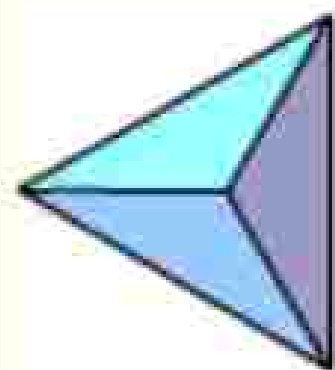
- средняя плотность
- стеклянный блеск
- белая или слабоокрашенная черта

Кристаллохимической особенностью силикатов является тетраэдрическая координация кремнезема



Каждый ион кремния Si^{4+} в структуре силикатов находится в окружении четырех ионов кислорода O^{2-}

Это может быть представлено в виде тетраэдра, в центре которого находится Si^{4+} , а в вершинах – O^{2-}



Кремнекислородные тетраэдры способны соединяться друг с другом в сложные конечные и бесконечные радикалы

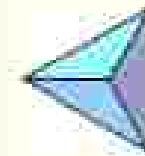
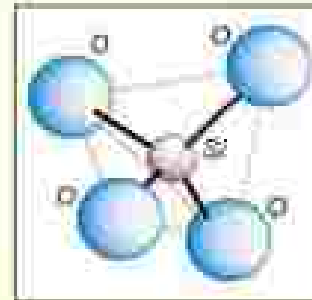
В зависимости от типа группировки SiO_4 -тетраэдров выделяют:

- островные
- цепочечные
- ленточные
- слоевые
- каркасные силикаты

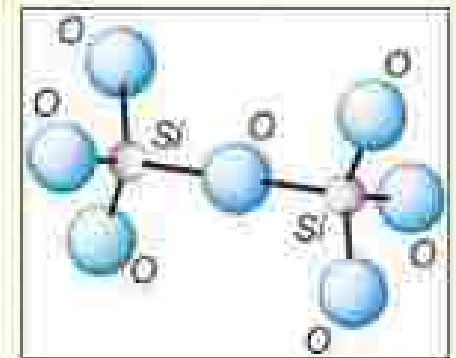
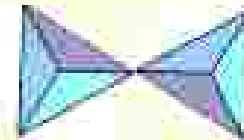
Отдел 1. Островные силикаты

К островным относятся силикаты, в структуре которых присутствуют изолированные тетраэдры или группы изолированных тетраэдров:

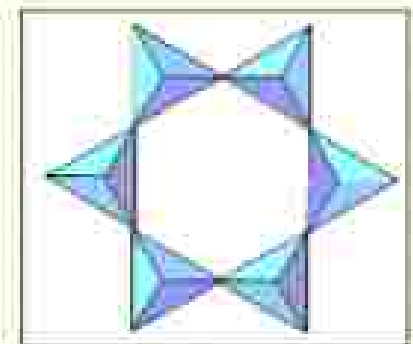
- **ортогруппа** – силикаты с изолированными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$



- **диортогруппа** – силикаты со сдвоенными тетраэдрами $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$



- **с кольцами тетраэдров** – с тройным кольцом $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$, четверным $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$, шестерным $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$, а также сдвоенными четверными и шестерными кольцами тетраэдров



Общие физические свойства

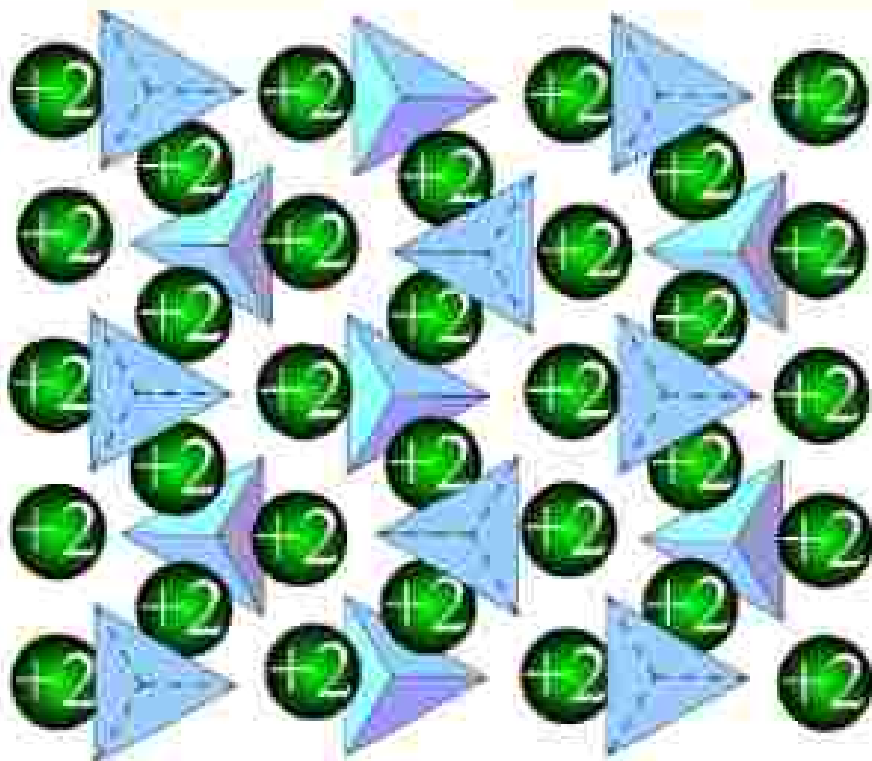
среди других силикатов выделяются:

- высокой твердостью (6,5-7,5)
- большей плотностью
- для многих из них характерны изометричные зерна

ОЛИВИН



Структура оливина



Что бы нейтрализовать отрицательные заряды кремнекислородных тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$, в структуре оливина на каждый из них приходится два иона Mg^{2+} или Fe^{2+}

Между Mg^{2+} , Fe^{2+} и кремнекислородными тетраэдрами – ионная связь

Свойства

- цвет оливково-зеленый, желто-зеленый
- черта белая
- тв. 6,5–7, сп. по {010} ясная, плохо проявлена
- бл. стеклянный, пл. 3,2–4,4
- изл. раковистый, иногда ступенчатый

Форма выделения

- кристаллы изометричные, короткостолбчатые
- сплошные массы, зернистые агрегаты

Изменения

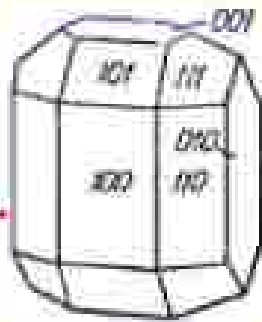
- под воздействием гидротермальных растворов при температурах ниже 500 °С замещается серпентином (в дунитах и перидотитах)
- оливин основных изверженных пород выветривается с образованием талька, серпентина, хлорита и др.

Диагностические признаки

- характер ассоциации: пироксены, хромшпинелиды
- замещение серпентином
- от эпидота – по изометричной форме кристаллов

Образование

- типичный типогенный минерал
- магматическое, в ультраосновных и основных породах



Ксенолит
оливина в
базальте



ГРАНАТЫ



Пироп	$Mg_3 Al_2 [SiO_4]_3$	темно-красный
Альмандин	$Fe_3^{2+} Al_2 [SiO_4]_3$	вишнево-красный до черного
Спессартин	$Mn_3 Al_2 [SiO_4]_3$	оранжево-желтый, красно-оранжевый
Уваровит	$Ca_3 Cr_2 [SiO_4]_3$	ярко-зеленый
Гроссуляр	$Ca_3 Al_2 [SiO_4]_3$	светло-зеленый, желтый, бесцветный
Андрадит	$Ca_3 Fe_2^{3+} [SiO_4]_3$	зеленый, коричневый, желтый

Выделяют:

- пироп-альмандиновый ряд
- андрадит-гроссуляровый ряд

Свойства

- цвет пироба темно-красный; альмандина – вишнево-красный до черного; гроссуляра – светло-зеленый, желтый, бесцветный; андрадита – зеленый, коричневый, желтый; уваровита – ярко-зеленый
- черта белая
- тв. **6,5–7,5**, сп. нет
- бл. стеклянный до смолистого
- изл. неровный до раковистого, у зональных кристаллов скорлуповатый
- пл. 3,5–4,3

Форма выделения

- ромбододекаэдры, тетрагон-триоктаэдры
- зернистые массы
- плотные сливные агрегаты

Изменения

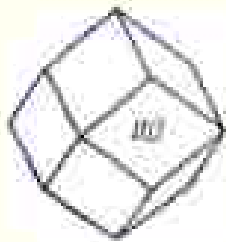
- в поверхностных условиях устойчив

Диагностические признаки

- форма кристаллов
- высокая твердость
- **гроссуляр от оливина** – по характеру ассоциации

Образование

- регионально-метаморфическое (средняя и высокая степени метаморфизма)
- контактово-метаморфическое
- магматическое



Ромбододе-
каэдрический
кристалл
уваровита



Щетка мелких кристаллов уваровита
на ультраосновной породе



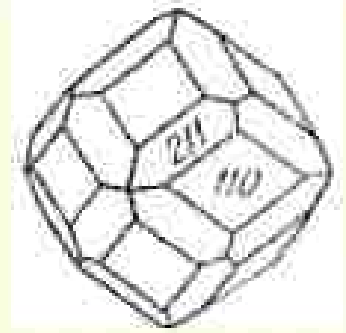
Тетрагон-
триоктаэдр
спессартина



хромдиопсид

оливин

пироп



Комбинация:
тетрагон-триоктаэдра
и ромбододекаэдра

Магматическая
ассоциация



Ромбододекаэдрические кристаллы
альмандина в сланце

Метаморфическая ассоциация



Кристаллы альмандина в биотитовом гнейсе



Гроссуляр



квльцит



Андрадит



эпидот

Скарновая
ассоциация

ЭПИДОТ



Свойства

- цвет фисташково-зеленый, черно-зеленый, серый (зависит от содержания Fe)
- черта белая до светло-фисташковой
- тв. **6,5–7**, сп. совершенная по {001}
- бл. стеклянный
- пл. 3,2–3,5
- изл. неровный, иногда ступенчатый

Форма выделения

- удлиненные кристаллы со штриховкой вдоль удлинения
- радиально-лучистые, шестоватые агрегаты
- зернистые до сливных массы

Изменения

- в поверхностных условиях устойчив

Диагностические признаки

- очень характерен **фисташково-зеленый цвет**
- от гранатов – спайность и форма кристаллов
- от оливина – то же и характер ассоциации

Образование

- метаморфическое
- контактово-метасоматическое
- гидротермальное



кальцит

магнетит

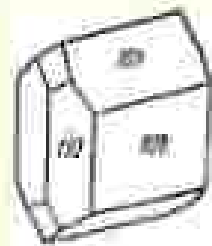
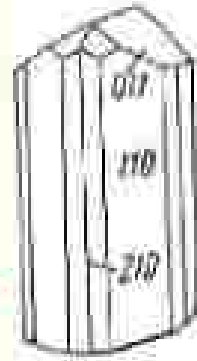
Эпидот



Эпидот

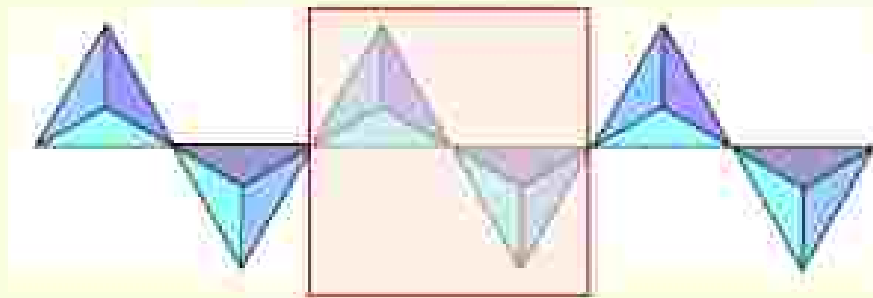
Андрадит

Скарновая ассоциация

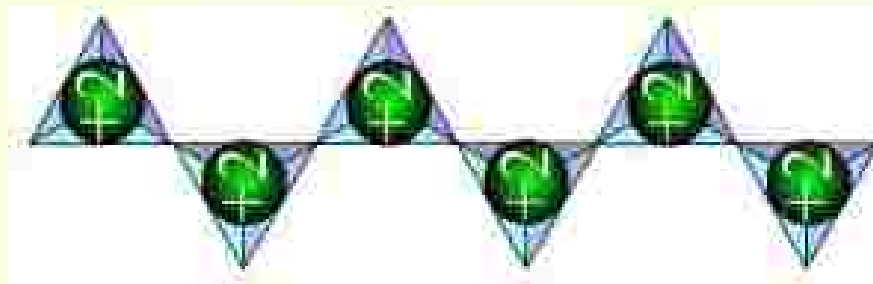


Отдел 2. Цепочечные силикаты

Это силикаты, в структуре которых кремнекислородные тетраэдры соединяются в бесконечные в одном направлении цепочки



Широко распространена пироксеновая цепочка $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$, состоящая из параллельно ориентированных диортогрупп, с периодом повторяемости в два тетраэдра



Отрицательно заряженные цепочки связаны друг с другом за счет положительно заряженных катионов – прочная ионная связь

Общие физические свойства:

- призматическая спайность
- твердость не выше 5-6
- удлиненные кристаллы

семейство ПИРОКСЕНОВ

Ca пироксены

Диопсид	$\text{Ca Mg} [\text{Si}_2\text{O}_6]$
Геденбергит	$\text{Ca Fe} [\text{Si}_2\text{O}_6]$
Авгит	$(\text{Ca, Mg, Fe})_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$

Fe-Mg пироксены

Энстатит	$\text{Mg}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$
Ферросилит	$\text{Fe}_2 [\text{Si}_2\text{O}_6]$

Na пироксены

Эгирин	$\text{Na Fe} [\text{Si}_2\text{O}_6]$
Жадеит	$\text{Na Al} [\text{Si}_2\text{O}_6]$

Свойства

- цвет зеленый, буро-зеленый, темно-зеленый, черный
- черта белая, слегка зеленоватая
- тв. **5,5–6**, сп. ясная в двух направлениях, угол между которыми близок к **90°**
- иногда встречается отдельность по {001} и {100}
- бл. стеклянный
- пл. 3,3–3,4
- изл. ступенчатый, неровный

Форма выделения

- кристаллы коротко- и длиннопризматические (реже)
- шестоватые, радиально-лучистые агрегаты
- зернистые массы

Изменения

- замещаются амфиболами, хлоритизируются

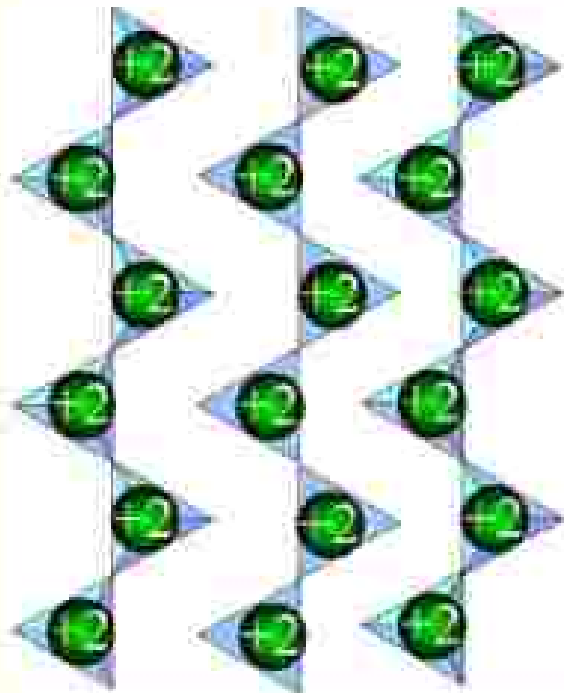
Диагностические признаки

- от амфиболов отличаются четырех или восьмиугольным поперечным сечением (у амфиболов – шестиугольное)
- углом $\sim 90^\circ$ между двумя направлениями спайности (у амфиболов $\sim 60^\circ$)

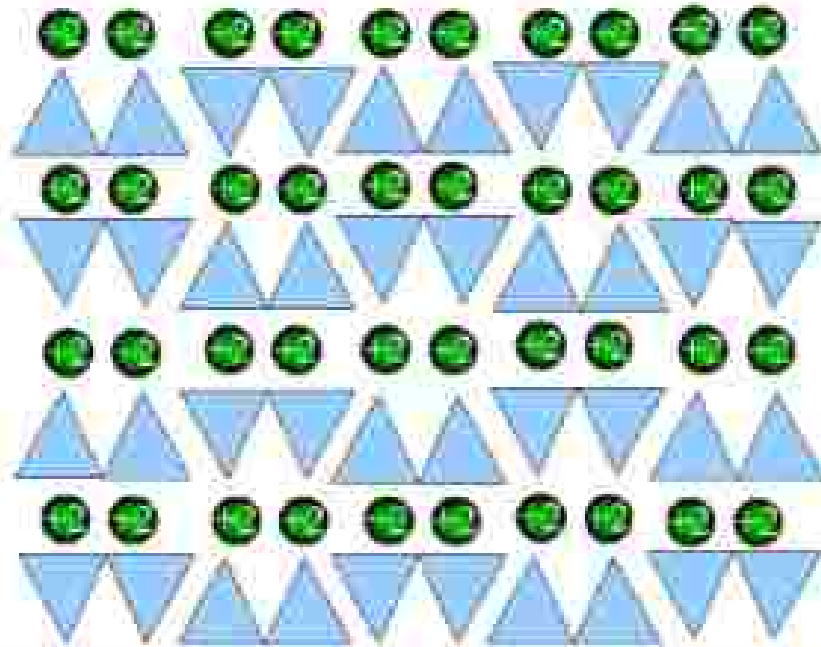
Образование

- магматическое
- пегматиты
- контактово-метасоматическое
- регионально-метаморфическое

Структура пироксенов

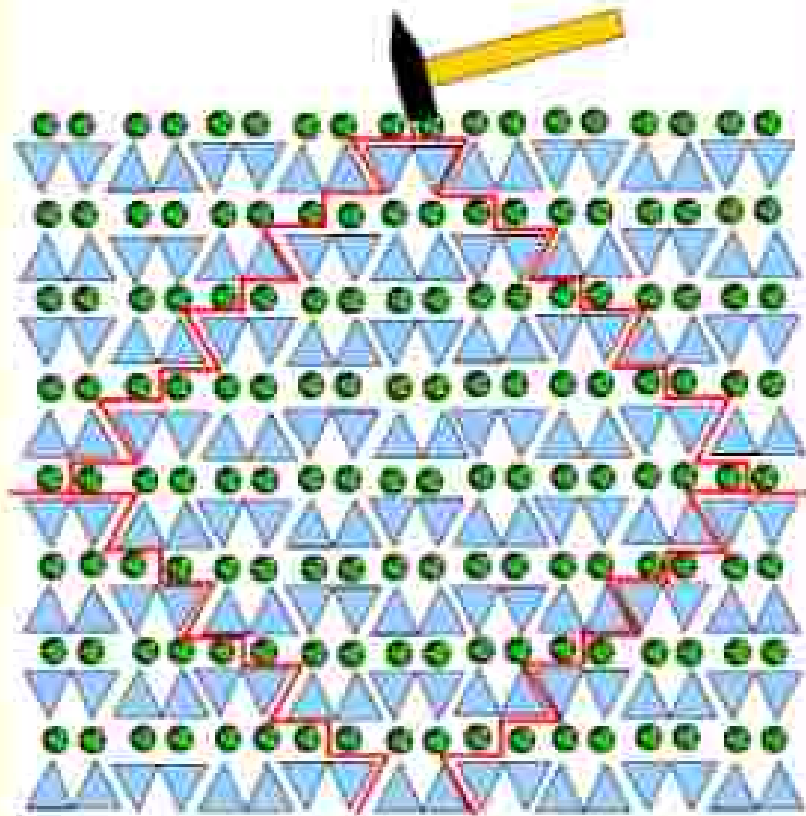


Разрез параллельно удлинению
цепочек кремнекислородных
тетраэдров

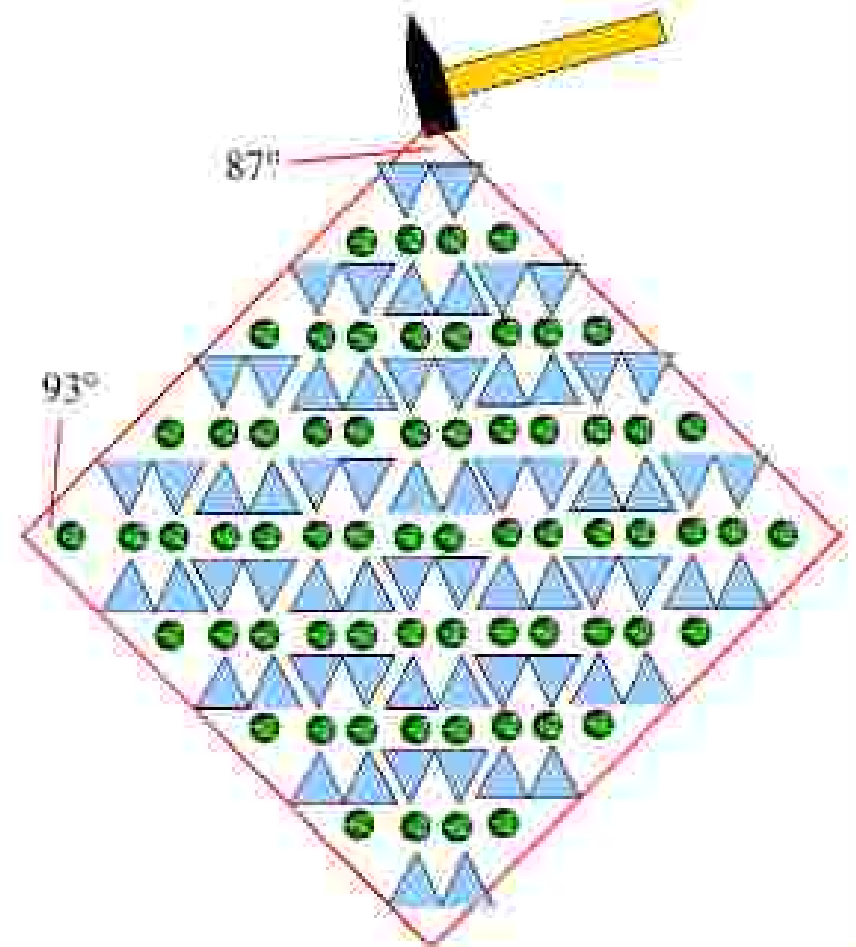


Разрез перпендикулярно
удлинению

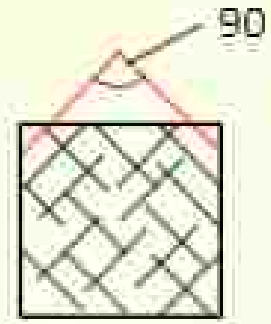
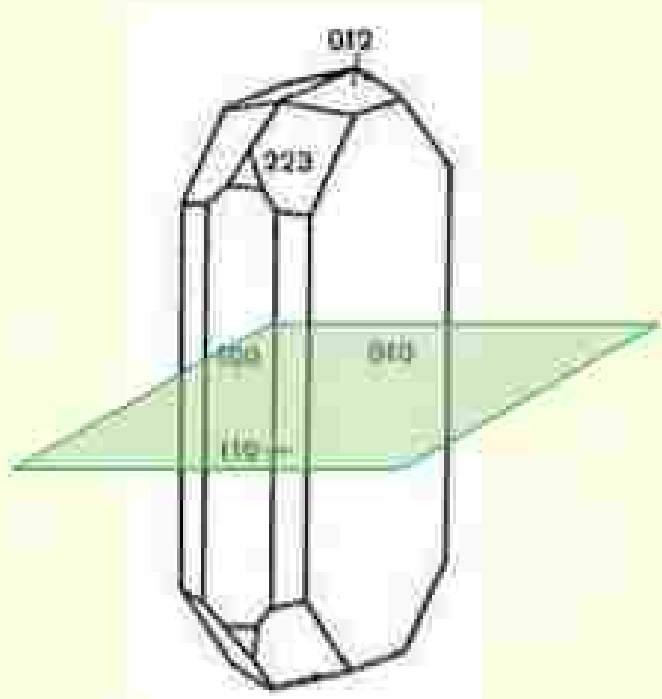
Спайность в пироксенах



Наиболее слабые связи в структуре – ионные между цепочками тетраэдров и катионами металлов



При ударе кристалл раскалывается вдоль двух плоскостей параллельных удлинению цепочек SiO₄. Угол между этими плоскостями близок к 90°

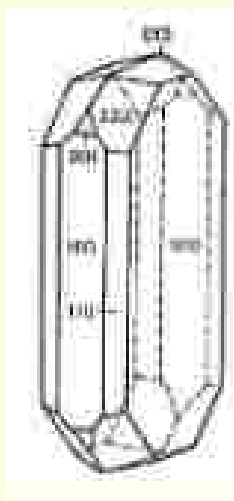


Скарновая ассоциация

диопсид



кальцит





Сросток
короткопризматических
кристаллов авгита (augite)



Друза длиннопризматических
кристаллов эгирина с полевым шпатом

Ассоциация сиенитовых
пегматитов

Эгирин

радиально-лучистые агрегаты

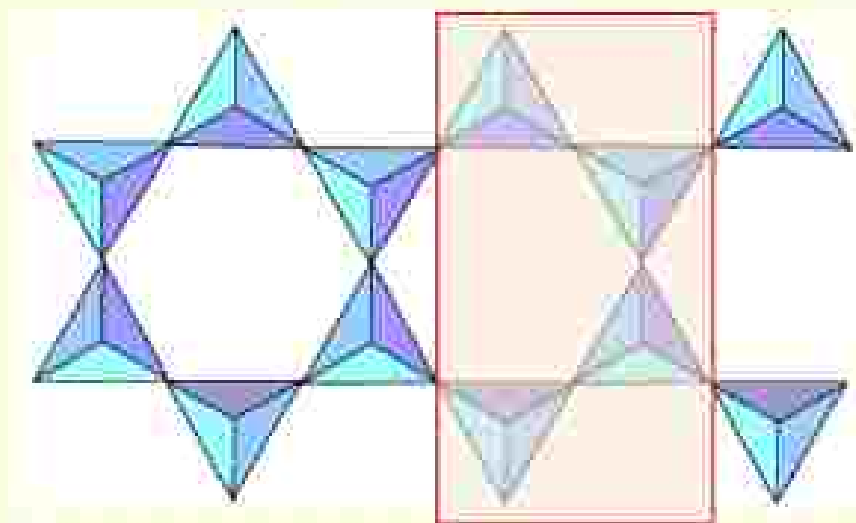


«Эгириновое солнце»

Ассоциация пегматитов
нефелиновых сиенитов

Отдел 3. Ленточные силикаты

Это силикаты, структура которых представлена в виде
сдвоенных кремнекислородных цепочек – лент



Один из наиболее
распространенных в
силикатах типов лент –
амфиболовая $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$,
состоящая из двух
пироксеновых цепочек

Общие физические свойства:

- призматическая спайность
- твердость не выше 5-6
- удлиненные (до игольчатых) и волокнистые кристаллы
- часто бледно окрашенная черта

семейство АМФИБОЛОВ

Группа Са-амфиболов



Группа Fe-Mg-Mn-амфиболов

Антофиллит и др.

Группа щелочных амфиболов

Глаукофан, рибекит и др.

Группа Na-Ca-амфиболов

Общая формула



Свойства

- цвет темно-зеленый, темно-бурый до черного, синий
- черта бледная зеленоватая разных оттенков
- тв. 5–6
- изл. неровный, занозистый, ступенчатый
- сп. совершенная в двух направлениях с углами 56° и 124°
- бл. стеклянный, сверкающий на плоскостях спайности
- пл. 2,9–3,5

Форма выделения

- удлиненные призматические кристаллы
- шестоватые, тонколучистые агрегаты
- сплошные зернистые агрегаты

Изменения

- в поверхностных условиях выветриваются с образованием глинистых минералов, карбонатов, лимонита с опалом
- гидротермальное изменение – биотит, хлориты, серпентин, эпидот, кальцит, кварц

Диагностические признаки

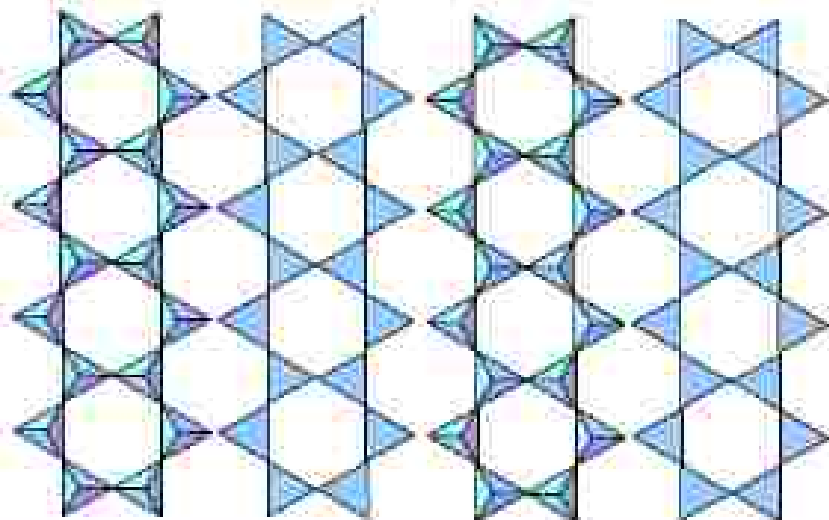
- от пироксенов – по углу спайности и шестиугольному поперечному сечению
- лучшей спайностью

Образование

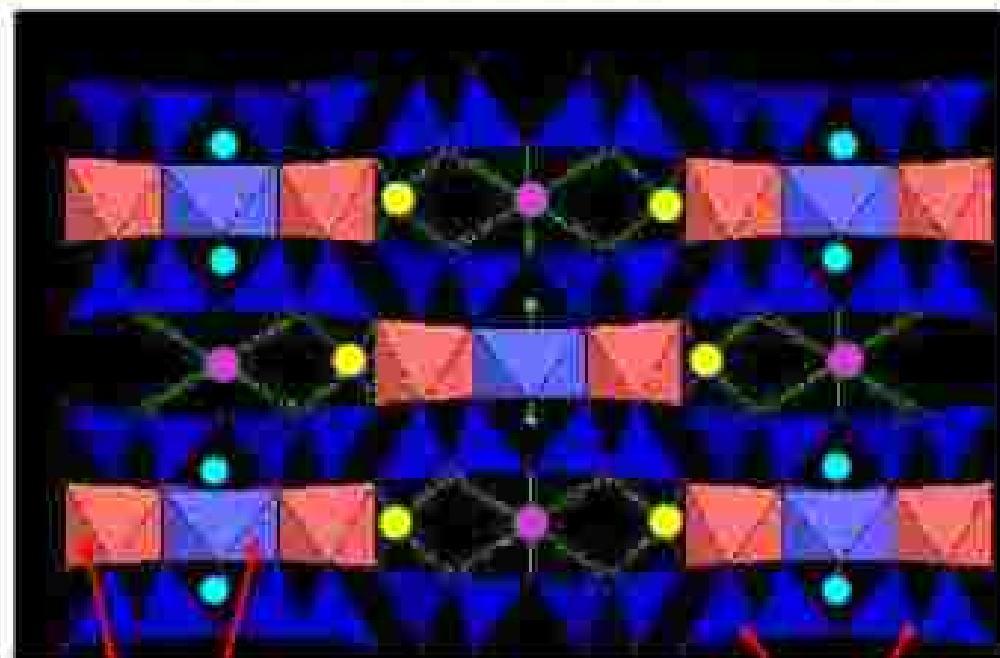
- магматическое
- метаморфическое
- контактово-метасоматическое

Структура амфиболов

Разрез параллельно удлинению лент кремнекислородных тетраэдров



Разрез перпендикулярно удлинению

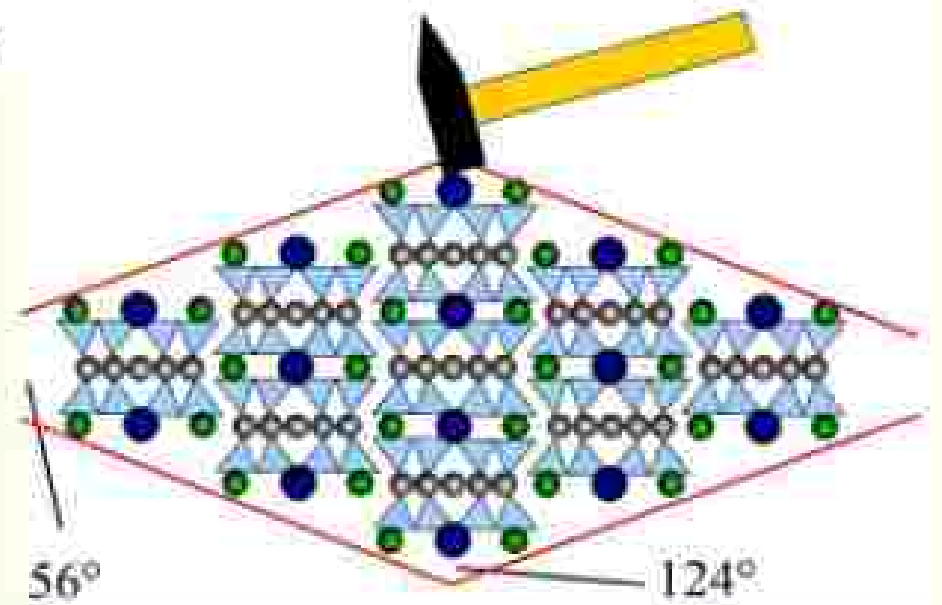
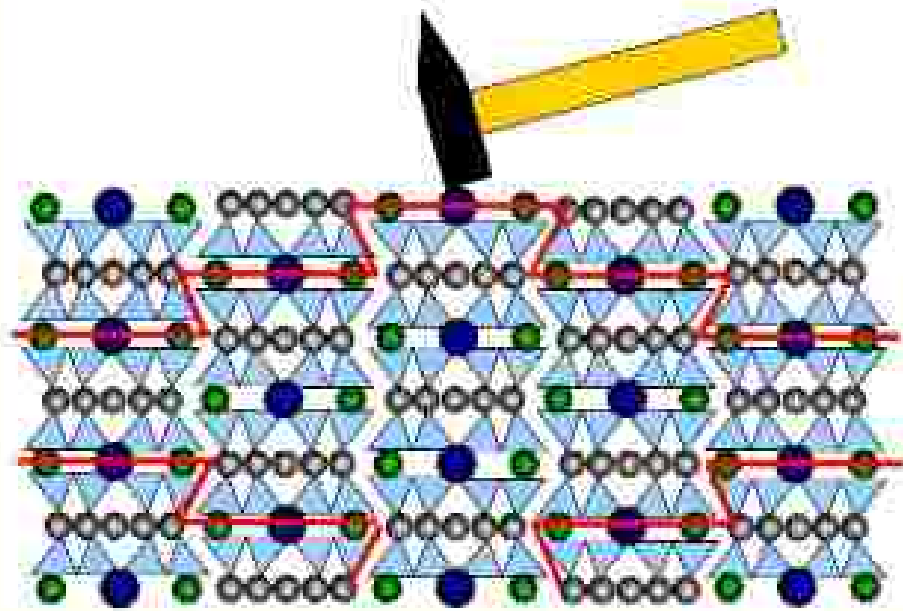


- позиция Na и K
- позиция катионов Ca
- позиция групп OH

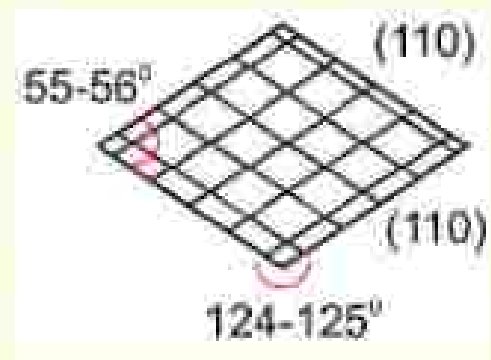
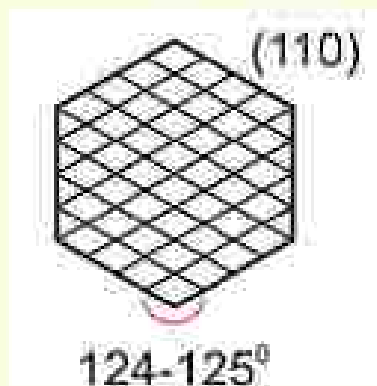
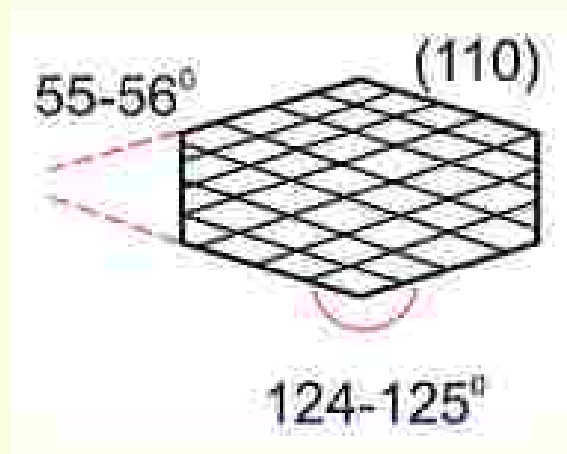
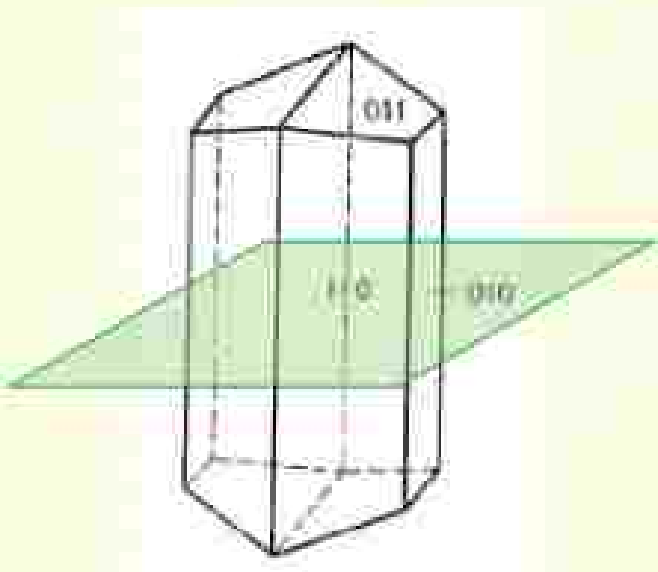
октаэдры, в центре которых находятся Fe и Mg

[SiO₄]-тетраэдры

Спайность в амфиболах



Поперечное сечение амфиболов



Магматическая
ассоциация

Роговая обманка в диорите



Длиннопризматические кристаллы
актинолита в сланце

Метаморфическая
ассоциация



Длиннопризматические кристаллы арфведсонита в нефелине

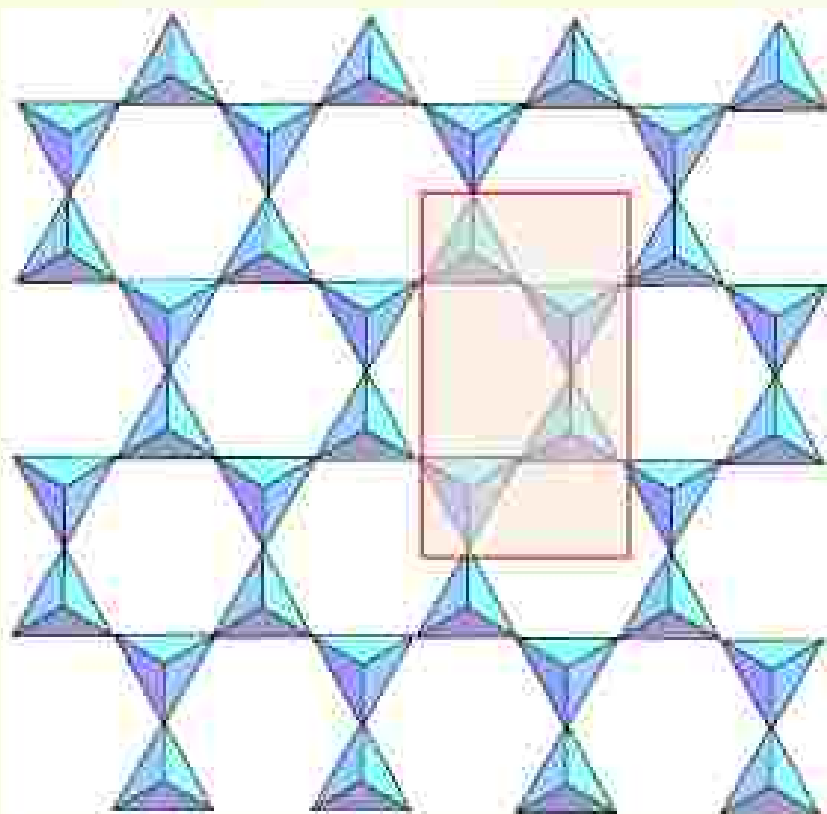


Друза кристаллов арфведсонита и полевого шпата

Ассоциация щелочных
пегматитов

Отдел 4. Слоевые силикаты и алюмосиликаты

Структура этих минералов представлена в виде слоев $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$ или $[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]^{4-}$, в которых тетраэдры соединяются тремя общими вершинами



Кремнекислородные тетраэдры образуют бесконечные плоские сетки

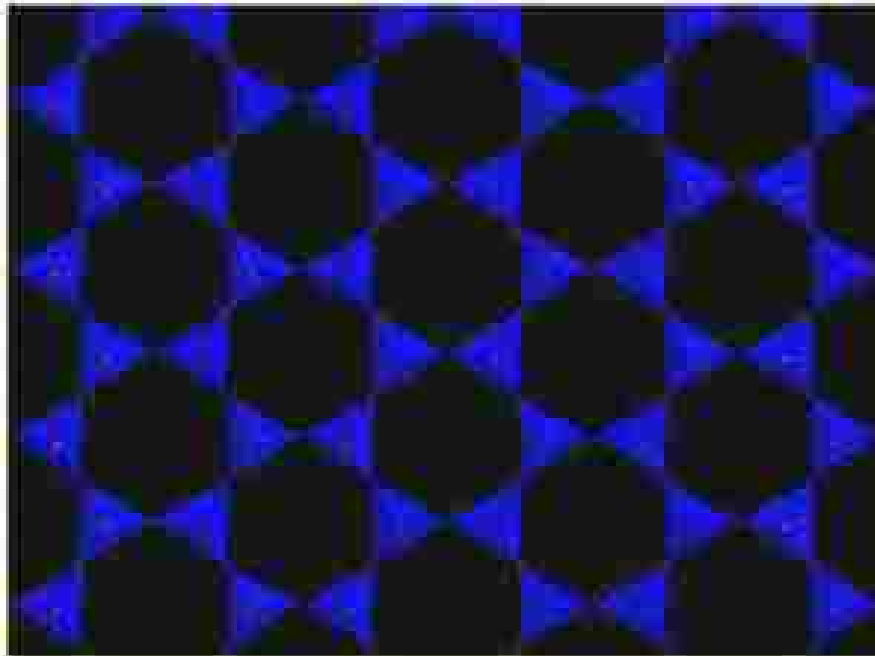
Общие физические свойства:

- низкая твердость 1-3,5
- весьма совершенная спайность в одном направлении
- уплощенные зерна

Структура мусковита



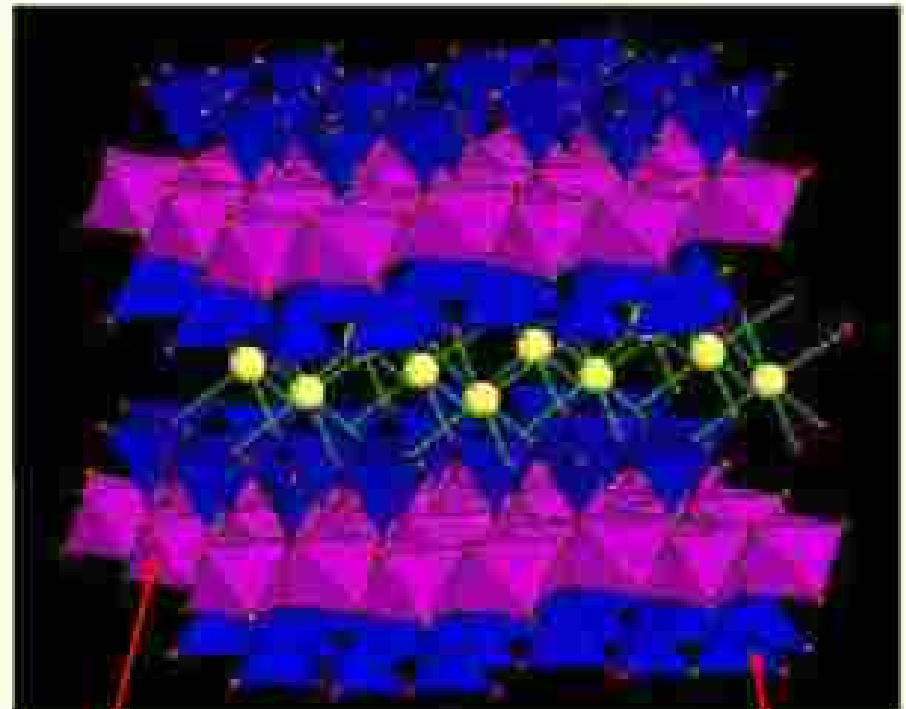
Разрез параллельно слоям



Пакеты из 2 слоев тетраэдров и 1 слоя октаэдров связаны между собой ионами K^+ - слабая ионная связь.

Внутри пакетов – ковалентная связь.

Разрез перпендикулярно слоям



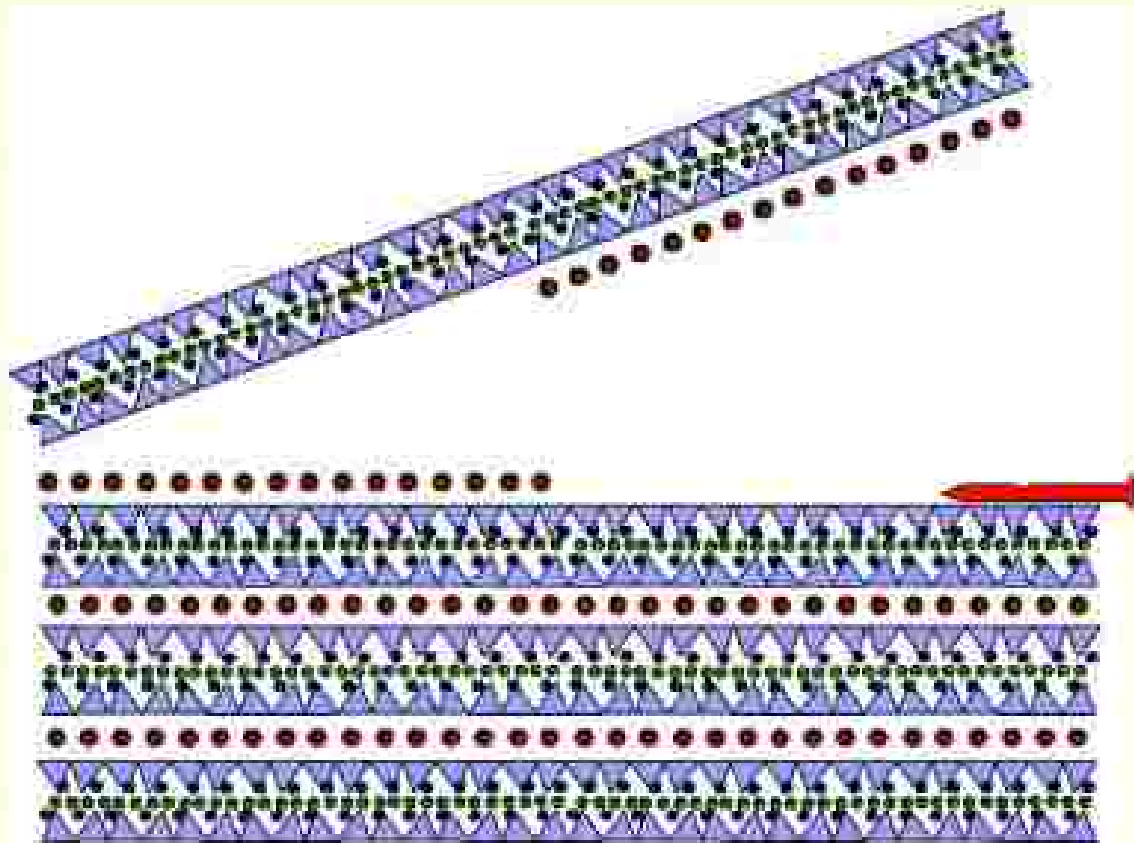
октаэдры, в центре которых находится Al^{3+}

SiO_4 -тетраэдры

O^{2-} и OH^- находятся в вершинах тетраэдров и октаэдров

 ионы K^+

Спайность в слоевых силикатах



Разрез перпендикулярный к удлинению плоских сеток кремнекислородных тетраэдров

БИОТИТ



Свойства

- цвет темно-коричневый, черный
- черта светло-коричневая
- тв. 2,5–3
- сп. весьма совершенная по {001}
- бл. стеклянный или перламутровый
- пл. 2,7–3,4

Форма выделения

- кристаллы таблитчатые, короткостолбчатые с ромбическим или псевдогексагональным сечением
- листоватые, чешуйчатые агрегаты

Изменения

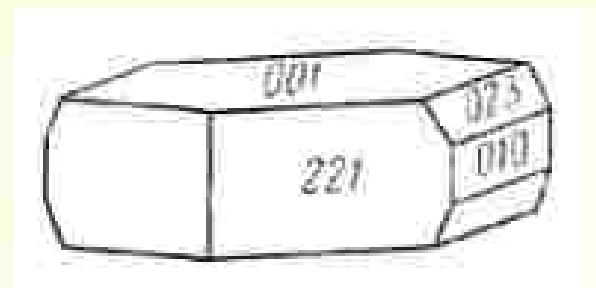
- гидротермальное изменение – вермикулит, хлорит

Диагностические признаки

- от мусковита – по цвету
- от хлоритов – по упругости листочков (у хлоритов они не упруги)

Образование

- магматическое в породах кислого и среднего состава
- пегматиты
- контактовый и региональный метаморфизм
- гидротермальное и метасоматическое



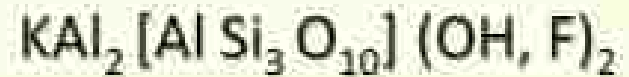
Таблитчатый
(псевдогексагональный)
кристалл биотита



кальцит



МУСКОВИТ



Свойства

- цвет светло-коричневый, серый, бесцветный
- черта белая
- тв. 2–3
- сп. весьма совершенная по {001}
- бл. стеклянный до перламутрового
- пл. 2,8–3

Форма выделения

- короткостолбчатые, таблитчатые кристаллы ромбического или псевдогексагонального сечения
- листоватые, чешуйчатые агрегаты

Изменения

- разрушается с образованием глинистых минералов

Диагностические признаки

- от биотита – по цвету
- от хлоритов – по упругости листочков и цвету

Образование

- регионально-метаморфическое (низкие ступени)
- пегматиты
- гидротермальное и метасоматическое

Друза таблитчатых кристаллов
мусковита с альбитом



альбит



Таблитчатый
(псевдогексагональный)
кристалл мусковита

семейство ХЛОРИТОВ

Пример: **Пеннин** $(\text{Mg, Fe})_5 \text{Al} [\text{Al Si}_3 \text{O}_{10}] (\text{OH})_8$

Клинохлор $\text{Mg}_5 \text{Al} [\text{Al Si}_3 \text{O}_{10}] (\text{OH})_8$

Свойства

- цвет светло-серо-зеленый, темно-зеленый
- черта белая до зеленоватой
- тв. 2–2,5
- сп. весьма совершенная по {001}
- бл. стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый
- пл. 2,6–3,3 (увеличивается с ростом содержания Fe)

Форма выделения

- кристаллы гексагонального габитуса, таблитчатые по {001}
- чаще пластинчатые или чешуйчатые скопления
- веерообразные и радиально-лучистые агрегаты
- землистые массы

Изменения

- изменяются с образованием глинистых минералов

Диагностические признаки

- от слюд – по отсутствию упругости листочков (гибкие, но не упругие)
- от талька – по твердости
- часто серо-зеленый цвет

Образование

- метаморфическое (низкие и средние ступени)
- скарны
- гидротермальное
- продукты изменения магнезиально-железистых минералов

© Сильва Марья (2014)



Таблитчатый кристалл
клинохлора



Радиально-
лучистый агрегат
клинохлора

ТАЛЬК



Свойства

- цвет бледно-зеленый, белый, желтоватый, буроватый, зеленовато-серый
- черта белая
- тв. 1, жирный на ощупь
- сп. весьма совершенная по {001}
- бл. перламутровый, в плотных агрегатах тусклый
- пл. 2,7–2,9
- листочки гибки, но не упруги

Форма выделения

- листоватые массы, в которых иногда выделяются радиально-лучистые сростки
- зернистые агрегаты
- плотные, скрытокристаллические агрегаты

Изменения

- в поверхностных условиях устойчив

Диагностические признаки

- низкая твердость
- жирный на ощупь
- от хлорита – по низкой твердости

Образование

- в результате гидротермального изменения ультраосновных пород (гидролиз оливина, пироксенов)
- низкая степень метаморфизма кремнистых доломитов или их контактово-метасоматическое изменение



Тальк – стеатит
(плотный
скрытозернистый
агрегат)



Листоватый
агрегат талька



группа СЕРПЕНТИНОВ

Название группы минералов, которая объединяет:

- Антигорит
- Лизардит
- Хризотил

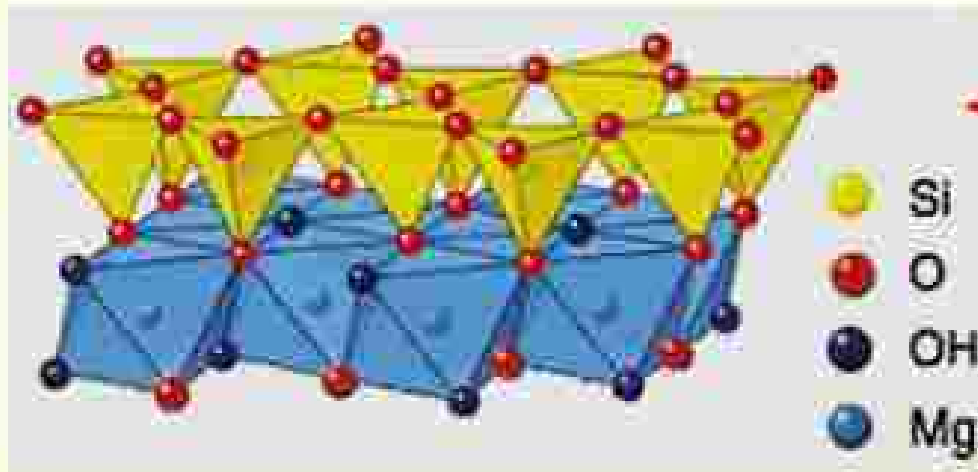
АНТИГОРИТ (серпентин пластинчатый)



ЛИЗАРДИТ (серпентин скрытопластинчатый)



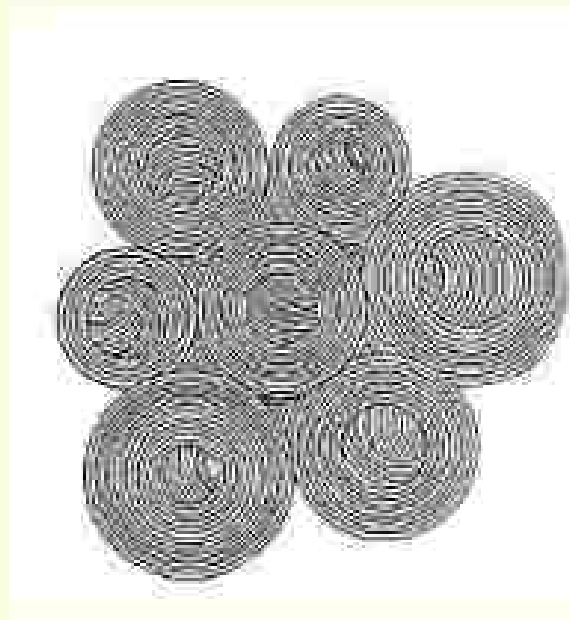
Структура серпентинов



Двухслойный пакет из тетраэдров и октаэдров



Волокна состоят из свернутых в трубку двухслойных пакетов



Структура волокон хризотил-асбестов в поперечном сечении

Схема изгиба структур серпентинов

Свойства

- цвет от светло- до темно-зеленого, зеленовато-черный
- окраска часто пятнистая
- черта белая, пл. 2,55–2,6
- тв. 2,5–3,5
- бл. шелковистый, восковый, матовый
- изл. раковистый или занозистый

Форма выделения

- плотные сплошные массы (лизардит)
- мелкопластинчатые агрегаты (антигорит)

Диагностические признаки

- «зеркала скольжения»
- низкая твердость

Образование

- гидротермальное изменение ультраосновных пород
- в процессе термального метаморфизма кремнистых доломитовых известняков
- замещение оливина в базальтах и габбро





Антигорит



Лизардит с магнетитом

«Змеевик» - порода серпентинит, состоящая из серпентина с примесью карбонатов, хромита, талька и др.





ХРИЗОТИЛ (хризотил-асбест)



Свойства

- цвет золотистый, серо-желтый, зеленоватый
- черта белая, пл. 2,4
- тв. 2,5–3,5
- изл. занозисто-волокнистый
- бл. шелковистый

Форма выделения

- параллельно-волокнистые агрегаты (асбест)

Изменения

- в поверхностных условиях устойчив

Диагностические признаки

- волокнистый
- прожилки в других серпентинах

Образование

- см. группу серпентинов



Кристаллы

Прожилки хризотил-асбеста в серпентине





группа КАОЛИНИТА



Свойства

- цвет в чистом виде белый
- примесь Fe окрашивает в зеленый разных оттенков, шоколадно-коричневый; Mn – в черный
- черта белая до светлоокрашенной в разные оттенки
- тв. 2–2,5, жирный на ощупь
- сп. весьма совершенная по {001}
- бл. тусклый до воскового
- пл. 2,6

Форма выделения

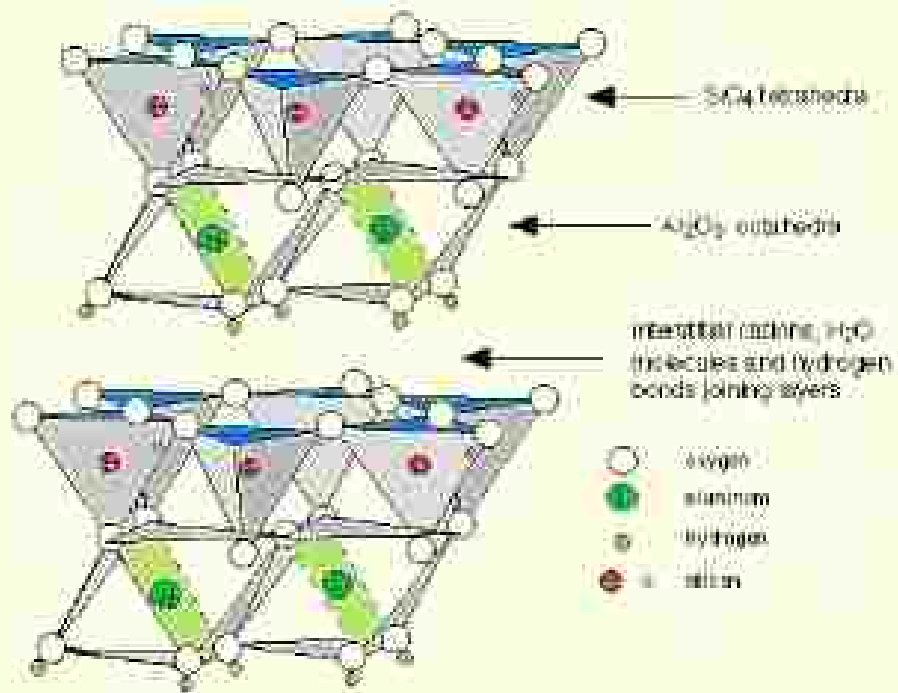
- агрегаты с величиной индивидов 1 мкм и меньше
- гексагональные пластинки видны только под электронным микроскопом
- глиноподобные массы

Диагностические признаки

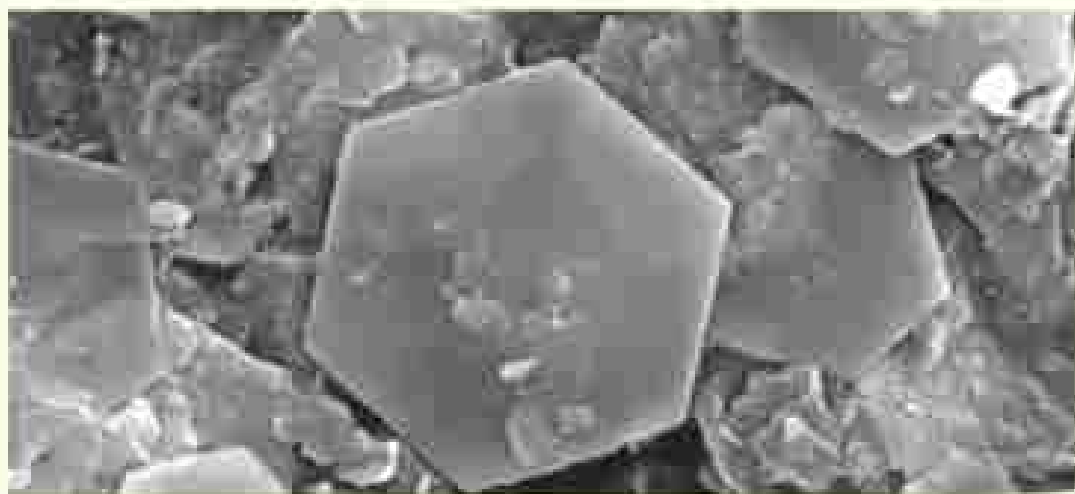
- низкая твердость
- гигроскопичен
- во влажном состоянии пахнет глиной

Образование

- основная составляющая часть латеритных кор выветривания
- в процессе гидротермальной деятельности, как продукт преобразования полевошпатовых пород

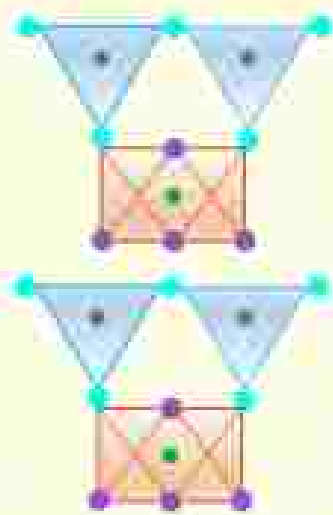


Шестиугольные кристаллы каолинита под микроскопом

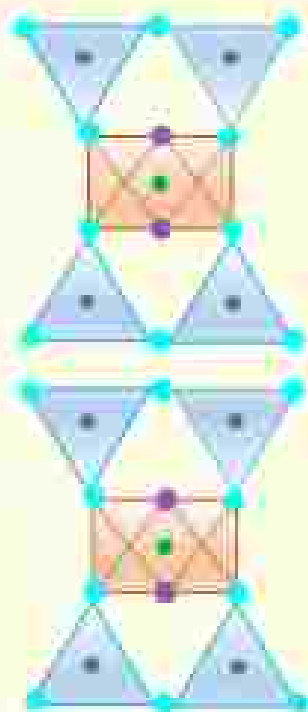


4/1000 mm

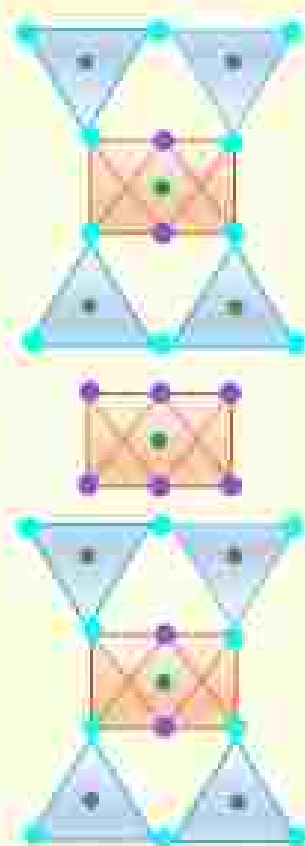




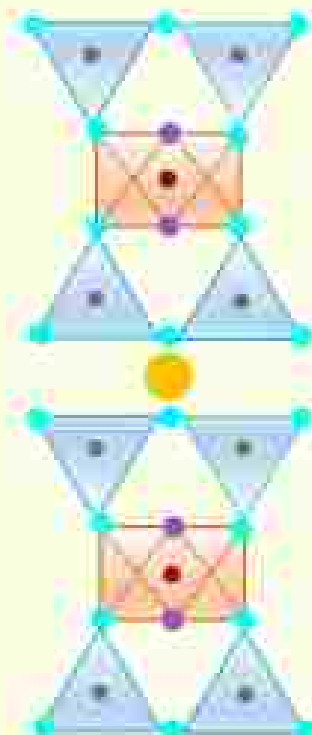
Хризотил



Тальк



Клинохлор



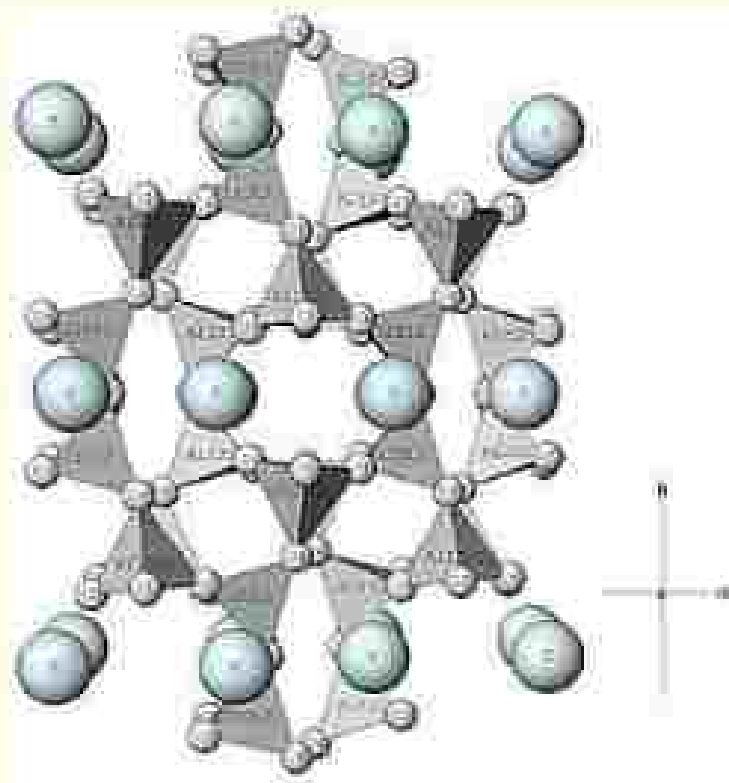
Мусковит

- Калий
- Кислород
- Гидроксил
- Кремний
- Алюминий
- Магний

Сопоставление структур разных слоистых силикатов

Отдел 5. Каркасные алюмосиликаты

Структура представляет собой непрерывный трехмерный каркас, состоящий из SiO_4 - и AlO_4 -тетраэдров, связанных всеми своими вершинами друг с другом

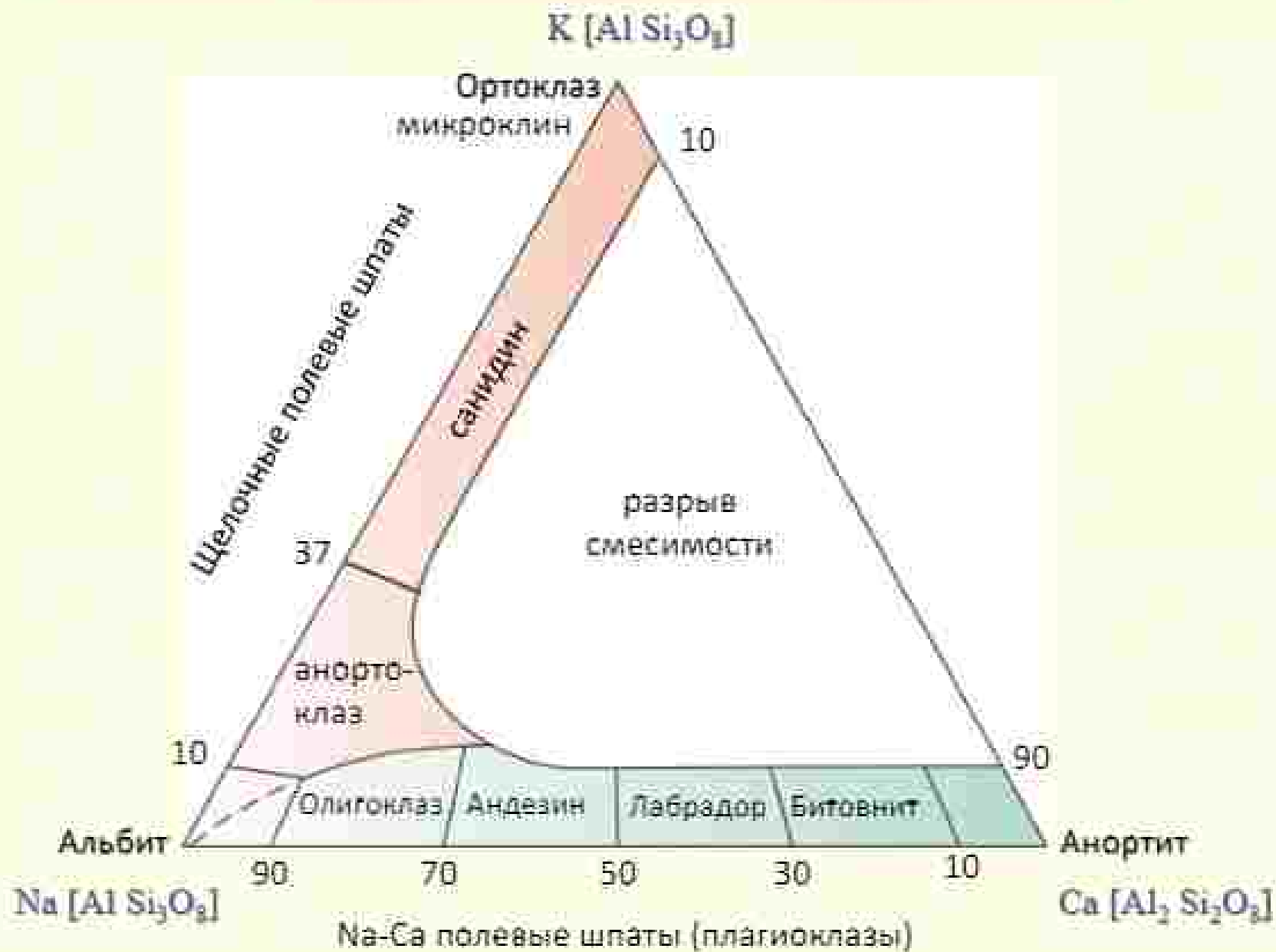


Они образуют комплексные алюмокремниевые радикалы типа $[\text{AlSi}_3\text{O}_8]^{1-}$ или $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]^{2-}$ и др.

Общие физические свойства:

- часто характерны светлые тона – белые, серые, розовые, буроватые, зеленоватые
- твердость $\sim 5,5-6$
- совершенная или несовершенная спайность
- относительно изометричные зерна

группа ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ



Основная часть полевых шпатов — представители твёрдых растворов тройной системы изоморфного ряда:



Выделяют два изоморфных ряда:

- альбит (Ab) — ортоклаз (Or) могут содержать не более 10 % An
- альбит (Ab) — анортит (An) могут содержать не более 10 % Or

Лишь в Na-полевых шпатах, близких к Ab, растворимость Or и An возрастает

серия K-Na ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ



Санидин – устойчив при температуре 900-500 °С

Ортоклаз – устойчив в диапазоне 500° - 300 °С

Микроклин – стабилен ниже 300 °С

Ряд ортоклаз—альбит обычно устойчив при высоких температурах, понижение температуры ведет к выделению альбита в ортоклазе (**пертит**) или ортоклаза в альбите (**антипертит**)

Свойства

- цвет розовый, коричневато-красный, желтоватый, белый, серый, зеленый
- черта белая
- тв. 6, бл. стеклянный
- сп. совершенная по {001} и средняя по {010}
- угол между плоскостями спайности 90°
- изл. ступенчатый, неровный
- пл. 2,55–2,63

Форма выделения

- кристаллы короткопризматические, иногда уплощенные до пластинчатых, ромбоздровидные
- двойники по различным законам
- зернистые агрегаты
- графические срастания с кварцем

Изменения

- выветриваются с образованием каолинита и других глинистых минералов
- при гидротермальных процессах гидролизуются в серицит, каолинит

Диагностические признаки

- от плагиоклазов – по углу между плоскостями спайности (86° у плагиоклазов)
- характеру двойников (простое и перекрестное двойникование)

Образование

- породобразующие минералы кислых и щелочных магматических пород
- пегматиты
- высокотемпературные гидротермальные жилы



Кварц

Ортоклаз

Альбит

Микроклин
Карлсбадский двойник



Амазонит



Микроклин

Альбит





Амазонит

Альбит

Пертиты альбита в микроклине (амазоните)

Альбит

Микроклин



Антипертиты микроклина в альбите



Санидин
уплощенные кристаллы



серия Ca-Na ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ (плагиоклазов)

Альбит – $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Анортит – $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$

Свойства

- цвет белый, сероватый, темно-серый, зеленоватый
- черта белая, пл. 2,6–2,74
- тв. 6–6,5
- бл. стеклянный
- сп. совершенная по {001} и средняя по {010}
- угол между плоскостями спайности 86°

Форма выделения

- кристаллы таблитчатого или призматически-таблитчатого облика
- двойники по различным законам (особенно часты полисинтетические двойники по альбитовому закону)
- зернистые агрегаты

Изменения

- выветриваются с образованием глинистых минералов
- при гидротермальных процессах замещаются цоизитом, эпидотом, кальцитом и др.

Диагностические признаки

- от щелочных полевых шпатов – по характеру двойников (на плоскостях спайности {001} часто видны параллельные двойниковые швы)
- по не прямому углу между плоскостями спайности (86°)

Образование

- породообразующие минералы магматических пород
- пегматиты
- регионально-метаморфическое
- контактово-метасоматическое



Друза пластинчатых кристаллов
альбита



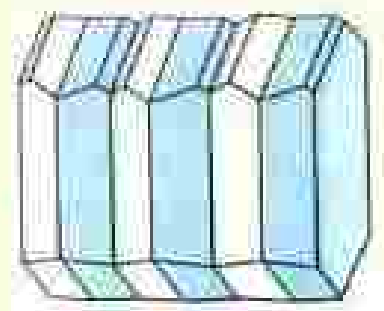
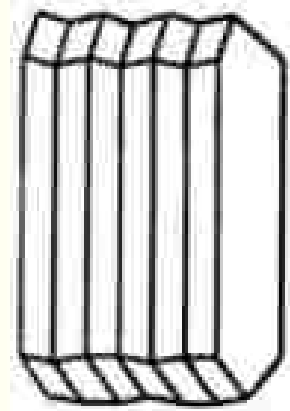
Сросток кристаллов альбита



Микроклин

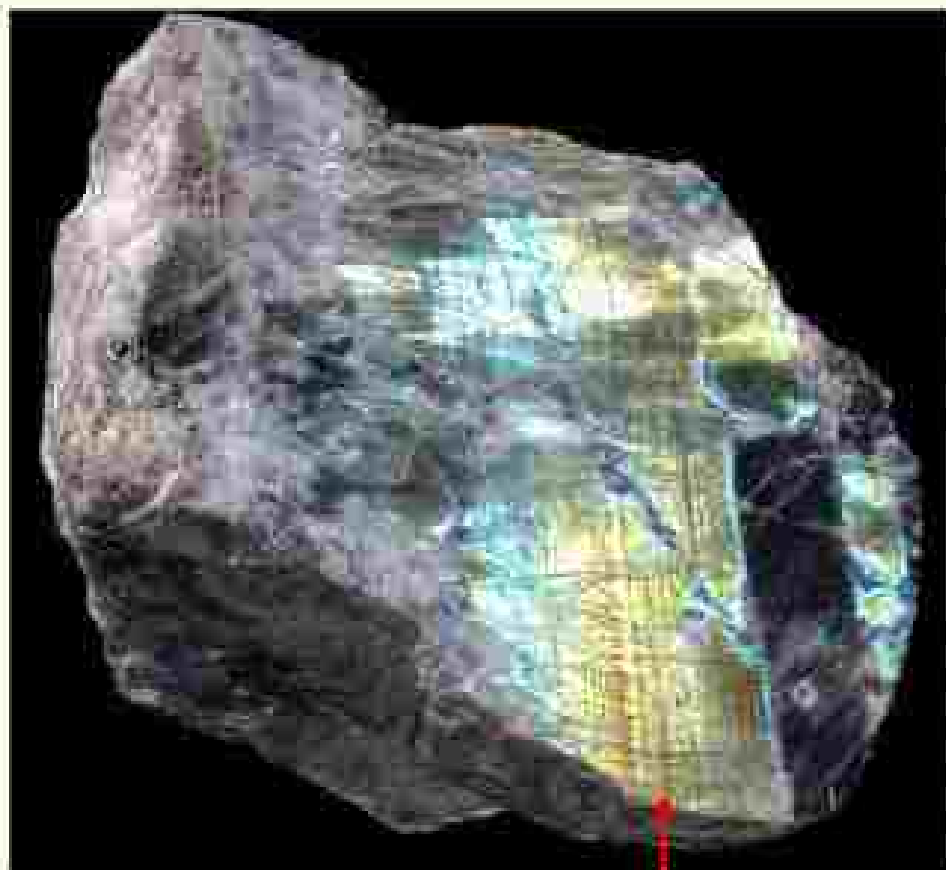
Альбит

Мусковит



Полисинтетические двойники плагиоклазов

Полисинтетическая штриховка на плоскости спайности альбита



Полисинтетическая штриховка на
плоскости спайности лабрадора

Иризация в лабрадоре



Анортит в базальте

группа ФЕЛЬДШПАТОИДОВ

Нефелин – $K Na_3 [AlSiO_4]_4$

Свойства

- серый, грязно-зеленый, мясо-красный до бурого
- черта белая
- тв. **5,5–6**
- сп. несовершенная по {0001}
- бл. жирный, реже стеклянный
- изл. неровный
- пл. 2,6–2,63

Форма выделения

- обособленные изоморфные кристаллы
- призматические кристаллы
- зернистые массы

Изменения

- при гидротермальных процессах замещается полиминеральной смесью красного или белого цвета (гидронефелин или шпреуштейн)
- на поверхности легко выщелачивается и разрушается

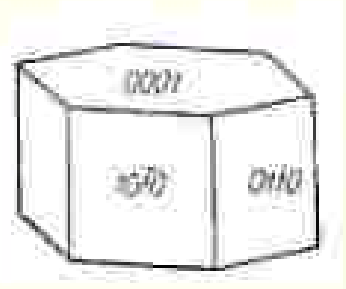
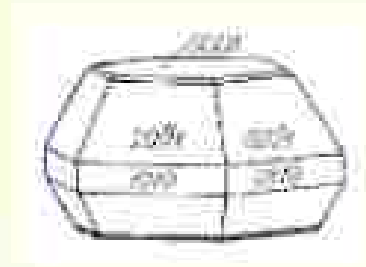
Диагностические признаки

- от полевых шпатов отличается по спайности
- жирному блеску
- от кварца – по твердости
- не встречается в ассоциации с кварцем

Образование

- в щелочных магматических породах и их пегматитах
- при щелочном метасоматозе (фениты и др.)







Частично шпреуштейнизированные кристаллы
нефелина

Минералы со стекляннм блеском

твёрдость меньше 5

	сера	цв. желтый	
	флюорит	тв. 4, сп. по окт.	
	гипс	тв. 2	< p
галог	галит	солёный	сп
	сильвин	горько-солёный	сп
карбонаты	кальцит	с холодной HCl	спайность по ромбоэдру
	магнезит	с горячей HCl	
	доломит	в порошке	
	сидерит	с горячей HCl	
	малахит	с холодной HCl	
слоиые силикаты	мусковит	светлый	
	биотит	черный	
	тальк	тв. 1, жирный на ощупь	
	хлорит	серо-зеленый:	
	серпентин	зеркала скольжения	
	хризотил-асбест	волокнистый	
	каолинит	запах глины	

твёрдость больше 5

оксиды, гидрокс.	корунд	тв. 9
	кварц	тв. 7, штрих. на призм.
	халцедон	тв. 6,5-7 тусклый блеск
	опал	тв. 5-6,5 < p
островные	гранаты	
	оливин	
	эпидот	фисташково-зеленый
цеп.	пироксены	угол сп. ~ 90
лен.	амфиболы	угол сп. 56 и 124
наркасные	K-Na пш	угол сп. ~ 90
	плагиоклазы	полисинт. двойники
	нефелин	бл. жирный, тв. 5,5-6

апатит – тв. 5, сп. несоверш.