

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**  
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Краснодарского края  
**«НОВОРОССИЙСКИЙ КОЛЛЕДЖ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКОНОМИКИ»  
(ГАПОУ КК «НКСЭ»)**

**Практическая работа № 1**  
**«Изучение свойств минералов соединений кремния  
по коллекции минералов»**

**Учебная дисциплина «Химия кремния»**  
в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)  
по специальности 18.02.05 «Производство тугоплавких неметаллических и  
силикатных материалов и изделий»  
(базовая подготовка)  
**Разработчик – Кузьмина Ирина Викторовна**

2023

Цель:

1. Закрепить знания, полученные при изучении соединений кремния.
2. Научиться изучать свойства минералов соединений кремния по коллекции минералов.

## Понятие о минералах

**Раньше** минералы понимались более широко, чем сейчас, и к ним причислялись любые «ископаемые» – различные «земли», почвы, обломки горных пород, торф, каменный уголь, янтарь, окаменевшие остатки животных и растений, нефть, природный газ. Для них допускалось твердое, жидкое и даже газообразное состояние.

**В настоящее время**, согласно А.А. Годовикову, минералом называют химически и физически обособленный в пространстве неорганический продукт природной физико-химической реакции, находящийся в кристаллическом состоянии. К минералам относят кристаллические тела без ограничения размеров индивидов. Это могут быть как кристаллы весом в сотни и тысячи килограммов, так и мельчайшие кристаллические частицы коллоидно-дисперсных систем. Если в аморфном веществе составляющие его атомы, ионы и молекулы располагаются в беспорядке (как груды кирпичей и строительного мусора), то в кристаллическом веществе они располагаются в строгом геометрическом порядке. Если мысленно представить каждый атом или ион кристаллического вещества в виде точки и соединить их условными линиями, то получим бесконечную геометрически правильную кристаллическую решетку (свою для каждого минерала). При этом точки соответствуют узлам этой решетки, а сила химических связей между атомами или ионами условно отражается длиной соединяющей их линии (чем сильнее связь – тем короче линия).



## Минералы соединений кремния

Содержание кремния в земной коре составляет по разным данным 27,6 – 29,5 % по массе. Таким образом, по распространённости в земной коре кремний занимает второе место после кислорода. Концентрация в морской воде 3 мг/л.

В земной коре кремний встречается только в связанном виде. Чаще всего в природе кремний встречается в виде кремнезёма – соединений на основе диоксида кремния (IV) SiO<sub>2</sub> (около 12 % массы земной коры).

Основные **минералы** и горные породы, образуемые диоксидом кремния:

- это песок (речной и кварцевый),
- кварц и кварциты,
- кремень,
- полевые шпаты.

Вторую по распространённости в природе группу соединений кремния составляют **силикаты** и **алюмосиликаты**.

Отмечены единичные факты нахождения чистого кремния в самородном виде. Изотопы и их применение. Кремний состоит стабильных изотопов <sup>28</sup>Si (92,23 %), <sup>29</sup>Si (4,67 %) и <sup>30</sup>Si (3,10 %).

**Простое вещество –  
кристаллический кремний Si**

- тёмно-серого цвета
- полупроводник
- твёрдый
- температура плавления 1415 °С
- имеет металлический блеск.



**Получение кремния**

t

$$\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{Si} \quad (\text{ТБ!})$$

1900°

$$\text{SiO}_2 + 2\text{C} = 2\text{CO} + \text{Si}$$

<p><b>Строение дисиликата</b> [Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]<sup>6-</sup></p>  	<p style="text-align: center;">(SiO<sub>2</sub>)<sub>n</sub></p> <p style="text-align: center;">ρ = 2,65 г/см<sup>3</sup> t<sub>пл</sub> = 1610 °С</p> <p style="text-align: center;">[SiO<sub>4</sub>]<sup>4-</sup></p> 	<p><b>Строение тетрагидрата</b> [Si<sub>4</sub>O<sub>13</sub>]<sup>10-</sup></p> 
		
 <p><b>Кварц</b></p>	<p><b>МИНЕРАЛЫ</b></p>	 <p><b>Халцедон</b></p>
 <p><b>Опал</b></p>	 <p><b>Яшма</b></p>	 <p><b>Агат</b></p>

## Оксид кремния в природе



Горный хрусталь



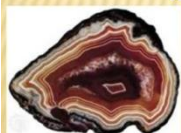
Кварц



Халцедон



Песок, ракушки



Агат



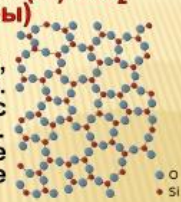
Сердолик



Аметист

## Соединения на основе оксида кремния (IV) SiO<sub>2</sub> (около 12 % массы земной коры)

Диоксид кремния (кремнезём, SiO<sub>2</sub>) – оксид кремния (IV). Бесцветные кристаллы с температурой плавления +1713 ... +1728 °С, нелетучи, практически не растворимы в воде, обладающие высокой твёрдостью и прочностью.



Кварц



Песок



Горный хрусталь



Аметист



Яшма



Халцедон



Сердолик



Агат



Цитрин

## Минерал КВАРЦ



Кварц используют в оптических и электронных приборах, радиоаппаратах, стекольной промышленности.



## Минерал СЛЮДА



На Руси применялась для изготовления окон. В наше время как электроизоляционный и теплозащитный материал; в авиа- и радиотехнике.



## Кремень

скрытокристаллическая разновидность кварца

- SiO<sub>2</sub>
- Оксид кремния
- Просвечивающий на тонком слое
- Блеск –жирный
- Твердость – 6,5 -7
- Спайности нет, Излом – раковистый
- Инертный



## Полевые шпаты

### плагноклазы



Цвет - белый, светло-серый, черный(лабрадор)  
Твердость - 6 - 6,5  
Спайность - совершенная, 2 2-х направлениях

### щелочные полевые шпаты



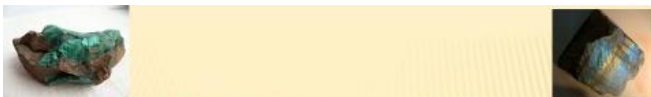
Цвет - бледно-желтый, бледно-розовый, Сероватый, красный  
Твердость - 6 - 6,5  
Спайность - совершенная, 2 2-х направлениях



происхождение

магматическое

метаморфическое



**Полевые шпаты** – группа широко распространённых, в частности – породообразующих минералов из класса **силикатов**. Полевые шпаты – наиболее распространённые породообразующие минералы, они составляют около 50 % от массы Земной коры. Большинство **полевых шпатов** – представители твёрдых растворов тройной системы изоморфного ряда:



**Полевые шпаты** относятся к **силикатам** с кристаллической структурой каркасного типа, это ажурные постройки из кремнекислородных тетраэдров, в которых кремний иногда замещён алюминием. Они образуют довольно однообразные кристаллы моноклинной или триклинной сингоний, в виде немногочисленных комбинаций ромбических призм и пинакоидов. Характерны простые или, в особенности, полисинтетические двойники.



**Полевые шпаты** – белые, желтые – альбит, красные – ортоклаз, зелёные – амазонит, чёрные – лабрадор



**Калиевые полевые шпаты** (кпш) общая формула  $(\text{K,Na})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$



**Островковые силикаты**  $[\text{SiO}_4]^{4-}$



**Анальцит**      **Апофиллит**

**Цеолиты** – это водные **алюмосиликаты** кальция, натрия, калия, бария и некоторых других элементов. В группу цеолитов входит более сорока минералов, которые различаются и по составу (в особенности по количеству молекул воды в кристаллогидрате), и, конечно же, по физическим и химическим свойствам.

**Гейландит**      **Стильбит**

**Сколецит**      **Клиноптилолит**

В общем виде состав **цеолитов** может быть выражен формулой:



где **M** и **D** – одно- и двухвалентные катионы соответственно.

К **цеолитам**, имеющим в настоящее время наибольшую практическую ценность (то есть образующим крупные, почти мономинеральные промышленные скопления и характеризующимся высокой адсорбционной способностью, каталитической активностью, термостойкостью, кислотостойкостью и др.) относятся **клиноптилолит, морденит и шабазит**.

**Клиноптилолит кальция**      **Морденит**

### Классификация цеолитов

Все **природные образования**, составляющие предмет минералогии, так же как и все искусственные вещества в химии, необходимо делить прежде всего на две большие самостоятельные группы:

- **неорганические минералы**, к которым, кроме редко встречающихся самородных элементов, относятся природные соединения (за исключением органических) всех элементов,
- **органические минералы**, представленные разнообразнейшими соединениями углерода (исключение составляют лишь карбонаты и карбиды, относимые к неорганическим соединениям).

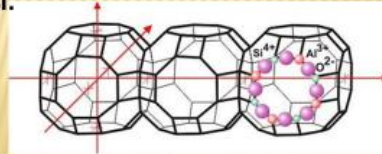
**Цеолиты** относятся к **неорганическим минералам**, меньшая часть – к **органическим**.



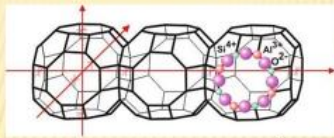
**Ломонит** находится в гидротермально измененных карбонатных породах, часто образуются в результате вторичной минерализации

**Цеолиты** относятся к **неорганическим минералам**. 10 класс. **Силикаты**. Подкласс **D. Силикаты с непрерывными трехмерными каркасами тетраэдров**  $(Si,Al)O_4$  в кристаллических структурах.

Соединения этого подкласса, с химической точки зрения, представляют собой почти исключительно **алюмосиликаты**, т. е. такие соединения, в кристаллических структурах которых участвуют анионные комплексы, состоящие не только из тетраэдров  $SiO_4$ , но и из тетраэдров  $AlO_4$ . При этом число ионов  $Si^{4+}$ , замещенных ионами  $Al^{3+}$ , не превышает половины.



Как правило, устанавливаются стехиометрические соотношения **Si:Al**, равные либо 3:1, либо 1:1, т. е. комплексные анионы чаще соответствуют следующим выражениям:  $Si_3AlO_8$  или  $SiAlO_4(Si_2Al_2O_8)$ .



По структурно-химической классификации **цеолиты** относятся к каркасным алюмосиликатам щелочных и щелочно-земельных элементов.



... По их химическому составу (система Грота).

1. Группа **томсонита (компонита)**. Относящиеся сюда **цеолиты** могут быть рассматриваемы как **водные соли ортокремневой кислоты**. Помимо относящегося сюда ромбического минерала томсонита, сюда принадлежит еще минерал гексагональной системы **гидронефелит** и целый ряд редких, мало изученных цеолитов.



**2. Группа натролита.** Цеолиты этой группы могут быть рассматриваемы, как основные соли метакремневой кислоты. Помимо описанного уже натролита, сюда принадлежат еще **мезолит, сколецит, эдингтонит**. Их взаимные химические отношения ясны из сопоставления их формул:

	Химическая формула	Кристаллическая система
Натролит	$[\text{SiO}_3]_3\text{Al}[\text{AlO}]\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ромбическая или моноклиническая
Мезолит	$[\text{SiO}_3]_3\text{Al}[\text{AlO}]\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $+[\text{SiO}_3]_3\text{Al}[\text{Al}_2\text{OH}]\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Моноклиническая
Сколецит	$[\text{SiO}_3]_3\text{Al}[\text{Al}_2\text{OH}]\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Моноклиническая
Эдингтонит	$[\text{SiO}_3]_3\text{Al}[\text{Al}_2\text{OH}]\text{Ba} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Ромбическая

Из этого сопоставления видно, что по химическому составу мезолит представляет не что иное, как изоморфную **смесь натролита и сколецита**.



**3. Группа анальцима;** сюда относятся средние соли метакремневой кислоты. По своему химическому составу –  $[\text{Si}_3\text{O}_8][\text{SiO}_4]\text{Al}_2\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , следовательно, может быть рассматриваем как гидрат **натрового лейцита**, состав которого может быть выражен формулой  $[\text{Si}_3\text{O}_8][\text{SiO}_4]\text{Al}_2[\text{K},\text{Na}]_2$ , и с которым анальцим имеет и много общего по своему наружному виду.



**4. Группа апофиллита, цеолиты** – по химическому составу – кислые соли метакремневой кислоты. Кроме апофиллита, сюда принадлежат еще редкие минералы: **фюзит, эпистильбит, брюстерит, гейландит**. Химический состав –  $[\text{SiO}_3]_6\text{Al}_2(\text{Ca},\text{Sr})\text{H}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .



**5. Группа инезита, редкого минерала** триклинической системы.



**6. Группа десмина, цеолиты,** являющиеся нейтральными солями поликремневых кислот. Кроме описанных уже десмина, **гармотома**, сюда принадлежат еще изоморфный с гармотомом **филиппсит** (известковый гармотом, хрисанит), а кроме того, триклинические минералы (по внешности псевдотригональные) **гмелинит** и **шабазит**, и целый ряд более редких и мало изученных минералов.



**7. Представитель последней группы цеолитов, ломонтит,** является наиболее легко разрушающимся цеолитом и может быть рассматриваем как основная соль дикремневой кислоты  $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ , так как он теряет остаток воды только при прокаливании.



**Микроскопически (по габитусу) выделяют:**

➤ **волокнистые цеолиты** – натролит, мезолит, томсонит, сколецит, ломонтит, гоннардит, эдингтонит, морденит, эрионит, жисмондин (абразит), феррьерит и другие



**натролит**



**мезолит**



**ТОМСОНИТ**



**СКОЛЕЦИТ**



**ЛОМОНТИТ**



**гоннардит**



**ЭДИНГТОНИТ**

**морденит**

➤ **листовые цеолиты** (или пластинчатые) – стильбит, гейландит, брюстерит и другие



**гейландит**



**брюстерит**



**СТИЛЬБИТ (ДЕСМИН)**

**Габитус**, хабитус (лат. habitus – внешность, наружность), внешний облик человека, его телосложение, конституция, осанка; наружный вид, облик животного или растительного организма, кристалла минерала.

➤ **изометрические цеолиты** – шабазит, филлипсит, гармотом, фюзит, гмелинит, дакиардит и другие.



**шабазит**



**гармотом**



**ГМЕЛИНИТ**



**филлипсит**



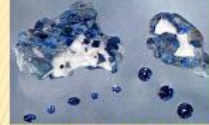
**фюзит**



**ДАКИАРДИТ**

**По происхождению** цеолиты делятся на:

➤ **гидротермальные,**



**бенитоит**



**анальцим**



**натролит**



**апофиллит**

➤ **экзогенные,**

➤ **магматические,**



**анальцим**



**КЛИНОПТИЛОЛИТ**



**КЛИНОПТИЛОЛИТ**



**СТИЛЬБИТ (ДЕСМИН)**



**СТИЛЬБИТ (ДЕСМИН)**

**Расщеплённый стильбит на апофиллите. Индия.**

➤ **реже метаморфические минералы.**



**Аксинит** встречается преимущественно в **контактово-метаморфических** породах, особенно в тех случаях, когда бор привносился в известковые породы



Все **твердые минералы** по своему внутреннему строению делятся на **кристаллические** и **аморфные**.

Химические элементы (атомы, ионы, молекулы), слагающие минералы, могут располагаться друг относительно друга **закономерно**, т.е. на определенном расстоянии и в определенном количественном соотношении. В этом случае образуются кристаллы или минералы **кристаллического строения**. Если же расположение химических элементов **хаотичное (неупорядоченное)** – образуются минералы **аморфного строения**.




**Гидраргиллит**

Столчатые кристаллы розового турмалина

Роль внутреннего строения является определяющей в совокупности свойств минерала. Поэтому в минералогии выделился раздел науки называемый **кристаллографией**. По Дэна – это наука о твердых телах и законах, которые управляют их ростом, внешней формой и внутренней структурой.

Закономерное размещение атомов и ионов заключается в следующем. Атомы и ионы, составляющие минералы располагаются в виде узлов геометрических фигур:



примитивная кубическая упаковка



Гранецентрированная упаковка



Базоцентрированная гексагональная упаковка



Объемноцентрированная кубическая упаковка

## Физические свойства минералов

**Физическими свойствами минералов называются** те, которые проявляются в их физических взаимодействиях с различными объектами. Именно физические свойства **являются важнейшими диагностическими признаками минералов** и **положены в основу их практического определения**. Некоторые из них можно определить лишь в лабораторных условиях. Но есть такие **физические свойства, которые легко определяемым невооруженным глазом или при помощи несложного оборудования**. Умение правильно их определять является ключом к практическому определению большинства наиболее распространенных в природе минералов. К ним относятся:

- **оптические свойства** – прозрачность, цвет, цвет черты, блеск;
- **механические свойства** – твердость, спайность и излом, удельный вес,
- а также некоторые другие из физических свойств (**магнитность, вкус, запах** и т.д.).

**Прозрачность** – способность минерала пропускать свет. В зависимости от степени прозрачности все минералы делятся на **3 группы** (при этом следует иметь в виду, что *границы между ними условные*):

1. **Прозрачные** (сквозь минерал можно легко видеть различные предметы) – горный хрусталь, исландский шпат, топаз и др.
2. **Просвечивающие** или **полупрозрачные** (сквозь минерал виден свет, но контуры предметов уже не различимы) – сфалерит, киноварь и др.
3. **Непрозрачные** – пирит, магнетит, графит и др.

**Цвет.** Наиболее легко определяемый визуально признак. Нередко именно окраска является настолько характерным признаком минерала, что не только позволяет однозначно определить его, но и дает представление о его химическом составе. Например, все водные соли меди имеют яркий зеленый или синий цвет. Не случайно у впервые приступивших к определению минералов студентов наблюдается стремление пользоваться при определении минерала только его окраской, как наиболее простым признаком. Но такой подход является

неправильным, так как один и тот же минерал нередко может иметь различную окраску в зависимости от примесей или дефектов строения его кристаллической решетки. Следует также иметь в виду встречающийся иногда эффект ложной окраски (*побежалости*), появляющейся в результате образования на поверхности минерала тонких плёнок другого вещества, в котором проявляется эффект интерференции. При таком типе окраски мы видим переливающиеся радужные цвета (как в пятнах бензина на воде). Поэтому цветом минералов, как диагностическим признаком, следует пользоваться с осторожностью.

**Цвет черты (цвет минерала в порошке).** Более постоянный и надежный по сравнению с окраской самого минерала диагностический признак. Цвет черты в ряде случаев полностью совпадает с цветом минерала в образце. Но очень многие минералы в мелкораздробленном состоянии имеют цвет, значительно отличающийся от его цвета в монолите. Так пирит соломенно-желтый, а в тонкораздробленном состоянии – черный,

Для определения цвета минерала в порошке совсем необязательно дробить его весь на мелкие части. Для этого достаточно с легким нажимом несколько раз провести минералом по поверхности специальной пластинки из неглазированного фарфора (так называемому бисквиту) и оценить цвет получившейся черты. Следует иметь в виду, что минералы с высокой твердостью (более 6,5) вообще не оставляют окрашенного следа, а оставляют царапину на фарфоровой пластинке. Поэтому говорить, к примеру, о цвете черты алмаза бессмысленно.

**Блеск.** Большинство минералов с различной интенсивностью отражают падающий на них свет, то есть обладают блеском. Характер блеска зависит от того, насколько сильно поверхность минерала отражает падающий свет, каково соотношение отражения, поглощения и пропускания света минералом, как именно отражаемый свет рассеивается. Выделяют следующие виды блеска:

**Металлический** – напоминает блеск полированного металла.

**Полуметаллический** – подобен металлическому, но более тусклый, как у грифеля простого карандаша.

**Алмазный** – сильный блеск, обусловленный неоднократным отражением света от внутренних поверхностей прозрачных и полупрозрачных минералов.

**Стеклянный** – поверхность минерала блестит как стекло. Таким блеском обладает большинство (около 70%) прозрачных и полупрозрачных минералов.

**Перламутровый** – минерал блестит и переливается как поверхность перламутра или жемчуга. Наблюдается у прозрачных и просвечивающих минералов, имеющих тонкое пластинчатое строение. Свет одновременно отражается от множества поверхностей внутри минерала, в результате чего возникают перламутровые «переливы».

**Шелковистый** – обусловлен волокнистым строением минерала, поэтому минеральный агрегат блестит и переливается, как пучок шелковых нитей.

**Жирный** – поверхность минерала кажется смазанной жиром или покрытой маслянистой пленкой. Возникает тогда, когда поверхности минерала покрыта мельчайшими неровностями, рассеивающими отражённый свет неравномерно.

**Смоляной** – блеск, напоминающий блеск застывшей смолы или гудрона. Аналог жирного блеска для минералов с темной окраской.

**Восковой** – полуматовый блеск, напоминающий блеск пчелиного воска, характерный для просвечивающих минералов, равномерно рассеивающих свет.

Наконец, если минерал представлен тонкодисперсными, землистыми массами, то он **не блестит**, т.е. является матовым (мел, каолин, охры). Это происходит потому, что весь свет при отражении рассеивается совершенно равномерно, в результате блеска в обычном смысле слова нет.

**Твердость** – устойчивость минерала к царапанию. Является одним из главных и надежных диагностических признаков минералов. По твердости все минералы условно разделяются на 10 групп, в соответствии с предложенной австрийским минералогом Фридрихом Моосом шкалой твердости. Набор условных эталонов твердости, состоящий из 10 минералов, в его честь получил название **шкалы Мооса** (табл. 1). Минералы в ней подобраны таким образом, что каждый последующий минерал в ней оставляет царапину на предыдущем. Причем получается углубленная царапина, не исчезающая при легком стирании пальцем. Относительная твердость выражается условными единицами твердости от 1 до 10, соответствующими номеру эталонного минерала шкалы Мооса (от самого мягкого до самого твердого).

Таблица 1 – Шкала твердости Мооса (с дополнениями)

Твердость	Минерал шкалы Мооса	Возможная замена
1	Тальк	Грифель мягкого карандаша
2	Гипс	Ноготь
3	Кальцит	Медная монета
4	Флюорит	Железный гвоздь
5	Апатит	Стекло
6	Полевой шпат (ортоклаз)	Стальное лезвие ножа
7	Кварц	Напильник
8	Топаз	
9	Корунд	Наждачная бумага, брусок для заточки ножей
10	Алмаз	Алмазная пилочка для ногтей, алмазный стеклорез

Минерал-эталон, который оставляет на другом царапину, считается более твердым. Если минерал оставляет на другом минерале черту (пишет), то он является более мягким. Твердость определяемого минерала принимают промежуточной между твердостью двух минералов-эталонов – более мягкого и более твердого по сравнению с испытуемым минералом. Например, если определяемый минерал царапается кварцем (7), а сам оставляет царапину на

полевым шпате (6), то его твердость – 6,5 (или 6–7). Минералы с равными значениями твердости не царапают друг друга.

**Спайность и излом.** Спайностью называется способность кристаллов раскалываться (расщепляться) по определенным кристаллографическим направлениям параллельным действительно наблюдаемым или возможным граням кристалла, с образованием ровных блестящих плоскостей скола. Блеск спайных плоскостей особенно хорошо заметен в отраженном свете, если образец поворачивать под разными углами к источнику света. В зависимости от того, насколько легко раскалываются минералы различают следующие степени совершенства спайности (в порядке убывания):

**Весьма совершенная** – спайность в одном направлении, когда минерал очень легко (иногда даже руками) разделяется на все более тонкие пластинки или листочки. При этом получаются ровные зеркально блестящие плоскости спайности.

**Совершенная** – при любом ударе молотком по минералу он рассыпается на обломки, ограниченные ровными плоскостями. Неровные поверхности излома получаются очень редко.

**Средняя** – при раскалывании минерала с одинаковой частотой образуются как ровные спайные поверхности, так и неправильные поверхности излома по случайным направлениям.

**Несовершенная и весьма несовершенная** – при раскалывании минерала подавляющая часть обломков ограничена неправильными неровными поверхностями излома.

Кроме того, спайность в каждом минерале проявляется по определенному числу направлений: одному (слюды), двум (полевые шпаты), трем (кальцит, галит), четырем (флюорит) или шести (сфалерит). Степень совершенства спайности зависит от строения кристаллической решетки каждого минерала, так как разрыв по некоторым плоскостям этой решетки из-за более слабых связей происходит гораздо легче, чем по другим направлениям. В случае одинаковых сил сцепления между атомами по всем направлениям в кристалле, спайность отсутствует.

Неровная поверхность, получающаяся при раскалывании минералов, называется **излом**. Другими словами, **излом** – это способность минералов раскалываться не только по плоскостям спайности, а по сложной неровной поверхности. Различают следующие виды излома:

**Раковистый** – похожий на внутреннюю поверхность раковины (кварц, халцедон, обсидиан). С раковистым изломом кремня человек познакомился в каменном веке – ведь именно этот тип излома дает такие острые режущие края.

**Занозистый** – напоминает поперечный излом древесины и свойственен волокнистым минеральным агрегатам – (асбест, амфиболы)

**Крючковатый** – поверхность излома как бы покрыта мелкими крючками (самородная медь, серебро и другие ковкие металлы)

**Землистый** – поверхность излома матовая и как бы покрыта мелкой пылью (каолин)

**Ровный** – свойственен очень мелкозернистым агрегатам, например, яшмам.

**Ступенчатый** – возникает у минералов с хорошей спайностью.

**Удельный вес (плотность)** – соответствует массе минерала в граммах, заключенной в одном кубическом сантиметре его объема и является важным диагностическим признаком, так как колеблется в широких пределах – от 1,5 (бура, мирабилит) до 19-21 (золото и самородная платина). Важно научиться хотя бы приблизительно определять удельный вес минералов, взвешивая кусок минерала на ладони, чтобы различать минералы *легкие, средние, тяжелые и очень тяжелые*. Средним (типичным для подавляющего большинства минералов) является удельный вес 2,5 – 4.

**Магнитность.** Некоторые минералы обладают магнитностью – т.е. способны действовать на магнитную стрелку компаса (сильно отклоняя ее) или притягиваются магнитом. Магнитных минералов очень мало, поэтому магнитность является очень важным диагностическим признаком, нередко позволяющим сразу установить название минерала.

### **Порядок выполнения работы с образцами учебной коллекции:**

1. Определить форму минеральных агрегатов

2. Установить сколько минералов присутствует в минеральном агрегате.

Для каждого минерала определить:

- форму выделений (хорошо ограненные кристаллы или же зерна без четкой огранки; по форме – изометричные, удлинённые или уплощенные; в случае хорошо ограненных достаточно крупных кристаллов следует попробовать установить сингонию или группу сингоний, основные простые формы);
- оптические свойства: цвет, блеск, цвет черты, прозрачность;
- характер спайности или излома;
- твердость с помощью минералов-эталонов шкалы Мооса либо их заменителей;

После этого нужно попытаться определить минерал с помощью определителя. Каждый минерал необходимо определять только по **совокупности всех признаков**, пользуясь определителями минералов, методом последовательного исключения целых групп минералов, признаки которых не совпадают с признаками определяемого минерала. В первую очередь используются самые очевидные признаки. Если возникла такая необходимость (когда определенные свойства совпадают у нескольких похожих минералов) следует дополнительно определить прочие свойства: магнитность (с помощью компаса), запах (вкус), упругость; проверить, реагирует ли минерал с разбавленной соляной кислотой и т.д.

Ознакомившись с диагностическими свойствами минералов, студенты получают образцы из учебной коллекции и определяют свойства минералов, после чего, используя определитель, диагностируют минералы.

**Силикаты. Минералы (компоненты минералов), содержащие SiO<sub>2</sub>, и их свойства**

**Силикаты Na**

Название	Метасиликат	Бисиликат	Ортосиликат	3-х натриевый бисиликат
Формула	<b>Na<sub>2</sub>O·SiO<sub>2</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>O·2SiO<sub>2</sub></b>	<b>2Na<sub>2</sub>O·SiO<sub>2</sub></b>	<b>3Na<sub>2</sub>O·2SiO<sub>2</sub></b>
Получение	Сплавлением смеси <b>NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> с тонко измельченным <b>SiO<sub>2</sub></b> , взятых в стехиометрических соотношениях.			
Кристаллическая форма	Игольчатые кристаллы	Пластины ромбической системы	Существует в 2-х формах <b>α</b> и <b>β α-960-β</b>	Остроугольные пластинки
Температура плавления (Т), °С	<b>1089</b>	<b>1100</b>	<b>1118</b>	<b>1123</b>
Химическая активность	А) Хорошо растворяются в кипящей воде Б) В органических растворителях не растворяются В) Растворяются в кислотах: <b>Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>+2HCl→2NaCl+H<sub>2</sub>O+SiO<sub>2</sub></b> Г) При выпаривании в водных растворах образуются <u>кристаллогидраты</u> с различным количеством воды			

## Силикаты щелочноземельные металлов

### Силикаты и гидросиликаты Mg

Название	Ортосиликат		Метасиликат	Гидросиликаты	
Формула	<b><math>2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2</math></b>		<b><math>\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2</math></b>	<b><math>3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math></b>	<b><math>3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}</math></b>
Нахождение в природе, разновидности	Минералы				
	Форстерит. Оливин		Энстатит	Тальк	Серпентин
Кристалло-химическое строение	Силикаты с изолированными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ соединен $\text{Mg}^{2+}$ ; Состав выражается формулой <b><math>\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]</math></b> , координационное число = <b>6</b>	Силикаты с изолированными тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ соединен $\text{Mg}^{2+}$ и $\text{Fe}^{2+}$ ; Состав выражается формулой <b><math>(\text{Mg,Fe})_2 \cdot [\text{SiO}_4]</math></b> <b>45-50% MgO</b> <b>8-12% FeO</b>	Одинарные непрерывные цепочки тетраэдров; ромбическая система; существует в $\alpha$ и $\beta$ формах. Состав выражается формулой <b><math>\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]</math></b>	Непрерывные слои кремнекислородных тетраэдров; Моноклинная система; Состав выражается формулой <b><math>\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot [\text{OH}]_2</math></b>	Слоистая структура, состав выражается формулой <b><math>\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}] \cdot [\text{OH}]_8</math></b>
Кристаллическая форма	Белое, иногда светло-серое вещество со стекляннм блеском	Прозрачное светло-зеленое вещество	Различные оттенки, стекляннм блеск	Листовые агрегаты или массы белого цвета, иногда с оттенком, мягкий на ощупь	Цвет желтый, иногда зеленый или серый

Температура плавления (Т), °С	1890	1890	1260	1600	1600
Химическая активность	С концентрирован $\text{H}_2\text{SO}_4$ образует студень; $\text{HCl}$ разлагается		В кислотах не растворяется	Разлагается $\text{HF}$ и концентрированной $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; при прокаливании дегидратируется	Разлагается концентрированной $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; при нагревание частично теряет воду; при прокаливании разлагается
Получение	Искусственно получается <u>при медленном охлаждении</u> расплава содержащего <b>57 % MgO и 43 % SiO<sub>2</sub></b>		Искусственно получается <u>при сплавлении MgO и SiO<sub>2</sub></u> в стехиометрических соотношениях	Образуется из оливина при действии <b>CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O</b>	
Применение	Для изготовления специальных огнеупорных изделий	Огнеупорная и ювелирная промышленность	В керамике, огнеупорных изделиях, специальных массах	Керамические изделия, огнеупорные ткани, в асбесто-шиберном производстве	



## Силикаты Са

Название	<b>Трехкальцевый силикат</b>	<b>Двухкальцевый силикат</b>	<b>Трехкальцевый-двусиликат</b>	<b>Метасиликат</b>
Формула	<b><math>3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>3\text{CaO}\cdot 2\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2</math></b>
Кристаллическая форма	Прямоугольные кристаллы Гексагональная система, ярко выражена спайность	Существует в 4 -х формах <b><math>\alpha, \alpha', \beta, \gamma</math></b> - каждая устойчива в определенном температурном интервале	Ленточные и цепочные тетраэдрические структуры	Существует в 2-х разновидностях <b><math>\alpha</math></b> и <b><math>\beta</math></b> ; ленточная структура
Нахождение в природе	В чистом виде не встречаются	Минералы: -бредигит, - ларнит	В чистом виде не встречается	Минерал: – волластонит. (образуется в местах соприкосновения известняков с вулканическими горными породами)
	Являются вредными примесями и образуются в металлургических шлаках, при производстве цемента			
Получение	Термической обработкой стехиометрической смеси <b><math>\text{SiO}_2</math></b> и <b><math>\text{CaO}</math></b> (очень затруднителен, поскольку из расплава образуется в смеси с другими веществами)	Термической обработкой стехиометрической смеси	Образуется во время длительной выдержки расплава соответствующего состава при температуре= <b><math>1470^\circ\text{C}</math></b>	Термической обработкой стехиометрической смеси
Химическая активность	<b><math>\text{HCl}</math></b> разлагается; в воде гидратируется	В воде гидратируется, что приводит к упрочнению цементного камня	При температуре плавится с разложением	Разлагается в растворах кислот

## Силикаты Al

Название	<b>Силлиманит</b>	<b>Дистен</b>	<b>Андалузит</b>	<b>Муллит</b>
Формула	<b><math>Al_2O_3 \cdot SiO_2</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot SiO_3</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot SiO_2</math></b>	<b><math>3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2</math></b>
Получение	Искусственно получить не удалось, так как при прокаливании превращаются в муллит			Можно получить искусственным путем при смешении и нагревании до <b><math>T=1545-1910</math> °C</b> сырьевых материалов в стехиометрических соотношениях с добавлением минерализаторов (ускоряет процесс)
Кристалло-химическая формула	<b><math>Al[AlSiO_5]</math></b> ; бесцветные, либо желто-серое, иногда бурые, волокнистые призматические или игольчатые агрегаты ромбической системы, при <b><math>T=1545</math> °C</b> превращается в муллит	<b><math>Al_2[SiO_4]O</math></b> ; синевато-просвечивающийся минерал, стеклянный блеск, удлинённые пластинки	<b><math>Al_2[SiO_4]O</math></b> ; прямоугольные ромбические призмы; окрашен в тусклые красновато-зелено-серые тона, стеклянный блеск, при <b><math>T=1350-1400</math> °C</b> превращается в муллит	Кристаллизуется в ромбической системе в виде прозрачных, бесцветных, удлинённых игольчатых кристаллов
Нахождение в природе	Встречается в виде включений <u>гнейсах</u> и <u>кварцевых жилах</u> (сланцах)	Встречается в местах соприкосновения, изверженные горных пород и глинистых сланцев.		Впервые был найден в Шотландии на острове Мулл

Название	<b>Силлиманит</b>	<b>Дистен</b>	<b>Андалузит</b>	<b>Муллит</b>
Формула	<b><math>Al_2O_3 \cdot SiO_2</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot SiO_3</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot SiO_2</math></b>	<b><math>3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2</math></b>
Химическая активность	Кислоты не действуют. Щелочи и карбонаты при сплавлении с ним разлагают его, образуя алюминат и силикат натрия	В кислотах не растворяется	Подобен силлиманиту	Кислоты не действуют; разлагается в щелочах
Применение	Материал для высокоогнеупорных керамических изделий; пирометрических трубок	Высокоглиноземистое сырье при производстве фарфора, огнеупорных, кислотоупорных изделий; специальные электроизоляторы, тигли и т.д.	Изготовление огнеупоров, пирометрические трубки и т.д.	Повышает хим. стойкость термостойкость, огнеупорность керамических изделий.

## Гидросиликаты Al

Название	<b>Пирофиллит</b>	<b>Каолинит</b>	<b>Галлуазит</b>	<b>Монтмориллонит</b>
Формула	<b><math>Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O</math> (от 3 до 10 % MgO)</b>
Кристалло-химическая формула	<b><math>Al_2[Si_4O_{10}] \cdot [OH]_2</math>;</b> моноклинная система; пластинчатые агрегата белого цвета с желтым или зеленым оттенком, стеклянный блеск	<b><math>Al_4[Si_4O_{10}] \cdot [OH]_8</math>;</b> слоистая структура, мелкие пластинки склеенные в отдельные комочки, либо рыхлые землистые массы белого цвета, примеси окрашивают в желтый и серый цвет	<b><math>Al_4[Si_4O_{10}] \cdot [OH]_8 \cdot 4H_2O</math>;</b> отличается от каолинита большим содержанием воды, строением, свойствами; это белая тонкодисперсная масса, входит в состав глин	Кристаллы имеют вид тончайших призм или волокон, содержание воды не постоянно; это тонкодисперсная землистая масса белого цвета иногда с оттенком
Химическая активность	При прокаливании до <b>T=400-800 °C</b> теряет часть воды, свыше <b>1150 °C</b> превращается в муллит с выделением аморфного <b>SiO<sub>2</sub></b> , в кислотах не растворяется	При обычных температурах минеральные кислоты не действуют; при кипячении разлагается; конц. <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> дегидратируется; реагирует с расплавленными щелочами и карбонатами щелочных металлов, при нагревания разлагается	При смешении с <b>H<sub>2</sub>O</b> пластичной массы не образует, при температуре дегидратируется в 2-е стадии: 1) при <b>T=50–100 °C</b> удаляется половина <b>H<sub>2</sub>O</b> и превращается в метгаллуазит 2) при <b>T=500–600 °C</b> теряется <b>H<sub>2</sub>O</b> и образуются оксиды	Высокая поглощательная способность, свойства аналогичны галлуазиту

Название	<b>Пирофиллит</b>	<b>Каолинит</b>	<b>Галлузит</b>	<b>Монтмориллонит</b>
Формула	<b><math>Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O</math></b>	<b><math>Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O</math> (от 3 до 10 % MgO)</b>
Получение	Искусственно получают нагревая до <b>400 °С</b> в автоклаве смеси из одной части <b><math>Al_2O_3</math></b> и четырех частей <b><math>SiO_2</math></b> в водной щелочной среде	Искусственно получают выдерживая смесь глинозема, кремнезема с водой в течении <b>24</b> суток при нагревании и под давлением или из тонко измельченного полевого шпата действуя <b>0,5–1</b> н. раствором <b>HCl</b> при температуре в течении <b>300</b> часов под давлением		Нагреванием смеси гидроксида и кремнезема под давлением в щелочной среде
Применение	Сырье для изготовления электроизоляторов и огнеупоров; в качестве наполнителя в бумажном и резиновом производствах	Керамическая, огнеупорная промышленность (белой глина)		Глины обладают высокой поглотительной способностью. Применяются при очистке нефтепродуктов; при отделке и обезвоживании шерсти; при крашении ткани; как наполнитель в резиновом, мыловаренном, косметическом и бумажном производствах и т.д.

### Алюмосиликаты Ca

Название	Алюмобисиликат кальция	Двухкальцевый алюмосиликат
Формула	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	$2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$
Минералы	Анортит	Геленит
Кристалло-химическая формула	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ игольчатые кристаллы; в природе встречается в известняках	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ игольчатые кристаллы; в природе встречается в известняках
Кристаллическая форма	Светлая окраска; стеклянный блеск	
Температура плавления (Т), °С	<b>1550</b>	<b>1590</b>
	Природные плавятся при более низких температурах (из-за примесей)	
Химическая активность	Горячей $\text{H}_2\text{O}$ частично разлагается; разлагается карбонатами; в кислотах разлагается с выделением водного $\text{SiO}_2$ . при выветривании превращается в каолинит и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	Разлагается $\text{HCl}$ с образованием хлорида кальция и алюминия и выделением водного $\text{SiO}_2$
Применение	Тоже что и у других полевых шпатах	В качестве плавней в тонкой керамике; при изготовлении кислотоупорных и специальных масс; в качестве заменителя щелочей при производстве стекла
Получение	Образуется в огнеупорной футеровке доменных печей	Образуется в доменных шлаках и цементных клинкерах

### Полевошпатовые алюмосиликаты

Название	<b>Нефелин</b>	<b>Альбит</b>	<b>Калиевый нефелин</b>	<b>Лейцит</b>	<b>Ортоклаз</b>	<b>Микроклин</b>
Формула	<b><math>\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2</math></b>	<b><math>\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2</math></b>
Кристаллохимическая формула	<b><math>\text{Na}[\text{AlSiO}_4]</math></b> непрерывные трехмерные каркасы из тетраэдров, гексагональная система	<b><math>\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]</math></b> каркасная структура, моноклинная система	<b><math>\text{K}[\text{AlSiO}_4]</math></b> каркасная структура, гексагональная система	<b><math>\text{K}[\text{AlSi}_2\text{O}_6]</math></b> каркасная структура, моноклинная система	<b><math>\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]</math></b> каркасная структура, моноклинная система	<b><math>\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]</math></b> каркасная структура, триклинная система
Физические свойства	С калиевым нефелином образует при высоких температурах твердые растворы, белого цвета со стеклянным блеском; примеси окрашивают в различные тона; <b><math>T_{\text{плав}}=1526^\circ\text{C}</math></b> может существовать в <b><math>\alpha</math></b> и <b><math>\beta</math></b> формах, устойчива <b><math>\beta</math></b> форма, при <b><math>T=1248^\circ\text{C}</math></b> превращается в <b><math>\alpha</math></b>	Обычно белый, примеси окрашивают в желтые и розовые тона <b><math>T=1120^\circ\text{C}</math></b>	Подобен натриевому	Существует в 2-х формах <b><math>\alpha</math></b> и <b><math>\beta</math></b> . <b><math>\beta</math></b> форма устойчива при низких температурах. Серого цвета со стеклянным блеском, хрупкий, легко выветривается	Окрашен примесями в различные тона; <b><math>T=1200-1530^\circ\text{C}</math></b> при расплавлении и быстром охлаждении образует стекло	Подобен ортоклазу, стеклянный блеск
Химичес-		При расплавлении и быстром охлаждении	Подобен натриевому		В тонко измельченном виде при <b><math>T=200-350^\circ\text{C}</math></b> под давлением разлагается водой; разлагается <b><math>\text{CO}_2</math></b>	

кая актив- ность	<b>HCl</b> разлагает с выделением <b>SiO<sub>2</sub></b> в виде студня	превращается в бесцветное стекло; в холодной воде не растворяется ; растворяется в горячей воде под давлением; щелочи разлагают при нагревании; кислоты не действуют		<b>HCl</b> разлагает с выделением <b>SiO<sub>2</sub></b> в виде студня	в водных растворах; разлагается в щелочах и карбонатах, в кислотах не разлагается
Получение	Искусственно получают сплавлением смеси соды ( <b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> ) глинозема( <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> ) и кремнезема( <b>SiO<sub>2</sub></b> ).	Искусственно получают при длительном нагревании тонко измельченной смеси глинозема, кремнезема, соды.	Подобен натриевому	Сплавлением тонко измельченной смеси соответствующего состава	
Применение	Заменитель щелочей при изготовлении бутылочного стекла; керамических масс; для получения <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	В керамике в качестве плавня	Подобен натриевому	Находясь в почве, реагирует с Na содержащими растворами, что приводит к повышению плодородия почв	В стекольной промышленности в качестве заменителя щелочей; в тонкой керамике в качестве плавней



### Алюмосиликаты Ca

Название	Алюмобисиликат кальция	Двухкальцевый алюмосиликат
Формула	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	$2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$
Минералы	Анортит	Геленит
Кристалло-химическая формула	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ игольчатые кристаллы; в природе встречается в известняках	$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ игольчатые кристаллы; в природе встречается в известняках
Кристаллическая форма	Светлая окраска; стеклянный блеск	
Температура плавления (Т), °С	<b>1550</b>	<b>1590</b>
	Природные плавятся при более низких температурах (из-за примесей)	
Химическая активность	Горячей $\text{H}_2\text{O}$ частично разлагается; разлагается карбонатами; в кислотах разлагается с выделением водного $\text{SiO}_2$ . при выветривании превращается в каолинит и $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	Разлагается $\text{HCl}$ с образованием хлорида кальция и алюминия и выделением водного $\text{SiO}_2$
Применение	Тоже что и у других полевых шпатах	В качестве плавней в тонкой керамике; при изготовлении кислотоупорных и специальных масс; в качестве заменителя щелочей при производстве стекла
Получение	Образуется в огнеупорной футеровке доменных печей	Образуется в доменных шлаках и цементных клинкерах

## Слюды

Название	<b>Мусковит</b>	<b>Биотит</b>
Формула	<b><math>K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O</math></b>	<b><math>K_2O \cdot 6(Mg, Fe)O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O</math></b>
Кристаллохимическая формула	<b><math>[Al \cdot Si_3O_{10}]^{-5}</math></b> соединенные <b><math>Al^{+3}</math>, <math>K^+</math>, <math>OH^-</math></b> , (которые удаляются при прокаливании в виде <b><math>H_2O</math></b> ); бесцветные или с желтым оттенком	<b><math>K(Mg, Fe)_3[Al \cdot Si_3O_{10}] \cdot [OH, Fe]_2</math></b> пластинчатые агрегаты, окраска темно-бурая, темно-зеленая, черная
Нахождение в природе	Широко распространены среди кристаллических (граниты, пегматиты, гнейсы и др.) и другие осадочных (глины, пески и др.) горных пород	
Применение	Подобен полевым шпатам	
Химическая активность	Кислоты почти не действуют ; при нагревании разлагаются, выделяя <b><math>H_2O</math></b> ; продукты разложения обладают высокими тепло и электроизоляционными свойствами	В керамическом сырье и в стекловаренных песках является вредной железосодержащей примесью
<b>Гидрослюды</b>		
<b>Монотермит</b>	Состав не постоянен и приблизительно выражается формулой: <b><math>KAl_2[(Si, Al)_4O_{10}] \cdot [OH]_2 \cdot H_2O</math></b> ; элементы <b><math>H_2O</math></b> удаляются в два приема	
<b>Вермикулит</b>	<b><math>(Mg, Fe^{2+}, Fe^{3+})_3[(Si, Al)_4O_{10}] \cdot [OH]_2 \cdot 4H_2O</math></b> при нагревании образует нити бурого цвета; при <b><math>T=900-1000^\circ C</math></b> увеличивается в <b>15-25</b> раз в объеме; обожженные массы плавают в воде; используются как изоляционный материал и наполнитель при получении легких бетонов	
<b>Глауконит</b>	<b><math>K(Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al, Mg)_{2-3}[Si_3(Si, Al)O_{10}] \cdot [OH]_2 \cdot H_2O</math></b> зеленого или темно-зеленого цвета; матовый блеск; разлагается в <b><math>HCl</math></b> ; используется для удобрения почв; как краска зеленого цвета и <u>смягчитель жестких вод.</u>	

