

КВАРЦ

РАУХТОПАЗ,

ГОРНЫЙ ХРУСАЛЬ,

МОРИОН





**«ВОЛОСА-
ТИКИ»**



**ТИГРОВЫЙ
И
КОШАЧИЙ
«ГЛАЗА»**

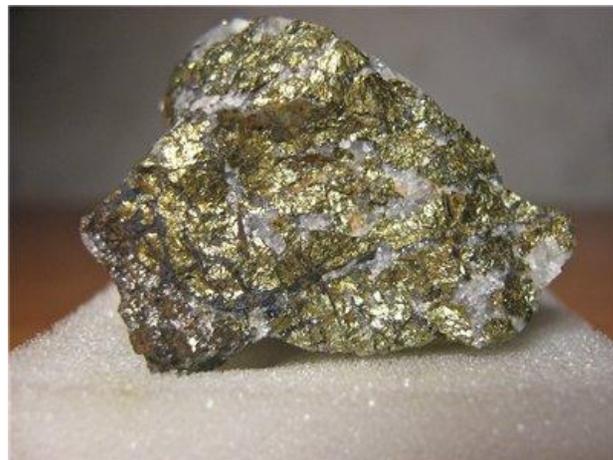
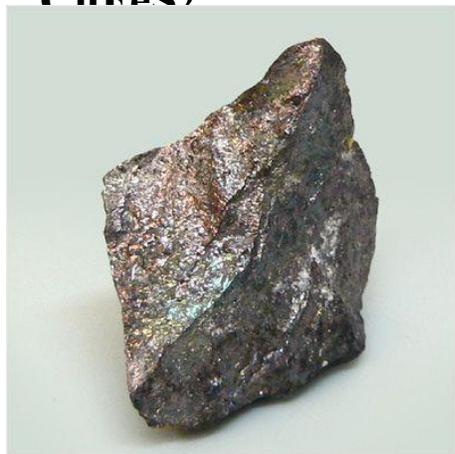


ПОБЕЖАЛОСТЬ

БОРНИТ Cu_5FeS_4
И CuFeS_2

И

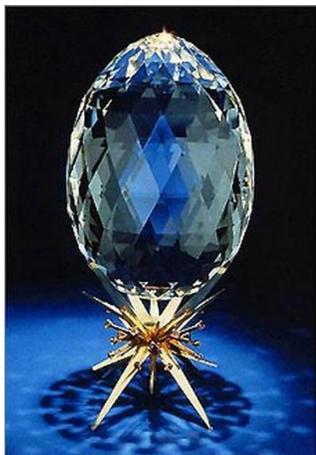
ХАЛЬКОПИРИТ



ГАЛЕНИТ
 PbS



Дисперсия и интерференция света



Гипс



**Кальцит
(исландский
шпат)**

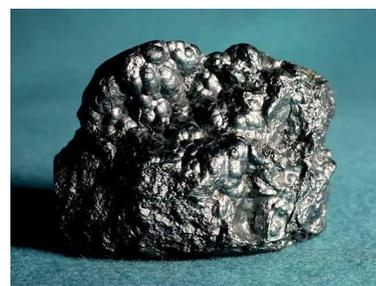


Иризация лабрадора и олигоклаза

Блески минералов



Алмаз и сера с алмазным блеском



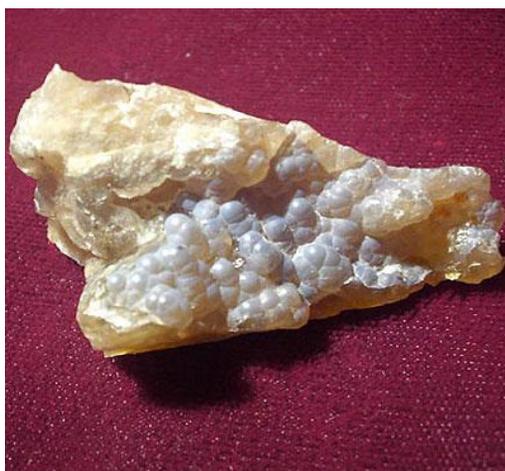
Кальцит и кварц со стекляннным блеском.

Графит с полуметаллическим блеском



Пирит и стибнит с металлическим блеском.

Галит с жирным блеском



Асбест с шелковистым блеском. Халцедон с восковым блеском. Опал с перламутровым блеском

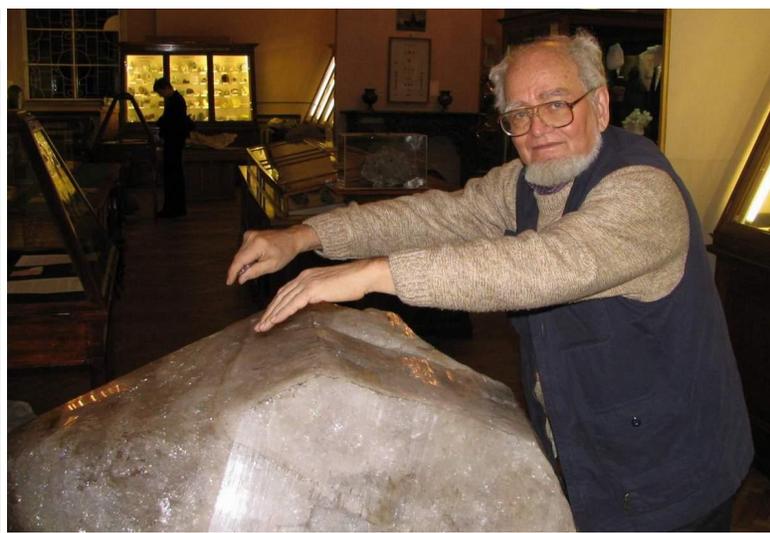
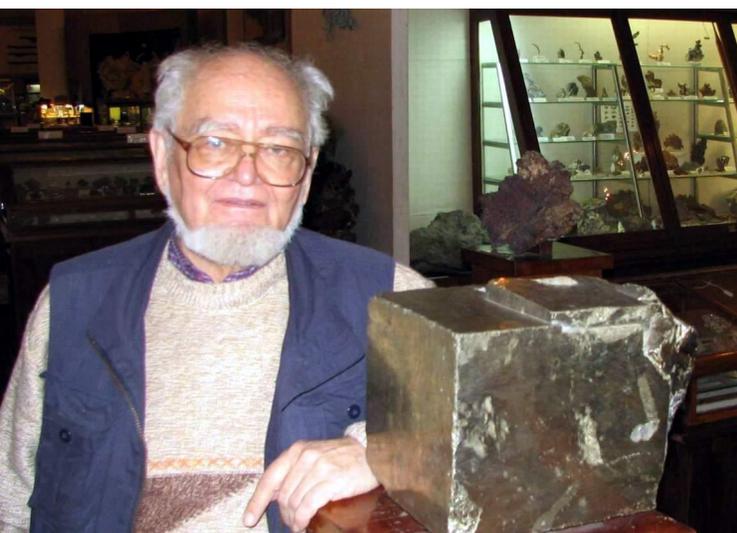
СИММЕТРИЯ И ПРОСТЫЕ ФОРМЫ КРИСТАЛЛОВ

ОГРАНЕННЫЕ И НЕОГРАНЕННЫЕ КРИСТАЛЛЫ



Гигантские кристаллы гипса в шахте Naica в Мексике

Другие: золото (Чили) – *153 кг*, стибнит (Япония) – *60 см*,
пирит (Греция) – *50 см*, флюорит (США) – *2 м*, кварц
(Казахстан) – *70 т*, гранат (Норвегия) – *1 т*, берилл
(Бразилия) – *200 т*



О.В. Кононов у гигантских кристаллов пирита (Акчатау, Казахстан)
и кварца с г. Неройки (Прип. Урал)

МОДЕЛИ РОСТА КРИСТАЛЛОВ

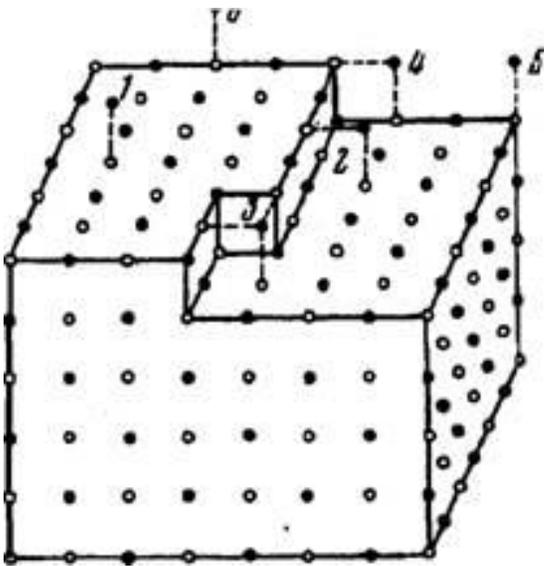
1) *послойного роста по сеткам*: кристаллы растут слоями.

Но расчеты – необходимо громадное пересыщение вещества; 2)

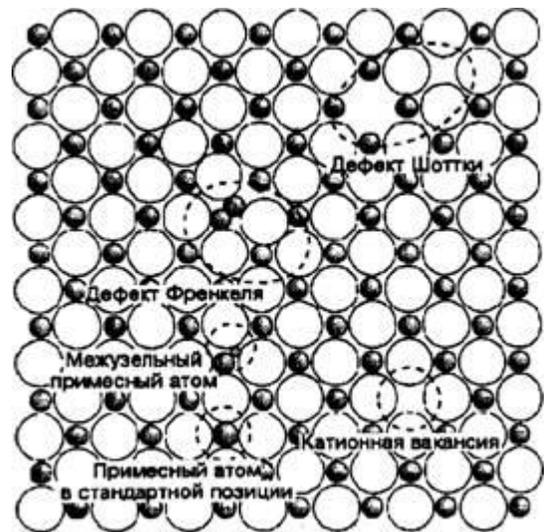
послойного роста за счет дефектов в кристаллах:

точечных, линейных и объемных.

Нарушается регулярность строения кристаллов – **дефекты** более **выгодны** для **присоединения частиц** следующего слоя на кристалле.



Разные варианты перехода частиц на поверхность растущего кристалла.



Типы точечных дефектов в кристаллах

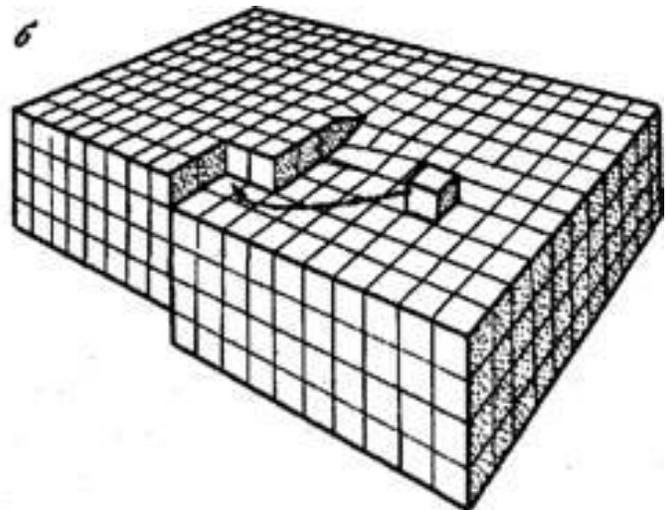
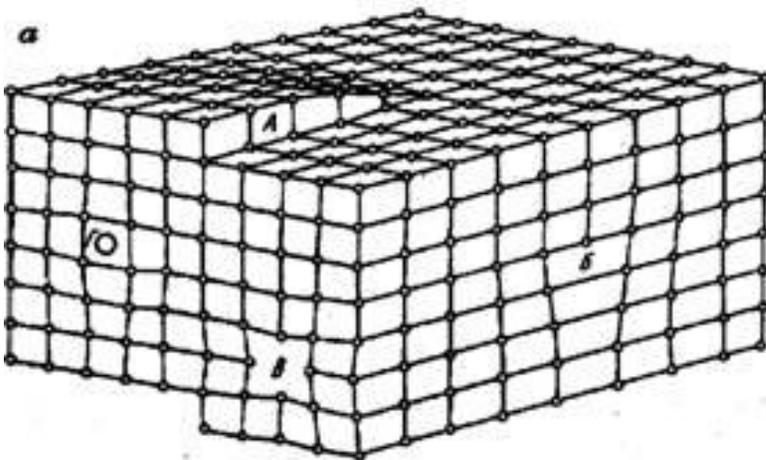
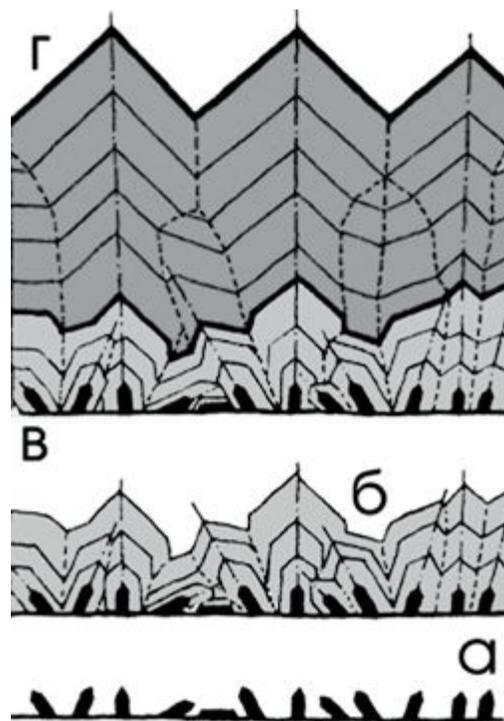


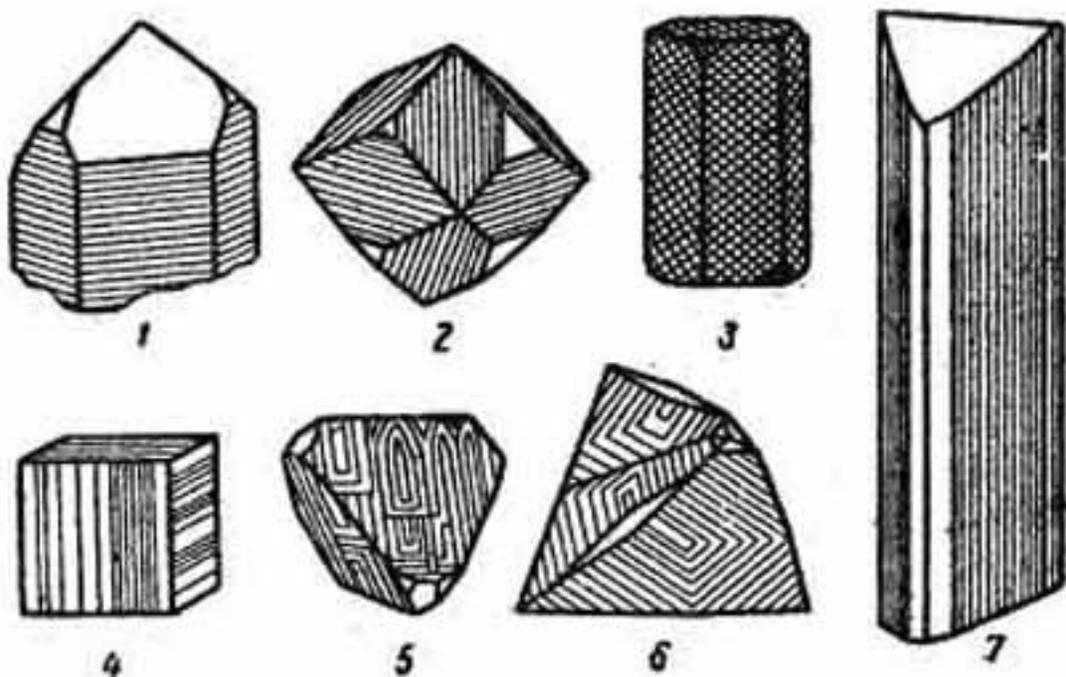
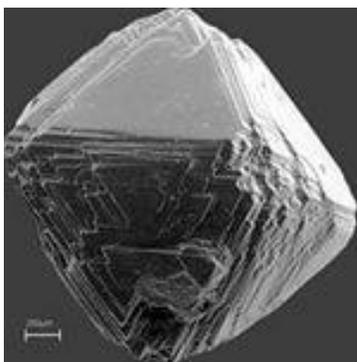
Схема реального строения кристаллической решетки (а) с точечными дефектами (В, Г), краевой (Б) и винтовой (А) дислокациями



Зоны роста в кварце



турмалине



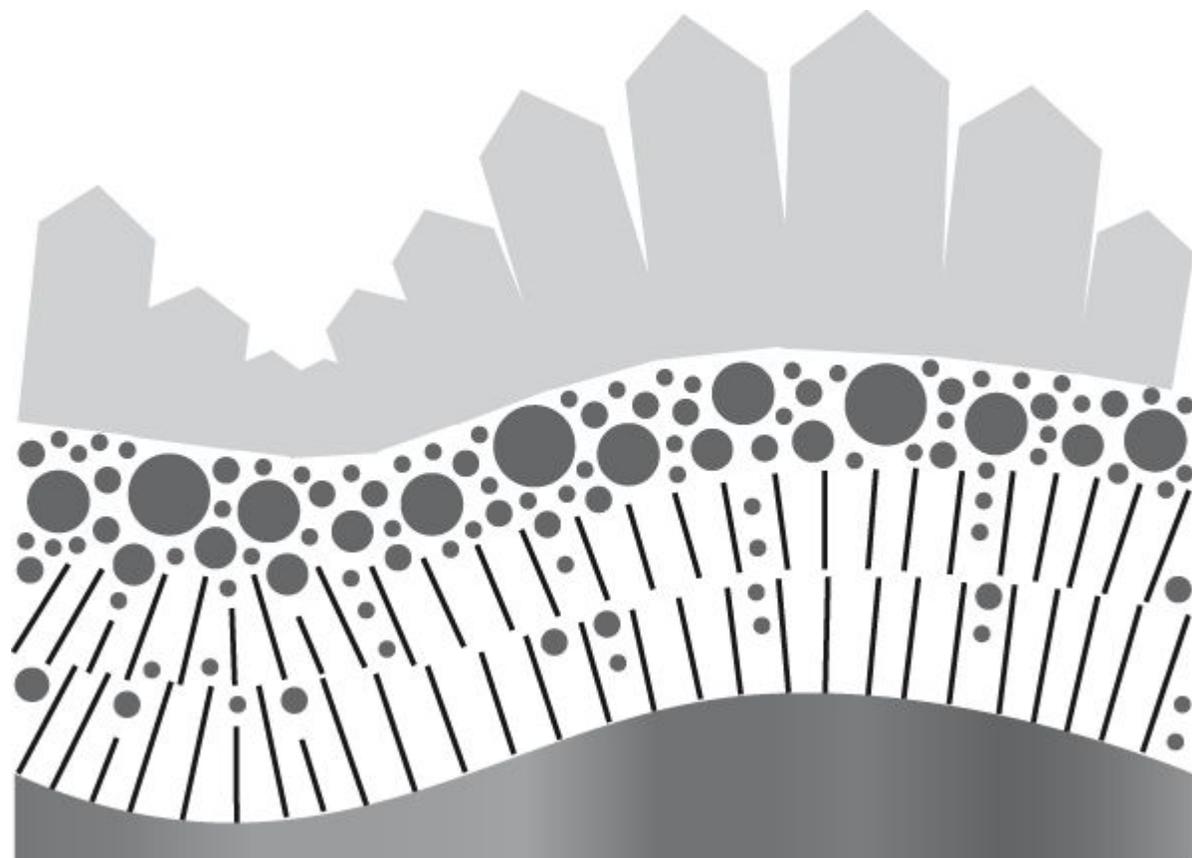
Штриховка роста на гранях кристаллов :

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

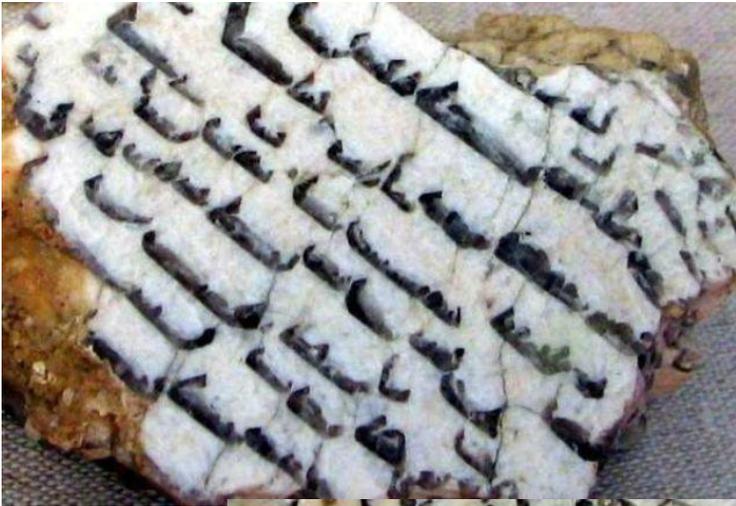


Жеода аметиста

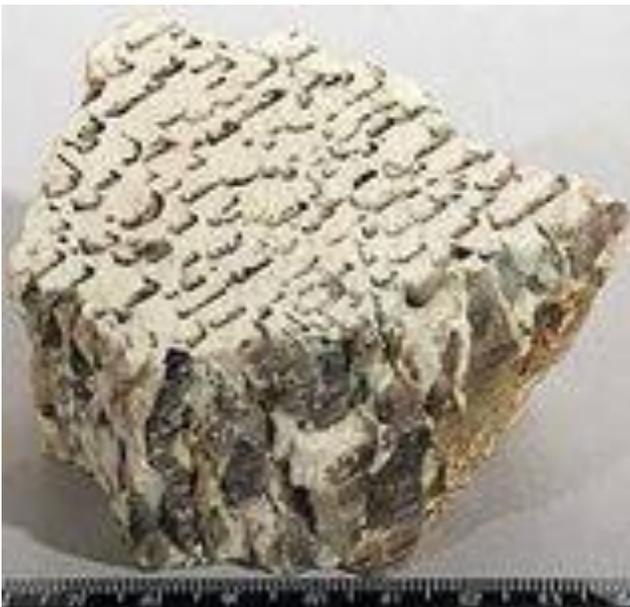
Галенит, халькопирит, диккит,
кальцит в *конкреции*
фосфорита



Слои нарастания агата: *халцедон, сферокристаллы и кристаллы кварца*



Пегматиты:
вроски кварца
в микроклине
(КПШ)



ЭЛЕМЕНТЫ ОГРАНЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ

Грани, ребра, вершины кристалла



Грани отвечают *плоским сеткам*, ребра – *рядам*, вершины – *узлам* в кристаллической *решетке* минерала.

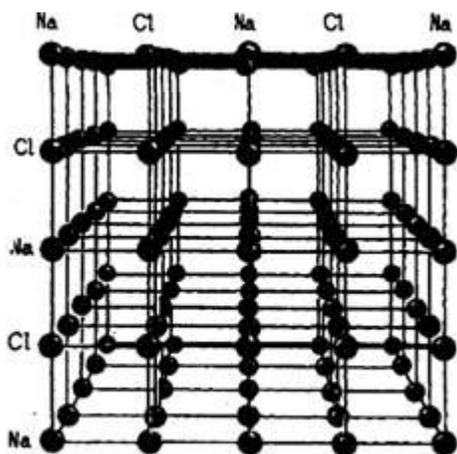
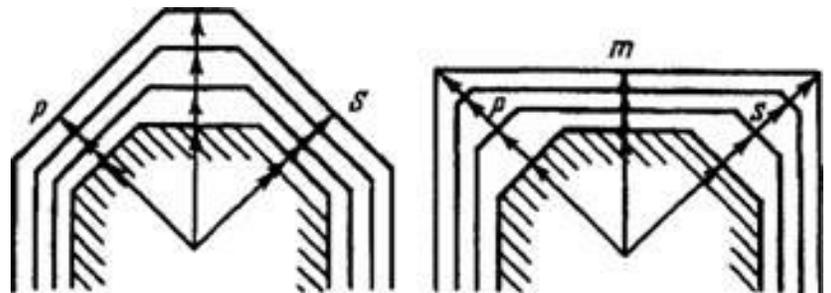


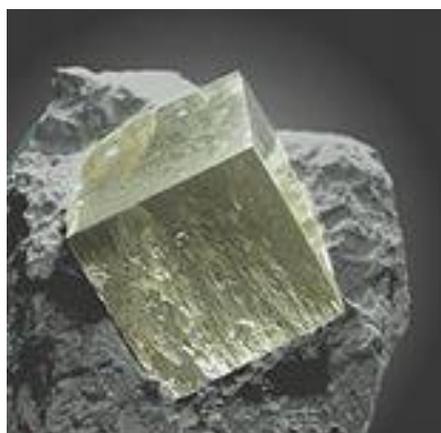
Рис. 1. Кристаллическая решетка галита



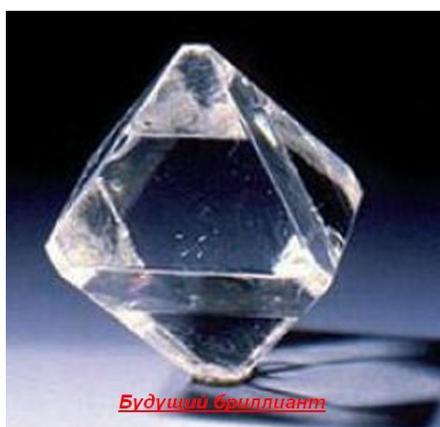
«Соревнование» граней:
- *легко* и *трудно* (более плотно заселены атомами) *адсорбирующих* *вещество*

Минералы нередко – в виде *кристаллов разной формы* – скорость адсорбции вещества гранями зависит *от внешних условий*.
Зависимость – один из *индикаторов минералообразования*.

Кристаллы пирита, FeS_2



Кристаллы алмаза, C



Кристаллы серы, S



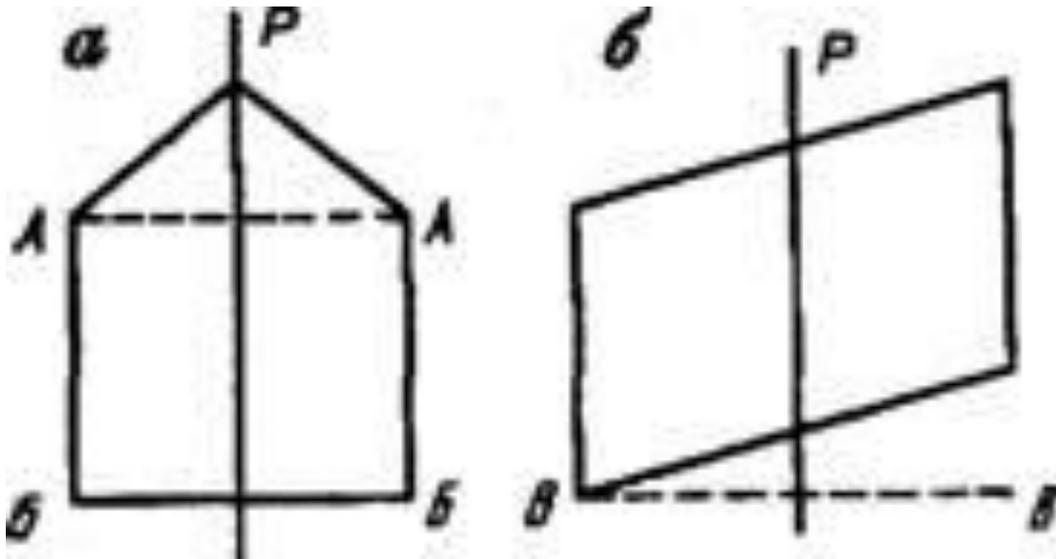
ЭЛЕМЕНТЫ СИММЕТРИИ КРИСТАЛЛОВ

Симметрия – закономерная *повторяемость* в расположении предметов или их частей на плоскости или *в пространстве*.

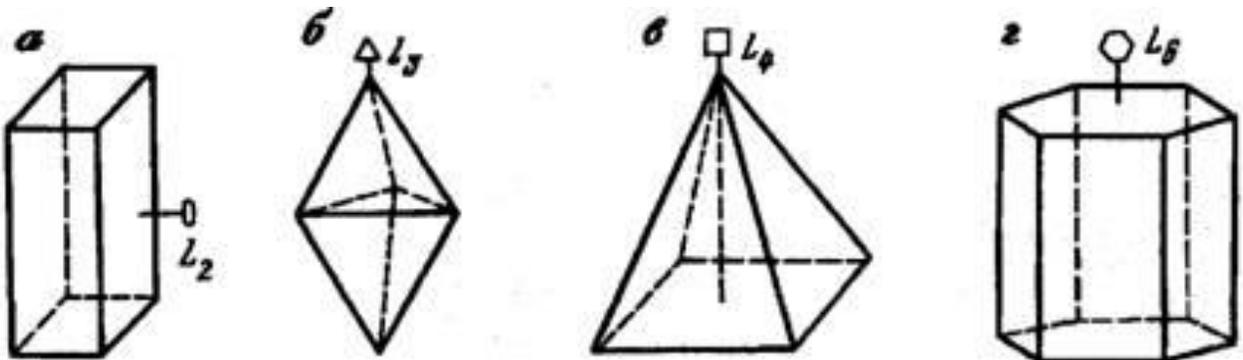
Совмещение *вращением, отражением в зеркальной плоскости* и т.п. частей кристалла друг с другом.

Соответствие симметрий кристаллов и их пространственных решеток.

Элементы симметрии кристаллов: *плоскости, оси и центр*.



Фигуры с плоскостью симметрии и без неё



Оси симметрии 2-го, 3-го, 4-го и 6-го порядков

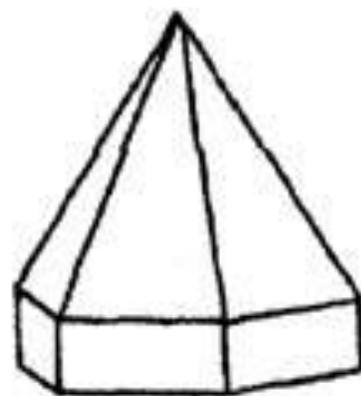
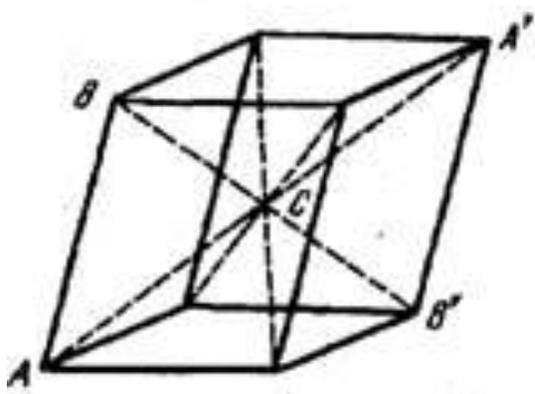
Порядок оси симметрии – число совмещений при вращении кристалла на 360° . Только оси четырёх порядков.

Обозначаются $1/2, 1/3, 1/4, 1/6$.

Центр симметрии, или *инверсии* (C) – особая точка в центре кристалла, при отражении в которой любая точка фигуры попадает в такую же точку с другой стороны от центра симметрии.

Относительно **центра симметричны** все противоположные *грани, ребра, вершины* кристалла (*кальцит*).

Кристаллы **цинкита ZnO** – *нет центра* симметрии



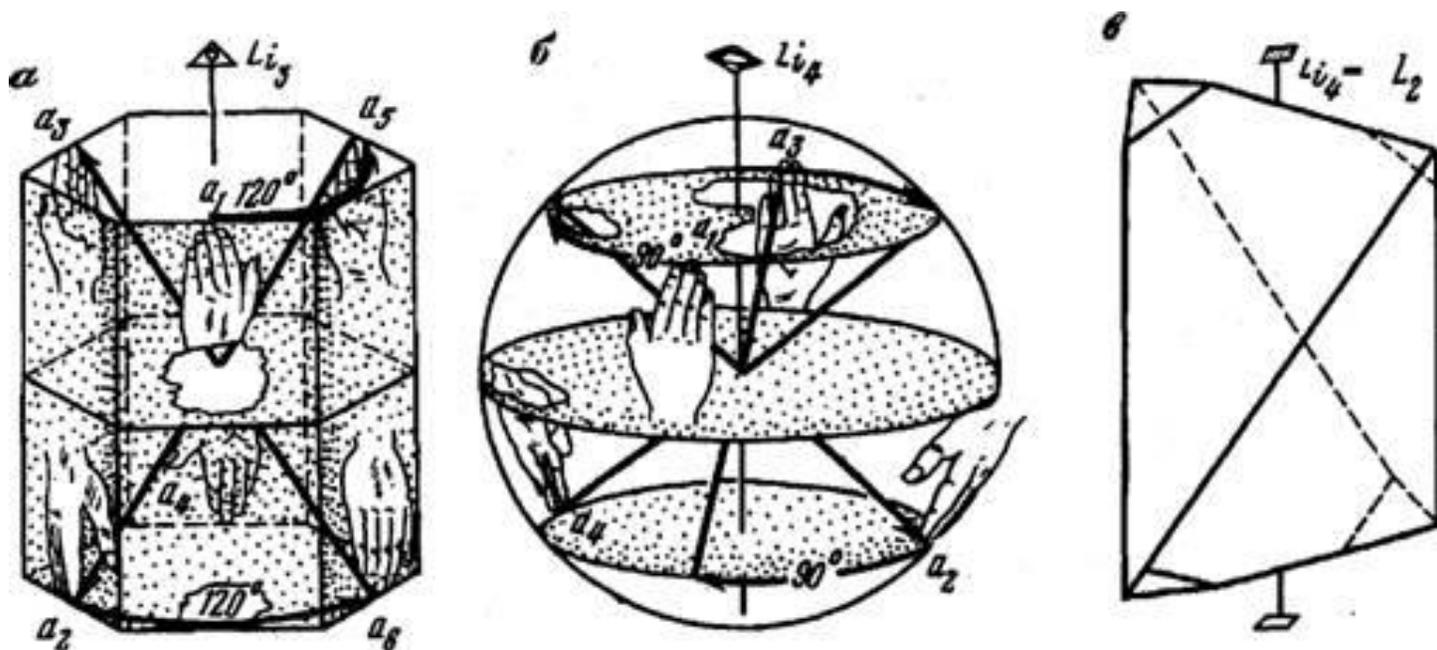
Инверсионные оси (оси сложной симметрии)

При *повороте фигуры* вокруг *инверсионной оси* на *некоторый угол* и *отражения в центральной точке фигуры* она совмещается сама с собой.

Третьего, четвертого и шестого порядков.

Обозначения: Li_3 , Li_4 и Li_6 , или 3, 4, 6.

Угол поворота у оси 3 – 120° , у оси 4 – 90° , у оси 6 – 60°

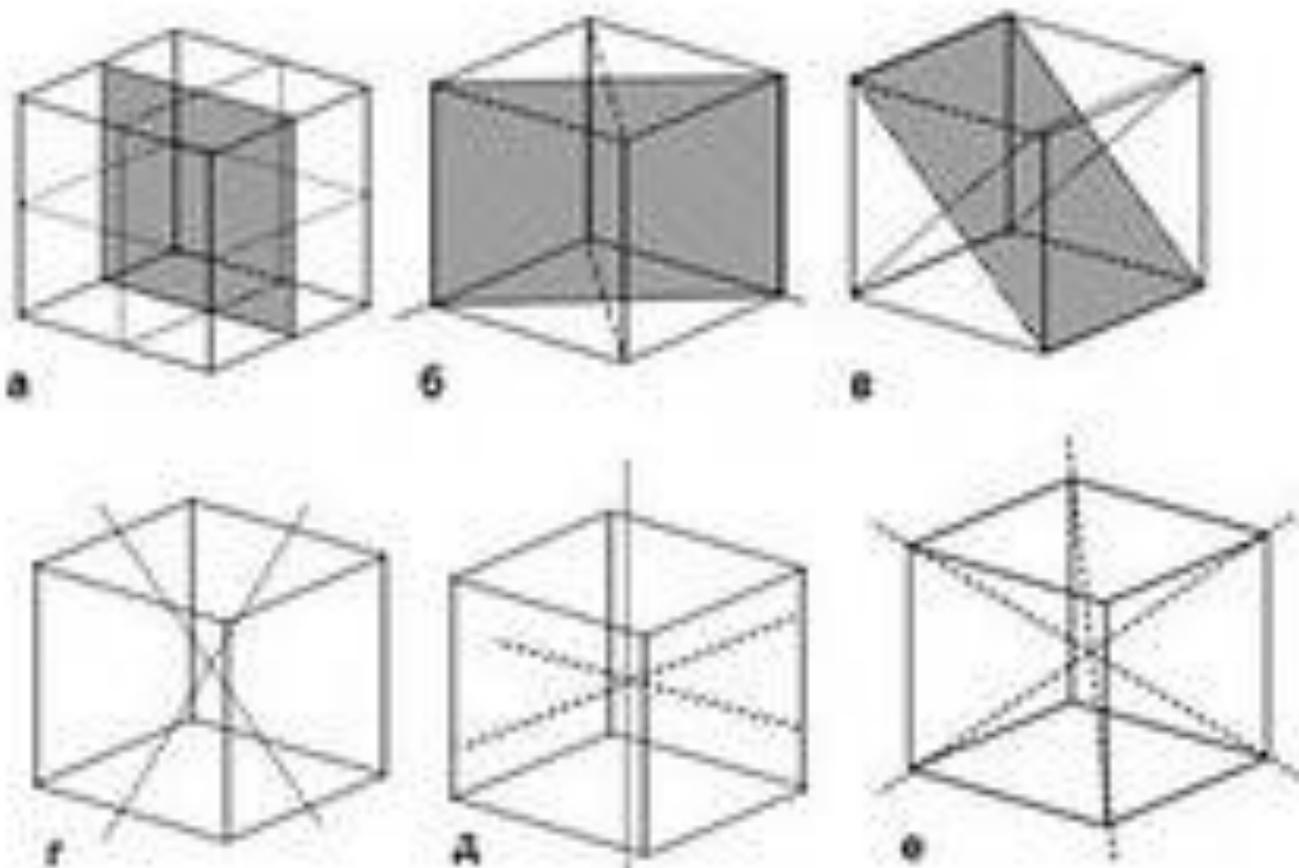


Принцип действия инв. осей третьего (а) и четвертого (б) порядка (Bloss, 1971) и многогранник с инверсионной осью четвертого порядка.

ФОРМУЛЫ СИММЕТРИИ И 32 ВИДА СИММЕТРИИ КРИСТАЛЛОВ

Формула симметрии – перечень всех элементов симметрии кристалла, записанный в виде их символов.

Порядок записи: главные оси симметрии – другие оси – плоскости – центр инверсии.



Формула симметрии куба – $3L44L36L29PC$:

- а) 3 плоскости, перпендикулярные ребрам;
- б, в) 4 из 6 плоскостей, перпендикулярные диагонали граней;
- г) 2 из 6 осей 2-го порядка, параллельные диагоналям граней, проходящие через середины противоположных ребер;
- д) 3 оси 4-го порядка, перпендикулярные граням и проходящие через их центры;
- е) 4 оси 3-го порядка, параллельные диагоналям куба, проходящие через его вершины.

Кристаллы каждого минерала – *одной формулой симметрии*.

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

Категории	Сингонии	Формула в символике Браве
Низшая	Триклинная	$L_1; C$
	Моноклинная	$P; L_2; L_2PC$
	Ромбическая	$L_22P; 3L_2; 3L_23PC$
Средняя	Тригональная	$L_3; L_3C; L_33P; L_33L_2; L_33L_23PC;$
	Тетрагональная	$L_4; L_4PC; L_44P; L_44L_2; L_44L_25PC; Li_4; Li_42L_22P$
	Гексагональная	$Li_6=L_3P; Li_63L_23P=L_33L_24P; L_6; L_6PC; L_66P; L_66L_2; L_66L_27PC$
Высшая	Кубическая	$4L_33L_2; 4L_33L_23PC; 4L_33L_2(3Li_4)6P; 3L_44L_36L_2; 3L_44L_36L_29PC$

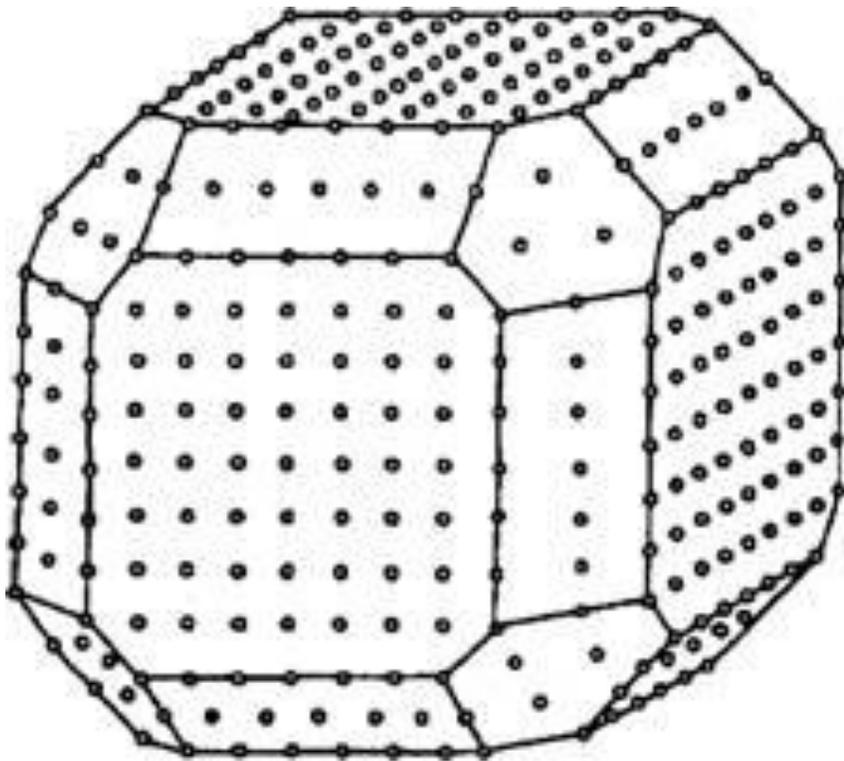
Сингонии и категории – по *обязательным элементам симметрии*:

- низшая категория – *нет осей* симметрии *выше второго* порядка,
- средняя категория – *одна ось* высшего порядка (**L3, L4, или L6**),
- высшая (кубическая сингония) – *4 оси третьего* порядка (**4L3**).

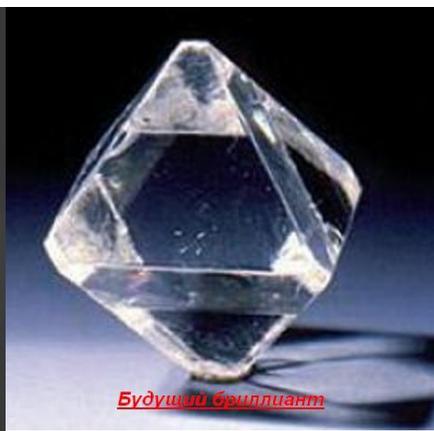
ПРОСТЫЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ФОРМЫ

Простая кристаллографическая форма – совокупность граней кристалла, отвечающих *одинаковым плоским сеткам* (связанных друг с другом элементами симметрии).

Одинаковые грани – одни *скорости роста, блеск, твердость* и др. свойства.



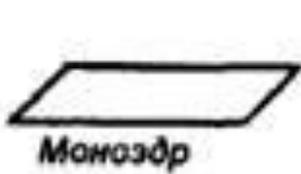
26 граней – к трем простым кристаллографическим формам: **6, 8 и 12** граней (*куба, октаэдра и ромбододекаэдра*)



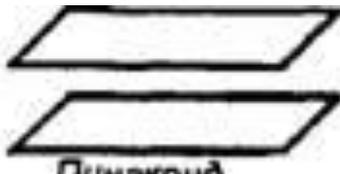
В кристаллах – **47 простых кристаллографических форм.**

Формы сингоний низшей категории

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



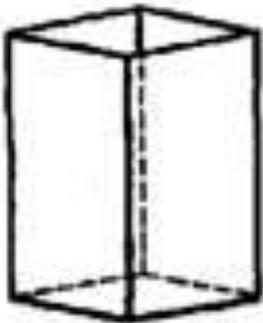
Моноэдр



Пинакоид



Диэдр



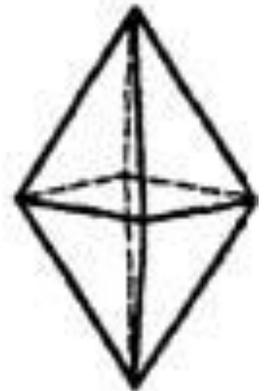
Ромбическая
призма



Ромбический
тетраэдр



Ромбическая
пирамида

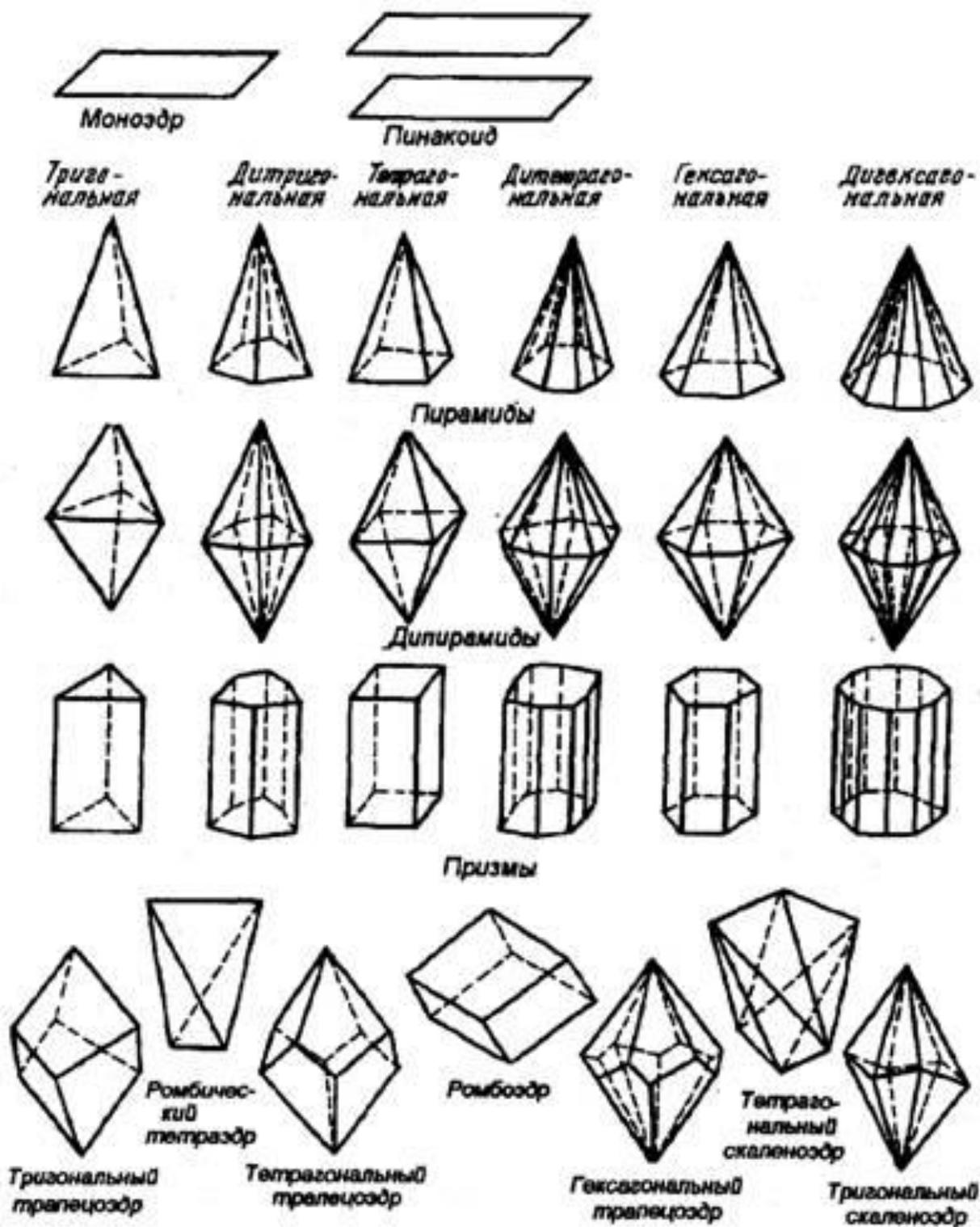


Ромбическая
дипирамида



Формы сингоний средней категории

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



Т
Р

ТРИГОНАЛЬНАЯ



Турмалин



Корунд

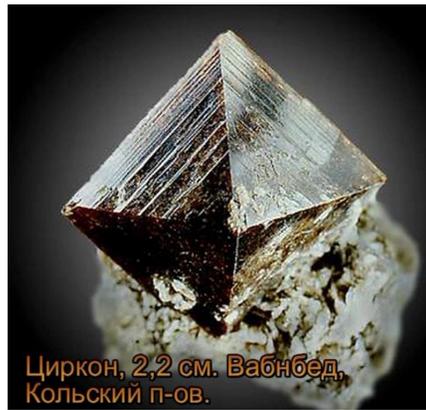


Кварц

ТЕТРАГОНАЛЬНАЯ



Касситерит



Циркон, 2,2 см. Вабнбед,
Кольский п-ов.

Циркон



Шеелит

ГЕКСАГОНАЛЬНАЯ



Берилл



Апатит



Пирротин

Кубическая сингония – 15 простых форм

(чаще тетраэдр, октаэдр, гексаэдр (куб), ромбододекаэдр, пентагон-додэкаэдр, тетрагон-триоктаэдр)



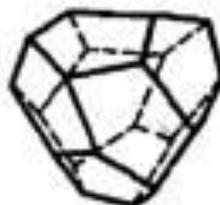
Тетраэдр



Тригон-тритетраэдр



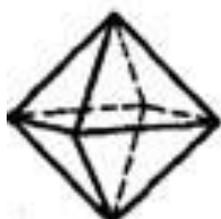
Тетрагон-тритетраэдр



Пентагон-тритетраэдр



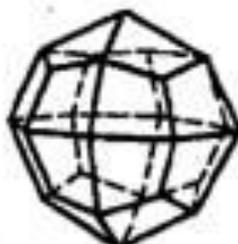
Гексатетраэдр



Октаэдр



Тригон-триоктаэдр



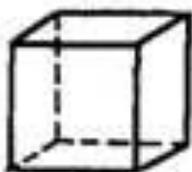
Тетрагон-триоктаэдр



Пентагон-триоктаэдр



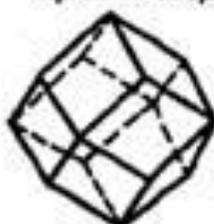
Гексооктаэдр



Гексаэдр



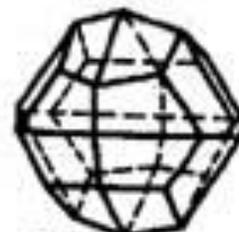
Тетрагексаэдр



Ромбододекаэдр



Пентагон-додэкаэдр



Дидодэкаэдр



Галенит



Магнетит



Гранат