

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

- Физические свойства минералов определяются взаимодействием между структурой и химическим составом. В число этих свойств входят и такие, которые влияют на внешний вид минерала, например, его цвет и блеск. Более подробно остановимся на следующих свойствах.

- Оптические свойства минералов

Прозрачность

- Прозрачностью называется свойство минерала пропускать сквозь себя свет. В зависимости от степени прозрачности все минералы, наблюдающиеся в крупных кристаллах, делят на следующие группы:
- 1) прозрачные – горный хрусталь, исландский шпат, топаз;
- 2) полупрозрачные – изумруд, сфалерит, киноварь;
- 3) непрозрачные – пирит, магнетит, графит.

Цвет минералов

- **Цвет** - обращает на себя внимание прежде всего, поэтому это важнейший признак. Многие названия минералам даны по этому признаку. Например, хлорит («хлорос» по-гречески – зеленый), родонит – («родон» по-гречески розовый), рубин («рубер» по латыни красный) гематит («гематикос» по-гречески кровавый) и т.д.

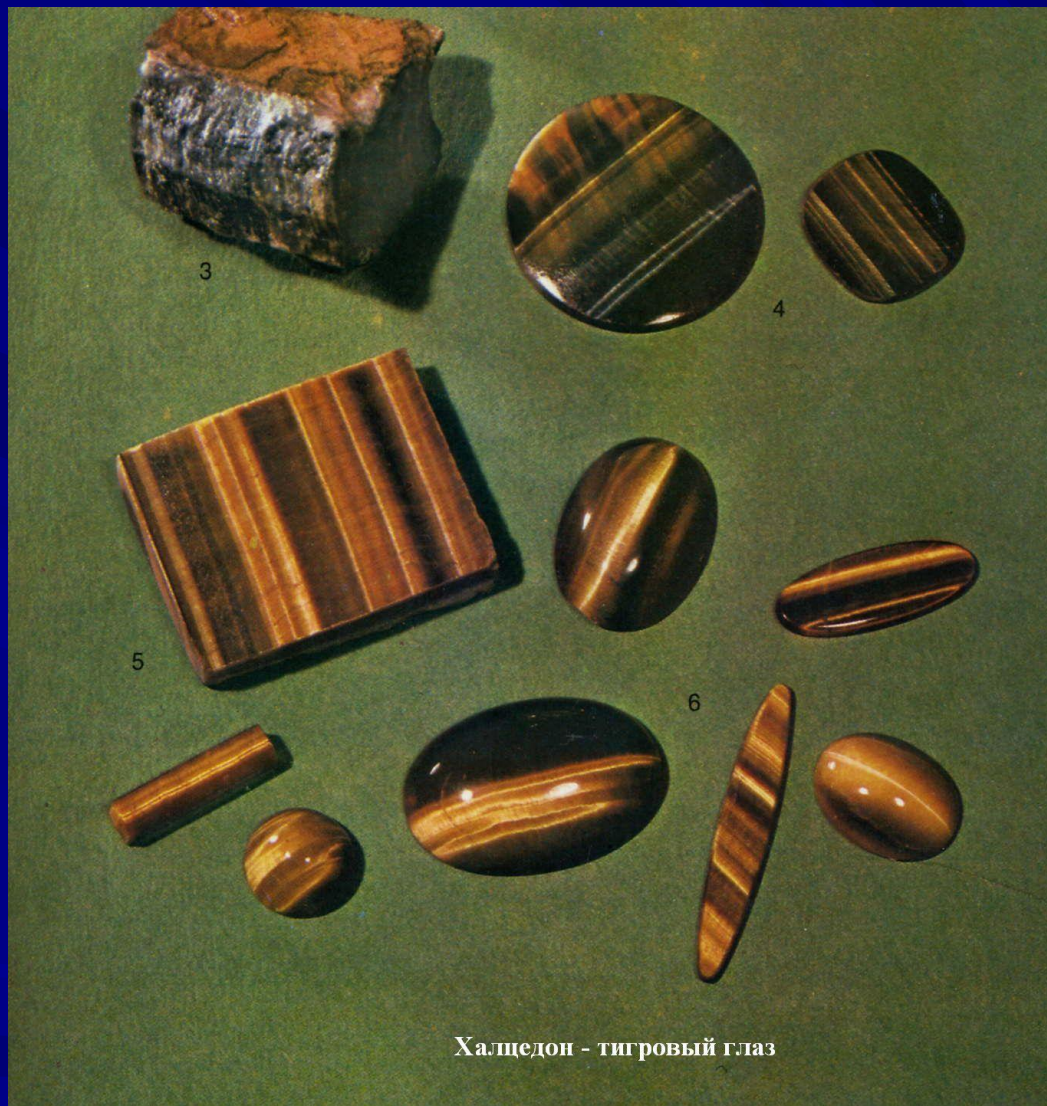
- В природных химических соединениях различают **3 рода окрасок** по происхождению (по физике явления):
- **1. Идиоохроматическая** (*идиос* – по-гречески свой, собственный, *хромос* – окраска, цвет) окраска минералов обусловлена хромофорами (красителями), которыми могут быть основные ионы минерала или группа ионов, а также изоморфные примеси.

Она наиболее широко распространена среди минералов, специфична для того или иного минерала и является его неотъемлемой частью. Идиоохроматизм этих минералов – их закономерное свойство, такое же, как, например, твердость, плотность и др.

- **2. Аллохроматическая окраска** (аллос – по-гречески посторонний) зависит от посторонних механических примесей. Чаще всего она вызвана включениями окрашенных минералов, пузырьков газа и др. Эта окраска не связана непосредственно с химическим составом минерала. Она изменчива и непостоянна. В качестве примера аллохроматической окраски, наблюдаемой в минералах, можно привести ряд разновидностей кварца, который в чистом виде бесцветен:

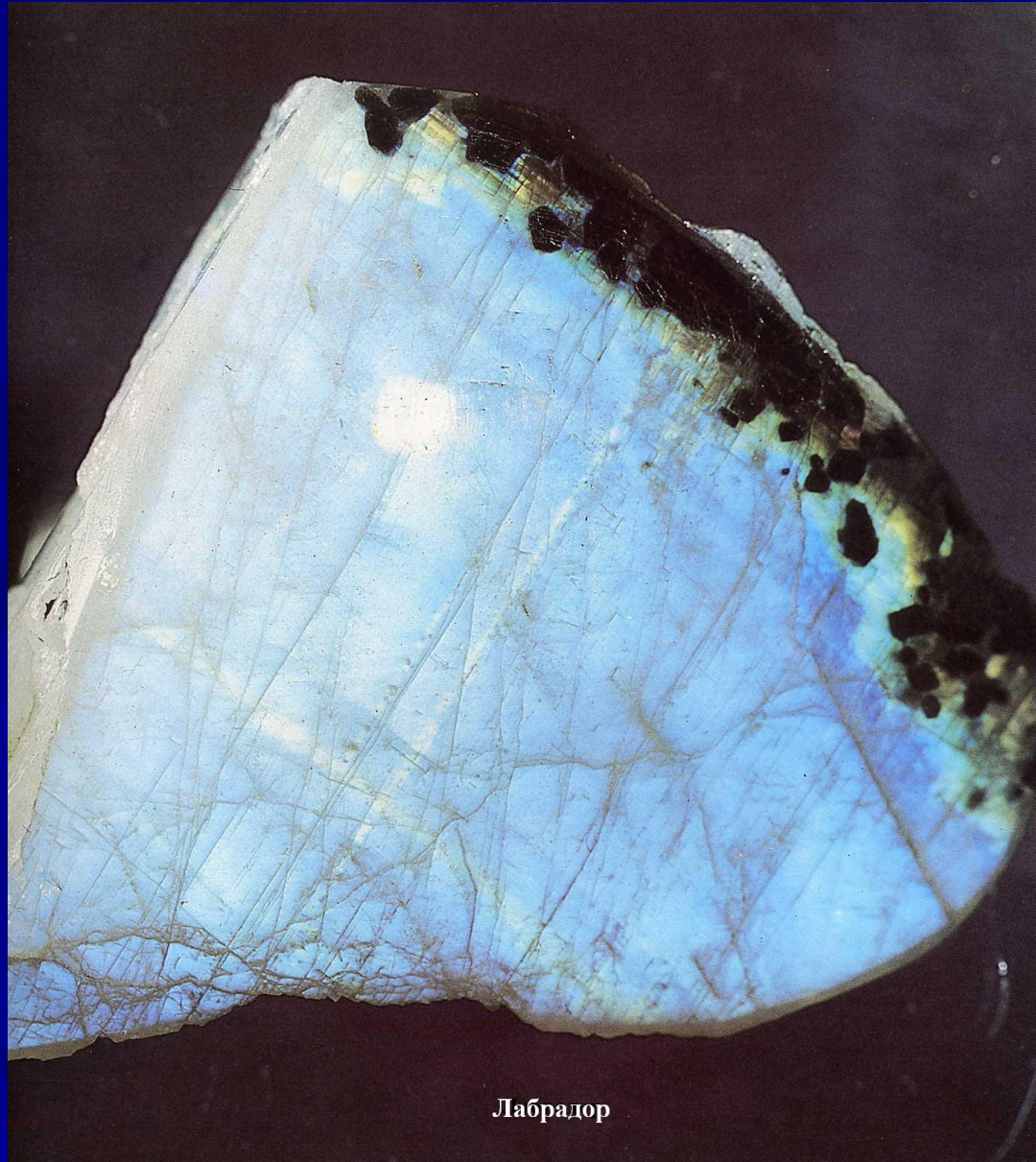
- 1) празем – зеленоватый кварц с включением иголочек актинолита или хлорита;
- 2) авантюрин – буровато-красный кварц с мерцающим золотым отливом от блесток гетита, железной слюдки или обычной слюды;
- 3) кошачий глаз – зеленоватый, с шелковистым отливом от включений асбеста;
- 4) соколиный глаз – синеватый кварц от вростков синей волокнистой роговой обманки (крокидолита).





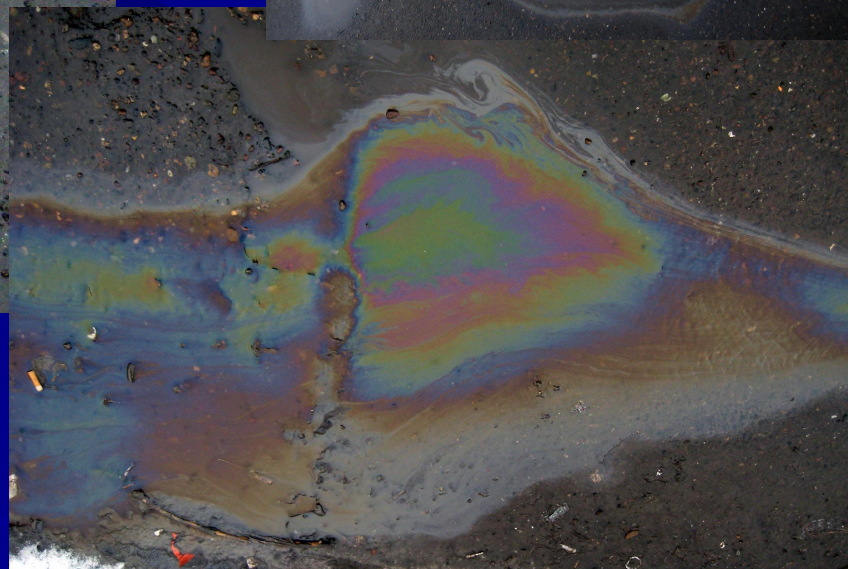
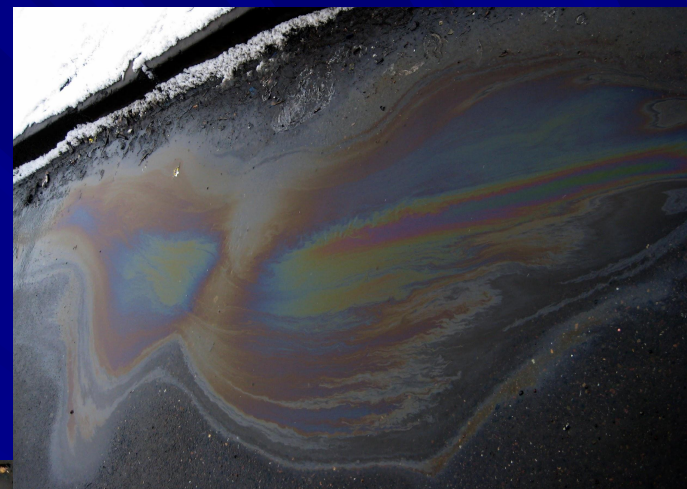
Халцедон - тигровый глаз

- **3. Псевдохроматическая** (псевдо – по-гречески ложный) окраска обусловлена рассеянием белого света, а также интерференцией световых волн в наружных слоях минерала, связанных с особенностями его выделений или выветриванием. Примером псевдохроматической окраски могут быть различные побежалости, характеризующиеся пестрой игрой цветов на ковеллине (CuS). В опале – $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и лабрадоре – $n\text{-Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8] - n\text{-Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ окраска связана с интерференционными явлениями.



Лабрадор

Интерференция света



- Радужные пятна тонких пленок бензина на воде

Интерференция света при отражении



- Побежалость – появление радужных псевдоокрасок в связи с наличием тонких пленок одного минерала на поверхности другого

Интерференция света



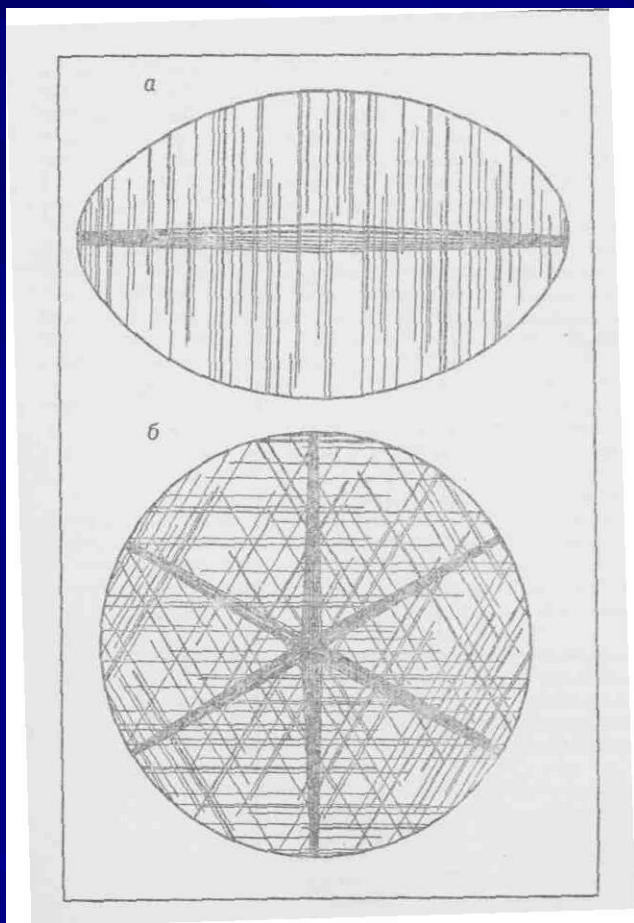
- Ирризация в лабрадоре

- *Интерференцией света* называется наложение друг на друга параллельных пучков света, в результате которого часть лучей ослабляется (гаснет), часть - усиливается. Окраски, вызванные явлениями интерференции света, установлены у кальцита, гипса, слюды - все они характеризуются совершенной спайностью, и у некоторых полевых шпатов.



Эффект кошачьего глаза и астеризм (звездчатость)

- Эти явления своим происхождением обязаны внутреннему отражению и интерференции, вызванным присутствием кучно расположенных включений или наличием микроструктурных особенностей. В случае эффекта кошачьего глаза микроструктура представлена единой системой параллельных включений (волокон) дающих резко очерченную полосу отраженного света под прямым углом к направлению включений (рис.).
- Астеризм представляет собой сложную переливчатость, когда по законам симметрии в минерале развивается более одной системы параллельных волокон или игольчатых включений. Гексагональная структура рубина и сапфира благоприятствует развитию трех систем, пересекающихся под углами 120° , что приводит к проявлению 6-ти лучевого астеризма звездных рубинов и сапфиров (рис.).





Люминисценция

- *Люминесценцией* называется способность кристаллов светиться под влиянием разного рода излучений за пределами длин воли видимого света. В зависимости от вида излучения, используемого для возбуждения, различают:
 - - фотолюминесценцию (возбуждение ультрафиолетовыми лучами),
 - - рентгенолюминесценцию (возбуждение рентгеновскими лучами),
 - - катодолюминесценцию (возбуждение потоком электронов),
 - - электролюминесценцию (возбуждение электрическим полем),
 - - термолюминесценцию (возбуждение нагреванием),
 - - триболюминесценцию (возбуждение упругими колебаниями, ударом)

Двупреломление в кристаллах.

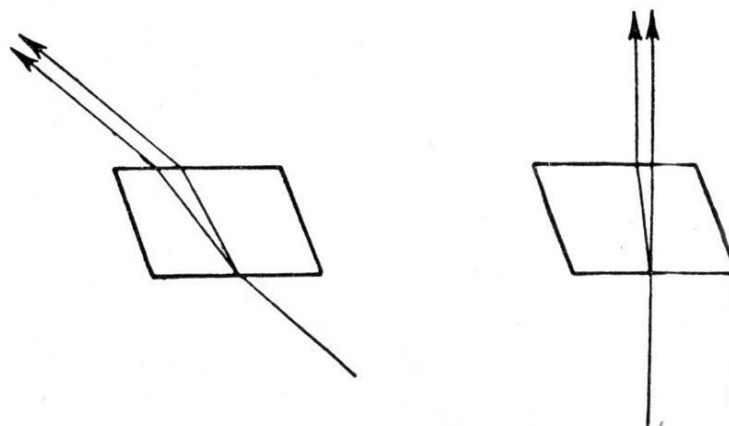
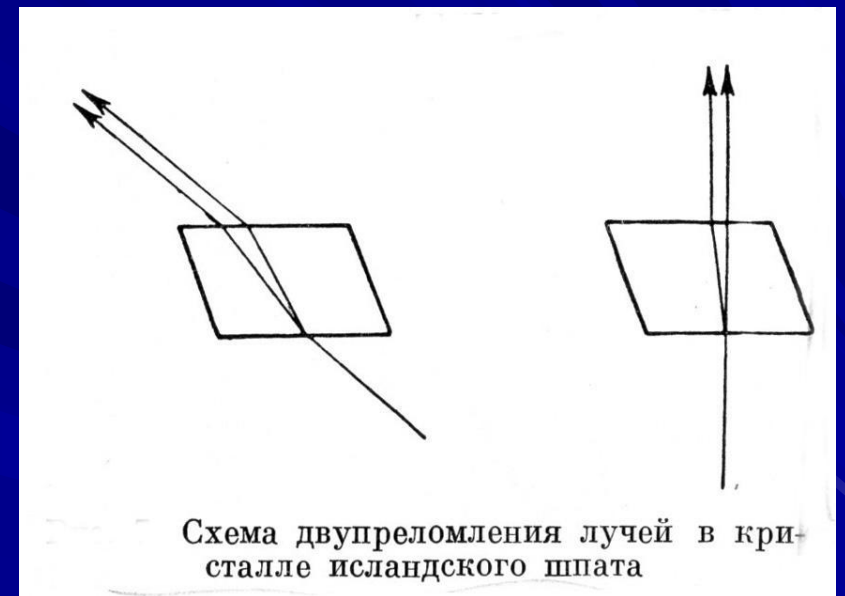


Схема двупреломления лучей в кристалле исландского шпата

Основы кристаллооптики. Двупреломление в кристаллах.

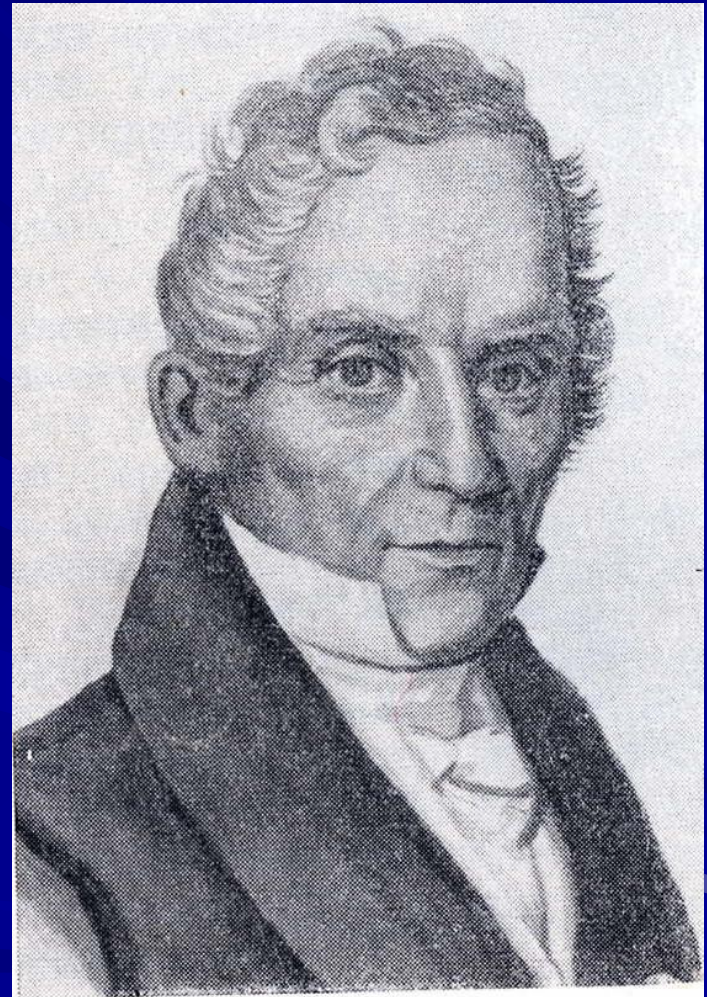


Механические свойства минералов

- К механическим свойствам минералов относятся свойства, связанные с такими механическими воздействиями на них, как удар, сжатие, растяжение и прочее.

Твердость минералов

- Твердостью называется степень сопротивления вещества внешнему механическому воздействию (царапанию).



Фр. Моос

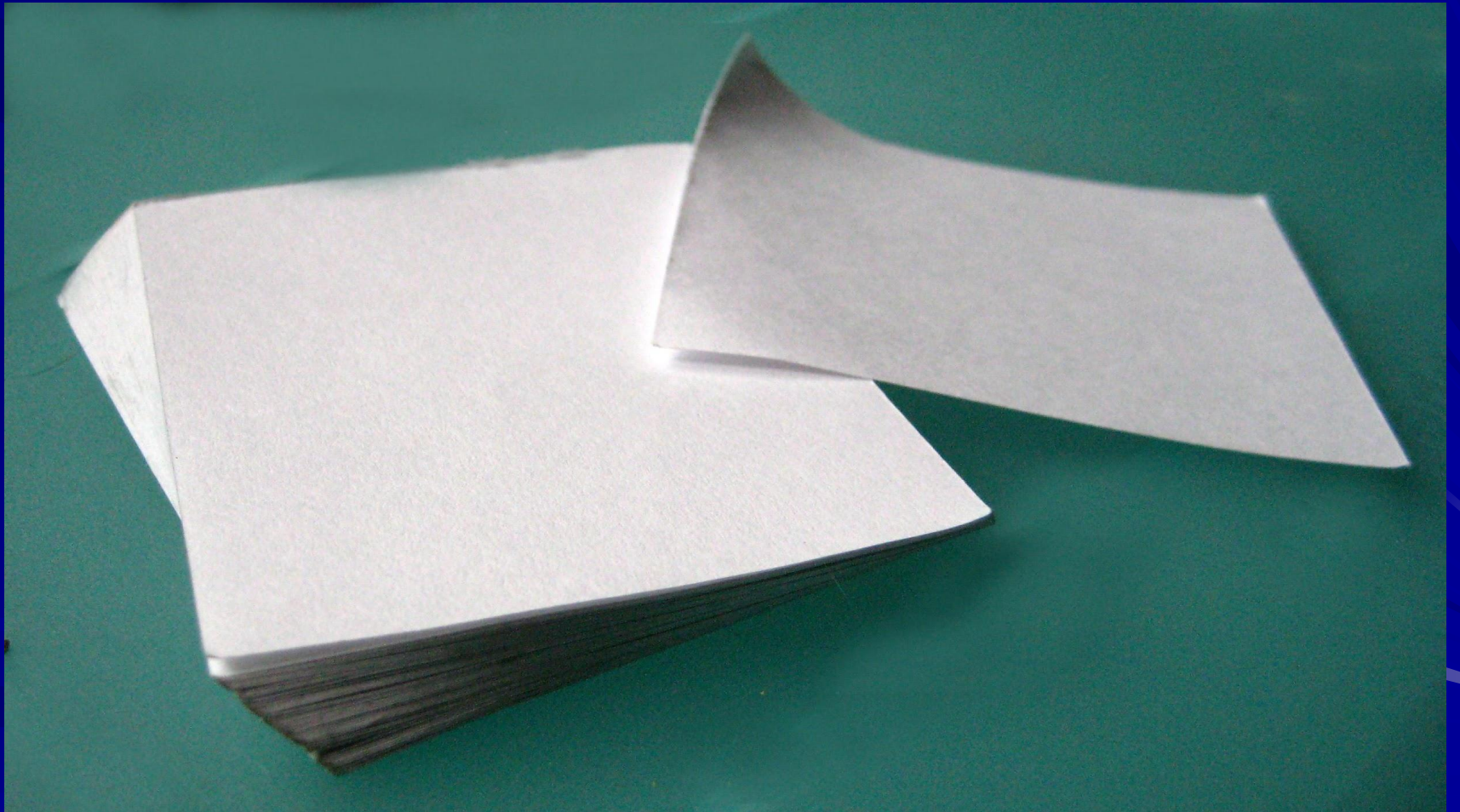
Шкала Мооса

		Бытовая шкала	Тв.
• 1. Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	карандаш мягкий	1
• 2. Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	ноготь	2
• 3. Кальцит	$CaCO_3$	медная монета	3
• 4. Флюорит	CaF_2	стальная проволока	4
• 5. Апатит	$Ca_5[PO_4]_3F$	простое оконное стекло	5
• 6. Ортоклаз	$K[AlSi_3O_8]$	лезвие стального ножа	6
• 7. Кварц	SiO_2	напильник	7
• 8. Топаз	$Al_2[SiO_4](F,OH)_2$		8
• 9. Корунд	Al_2O_3		9
• 10. Алмаз	C		10

- **Спайностью** называется свойство минералов раскалываться по плоскостям параллельным действительным или возможным граням.

- Плоскости, по которым происходит раскол (или расщепление) минерала называются плоскостями спайности.

- 1) весьма совершенная, когда минерал способен расщепляться на тонкие листочки, получить излом иначе, чем на спайности, весьма трудно (это слюды, хлориты);







- Спайность может проходить не только по одному, но по 2 и 3-м направлениям, например, по кубу (галенит), ромбоэдру (кальцит), октаэдру (флюорит).

- 2) совершенная, когда при ударе молотком выколки по спайности, внешне очень напоминают настоящие кристаллы. Например, при разбивании галенита получаются правильные кубики, кальцита – ромбоэдры;

Совершенная спайность



Кальцит (исландский шпат)

— 1cm —

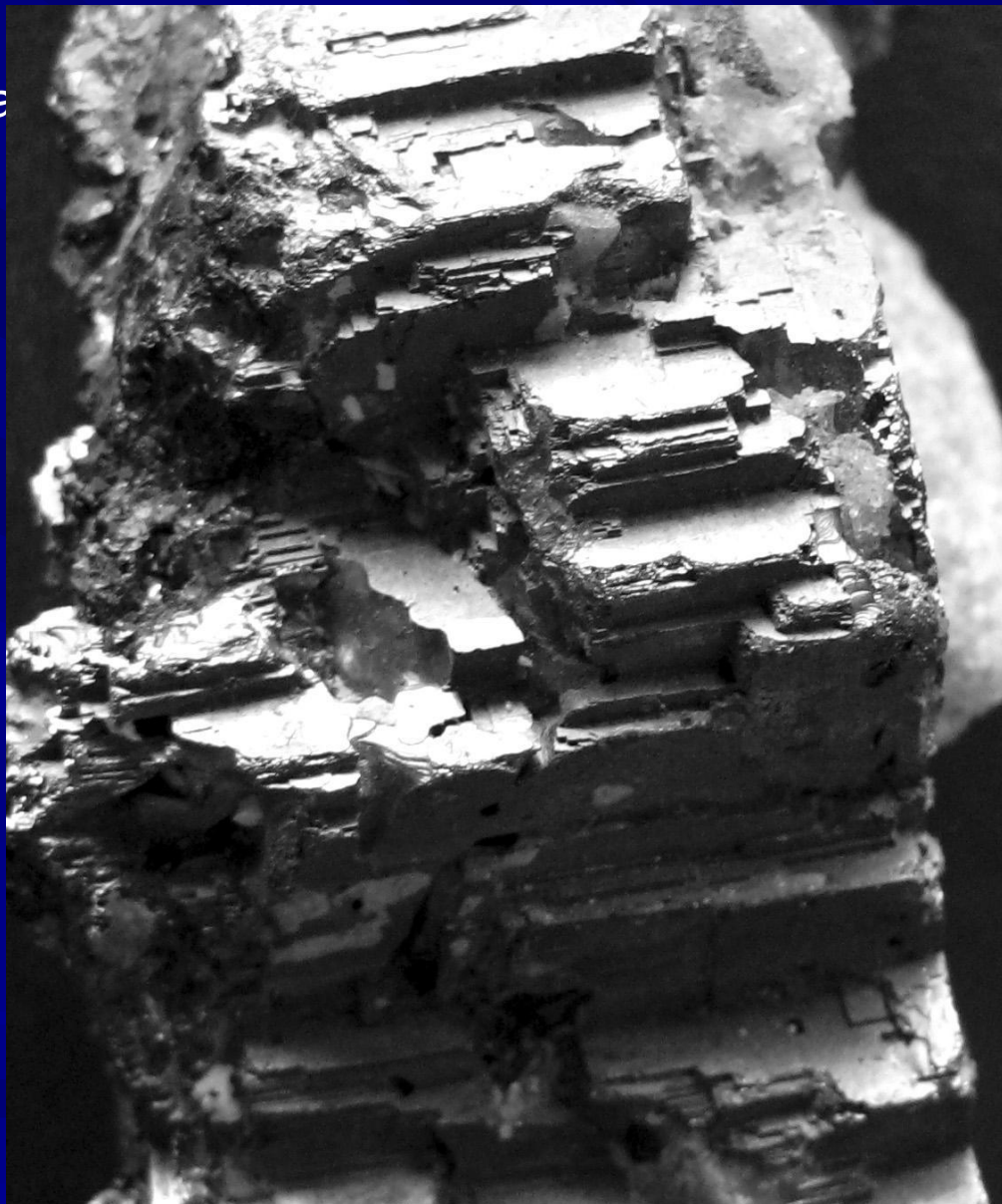


Совершенн



Совершенная спайность кальцита по ромбоэдру

Совершенная спай



Совершенная спайность галенита по кубу

Совер



Совершенная спайность флюорита по октаэдру



Совершенная спайность флюорита по октаэдру

- 3) средняя, когда на обломках кристаллического вещества различаются следы спайности и неровные изломы по случайным направлениям (пироксены);



Средняя спайность
В полевых шпатах



- 4) несовершенная, обнаруживается с трудом, ее нужно искать на обломке минерала. Изломы представляют неровные поверхности (апатит, касситерит, самородная Cu);

- 5) весьма несовершенная, т.е. практически отсутствует. Такие тела имеют раковистый излом (подобно обсидиану).

Излом

- При разламывании кристалла образуются не только плоскости спайности, но и поверхности раскола, называемые **изломом**. Различают следующие типы изломов: ровный, ступенчатый, неровный, занозистый и раковистый.



- Раковистый излом характерен для кристаллов, у которых отсутствует спайность, например, для кварца.

- Ровный – типичен для кристаллов с совершенной спайностью..
- Ступенчатый – для кристаллов со спайностью в нескольких направлениях, например, полевой шпат.
- Занозистый – для кристаллов волокнистого сложения.

Опал

- Раковистый излом

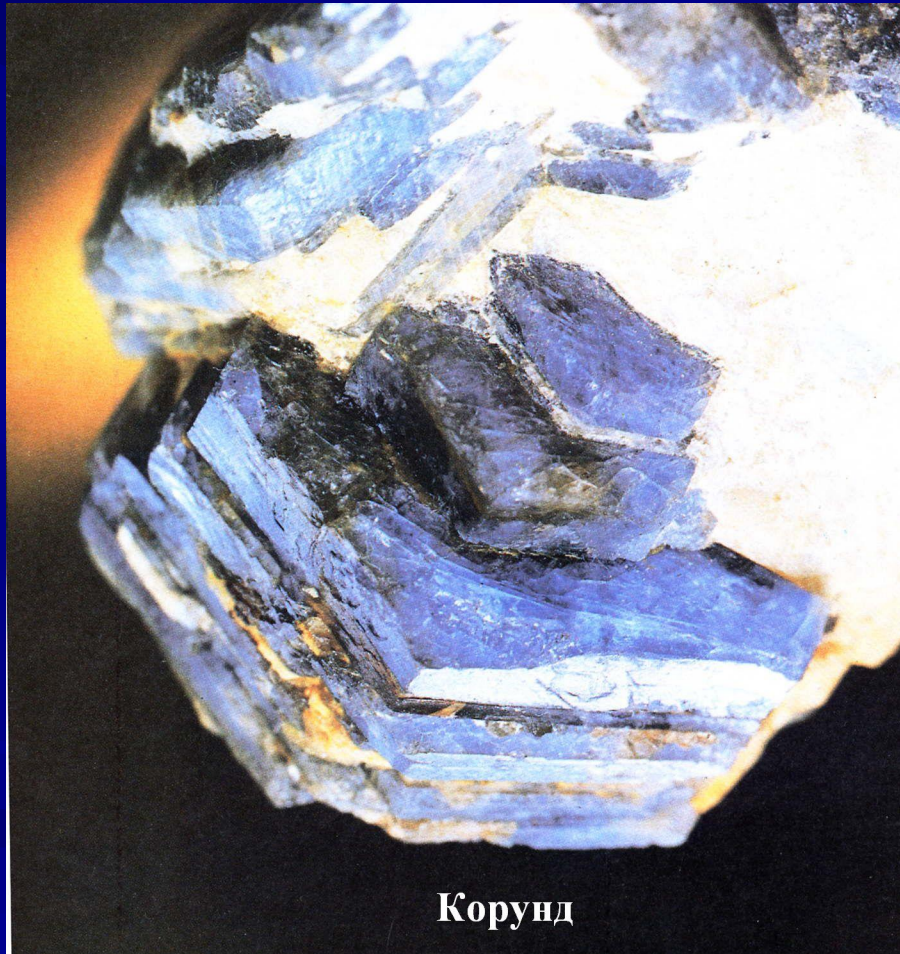


Отдельность

- - это способность минерала раскалываться в определенных участках по параллельно ориентированным поверхностям, не связанным с плоскими сетками кристаллической решетки. Морфологически очень близка к спайности, но отличается от нее тем, что раскалывание по спайности вдоль определенной плоскости может произойти в любом месте.

- Плоскостями отдельности минералов могут служить плоскости срастания двойников, а также плоскости мельчайших включений других минералов, в большинстве случаев образующие тончайшие прокладки в структуре минерала по плоскости плотнейшей упаковки.

Отдельность корунда



Корунд

Плотность

- Плотность минералов измеряется в единицах массы на единицу объема (в г/см³), меняется в широких пределах от 0,8 - 0,9 (у природных кристаллических углеводородов) до 22,7 г/см³ (у минералов платиновой группы). Условные группы и примеры значений минералов (г/см³) по плотности:
 - - *легкие (менее 3,0)* - опал 2,1; графит 2,1; гипс 2,3
 - - *средние (от 3,0 до 4,0)* – большинство силикатов
 - - *тяжелые (более 4,0)* – сульфиды и самородные.

Магнитные свойства минералов

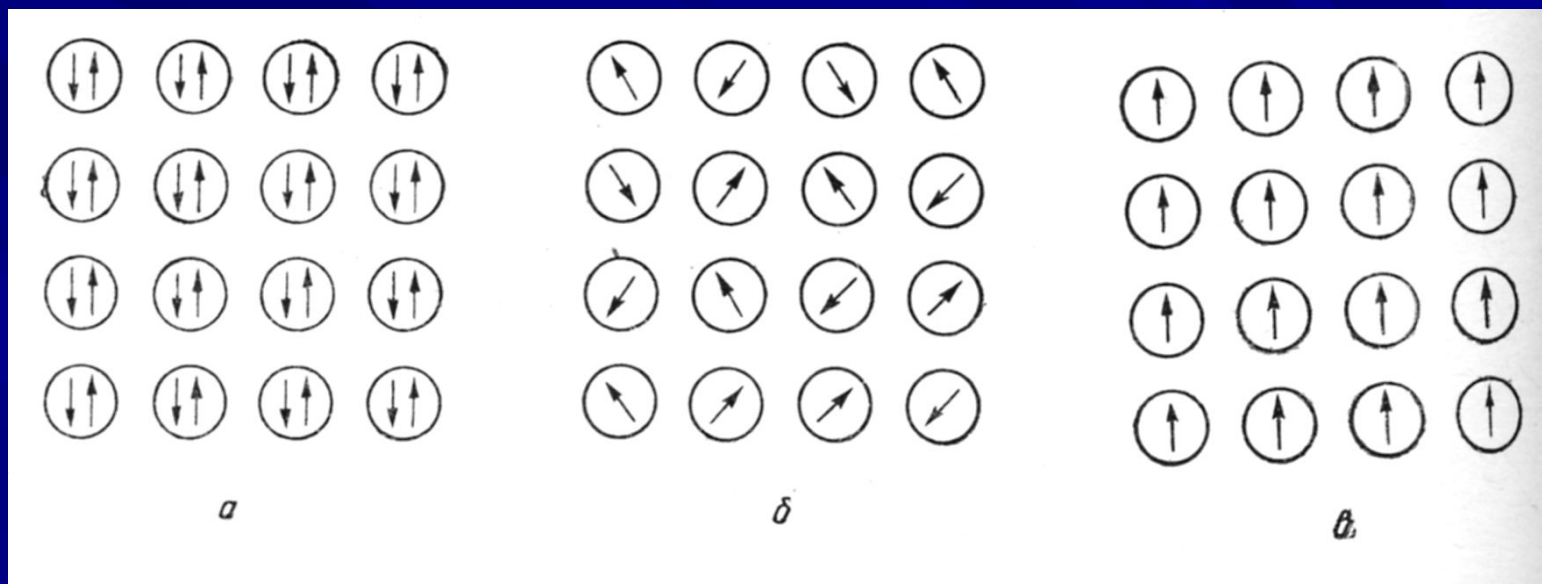
- Магнитные свойства кристаллов зависят не только от закономерностей кристаллической структуры, но и от состояния и поведения слагающих ее атомов.
- Атомы могут быть магнитными и немагнитными. Атомы со спаренными электронами являются немагнитными (магнитные моменты скомпенсированы). Могут быть изображены с помощью 2-х антипараллельных стрелок. Атомы с неспаренными электронами являются магнитными и характеризуются своими атомными магнитными моментами. В общем магнитность атомов пропорциональна числу неспаренных электронов.
- Различают диамагнитные (кальцит, кварц, медь, золото, серебро) парамагнитные (ильменит, пироксены, пирит) и ферромагнитные (самородное железо, магнетит)

M



Магнетит

Магнитные свойства кристаллов



- Рис. 15.3. Магнитные структуры минералов *a* – диамагнетиков, *б* – парамагнетиков, *в* – ферромагнетиков

Пьезоэлектричество

- Электричество, возбуждающееся в кристаллах под влиянием их сжатия или растяжения, называется *пьезоэлектричеством*.
- Хорошим пьезоэлектриком является кварц

Пироэлектричество

- Под *пироэлектричеством* подразумевается электричество возникающее в кристаллах в связи с колебаниями температуры.
- Пироэлектричество возникает в кристаллах по определенным направлениям, которые являются одновременно полярными и единичными. Естественно «С» в таких кристаллах не должно быть. Существует всего 10 видов симметрии, удовлетворяющих требованиям пироэлектричества.



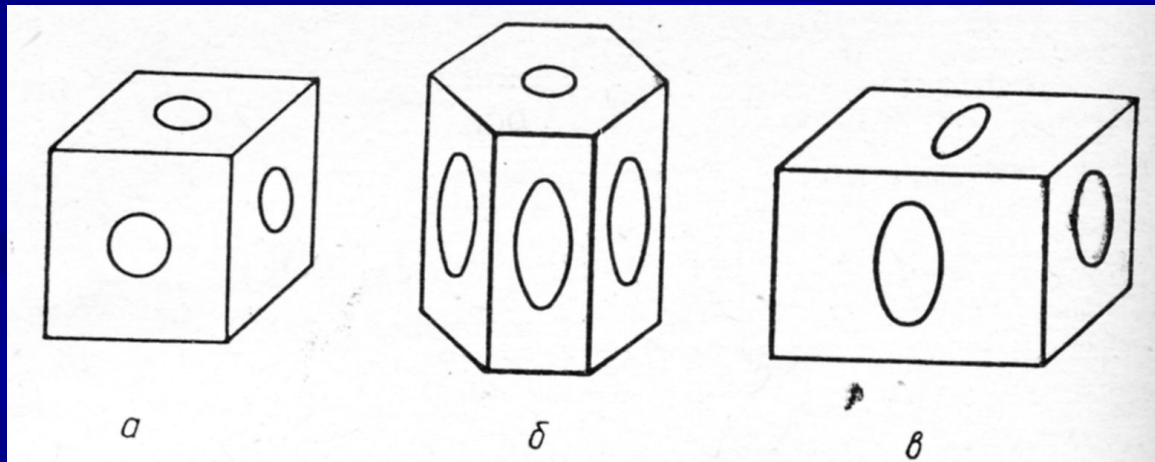
- Турмалин обладает пироэлектрическими и пьезоэлектрическими свойствами



Турмалин

Теплопроводность

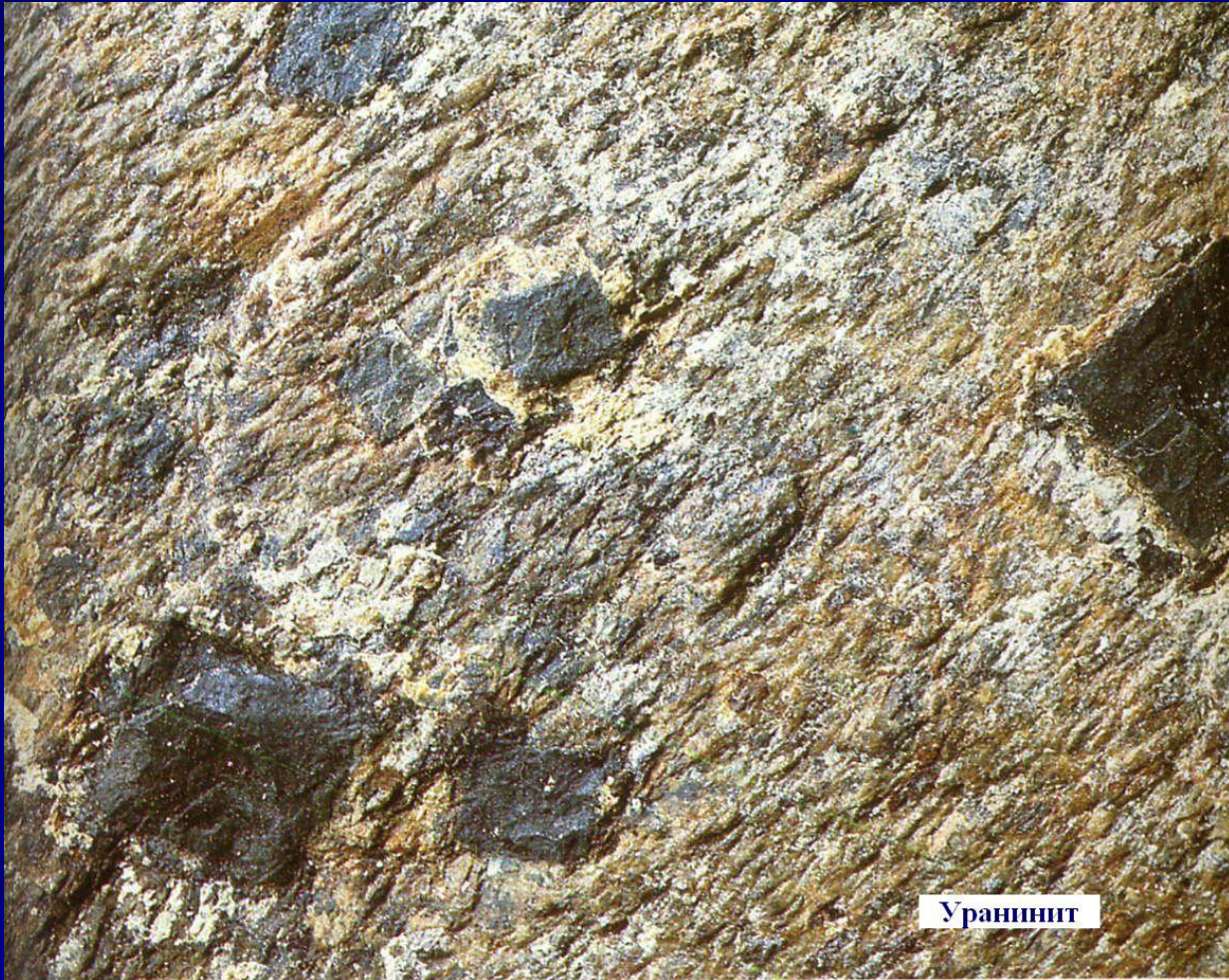
- Теплопроводность кристаллов характеризуется коэффициентом теплопроводности, т.е. количеством тепла, прошедшим в единицу времени через единицу поверхности кристалла при разности температур в 1°C .



Радиоактивность

- *Радиоактивностью* называется превращение неустойчивых изотопов одного химического элемента в изотопы других с излучением элементарных частиц. Естественной радиоактивностью обладают минералы, содержащие радиационно-неустойчивые изотопы урана, тория, радия, радона, калия, стронция и др.
- Сильная естественная радиоактивность служит диагностическим признаком минералов урана и тория, например уранинита UO_2 , торита $Th[SiO_4]$, урановых слюдок и т. д.
- Умеренная и слабая радиоактивности вызваны небольшой примесью изотопов U , Th , а также других радиоактивных изотопов, содержащихся, например, в пирохлоре, самарските, эшшште, монаците.
- Слабая радиоактивность сильвина, микроклина, мусковита и других минералов калия обусловлена постоянной примесью радиоактивного изотопа калия (^{40}K).

Уранинит



Уранинит

Растворимость

- **Растворимость** минералов обычно определяется по отношению к воде или водным растворам кислот (серной, азотной, соляной, плавиковой, уксусной), щелочей (KOH, NaOH) и различных солей (главным образом Na_2CO_3). Минералы, трудно растворимые в водных растворах, предварительно сплавляются с содой, фосфорной солью, бурой или фтористым натрием для получения сплавов, легко растворимых в воде или водных растворах кислот и щелочей.



Галит

Спасибо за внимание!