

Химический элемент, минерал, горная порода

Лекция 6
27 октября 2015 г.

Вивианит

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Принципы классификации минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Галоиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Принципы классификации минералов
- Галоиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)

- В коре – 93 химических элемента
- Элементы состоят из изотопов
- Моноизотопы: Na, Mn, F, P, Au
- Кларк определил распространенность в земной коре 50 наиболее распространенных элементов (1989 г.)

**Весовые кларки наиболее распространенных химических элементов
земной коры**

Химический элемент	Кларк, вес. %			
	по Ф. Кларку (1924)	по А. П. Вино- градову (1962)	по В. Мейсо- ну(1971)	по А. А. Яро- шевскому (1988)
Кислород	49,52	49,13	46,60	47,90
Кремний	25,75	26,00	27,72	29,50
Алюминий	7,51	7,45	8,13	8,14
Железо	4,70	4,20	5,00	4,37
Кальций	3,29	3,25	3,63	2,71
Натрий	2,64	2,40	2,83	2,01
Калий	2,40	2,35	2,59	2,40
Магний	1,94	2,35	2,09	1,79
Водород	0,88	0,15	—	0,16
Титан	—	0,61	—	0,52
Углерод	—	0,36	—	0,27

Силикатный анализ горной породы

ИНСТИТУТ ЗЕМНОЙ КОРЫ СО РАН АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	MN-13-2002	MN-13-2025	MN-13-2028	MN-13-2057	MN-13-2147	MN-13-2148	MN-13-2149	MN-13-2150	MN-13-2152	MN-13-2153
SiO ₂	47,17	44,83	45,58	47,73	48,81	48,77	46,89	45,92	46,89	46,30
TiO ₂	2,65	3,15	2,95	2,96	2,11	2,13	2,03	2,25	2,31	2,10
Al ₂ O ₃	13,32	12,28	12,74	13,87	14,95	14,59	13,73	14,87	15,27	14,51
Fe ₂ O ₃	4,09	3,76	3,75	6,21	2,24	3,10	3,25	4,00	1,98	3,03
FeO	6,00	6,73	6,58	4,31	7,01	6,46	6,4	5,49	7,55	6,10
MnO	0,13	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,13	0,13
MgO	9,98	10,65	10,87	7,33	7,14	7,05	10	7,54	7,81	9,20
CaO	7,05	7,79	7,60	7,77	7,32	7,78	8,74	7,95	8,75	9,03
Na ₂ O	4,34	4,68	4,59	4,91	4,33	3,49	2,77	4,27	3,22	2,91
K ₂ O	3,16	3,11	3,04	2,91	1,86	2,75	1,84	1,61	1,99	1,94
P ₂ O ₅	1,26	1,25	1,26	1,12	0,74	0,82	0,64	0,65	0,67	0,70
H ₂ O ⁻	0,12	0,25	0,12	0,10	0,39	0,49	0,56	0,77	0,55	0,60
ППШ	0,51	1,32	0,52	0,61	2,86	2,29	2,92	4,64	2,85	3,01
CO ₂	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0,08	0,19	<0.06	0,12	0,14
Сумма	99,78	99,94	99,74	99,95	99,88	99,93	100,10	100,09	100,09	99,70

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главные элементы и оксиды (окислы)
- **Что такое минерал?**
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Принципы классификации минералов
- Галоиды и оксиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Определения

- **Минералами** называются природные химические соединения или отдельные элементы, однородные по составу и внутреннему строению, образующиеся в результате различных физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на ее поверхности.
- **Минералогия** – наука, изучающая состав, свойства, строение и условия образования минералов.

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- **Физические свойства минералов**
- Происхождение минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Принципы классификации минералов
- Галоиды и оксиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Физические свойства минералов

Физические свойства минералов обусловлены кристаллической структурой и химическим составом.

Различают *скалярные* физические свойства минералов, не зависящие от кристаллографического направления, и *векторные*, величина которых зависит от кристаллографического направления.

Скалярное свойство – плотность

Векторное свойство - твёрдость, кристаллооптические показатели.

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

При визуальной диагностике минералов в полевых условиях определяется форма кристаллов (габитус), цвет, блеск, спайность, твердость, плотность.











Габитус кристаллов – внешний вид, определяемый преобладающим развитием граней тех или иных простых форм. Примеры: призматический, дипирамидальный, ромбоэдрический, кубический и др.

Физические свойства минералов

Механические свойства: твердость, хрупкость, ковкость, спайность, отдельность, излом, гибкость (сопротивление излому), упругость.

Твердость определяется по шкале Мооса. Самым твёрдым эталонным минералом является алмаз (10 по шкале Мооса, с абсолютной твёрдостью 1600, может резать стекло), а самым мягким - тальк (1 по шкале Мооса, с абсолютной твёрдостью 1, царапается ногтем).

Грубая сравнительная оценка твёрдости материалов по системе мягче-твёрже.

Твёрдость по Моосу	Эталонный минерал	Абсолютная твёрдость	Изображение	Обрабатываемость	Другие минералы с подобной твёрдостью
1	Тальк ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$)	1		Царапается ногтем	Графит
2	Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)	3		Царапается ногтем	Галит , хлорит , слюда
3	Кальцит ($CaCO_3$)	9		Царапается медью	Биотит , золото , серебро
4	Флюорит (CaF_2)	21		Легко царапается ножом, оконным стеклом	Доломит , сфалерит
5	Апатит ($Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$)	48		С усилием царапается ножом, оконным стеклом	Гематит , лазурит
6	Ортоклаз ($KAlSi_3O_8$)	72		Царапает стекло. Обрабатывается напильником	Опал , рутил
7	Кварц (SiO_2)	100		Поддаётся обработке алмазом, царапает стекло	Гранат , турмалин
8	Топаз ($Al_2SiO_4(OH, F)_2$)	200		Поддаётся обработке алмазом, царапает стекло	Берилл (гелиодор, аквамарин, изумруд), шпинель ,
9	Корунд (Al_2O_3)	400		Поддаётся обработке алмазом, царапает стекло	Разновидности корунда - (Сапфир , рубин), карбид вольфрама
10	Алмаз (C)	1600		Царапает стекло	Эльбор

Физические свойства минералов

Спайность — способность минерала раскалываться по определённым кристаллографическим направлениям.

Излом — специфика поверхности минерала на свежем не спайном сколе.

Побежалость — тонкая цветная или разноцветная плёнка, которая образуется на выветрелой поверхности некоторых минералов за счёт окисления.

Хрупкость — прочность минеральных зёрен (кристаллов), обнаруживающаяся при механическом раскалывании. Твёрдые минералы могут с лёгкостью раскалываться, то есть быть хрупкими (например, алмаз)

Физические свойства минералов

Удельная плотность (масса на единицу объема) - отношение плотности минерала к плотности воды. Силикаты и карбонаты имеют удельную плотность в диапазоне 2.5-3.5. Высокую удельную плотность имеют оксиды и сульфиды. Гематит, Fe_2O_3 , имеет удельную плотность 5.26, галенит, PbS , - 7.2-7.6. Удельная плотность самородного золота достигает 19.3.

Оптические свойства

Блеск — световой эффект, вызываемый отражением части светового потока, падающего на минерал. Зависит от отражательной способности минерала.

Цвет — зелёный малахит, синий лазурит, красная киноварь), окраска может варьировать в зависимости от примесей элементов-хромофоров.

Цвет черты — цвет минерала в тонком порошке, обычно определяемый царапанием по шершавой поверхности фарфорового бисквита.

Преломление, дисперсия и поляризация - оптические константы: *показатель преломления, угол между оптическими осями, оптический знак кристалла, ориентация оптической индикатрисы* и др.

Магнитность зависит от содержания главным образом двухвалентного железа, обнаруживается при помощи обычного магнита.

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- **Происхождение минералов**
- Принципы классификации минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Галоиды и оксиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Происхождение минералов

1. Путем кристаллизации природных силикатных расплавов — магм — при понижении их температуры ниже точки затвердевания.
2. Посредством отложения минерального вещества из водных растворов, истинных или коллоидных. Такие растворы могут быть горячими (гидротермальными) или холодными (растворы соляных озер).
3. В результате реакционного взаимодействия между растворами и горными породами, а также благодаря диффузионным процессам, протекающим в твердом состоянии.
4. Из газовой фазы. Например, из вулканических газов (фумарол) растут кристаллы самородной серы.

Каждый минерал устойчив в определенных термодинамических условиях, при изменении которых он разрушается и переходит в новое состояние, устойчивое в новых условиях.

Происхождение минералов

Парагенезисом называют совместное нахождение минералов, обусловленное общностью их происхождения.

Можно говорить о минеральных ассоциациях магматических, осадочных образований, ассоциациях кор выветривания и т. д. Детализация минералогических исследований позволила выделить парагенетические ассоциации, характерные для определенных типов месторождений полезных ископаемых и даже отдельных типов руд. Например, для хромитовых месторождений собственно магматического происхождения характерна ассоциация хромита и серпентина, для сульфидных медно-никелевых месторождений — ассоциация пирротина, пентландита, халькопирита, магнетита, минералов платины и палладия, для сурьмяно-ртутных месторождений — ассоциация киновари, антимонита, флюорита и т. д.

Анализ парагенетических соотношений минералов является ключом к расшифровке всякого процесса минералообразования. Кроме того, изучение парагенетических ассоциаций минералов имеет важное значение для промышленной оценки месторождений полезных ископаемых.

Наиболее распространенными и устойчивыми формами парагенетических ассоциаций минералов являются горные породы.

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- **Принципы классификации минералов**
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Галоиды и оксиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Принципы классификации минералов

В настоящее время в земной коре выявлено около 3000 минеральных видов, из которых только около 70 являются распространенными и входят в состав горных пород, слагающих земную кору. Эти минералы называют **породообразующими**.

Абсолютное большинство минералов являются твердыми кристаллическими телами, и только незначительное число минералов встречается в твердом аморфном (опал, лимонит), жидком (вода, ртуть) и газообразном (углекислый газ, сероводород) состояниях.

Твердые кристаллические минералы обладают закономерным внутренним строением, выражающимся в наличии у них *кристаллических решеток* — однородных бесконечных векториальных построений, в которых материальные точки (атомы, ионы и их группы) занимают строго определенные, геометрически закономерные места в пространстве, называемые узлами решеток.

Классификация минералов (упрощенный вариант)

Тип	Класс	Подкласс	Примеры минералов
1. Простые вещества (самородные элементы)			Сера, графит, алмаз, медь, золото
2. Сернистые соединения и их аналоги	Сульфиды		Пирит, марказит, халькопирит, галенит, сфалерит
3. Галоидные соединения	Хлориды		Галит, сильвин, карналлит
	Фториды		Флюорит
4. Кислородные соединения	Оксиды и гидроксиды		Кварц, гематит, магнетит, корунд, халцедон, опал, лимонит
	Силикаты и алюмосиликаты	Островные	Оливин, гранат
		Кольцевые	Берилл
		Цепочные	Пироксены (авгит)
		Ленточные	Амфиболы (роговая обманка)
		Слоевые (листовые)	Тальк, серпентин, хлорит, слюды (мусковит, биотит), каолинит
		Каркасные	Полевые шпаты, нефелин
	Карбонаты		Кальцит, доломит, магнезит
	Сульфаты		Гипс, ангидрит, барит
Фосфаты		Апатит	
Вольфраматы и молибдаты		Вольфрамит, шеелит	

Распространенные минералы

Подклассы

1. *Координационный* — характеризуется равномерным распределением атомов, ионов и химических связей в кристаллических структурах.
2. *Островной* — отличается наличием в структуре обособленных групп атомов (радикалов), связи внутри которых всегда более прочные, чем связи их с окружающими структурными единицами.
3. *Кольцевой* — характеризуется объединением изолированных групп атомов в кольца различной конфигурации — трех-, четырех-, шести- и восьмичленные.
4. *Цепочечный* — отличается ярко выраженной линейной направленностью наиболее прочных связей в кристаллической решетке. Для него характерно наличие «бесконечных» групп атомов, расположенных в виде цепочек. При этом связи внутри цепочек всегда более прочные, чем между ними. Цепочки могут быть как одиночными, так и сдвоенными. Такие сдвоенные цепочки также называют *лентами*, а структуры, для которых они характерны, — *ленточными*.
5. *Слоевой* (листовой) — характеризуется двумерным распределением наиболее прочных связей в структуре, то есть расположением структурных единиц (атомов, радикалов) в плоскости. Отсюда наличие в них группировок атомов, составляющих «бесконечные» слои, связи между которыми всегда менее прочные, чем внутри них. В поперечном сечении слои могут быть простыми, состоящими из одной сетки атомов, или сложными, состоящими из нескольких плоских сеток.
6. *Каркасный* — возникает в том случае, когда образующие кристаллическую структуру радикалы через общие вершины соединяются друг с другом в виде трехмерного каркаса. Характеризуется равномерным распределением в пространстве прочнейших химических связей. Основой кристаллической структуры является радикал $[\text{SiO}_4]^{4-}$, или *кремнекислородный тетраэдр*.

Принципы классификации минералов

Полиморфизм - свойство соединений и простых веществ кристаллизоваться в зависимости от внешних условий в различных структурных типах. Полиморфизм широко распространен в мире минералов. Яркий пример этого явления представляют полиморфные модификации углерода — графит и алмаз. Графит кристаллизуется в гексагональной сингонии, алмаз — в кубической и требует для своего образования высокого давления. Полиморфные модификации минералов: дистен и силлиманит, кальцит и арагонит, пирит и марказит.

Изоморфизм - явление взаимного замещения атомов, ионов или их групп в кристаллических решетках минералов без нарушения их строения. Образующиеся при этом вещества называются изоморфными смесями, или твердыми растворами.

В зависимости от количественных соотношений замещающих друг друга единиц различают изоморфизм полный, или совершенный, и неполный, или несовершенный. В случае *полного изоморфизма* смешимость компонентов возможна в любых количественных соотношениях.

Примером полного изоморфизма является группа плагиоклазов, представляющая собой непрерывный изоморфный ряд, крайними членами которого являются альбит $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ и анортит $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ со схемой замещения $\text{Na}^{1+}\text{Si}^{4+} - \text{Ca}^{2+}\text{Al}^{3+}$.

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Принципы классификации минералов
- **Главнейшие породообразующие и акцессорные минералы**
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Галоиды и оксиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Главнейшие породообразующие минералы

Породообразующие минералы — существенные компоненты горных пород, в отличие от акцессорных минералов, содержащихся в горных породах в незначительных количествах (менее 1%).

Для магматических, метаморфических и осадочных пород характерны свои ассоциации породообразующих минералов.

Для магматических пород характерны: кварц, полевые шпаты, слюды, пироксены, амфиболы и др.

Для осадочных пород характерны: кальцит, доломит, глинистые минералы и др.

Для метаморфических пород характерны: кварц, полевые шпаты, хлориты, пироксены, амфиболы, гранат, слюды и др.

Для гранитов характерны акцессорные минералы: апатит, магнетит, ильменит, циркон, ортит и др., для перидотитов - хромшпинелид, сульфиды меди, никеля, железа и т.д.

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Принципы классификации минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- **Наиболее распространенные рудные минералы**
- Галоиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Рудные минералы:

- 1) самородные элементы (металлы),
- 2) сульфиды,
- 3) окислы (оксиды) – соединения металлов с кислородом.

1. Самородные элементы



Au, Ag, Fe, Cu, Pt

обладают физическими свойствами идеальных металлов, т.е. ковкостью, тягучестью, металлическим блеском

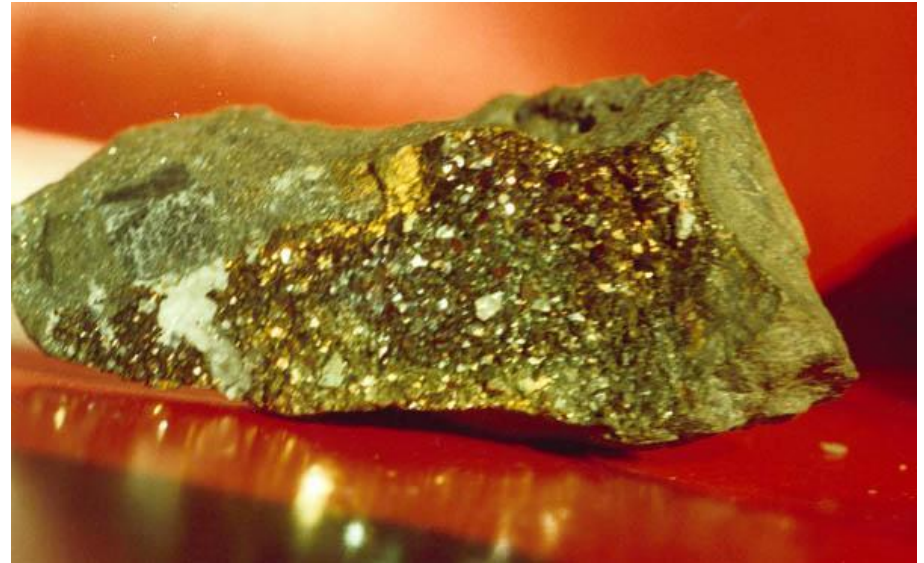
(непрозрачностью для света), проводимостью тепла и электричества, высокой плотностью.

Свойства их обусловлены, прежде всего, металлическим типом электронной связи между атомами. Тип связи определяет строение кристаллических решеток и оптические свойства.

Для рудных минералов важными свойствами являются отражательная способность и твердость. Самородные металлы являются, как правило, наиболее высокоотражающими объектами и имеют низкую твердость. К числу типичных рудных минералов относится также гексагональная модификация самородного углерода – графит, отличающийся низким отражением.

2. Сульфиды:

пирит – FeS_2
галенит – PbS ,
сфалерит – ZnS ,
миллерит – NiS ,
киноварь – HgS ,
пирротин – FeS ,
ковеллин – CuS ,
молибденит – MoS_2 .



Сульфиды не обладают свойствами металлов. Они в основном хрупкие, слабо проводят электрический ток, обладают средней отражательной способностью, некоторые частично пропускают свет.

Электронные связи между химическими элементами, входящими в кристаллические решетки сульфидов, имеют ионный или смешанный типы, что и обуславливает резкое различие их оптических свойств. Многие сульфиды обладают анизотропией физических свойств, в том числе твердости и отражательной способности.

К этой группе рудных минералов относятся также многочисленные селенистые, теллуристые, мышьяковистые и сурьмянистые соединения, среди которых много важных в промышленном отношении минералов.

3. Окислы (оксиды)

магнетит – $\text{Fe}^{2+} \text{Fe}^{3+}_2 \text{O}_4$,

гематит – $\text{Fe}_2 \text{O}_3$,

рутил – TiO_2 ,

куприт – $\text{Cu}_2 \text{O}$,

ильменит – FeTiO_3 ,

хромит – $\text{FeCr}_2 \text{O}_4$



Оксиды отличаются от металлов отсутствием пластичности, электропроводности, как правило, отличаются низкой отражательной способностью и высокой твердостью. Многие оксиды пропускают свет. Различные типы химических связей обуславливают различия в физических свойствах.

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Принципы классификации минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- **Галоиды, вольфраматы и фосфаты**
- Карбонаты и сульфаты
- Силикаты

Галоиды:

Наиболее широко распространены фториды и хлориды- соединения катионов металлов с одновалентным фтором и хлором.

Фториды - минералы светлые, средней плотности и твердости. Представитель - флюорит CaF_2 . Хлориды – галит и сельвин (NaCl и KCl).



Флюорит

Для галоидов общими являются- низкая твердость, кристаллизация в кубической сингонии, совершенная спайность, широкая цветовая гамма, прозрачность. Особыми свойствами обладают галит и сельвин- соленый и горько-соленый вкус.

По генезису фториды и хлориды отличаются. Флюорит - продукт эндогенных процессов (гидротермальный). Галит и сельвин образуются в экзогенных условиях за счет осаждения из воды при испарении замкнутых водоемов.

В народном хозяйстве флюорит используется в оптике, металлургии, для получения плавиковой кислоты. Галит и сельвин находят применение в химической и пищевой промышленности.

Каменная соль,
месторождение
Тыреть



Вольфрамит:

Руда легирующего металла вольфрама, вольфрамат железа и марганца, относится к подклассу сложных оксидов. Название дано по химическому элементу вольфраму.

Формула: $(\text{FeMn})\text{WO}_4$

Состав вольфрамита (%): MnO — 11,70; FeO — 11,85; WO_3 — 76,46.



Флюорапатит на ферберите
(среднем члене
изоморфного ряда
вольфрамита)

Фосфаты:

Соли фосфорной кислоты, т.е. содержащие PO_4 .

Апатит $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ образует кристаллические и зернистые агрегаты.

Твердость 5. Сингония гексагональная, спайность несовершенная, цвет зелено-голубой. Содержит примеси стронция, иттрия, редкоземельных элементов.

Генезис - магматический и осадочный (фосфорит).

Применение - агросырье, химическое производство, керамические изделия.

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Принципы классификации минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Галоиды, вольфраматы и фосфаты
- **Карбонаты и сульфаты**
- Силикаты

Карбонаты:

Кальци
т



Соли угольной кислоты, общая формула ACO_3 – где А - Ca, Mg, Fe и др.

Общие свойства - кристаллизуются в ромбической и тригональной сингониях (хорошие кристаллические формы и спайность по ромбу); низкая твердость 3-4, преимущественно светлая окраска, реакция с кислотами (HCl и HNO_3) с выделением углекислого газа.

Наиболее распространены: кальцит $CaCO_3$, магнезит $MgCO_3$, доломит $CaMg(CO_3)_2$, сидерит $FeCO_3$.

Карбонаты с гидроксильной группой (ОН):

- Малахит $Cu_2CO_3(OH)_2$ – зеленый цвет и реакция с HCl ,
- Азурит $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ – синий цвет, прозрачен в кристаллах.



Малахит

Генезис карбонатов разнообразен - осадочный (химический и биогенный), гидротермальный, метаморфический, магматический.

Это породообразующие минералы осадочных пород (известняки, доломиты и др.) и метаморфических – мрамор, скарны.

Используются в строительстве, оптике, металлургии, как удобрения. Малахит используется как поделочный камень. Большие скопления магнезита и сидерита – источник получения железа и магния.

Гипс



Сульфаты:

Соли серной кислоты, т.е. имеют радикал S
Наиболее распространенные и известные сульфаты Ca, Ba, Sr, Pb. Общими свойствами для них являются кристаллизация в моноклинной и ромбической сингониях, светлая окраска, низкая твердость, стеклянный блеск, совершенная спайность.

Минералы: гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ангидрит CaSO_4 , барит BaSO_4 (высокая плотность), целестин SrSO_4 .

Образуются в экзогенных условиях, часто совместно с галоидами. Некоторые сульфаты (барит, целестин) имеют гидротермальный генезис.

Применение – строительство, сельское хозяйство,

Содержание части 1:

Химический элемент - минерал

- Химический состав земной коры, главнейшие элементы и оксиды (окислы)
- Что такое минерал?
- Физические свойства минералов
- Происхождение минералов
- Принципы классификации минералов
- Главнейшие породообразующие минералы
- Наиболее распространенные рудные минералы
- Галоиды, вольфраматы и фосфаты
- Карбонаты и сульфаты
- **Силикаты**

Силикаты:

Наиболее распространенный и разнообразный класс минералов (до 800 видов). В основе систематики силикатов-кремнекислородный тетраэдр $[\text{SiO}_4]^{-4}$. В зависимости от структуры, которую они образуют, соединяясь друг с другом, все силикаты делятся на островные, слоевые, ленточные, цепочечные и каркасные.

Островные силикаты - в них связь между обособленными тетраэдрами осуществляется через катионы. В эту группу входят минералы: **оливин, топаз, гранаты, берилл, турмали**



Слоевые силикаты- представляют непрерывные слои, где тетраэдры связаны ионами кислорода, а между слоями связь осуществляется через катионы. Поэтому у них общий радикал в формуле $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$. Эта группа объединяет **биотит, мусковит, тальк, серпентин**.

Силикаты:

Цепочечные и ленточные – тетраэдры образуют цепочки одинарные или сдвоенные (ленты). Цепочечные - имеют общий радикал $[\text{Si}_2\text{O}_6]^{4-}$ и включают группу пироксенов.

Ленточные силикаты с радикалом $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ объединяют минералы группы амфиболов.

Каркасные силикаты – минералы, в которых тетраэдры соединяются между собой всеми атомами кислорода, образуя каркас с радикалом $[\text{Si}_4\text{O}_8]^{4-}$. В эту группу входят – щелочные полевые шпаты и плагиоклазы. Щелочные полевые шпаты объединяют минералы с катионами Na и K . Это минералы микроклин и ортоклаз. В плагиоклазах в качестве катионов присутствуют Ca и Na. Плагиоклазы представляют собой изоморфный ряд минералов: альбит — олигоклаз — андезин — лабрадор — битовнит — анортит. От альбита к анортиту увеличивается содержание Ca.

Строительные материалы, облицовочные, поделочные и драгоценные камни (топаз, гранаты, изумруд, турмалин и др.), руды металлов (Be , Zr , Al) и неметаллов (B), редких элементов. Применение в резиновой, бумажной промышленности, как огнеупоры и керамическое сырье

Заключение

- **Минералы** - природные химические соединения или отдельные элементы, однородные по составу и внутреннему строению, образующиеся в результате различных физико-химических процессов, происходящих в земной коре и на ее поверхности.
- **Минералогия** – наука, изучающая состав, свойства, строение и условия образования минералов.