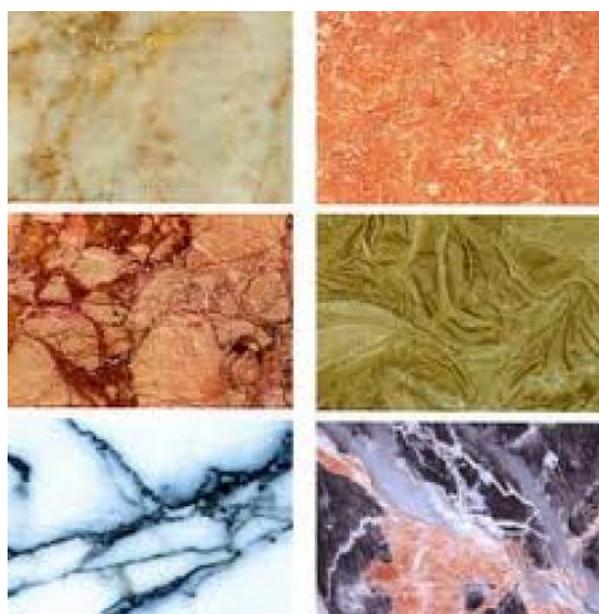




КРИСТАЛЛЫ И МИНЕРАЛЫ



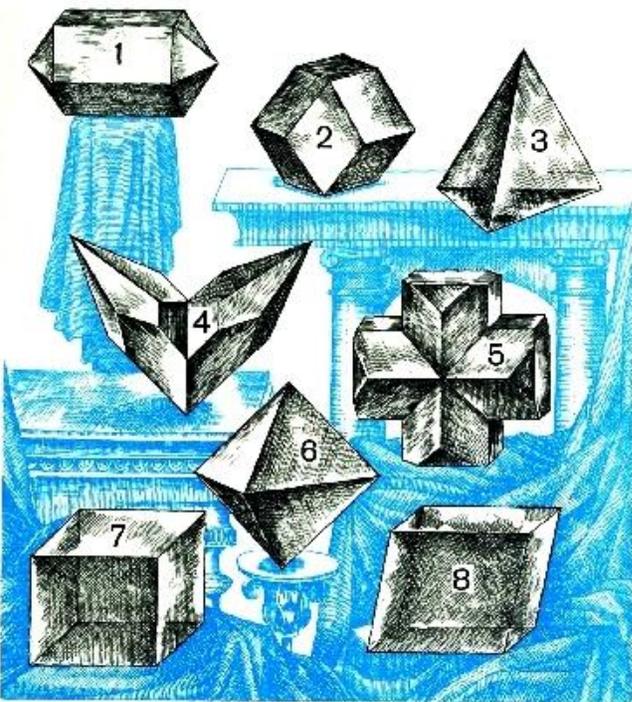
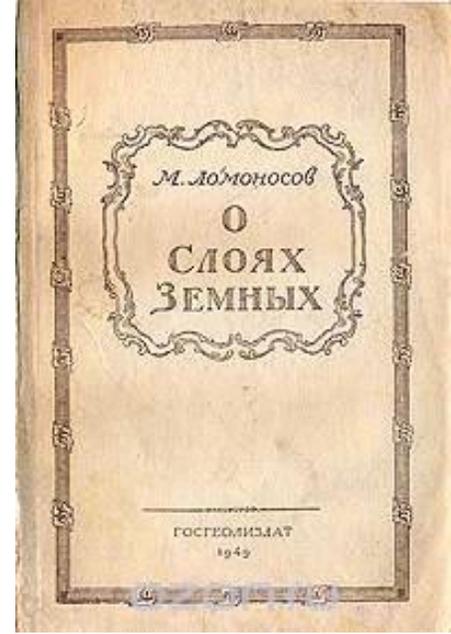
ИСТОКИ МИНЕРАЛОГИИ

В 1636 году – итальянский натуралист **Бернард Цезиус** – **определил: минералогия** - наука обо **всех природных ископаемых телах.**



Вернер А.Г. (1749-1817)

Создал описательную минералогию,
выделил минералогию как науку



М.В. Ломоносов не только раскрыл происхождение многих ископаемых – угля, торфа, сланца, но и указал возможные места их добычи.



1763 год – опубликована очередная работа Ломоносова по геологии «О слоях земных». В ней ученый доказал, что на Южном полюсе Земли существует материк, и выдвинул теорию об эволюции природы.

Ломоносовит, Кольский п-в

Севергин В.М.
(1765-1826) Разделил

ископаемые тела на:

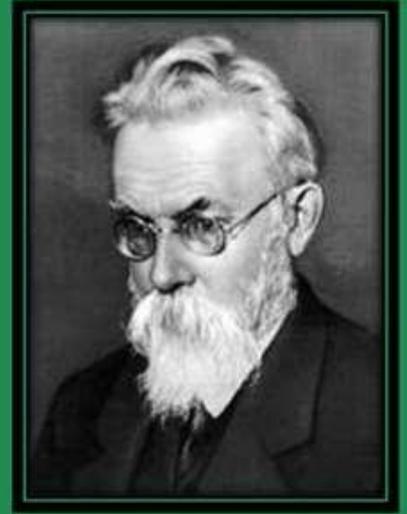
простые - минералы и
сложные - горные
породы и фоссилии.

В 1804 г. издал учебник
минералогии



В.И. Вернадский (1863-1945)

Крупнейший русский ученый XX века. В круг его интересов входили геология и кристаллография, минералогия и геохимия, организаторская деятельность в науке и общественная деятельность, радиогенез и биология, биогеохимия и философия. Деятельность Вернадского оказала огромное влияние на развитие наук о Земле, на становление и рост Академии наук СССР, на мировоззрение многих людей, познакомившихся с его трудами, насчитывающими более 700 наименований.



Ферсман А.Е.

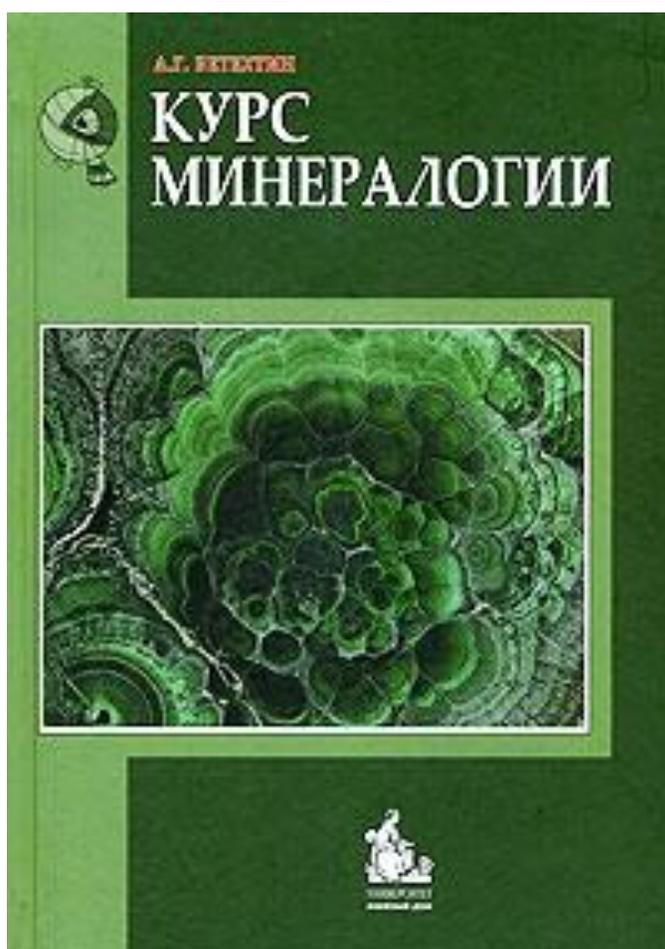
Занимательная
минералогия



Е.С. Федоров



Симметрия
и структура
кристаллов
Классики науки



**Бетехтин А.Г. (1897-1962), с. Стригино,
Никольский уезд, Вологодская губерния**

ОСНОВЫ КРИСТАЛЛОГРАФИИ

**Наука о кристаллах, их
структуре, возникновении и
свойствах.**

Разделы:

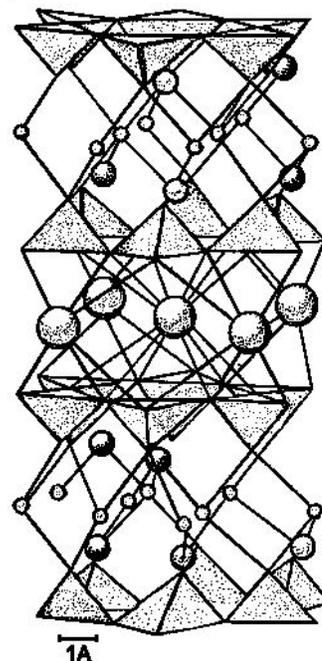
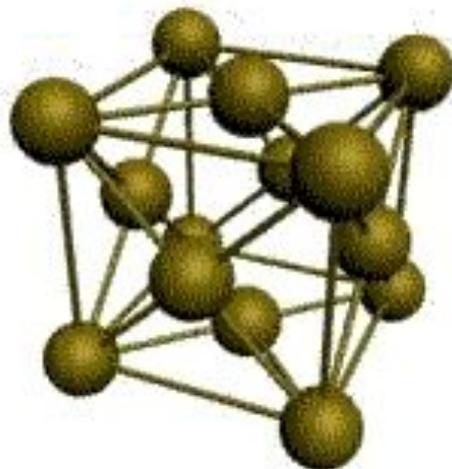
- физическая,**
- геометрическая,**
- кристаллогенез,**
- кристаллохимия.**

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА

Форма минерала – единство
кристаллической структуры и
химического состава.



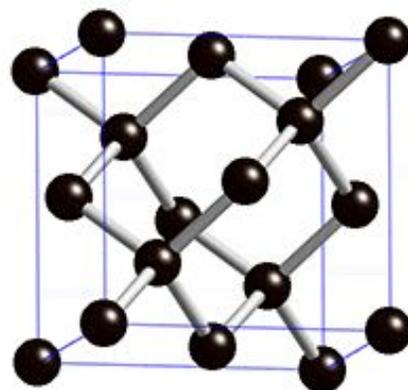
Аи



Мусковит – $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$



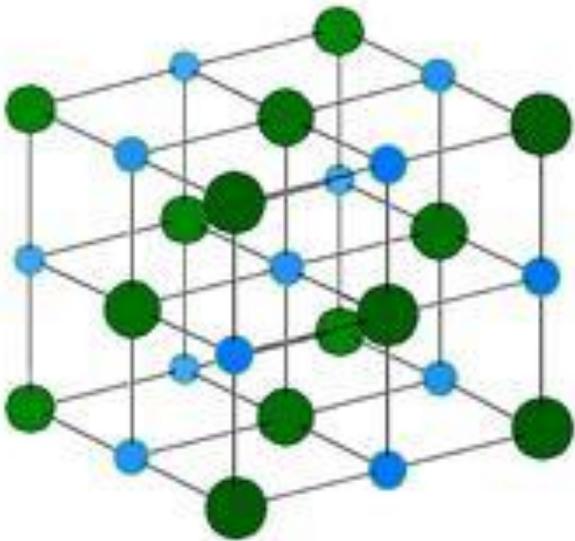
Пирит
 FeS_2



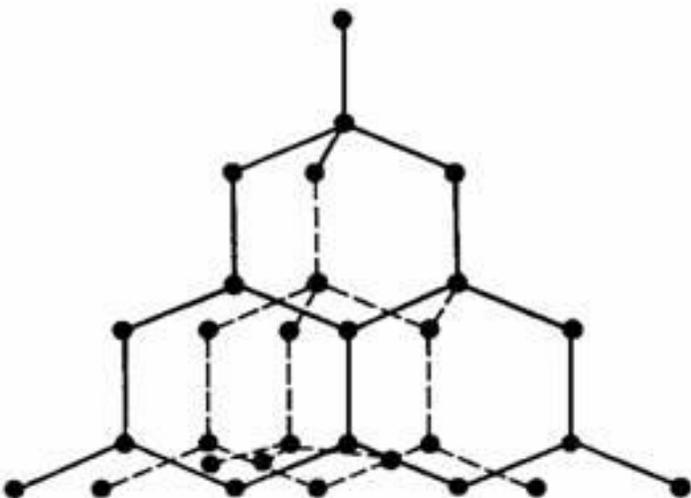
Химическая связь в минералах

Типы химической связи

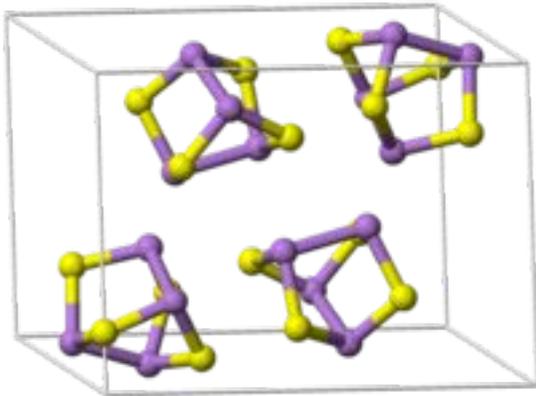
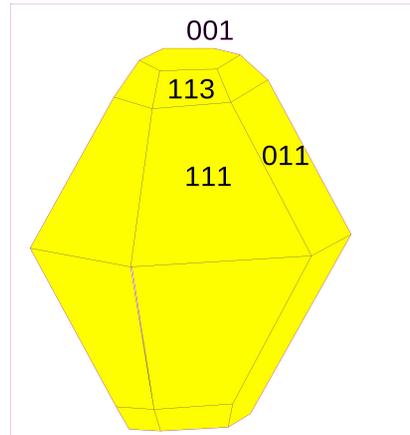
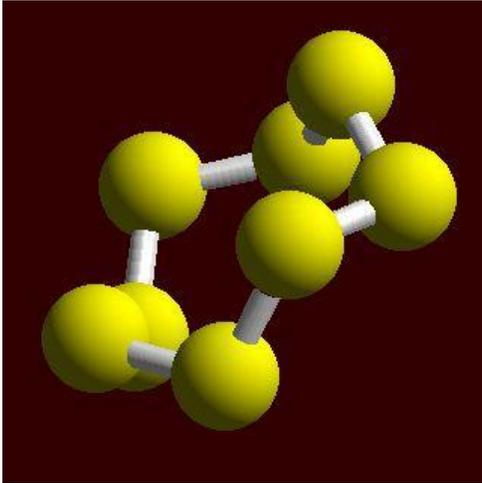
Ионная – электростатическое притяжение между ионами: **галенит, PbS**



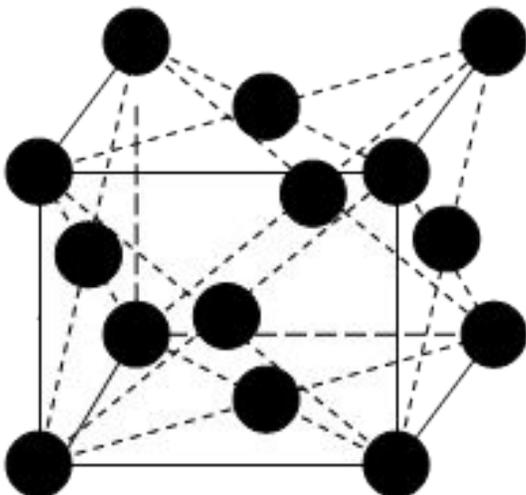
Ковалентная – обобществление внешних электронов у электронейтральных атомов:
алмаз, C



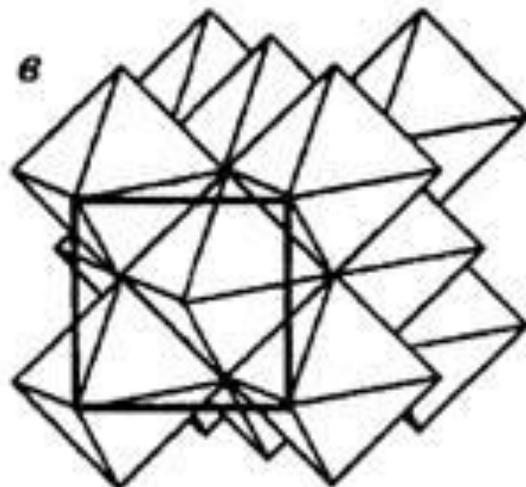
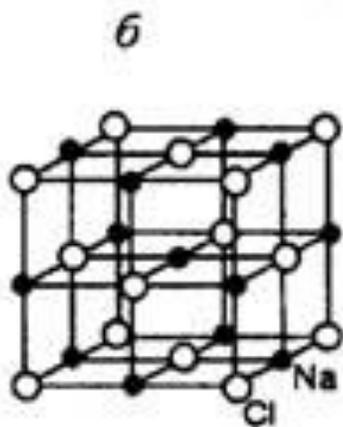
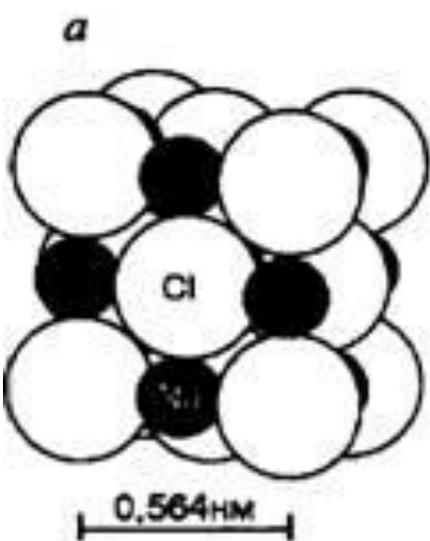
Вандерваальсова (остаточная) связь:
дальнее взаимодействие
электронейтральных частиц
Сера – S, реальгар – AsS



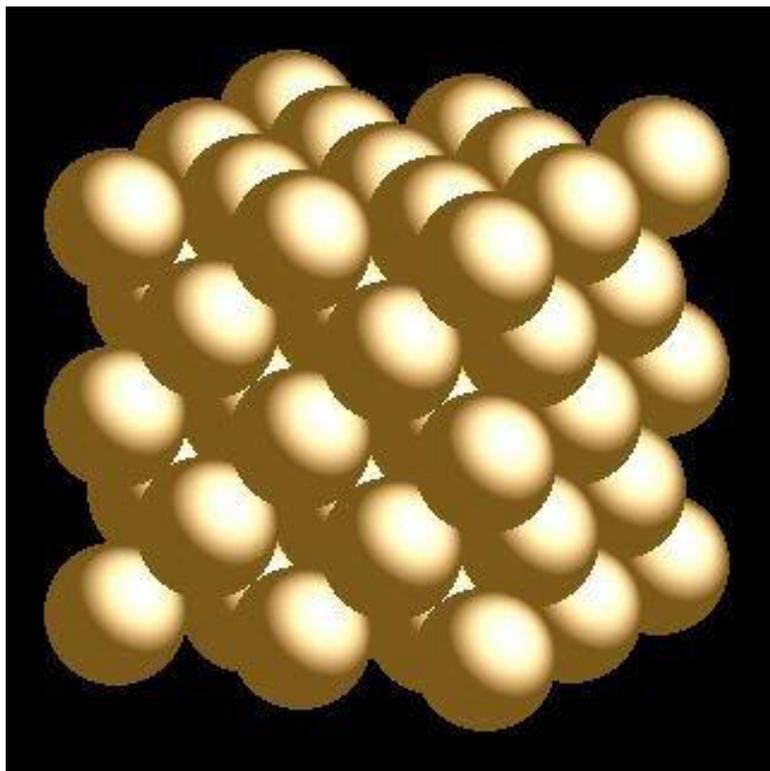
Металлическая («электронный газ») –
Си, Аи



СПОСОБЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР МИНЕРАЛОВ



Структура галита (NaCl)
сферы, шарики и
полиэдры



Самородное золото (Au)

Свойства кристаллических веществ

Кристаллическая, решетка:

- узлы, ряды, плоские сетки.

Особенность кристаллических структур –

закономерная повторяемость в пространстве узлов, рядов и плоских сеток.

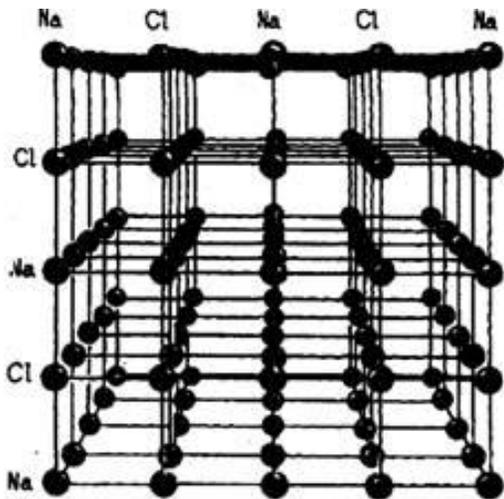
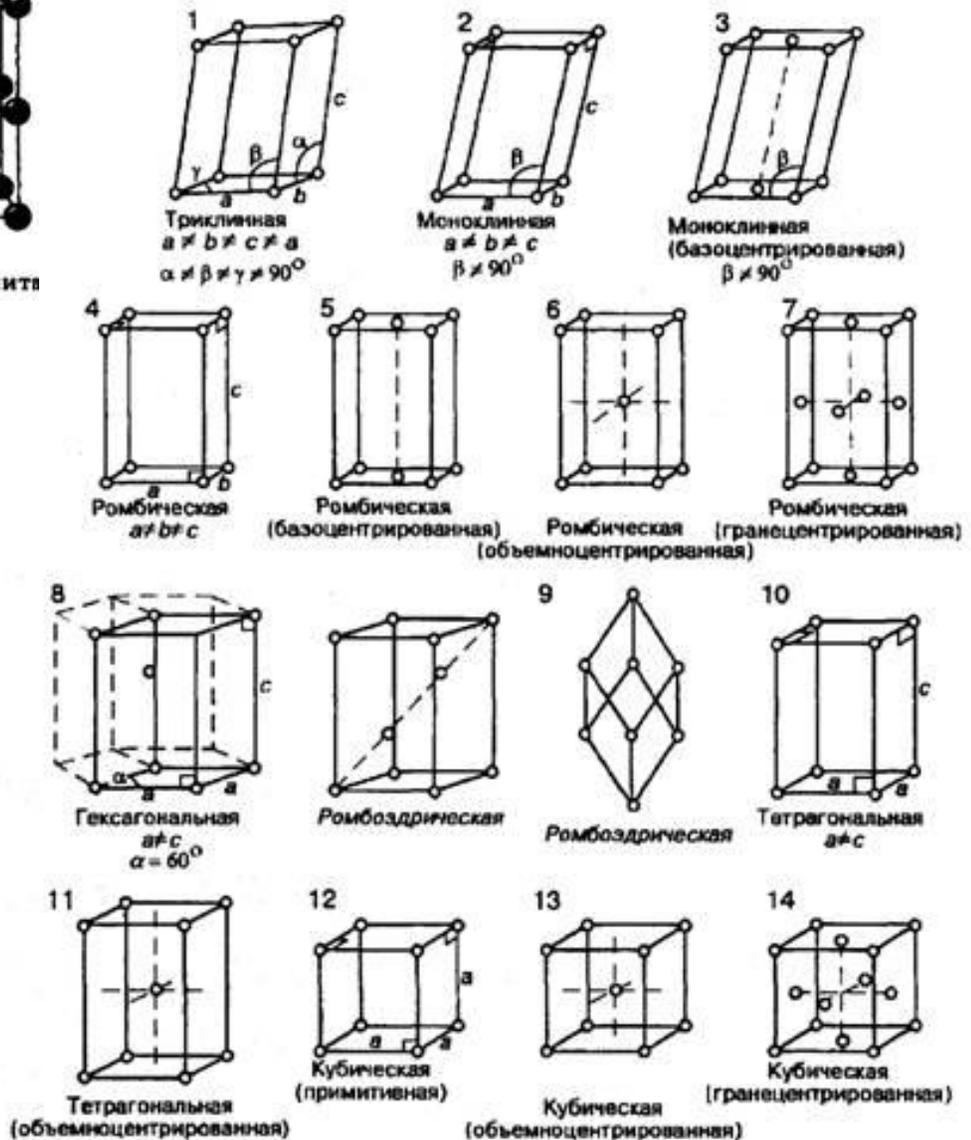


Рис. 1. Кристаллическая решетка галита

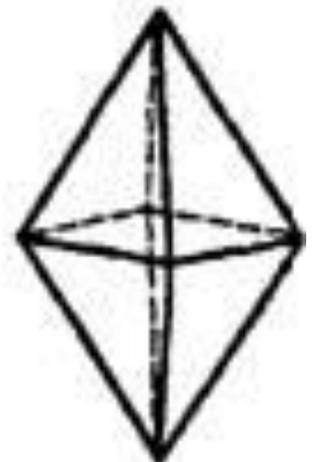
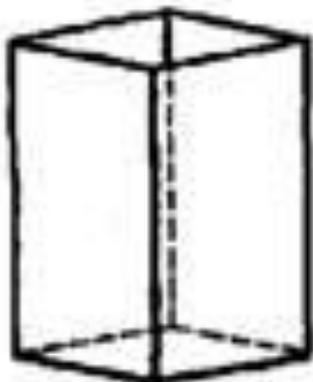
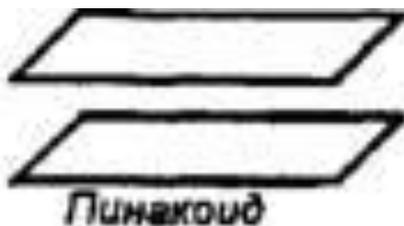
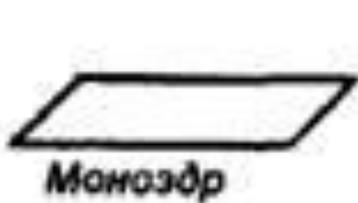


В кристаллах – **47 простых кристаллографических форм.**

В природе – 32 сочетания элементов симметрии в кристаллах (**виды симметрии**) – объединены в **7 групп (сингоний).**

Формы сингоний низшей категории:
триклинной, моноклинной, ромбической

(моноэдры, диэдры, пинакоиды, ромбические призмы, пирамиды, дипирамиды и тетраэдры)



Полевые шпаты



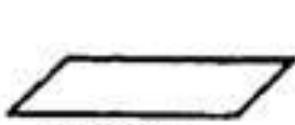
СЕР
А

ГИПС

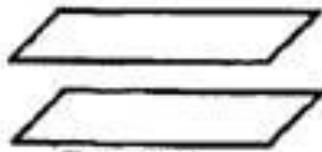


Формы сингоний средней категории

(моноэдры, пинакоиды, различные призмы, пирамиды и дипирамиды, трапецоэдры, ромбоэдры, скаленоэдры, тетрагональные тетраэдры)



Моноэдр



Пинакоид

Триго-
нальная



Дитриго-
нальная



Тетраго-
нальная



Дитетраго-
нальная



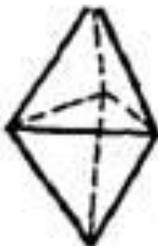
Гексаго-
нальная



Дигексаго-
нальная



Пирамиды



Дипирамиды



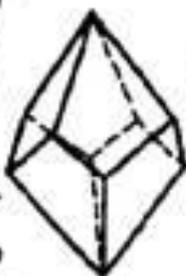
Призмы



Тригональный
трапецоэдр



Ромбичес-
кий
тетраэдр



Тетрагональный
трапецоэдр



Ромбоэдр



Гексагональный
трапецоэдр



Тетраго-
нальный
скаленоэдр



Тригональный
скаленоэдр

ТРИГОНАЛЬНАЯ



Турмалин



Корунд

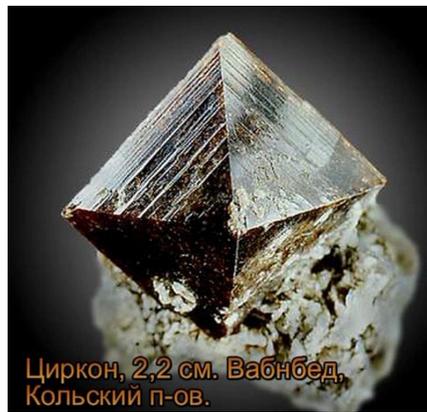


Кварц

ТЕТРАГОНАЛЬНАЯ



Касситерит



Циркон



Шеелит

ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ



Берилл



Апатит



Пирротин

Кубическая сингония – 15 простых форм
(тетраэдр, октаэдр, гексаэдр (куб),
ромбододекаэдр, пентагон-додокаэдр,
тетрагон-триоктаэдр)



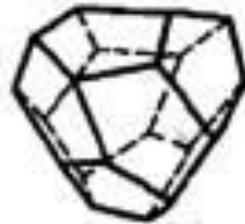
Тетраэдр



Тригон-тритетраэдр



Тетрагон-тритетраэдр



Пентагон-тритетраэдр



Гексатетраэдр



Октаэдр



Тригон-триоктаэдр



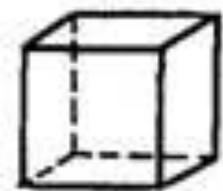
Тетрагон-триоктаэдр



Пентагон-триоктаэдр



Гексооктаэдр



Гексаэдр



Тетрагексаэдр



Ромбододекаэдр



Пентагон-додокаэдр



Дидодокаэдр



Галенит



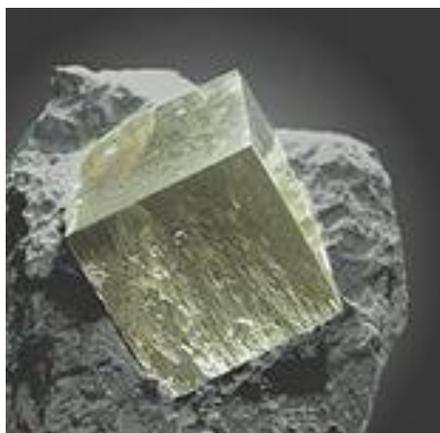
Магнетит



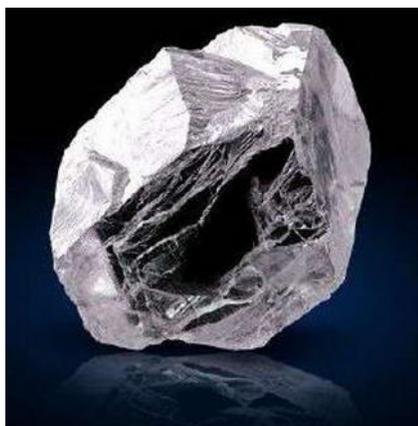
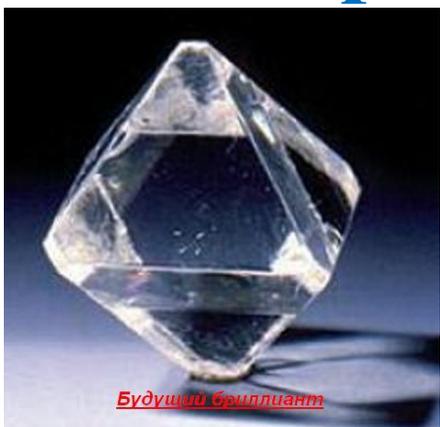
Гранат

Минералы нередко – в виде
кристаллов разной формы – **скорость**
адсорбции вещества гранями **зависит**
от внешних условий.

Кристаллы пирита, FeS_2



Кристаллы алмаза, C



Кристаллы серы, S

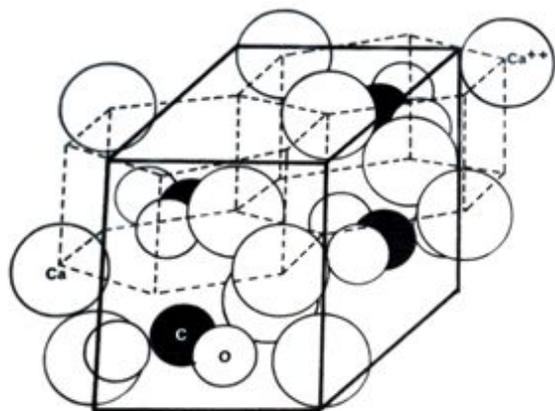


Полиморфизм

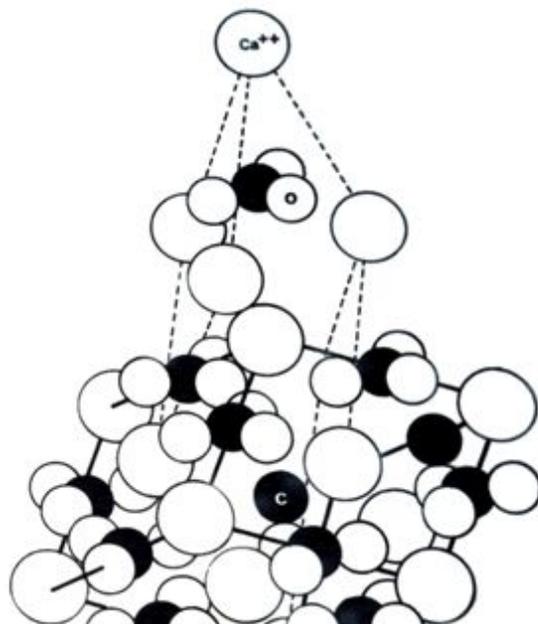
Вещества **одного состава**, но **разной структуры**:
- **полиморфные модификации** (физика и химия),
- **разные минералы** (минералогия).

CaCO₃: кальцит и арагонит

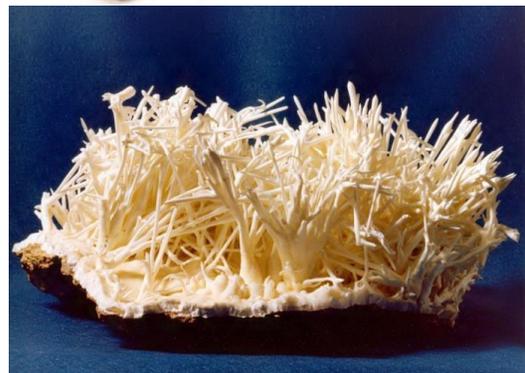
CALCITE



ARAGONITE

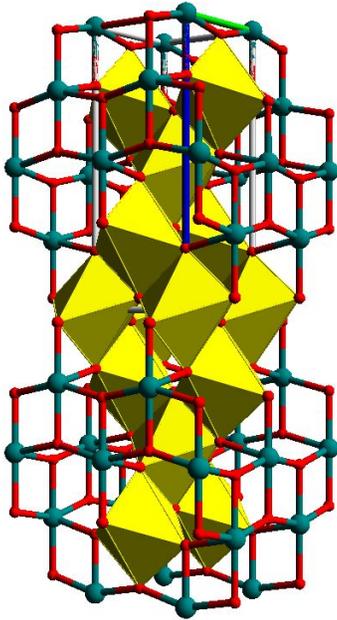


— Unite cell

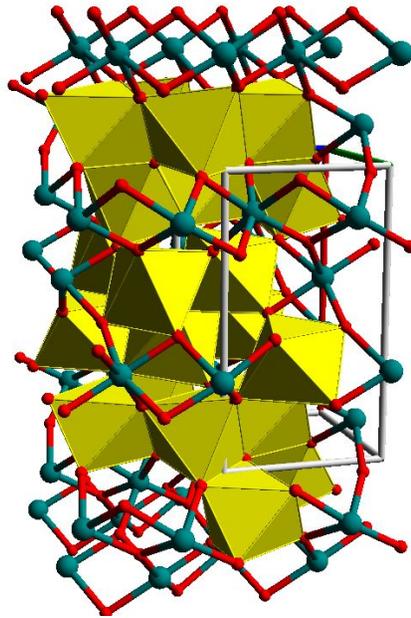


TiO₂

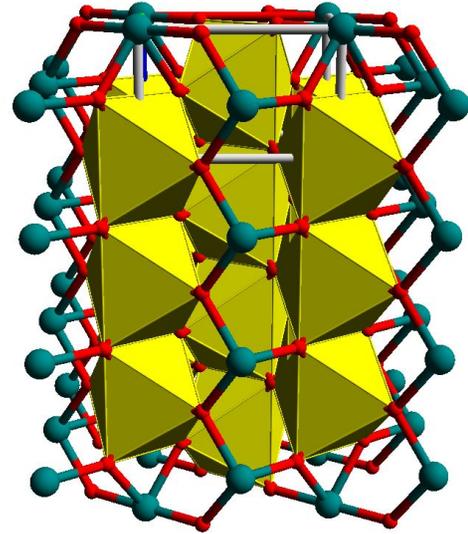
Анатаз



Брукит



Рутил



ИЗОМОРФИЗМ

Изоструктурные соединения
 Fe_2O_3 (гематит) и Al_2O_3 (корунд)



SnO_2 (касситерит) и TiO_2



Шпинель MgAl_2O_4 и *магнетит* Fe_3O_4



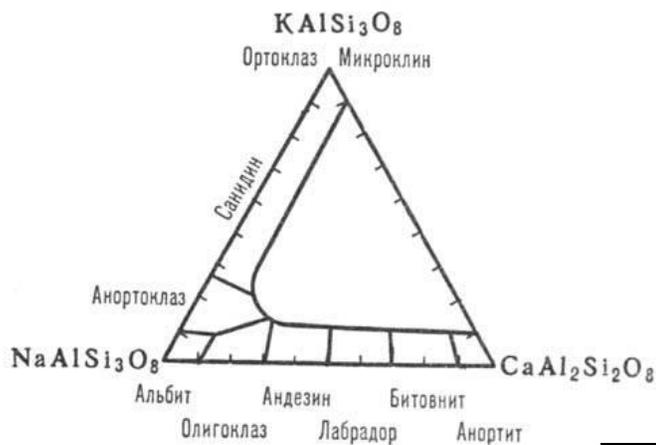
Твердые растворы: а) внедрения.

В аметисте (SiO_2) Fe^{3+} (радиус 0,067 нм) – позиции Si^{4+} (радиус 0,039 нм).



б) замещения.

Плагиоклазы. Схема: $\text{Na}^{+}(0,098)\text{Si}^{4+}(0,039)$ – на $\text{Ca}^{2+}(0,106)\text{Al}^{3+}(0,057)$. Количество атомов неизменно – **электронейтральность**



Области существования высокотемпературных твердых р-ров в пол...

РАУХТОПАЗ

КВАРЦ
ГОРНЫЙ
ХРУСТАЛЬ

МОРИОН

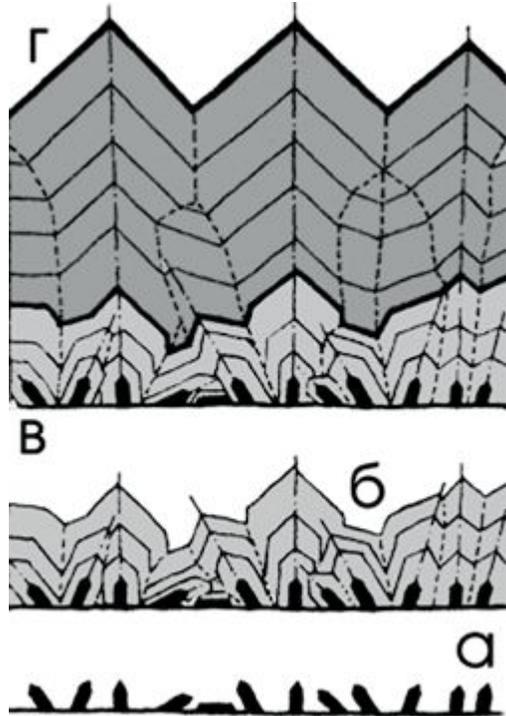


ПРАЗЕМ, **АМЕТИСТ,** **ЦИТРИН**

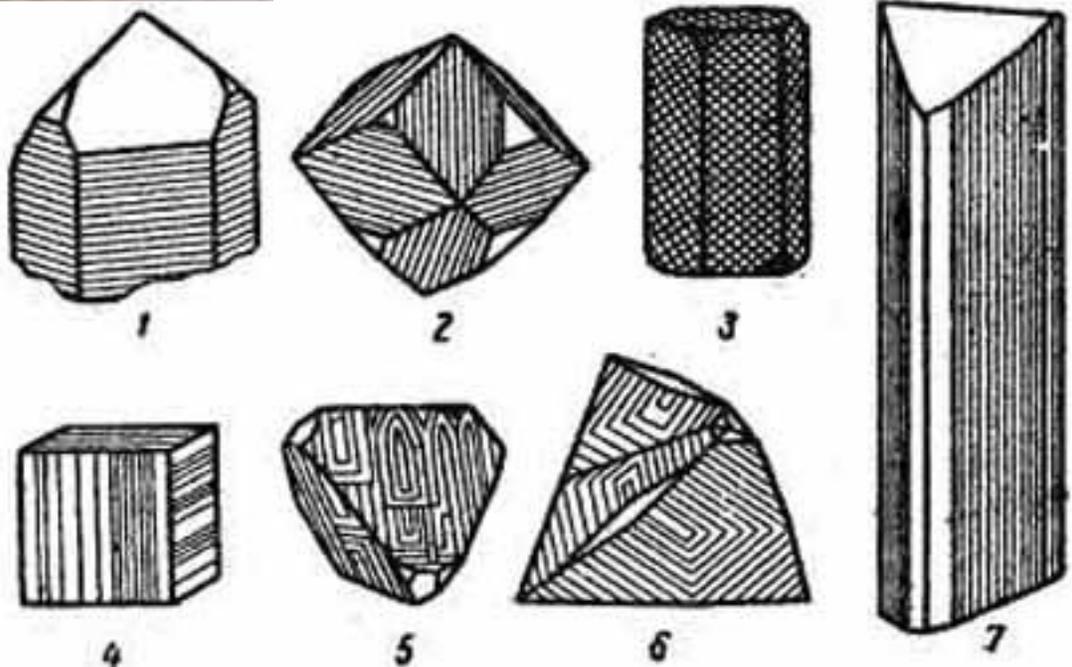
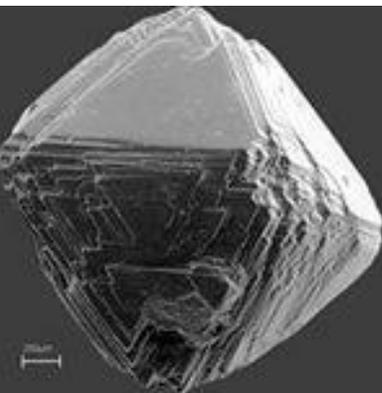




РУССКИЕ МИНЕРАЛЫ
rusmineral.ru



Зоны роста в кварце турмалине



Штриховка роста на гранях кристаллов :

1 – кварц, 2 – алмаз, 3 – корунд, 4 – пирит, 5,6 – халькопирит,
7 – арсенопирит

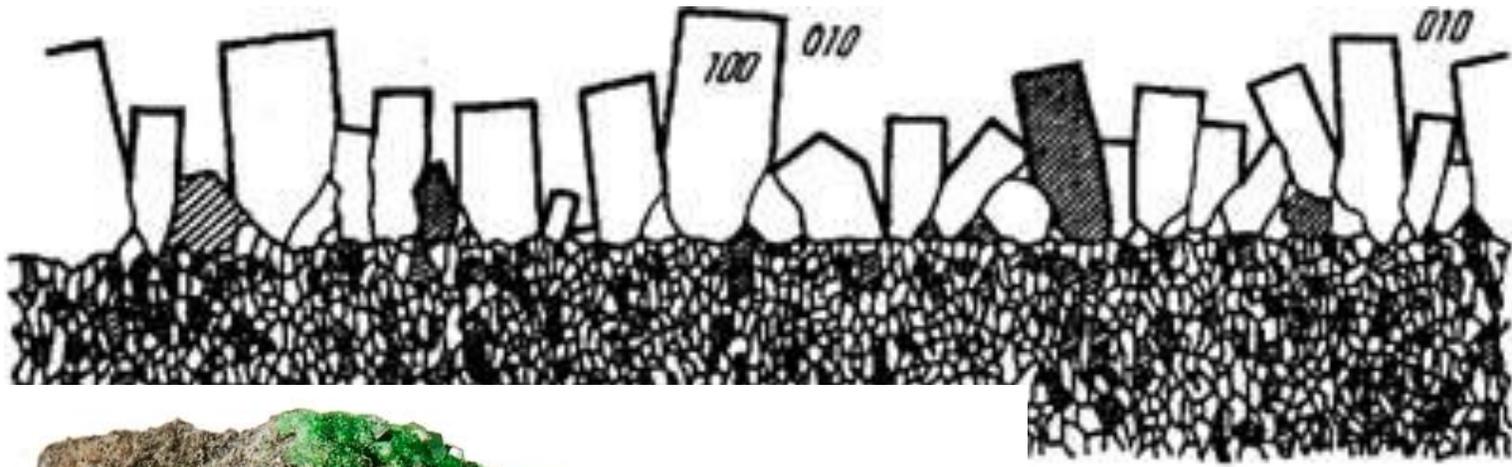
СРОСТКИ МИНЕРАЛОВ

ДРУЗЫ





ЩЁТКИ



ЖЕОДЫ (СЕКРЕЦИИ)





КОНКРЕЦИИ (СТЯЖЕНИЯ)



КРЕМНИ

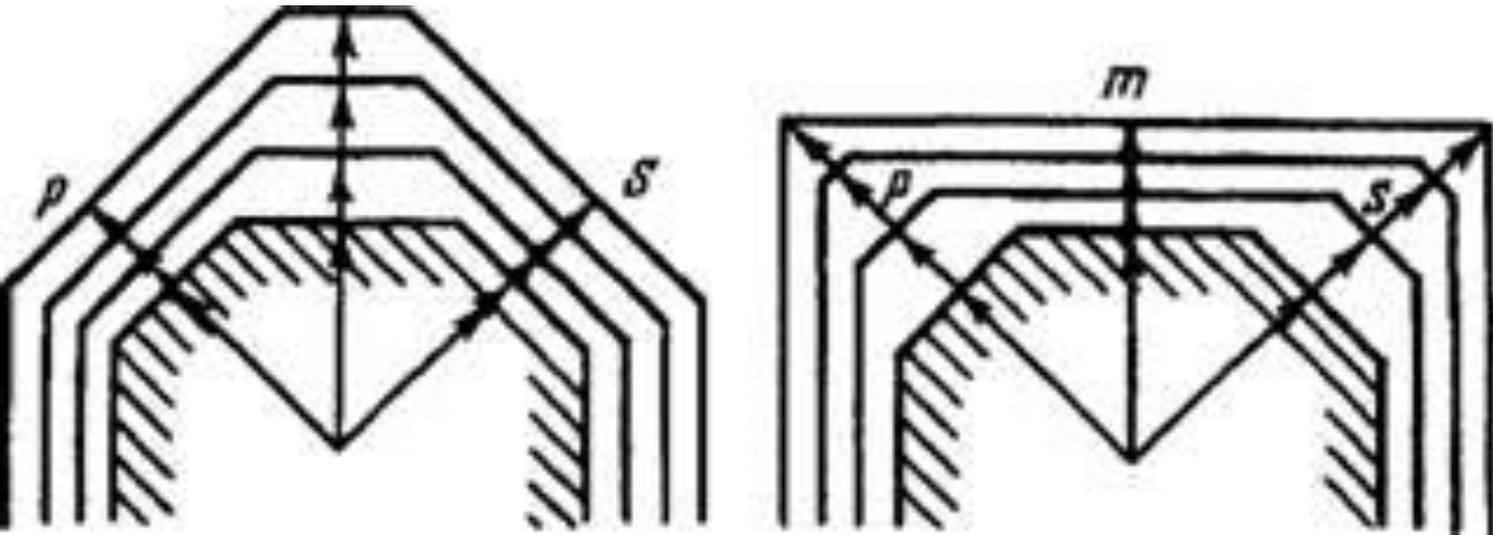


Пегматиты:
вростки
кварца в
микроклине



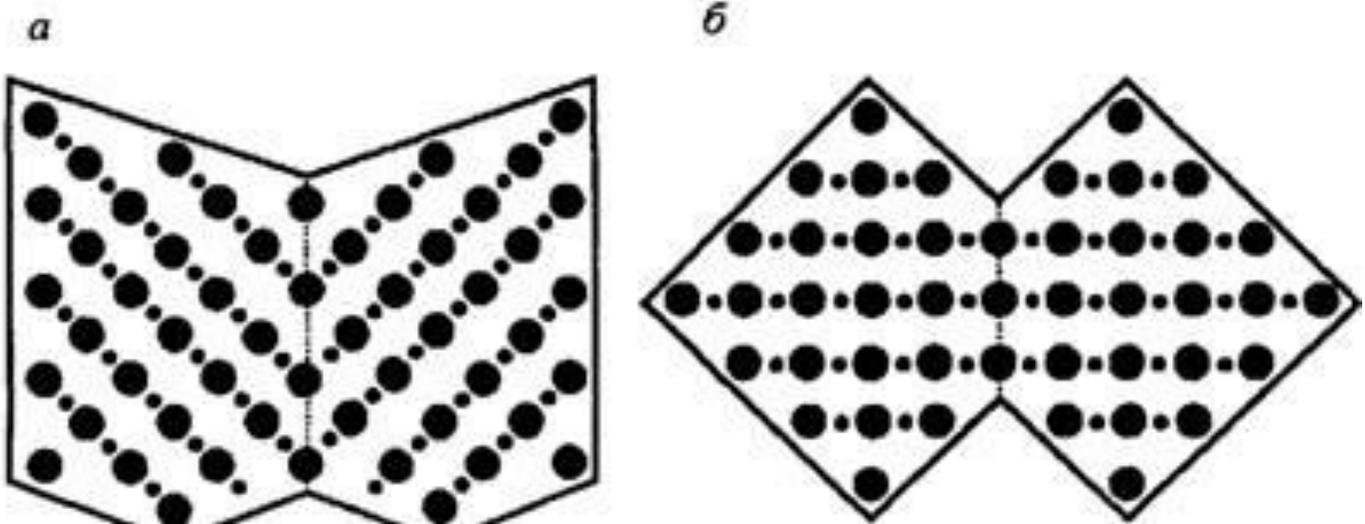
«Соревнование» граней:

- **легко** и **трудно** (более плотно заселены атомами) **адсорбирующих** **вещество**



Двойниковые сростки, или двойники

Полевые шпаты, гипс, рутил, касситерит, арагонит, киноварь, ставролит и др.



Внутреннее строение двойника (а) и параллельного сростка (б)

Двойники:

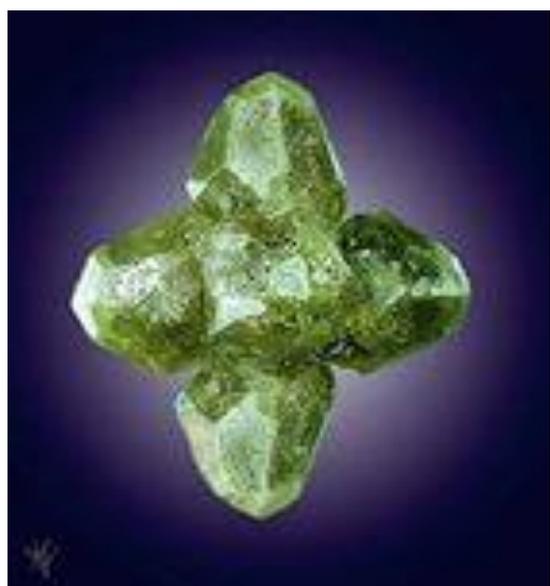
- **срастания**,

- **прорастания** – «обрастают» друг друга или проникают один в другой



АЛЬБИТ $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ALBITE

Простые и сложные двойники Ставролита, флюорита



Butterfly Twin Calcit
Fundort: Malmberget Mine, Gällivare,
Lappland, Schweden, 1988

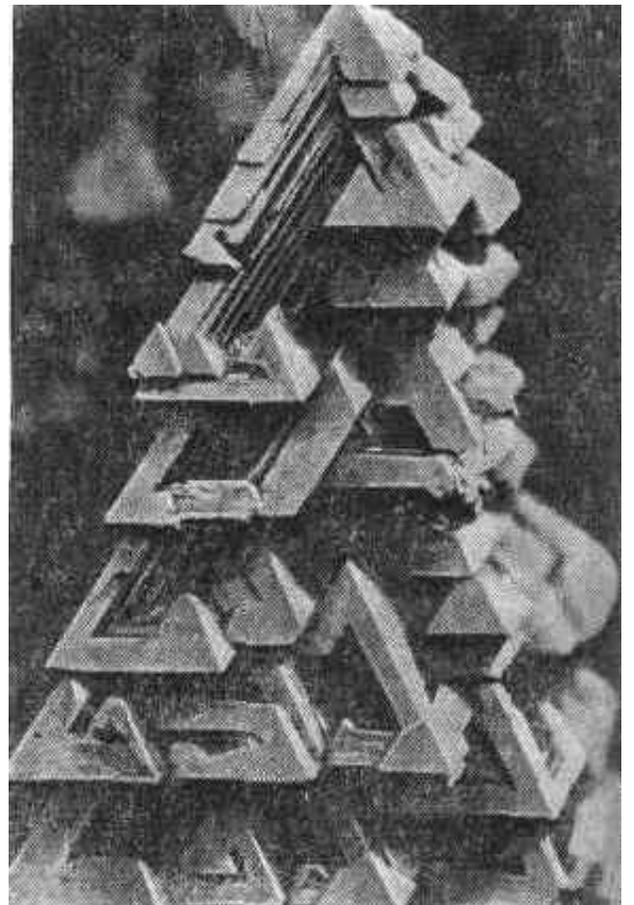
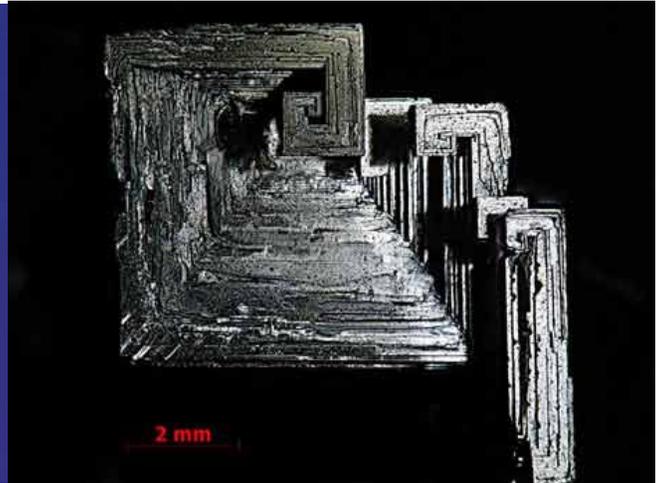


Двойник кальцита
«бабочка»

Мусковит («звёздчатый» сросток сдвойнированных кристаллов)

СКЕЛЕТНЫЕ КРИСТАЛЛЫ И ДЕНДРИТЫ

Снежинки – шестилучевые
кристаллы льда. У кристаллов
скелеты – вершинные и реберные
формы роста



Дендриты

Самород. медь, золото, серебро, пиролюзит.



ВКЛЮЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ

Виды:

- **гомогенные** (твердые, жидкие, газообразные),
- **гетерогенные**.

1) **реликтовые (остаточные)** твердых фаз (более ранних минералов),

2) **сингенетичные** (одновременные с ростом).

Фантомы – «налеты» по зонам роста, кристаллы в кристалле («матрешки»).



Рутил в
кварце



Гематит в **кварце**



Алмаз с

включением граната



**«ВОЛОСА-
ТИКИ»**

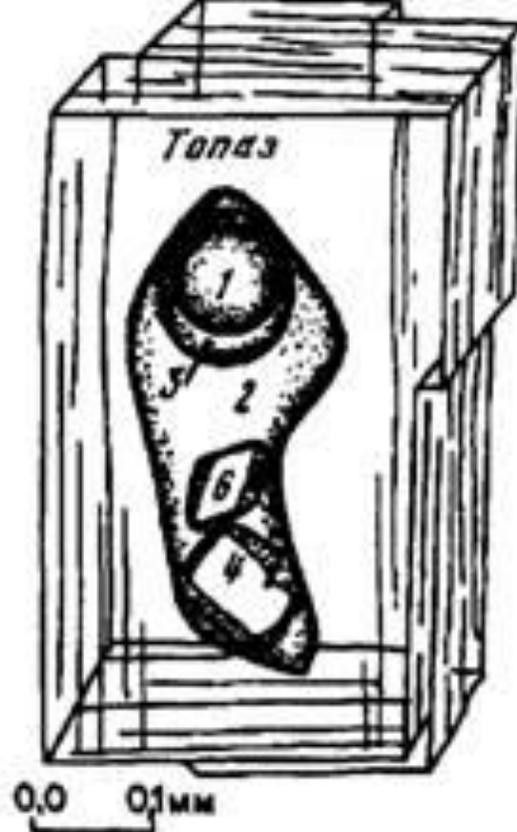
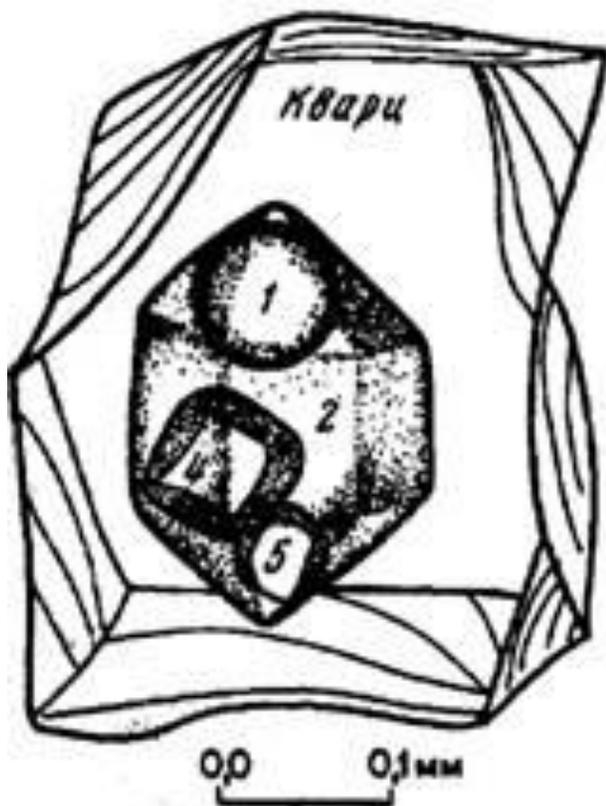


**«ФАНТО-
МЫ»**



**ТИГРОВЫЙ
И
КОШАЧИЙ
«ГЛАЗА»**

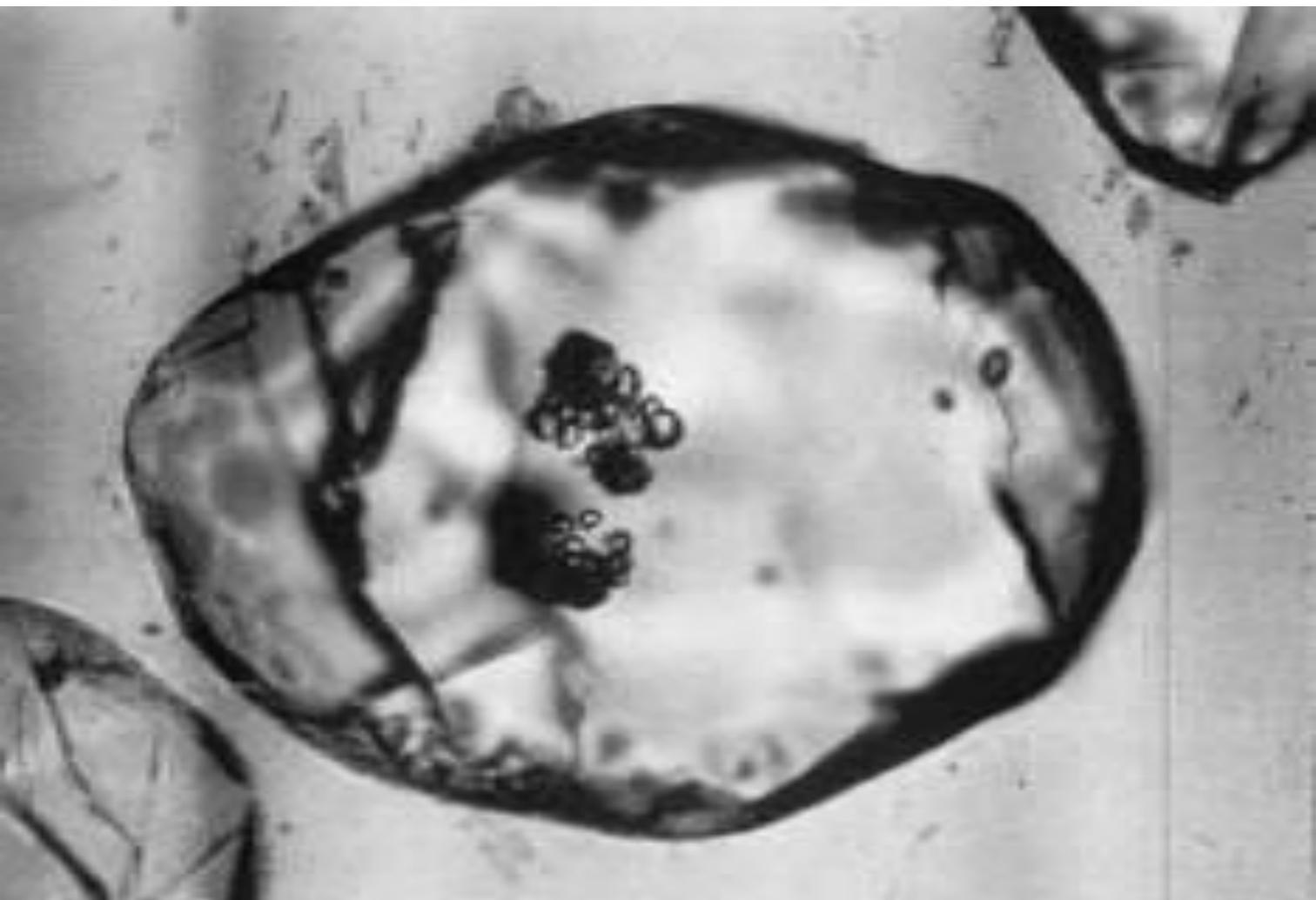




Включения **газа** (1), **жидкости** (2) и **минералов-узников** (3-6) в кварце и топазе



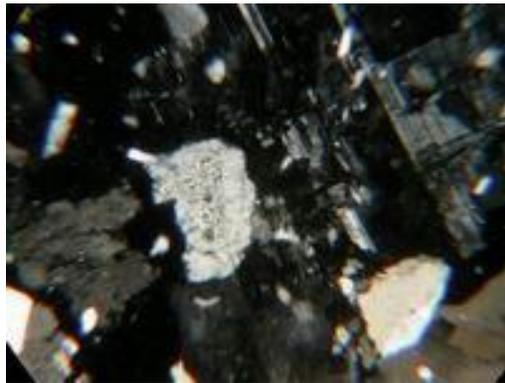
Включения **нефти** в кристаллах **кварца**



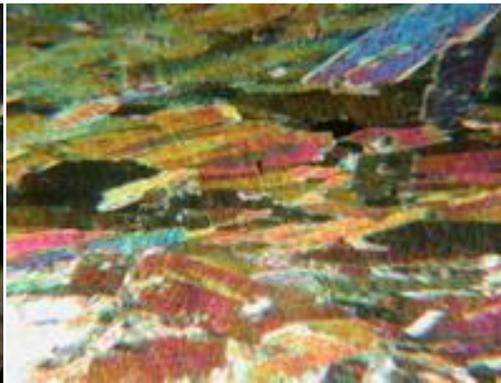
Микроалмазы в кристалле **циркона** из
метаморфических пород
(200 микрон по длине, **Казахстан**)

МИНЕРАЛЫ ПОД МИКРОСКОПОМ

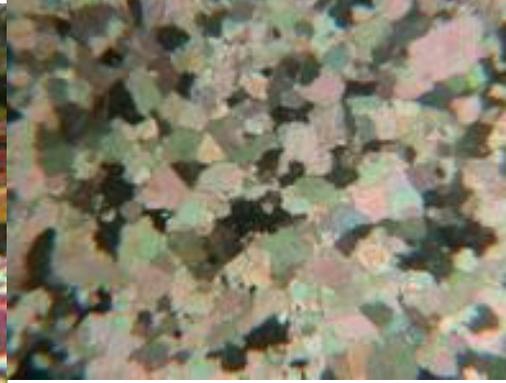
Изучаются **шлифы** – пластинки
толщиной 0,03-0,02 мм,
наклеенные на стекло



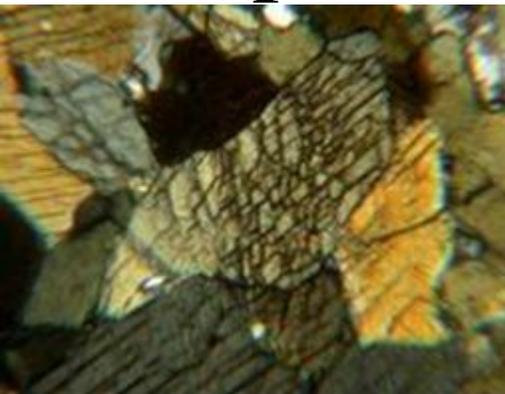
кварц



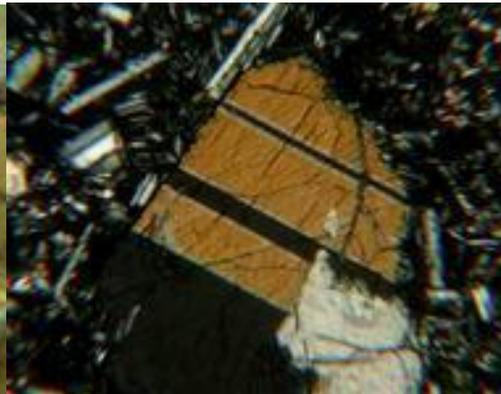
биотит



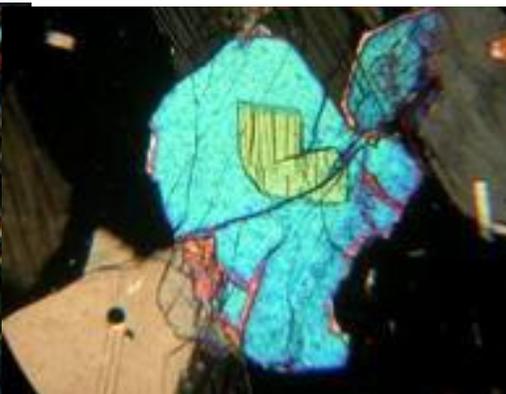
кальцит



роговая обманка

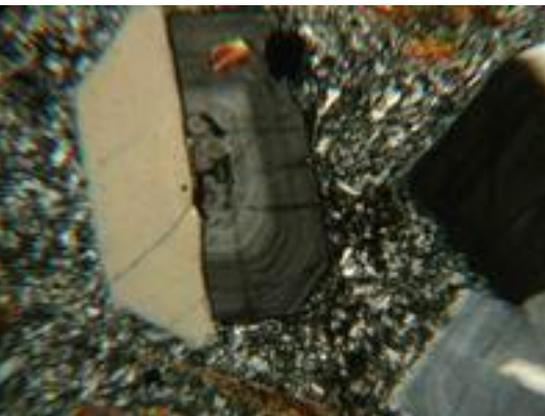


пироксен



оливин

Двойники полевых шпатов



**простой
ортоклаз**



**полисинтетический
плагиоклаз**



**решётчатый
микроклин**