

# Свойства минералов

---



# Первое знакомство со свойствами минералов

- Первое знакомство человека со свойствами минералов произошло задолго до появления письменности.
- На древних стоянках археологи находят орудия их кремня, обсидиана, нефрита, золота и др.
- Тысячелетиями в пещерах сохраняются рисунки, сделанные минеральными красками



# Средние века

- В средние века на развитие минералогии оказали значительное влияние алхимия и медицина.
- В раннем средневековье наибольший вклад в минералогия внесли учёные Востока — Бируни (973-1048). Он описал 36 минералов и Ибн Сина (980-1037), который дал их новую классификацию, выделив 4 класса: камни, плавкие тела (т. е. металлы), горючие тела ("серы") и соли (тела, растворимые в воде).
- В средневековой Европе минералогическими исследованиями издавались в ученых трудах — лапидариях.
- Один из первых лапидариев был опубликован Альбертом Великим в 13 веке.
- В европейских лапидариях вплоть до 15-16 вв. упоминалось не более 50-60 минералов,



# Научная минералогия

- У истоков научной минералогии стоит Г. Агрикола. В его трактатах приведены названия свыше 100 минеральных тел. В его классификации минералы, подразделяются на земли, камни, металлы и "загустевшие соки", жирные и тощие.
- В 17 в. трудами датских (Э. Бартолин, Н. Стено), английских (Р. Бойль, Р. Гук), голландских (Х. Гюйгенс) учёных были заложены основы геометрической кристаллографии и кристаллооптики.
- Новый этап в её развитии начался в 18 — начале 19 вв., когда работы французского кристаллографа Ж. Б. Роме де Лиля, выполнившего точные измерения межгранных углов на кристаллах (1783), и Р. Ж. Аюи (Гаюи), создавшего первую научную модель их внутреннего строения ("Трактат о минералогии", 1801), а также английского химика и кристаллографа У. Волластона (1766-1828) стимулировали кристалломорфологического направления в описательной минералогии.
- В те же годы в Германии А. Г. Вернер (1749-1817) и его ученики активно развивали в минералогии качественно-описательное направление. Вернер впервые чётко разграничил минералы и горные породы, введя понятие о минерале, в основном чертах близкое к современным представлениям.

# Русская минералогия

- Выдающуюся роль в становлении минералогии как науки сыграли русские учёные 18 — начала 19 вв -М. В. Ломоносов и В. М. Севергин.
- Идеи Ломоносова в вопросе о внутреннем строении кристаллов далеко опередили своё время.
- Замечательный минералог и химик В. М. Севергин стал первым и крупнейшим в России представителем вернеровского физиографического направления в минералогии.
- Им описано несколько новых минералов. Написан обобщающий труд "Первые основания минералогии Севергина" (1798, 2 тома) и "Подробный словарь минералогический" (1807)
- Ломоносов и Севергин наряду с их западноевропейскими современниками положили начало развитию химического направления в минералогии.



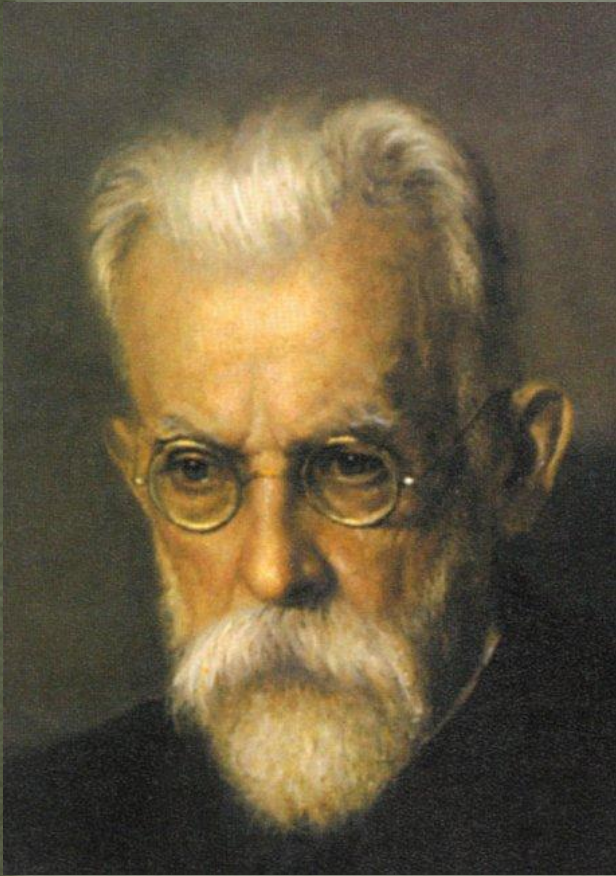
Василий Михайлович  
Севергин (1765-1826)



Михаил  
Васильевич  
Ломоносов  
(1711-1765)

# Русские минералоги

- В 19 – 20 веке Россия подарила миру целую плеяду знаменитых ученых
- Вернадский Владимир Иванович
- Кокшаров Николай Иванович
- Крыжановский Владимир Ильич
- Федоров Евграф Степанович
- Ферсман Александр Евгеньевич
- Шафрановский Иларион Иларионович



•Вернадский Владимир  
Иванович (1863 – 1945).



Кокшаров Николай  
Иванович (1818 - 1893 г.г.)



Владимир Ильич  
Крыжановский  
(1881 -1947)



Федоров Евграф  
Степанович 1853 - 1919



Ферсман Александр  
Евгеньевич 1883–1945



Шафрановский  
Иларион  
Иларионович  
1907-1994



# Определение минералов по физическим свойствам

- Умение правильно определять физические свойства минералов позволяет практически безошибочно диагностировать минералы в полевых условиях без особых затрат.



# Цвет минералов

- **Цвет минералов** — способность минералов отражать и преломлять свет, создавая определённое ощущение в человеческих глазах, называемое окраской.
- признак, с определённой характеризующий одни минералы
- и очень обманчивый у ряда других минералов, окраска которых может варьировать в широком диапазоне.

# Природа окраски минералов

- **Собственный цвет** — идиохроматическая окраска. Собственная окраска, связанная с внутренними свойствами минерала, как правило свойствами ионов примесей, внедрившихся в кристаллическую решетку.
- Типичными хромофорами являются Fe, Mn, Cu, Ni, V, Co.
- Такая окраска наиболее постоянная и является важной характеристикой минерала.
- Например, Cu дающая зеленую окраску малахиту и синюю азуриту (цвет зависит от структуры минералов).

# Природа окраски минералов

- Аллохроматическая окраска, вызванная примесями хромофоров, часто не имеющих отношение к природе минералов.

Аллохроматическая определяется окрашенными примесями — ионами или более крупными частицами. Хромофоры придают интенсивную окраску минералу даже в небольших концентрациях. Аллохроматическая окраска может быть вызвана механическими примесями - включениями окрашенных минералов, пузырьков жидкостей, газов и т.п.

- Здесь в качестве хромофоров могут выступать уже гидроокислы Fe и Mn, органические вещества.
- Примером может служить окраска агатов, кварца с примесями гетита.

# Природа окраски минералов

- Псевдохроматическая окраска вызывается интерференцией падающего света в прозрачных и полупрозрачных минералах, возникающей при отражении от внутренних поверхностей, трещин спайности, а также при дифракции и интерференции отражённых лучей, при рассеянии, преломлении или полном внутреннем отражении белого света, связанном с особенностями кристаллического строения минерала.
- Примером может служить иризация лабрадорита, опала, лунного камня.
- Псевдохроматическая окраска нередко возникает при окислении поверхностного слоя кристаллов. Побежалость - характерные радужные плёнки на пирите, халькопирите и ковеллине.

# Минералы с постоянной окраской



Самородное золото



Самородное серебро



Самородная медь



Графит

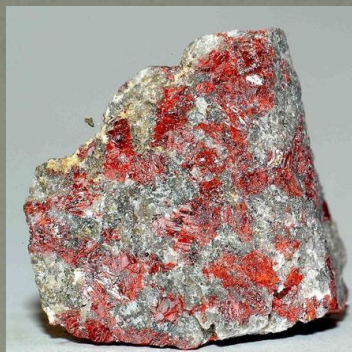


Сера самородная

# Минералы с постоянной окраской



Галенит



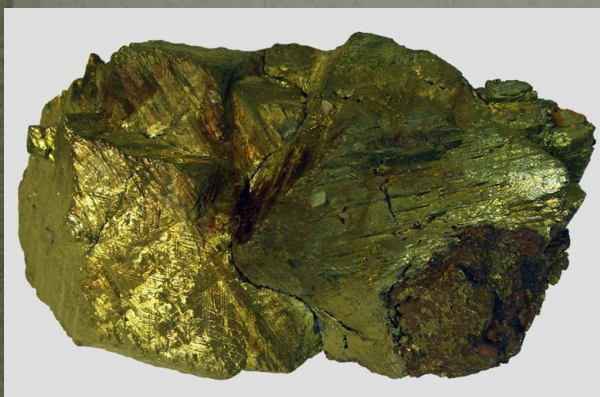
Киноварь



Арсенопирит



Пирит



Халькопирит



Аурипигмент и реальгар



Ковеллин

# Минералы с постоянной окраской



Азурит



Бирюза



Малахит



Магнетит



# Разновидности кварца



Горный хрусталь



Цитрин



Морион



Раухтопаз



Аметист



Хризопраз

# Минералы с постоянной окраской



Родонит



Уваровит



Лазурит

# Черта минералов

- **Цвет черты** — цвет минерала в тонком порошке, служит одним из диагностических признаков для определения минералов.
- Цвет черты определяется путем царапания минералом по шероховатой белой поверхности: обычно используются неглазированные фарфоровые пластинки — «бисквит», — на которой и остаётся *черта* характерной окраски.
- Если минерал тверже 6-7, то черту не определяют.
- Черта для большинства минералов постоянна и является определяющим признаком для рудных минералов

# Минералы с характерной чертой



Магнетит черта черная



Гематит вишнево-красная черта



Пирит черта черная с едва зеленоватым оттенком



Черта черная с явным зеленоватым оттенком



Галенит черта темно-серая

# Черта полупрозрачных минералов

- Такие минералы как кальцит, флюорит, барит, гипс и т.д. несмотря на множество оттенков оставляют белую черту.



Флюорит



Барит



Кальцит

# Блеск минералов

- Блеск минерала - — оптический эффект, вызываемый отражением части светового потока, падающего на минерал. Блеск минерала зависит от среднего показателя преломления минерала.
- Блески делятся на металлические и неметаллические.
- Самый сильный металлический блеск, который характеризует рудные минералы (они тяжелые и непрозрачные).



АНТИМОНИТ

# Неметаллические блески

- Металловидный блеск (графит)
- Алмазный блеск (алмаз, клейофан)
- Стеклянный блеск (кварц, кальцит)
- Жирный блеск (тальк)
- Матовый блеск (гипс)
- Перламутровый блеск (жемчуг)
- Шелковистый (малахит, асбест)



Тальк



Гипс



Графит



Клейофан



Жемчуг



Малахит

# Твердость минералов

- ТВЕРДОСТЬ - сопротивление твердого тела вдавливанию или царапанию.
- Не следует путать твердость с хрупкостью и ковкостью
- Различают абсолютную и относительную твердость.
- Абсолютная твердость определяется путем вдавливания стального шарика (Бринелля метод) или алмазной пирамидки (методы Роквелла и Виккерса). Иногда твердость измеряется высотой отскокивания шарика.



# Относительная твердость

- В минералогии для определения твердости пользуются шкалой твердости или Мооса.
- Шкала предложена Фридрихом Моосом в 1811 году.
- Она состоит из 10 довольно распространенных минералов.
- Пользуются шкалой так - например, если минерал царапается апатитом, но не флюоритом, то его твердость находится в диапазоне от 4 до 5.
- Минералы шкалы являются эталонами – их твердость всегда целое число.
- У других минералов твердость может быть, например, 6,5

# Соотношение относительной и абсолютной твердости.

- В приведённой ниже таблице приведено соответствие твёрдости по шкале Мооса с абсолютной твёрдостью, измеренной склерометром.

Твёрдость	Минерал	Абсолютная твёрдость	Обрабатываемость
1	Тальк $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	1	царапается ногтем
2	Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	3	царапается ногтем
3	Кальцит $CaCO_3$	9	царапается медной монетой
4	Флюорит $CaF_2$	21	царапается ножом, оконным стеклом
5	Апатит $Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl^-, F^-)$	48	царапается ножом, оконным стеклом
6	Полевой шпат $KAlSi_3O_8$	72	царапается напильником
7	Кварц $SiO_2$	100	поддаётся обработке алмазом, царапает стекло
8	Топаз $Al_2SiO_4(OH, F)_2$	200	поддаётся обработке алмазом, царапает стекло
9	Корунд $(Al_2O_3)$	400	поддаётся обработке алмазом, царапает стекло
10	Алмаз C	1600	

# Шкала Мооса



# Определение твердости

- Определяя твердость следует помнить о ретикулярной (плотность атомов) плотности минералов.
- Поэтому твердость может быть различной в разных направлениях (кианит 4 и 6)
- Твердость возрастает соответственно от сколов к граням, ребрам и вершинам.



# Хрупкость и ковкость

- Хрупкость и ковкость можно определить по резкому удару или по царапине (у хрупких она пылит).
- Например, алмаз очень твердый, но вместе с тем хрупкий минерал
- К числу ковких минералов относится большинство самородных металлов (золото, платина, серебро)



# Спайность минералов

- Спайность – способность минералов раскалываться по определенным направлениям с образованием блестящих поверхностей.
- Спайность минерала можно обнаружить при резком ударе, нагревании или просто при внимательном наблюдении.
- Поверхность спайности параллельна существующим или возможным граням кристалла.

# Степени спайности

- Весьма совершенная спайность. Минерал легко расщепляется в одном направлении на пластины. Поверхность пластин зеркальная (тальк, слюды, хлориты, гипс, брусит).
- Совершенная спайность. Из минерала можно выколоть определенные многогранники. Поверхность спайности менее гладкая (галенит – куб, флюорит – октаэдр, кальцит – ромбоэдр).
- Несовершенная спайность – поверхность спайности обнаруживается с трудом и не всегда (кварц)



# Степени спайности



Биотит



Кварц



Флюорит

# Спайность минералов

- Некоторые минералоги выделяют кроме выше перечисленных градаций еще ясную и весьма несовершенную спайность. На практике выявить спайность ниже совершенной очень сложно.
- При описании минерала часто пользуются термином спайность не наблюдается.
- Излом – скол минерала не по спайности. Различают раковистый, занозистый, волокнистый, ровный, неровный и землистый излом.

# Плотность минералов

- Плотность минералов в минералогии измеряется в г/куб.см
- Легкие до 2,5 г/куб. см
- Средние от 2,5 г/куб. см до 4 г/куб. см
- Тяжелые более 4 г/куб. см
- Такие минералы как золото, галенит, вольфрамит, касситерит определяются по весу на руке
- Барит легко отличается от схожих карбонатов по весу.

# Сингонии кристаллов минералов.

- Минералы обладают структурной решеткой, т.е. атомы в кристаллах расположены в определенном порядке.
- Каждый минерал способен кристаллизоваться только в определенной свойственной только ему форме.
- Минералоги выделяют семь таких групп или сингоний: триклиная, моноклиная, ромбическая, тригональная, тетрагональная, гексагональная и кубическая.

# Примеры сингоний



Магнетит – октаэдр.  
Кубическая сингония



Гранат - ромбододекаэдр.  
Кубическая сингония



Берилл –  
гексагональная  
призма.  
Гексагональная  
сингония



Турмалин – тригональная призма.  
Тригональная сингония



Галит – гексаэдр.  
Кубическая сингония

# Особые свойства минералов

- Растворимость. Некоторые минералы растворяются в воде и имеют вкус (галит – соленый, сильвин – горько-соленый, карналлит – жгуче-соленый).
- Карбонаты бурно реагируют с соляной кислотой (кальцит), в порошке при горячей кислоте реагируют доломит и сидерит.
- Магнитность. Немногие минералы обладают магнитностью. Они способны отклонять стрелку компаса или примагничиваться к магниту (магнетит и пирротин).



# Люминесценция, термолюминесценция и радиоактивность

- Некоторые минералы при воздействии на них ультрафиолетовых, катодных или рентгеновских лучей могут излучать свет - люминесценция (алмаз – синий, зеленый, кальцит (Mn) – оранжевый)
- Некоторые минералы светятся при нагревании – термолюминесценция (флюорит).
- Минералы содержащие уран, радий, торий обладают радиоактивностью, т.е. самопроизвольно испускают излучение, которое фиксируется радиометрами

# Парагенезис минералов

- Совместное нахождение в земной коре минералов, связанных общим условием образования.
- Опытные минералоги знают какие минералы можно встретить в пегматитах, дунитах и осадочных толщах морского или континентального происхождения.

