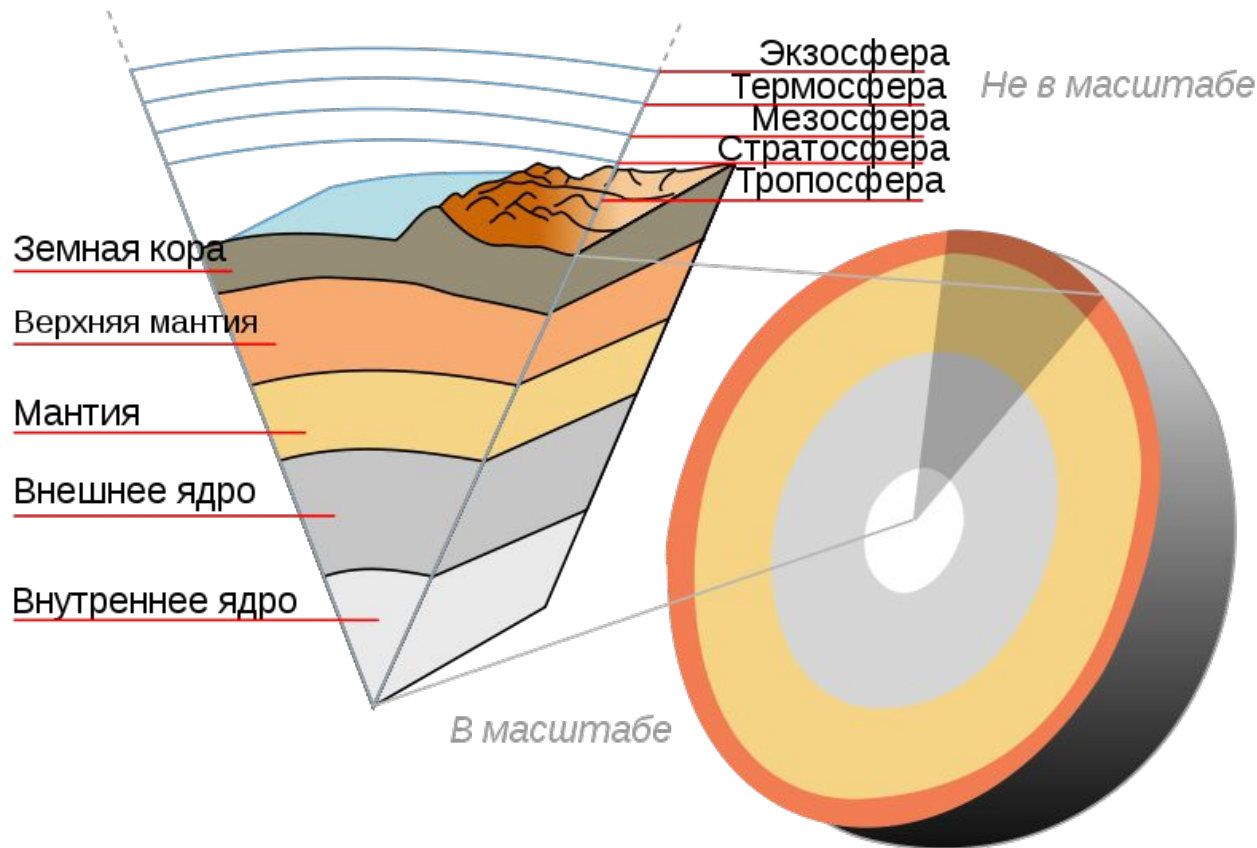


# Геологи Минералогии и Петрологии

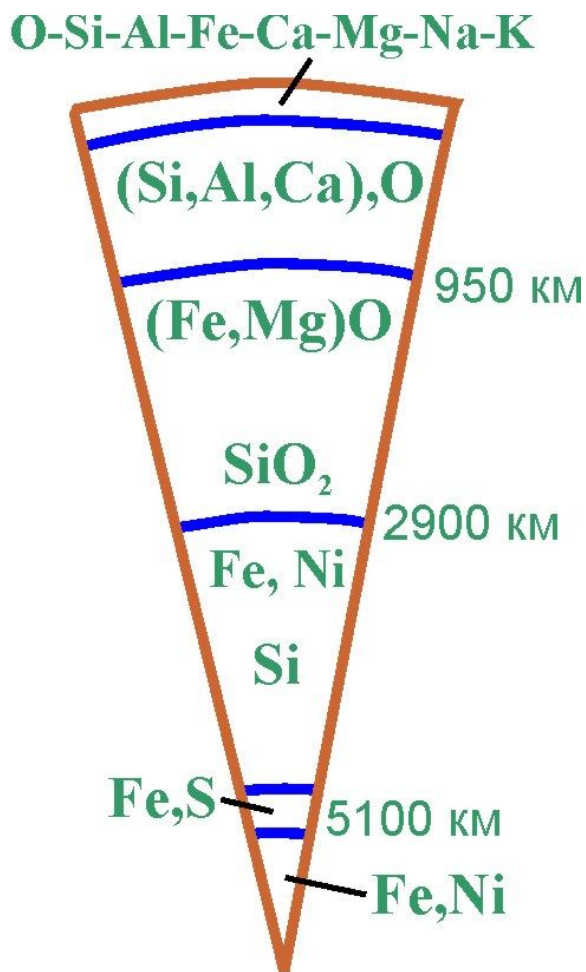
# Строение Земли

Земля состоит из твёрдых силикатных оболочек (коры, крайне вязкой мантии), и металлического ядра. Внешняя часть ядра жидкая (значительно менее вязкая, чем мантия), а внутренняя — твёрдая.

В центре планеты, температура до 7 000 К, а давление может достигать 360 ГПа (3,6 млн. атм.). Часть тепловой энергии ядра передаётся к земной коре посредством **плюмов**. Плюмы приводят к появлению горячих точек и траппов.



# Химический состав Земли



В составе Земли наиболее распространены четыре элемента: O, Fe, Si, и Mg, — на их долю приходится более 91% состава Земли

железо (37,0%) и кислород (28,5%), затем следует кремний (14,5%), магний (11,0%), никель (3,0%), кальций (1,4%), алюминий (1,2%), сера (1,4%) и прочие 2,0%.

# Химический состав Земли

Химический состав геосфер Земли отличается.

Состав земного ядра:

- 1) внутреннее ядро 1,7% массы Земли — железо-никелевый сплав (вероятно, около 10% никеля, 90% железа);
- 2) внешнее ядро 30% массы Земли — смесь железа и серы, содержащая в основном железо, примерно 12% серы, и, вероятно, около 2% никеля. В незначительном количестве присутствуют окислы магния.

В составе мантии Земли преобладают кислород, кремний и алюминий, в меньшем количестве присутствуют магний и железо. В целом она представлена так называемым пиrolитом — сложным комплексом пород ультраосновного состава.

# Минералогия как наука

**Минералогия** — наука о минералах, их составе, строении, свойствах, условиях образования и изменения. Зародилась эта наука в глубокой древности в процессе практической деятельности, человека. О тесной связи минералогии и практики говорит само название науки: латинское слово «*minera*» в переводе означает руда, рудник, рудная жила.

**Под *минералом* понимается продукт природных физико-химических процессов в земной коре или в космосе, обособленный от окружающей среды и обладающий определённым химическим составом и кристаллической решёткой.**

Под **минералом** понимается продукт природных физико-химических процессов в земной коре или в космосе, обособленный от окружающей среды и обладающий определённым химическим составом и кристаллической решёткой.

- **Предметом минералогии** являются не только продукты природных процессов — минералы, а и сами процессы, при которых возникают или претерпевают различные изменения эти продукты.

В настоящее время учеными открыто около 3000 минералов , каждый год обнаруживают 20-30 новых видов минералов.

# Химический состав и свойства минералов

- В состав минералов входят почти все химические элементы таблицы Менделеева, однако их участие в составе минералов неодинаковое.
- Наряду с **главными** элементами, определяющими самостоятельность минерального вида, имеются элементы, входящие в минерал лишь в качестве **примесей**. Так, например, кремний (Si) образует более 400 минералов, примесями могут быть Ca, Mg, Fe, Mn, Al, Cr.
- В настоящий момент не известны минералы образованные рубидием (Rb) и гафнием (Gf).

# Минералы – химические соединения

## I. Гомоатомные соединения

В случае образования минерала из одного химического элемента они называются **гомоатомные**. К ним относятся минералы типа простых веществ и самородных элементов. Например *золото, серебро, платины, алмаз*, и т.п. Эти минералы имеют специфические свойства:

- **инертность** в отношении химического взаимодействия с другими элементами. Они как правило химически устойчивые в условиях земной поверхности;
- практически всегда имеют **примеси**, хоть в небольших количествах (доли %);
- в структурном отношении они в большинстве своем кристаллизуются в **кубической сингонии**.



В результате соединения нескольких химических элементов образуются минералы различного состава, среди которых особенно развиты **простые, комплексные и двойные соли**

## II. Простые соли (бинарные соединения)

- **Простые соли** в большинстве представляют собой бинарные соединениями, т.е. соединения в состав которых входят только два элемента (катион и анион). **Катионы** в них могут образовывать соединения с различными **анионами**. **Например:** с серой – сульфиды (  $\text{FeS}_2$  ) с хлором – хлориды (  $\text{NaCl}$  ), с фтором – фториды (  $\text{CaF}_2$  )
- Среди них встречаются такие, у которых несколько катионов соединены с определенным анионом (халькопирит -  $\text{CuFeS}_2$ , перовскит -  $\text{CaTiO}_2$ ).
- Эти соединения также рассматриваются как бинарные: у которых сумма положительно заряженных частиц (+) находится в строгом соответствии к сумме отрицательно заряженных частиц (-).

### III. Комплексные соединения

- Комплексные соединения – наиболее распространены в природе минералов. Они характеризуются определенными **радикалами**, т.е. группами атомов с отрицательной валентностью, которые участвуют в химических реакциях как одно целое;
- Главными радикалами являются: силикаты-SiO<sub>4</sub>, фосфаты-PO<sub>4</sub>, карбонаты-CO<sub>3</sub>, сульфаты-SO<sub>4</sub>, нитраты-NO<sub>4</sub>;
- Радикалы являются комплексными анионами и присоединяют при образовании минералов количество катионов, необходимое для компенсации отрицательной валентности. В комплексных анионах малые высоковалентные катионы, окружены большими низковалентными анионами. Например: в силикатах - очень мелкие ионы кремния (Si) окружены крупными атомами кислорода (O);
- Комплексные анионы представляют собой в кристаллической решетке самостоятельные анионные группы с небольшим координационным числом центрального катиона. Прочность валентной связи между центральным катионом комплекса и окружающими его анионами больше, чем между этими анионами и катионами расположенные вне комплекса. **Например:** для кальцита внутри группы заряд углерода равен +2, а КЧ=3, т.е. прочность связи между С и О выражается отношением 4/3, в то время как вне комплекса заряд кальция =2, а координационное число = 6, т.е. прочность связи между Са и О = 2/6 (1/3).
- Внутри комплекса прочность связи всегда >1.
- Комплексные анионы по сравнению с простыми ионами выделяются большой величиной своих радиусов. **Например:** радиус сульфат-иона (SO<sub>4</sub>)=2,95А, а радиус О=1,32 А;
- В минералогии в качестве комплексных ионов встречаются почти исключительно радикалы простых кислородных кислот.

## IV. Двойные соли

- **Двойные соли** - пользуются широким развитием в минеральном мире. Они представляют собой соединения, содержащие два или более типов катионов, занимающих в кристаллической решетке особые места.
- Обычно кислородный радикал у обеих солей бывает одинаков, **например: доломит –  $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$** , но также бывают двойные соли с различными кислотными радикалами: **каинит –  $\text{KCl} \cdot \text{Mg}[\text{SO}_4] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$** .
- Наиболее склонными к образованию двойных солей оказываются катионы, обладающие наибольшей основностью, уменьшающейся с увеличением заряда катиона и уменьшением размера ионного радиуса.
- Наиболее активные катионы обладают наибольшим ВЭКом, к ним относятся щелочные металлы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и т.д.
- Понятие ВЭКа был введён А.Е.Ферсманом в середине 50-х годов прошлого века.
- ВЭК – средний пай энергии, вносимый данным ионом в кристаллическую решётку, отнесённый к единице валентности.

## Формулы минералов.

- Состав минерала обозначается химической формулой, которая условно отражает качественную и количественную характеристику слагающих минерал элементов.
- Формулы минералов могут быть **эмпирическими и структурными**.
- **Эмпирические формулы** выражают **количественный состав** минералов и не дают представления о сочетаниях и связях составляющих минерал элементов;
- **Структурные формулы** не только дают представление о химическом составе, но и позволяют судить о типе химического соединения и о взаимных связях между отдельными элементами.
- Формулы минералов составляются по данным валового химического анализа и выражаются в %.
- При сокращённом написании структурных формул близко связанные друг с другом атомы выделяют в группы посредством круглых скобок, а радикалы – квадратные скобки. **Например: форстерит –  $Mg_2[SiO_4]$ , каолинит –  $Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$ .**
- Молекулы воды в кристаллогидратах пишутся в конце формулы **Например: гипс -  $Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$ .**
- Если в формуле есть дополнительные анионы OH, и др. они ставятся перед радикалом **Например: апатит -  $Ca_5(F,Cl,OH)[PO_4]_3$ .**
- Изоморфные группы заключаются вместе в круглые скобки и отделяются друг от друга запятыми, причем элементы присутствуют в большом количестве пишутся впереди.
- **Например: сфалерит -  $(Zn, Fe, Mg, Cu, Ge, Yn, Tl)_2S$ .**

# Классификация породообразующих минералов

(по степени распространенности)

**Главные**  
(породообразующие)

**Второстепенные**

**Акцессорные**

**Главные минералы** составляют основной объем породы (> 5%).

Критерий отнесения минерала к **главным** - его устойчивое присутствие в разных образцах одной и той же породы с

**Второстепенные минералы** составляют 1-5% породы, но также

устойчиво присутствуют в разных образцах одной и той же породы с относительно небольшими колебаниями.

**Акцессорные минералы** составляют <1% породы и также устойчиво присутствуют в разных образцах одной и той же породы.

# Классификация минералов

(по генетическим соотношениям)

Первичные

Вторичные

Реликтовые

Ксеногенные

Первичные минералы – это минералы, кристаллизующиеся в процессе формирования породы (почти все главные минералы).

Первичные минералы нельзя считать строго одновозрастными, т.к. процесс формирования породы является длительным и протекает при различных условиях.

Первичный минеральный состав магматических пород формируется в результате последовательной кристаллизации магматического расплава.

Первичные минералы осадочных пород являются продуктами

длительных и сложных процессов седиментогенеза и диагенеза.

В метаморфических породах первичными являются минералы, равновесные в термодинамических условиях метаморфизма.

Вторичные минералы образуются за счет **первичных** или в результате привноса вещества в процессе изменения горных пород, т.е. после кристаллизации первичных минералов.

Их происхождение связано с другими, более поздними процессами – термодинамическим метаморфизмом, наложенным гидротермальным или экзогенными

процессами.

**Реликтовые минералы** имеют более древний возраст, чем первичные минералы. Они тем или иным образом захватываются породой при ее формировании. Сами минералы при этом почти не изменяются.

**Реликтовые минералы** характерны для метаморфических и метасоматических пород.

**Ксеногенные (чуждые) минералы** – не характерные для данной породы. Они образуются за счет переплавления в магме обломков чужеродных пород (глиноземистых, карбонатных и т.д.).



**Аутигенные минералы** – это минералы, образовавшиеся на месте, в самой породе путем кристаллизации из растворов или перекристаллизации.

**Аллотигенные минералы** - это минералы, привнесенные механически, обломочные или терригенные.

**В метаморфических породах выделяют три группы минералов:**

- ✓ - образовавшиеся при перекристаллизации минералов субстрата без изменения состава;
- ✓ неоминералы, возникшие за счет неустойчивых в данных термодинамических условиях минералов субстрата;
- ✓ реликтовые минералы, устойчивые в конкретных условиях метаморфизма.



**Главные минералы** магматических и метаморфических пород – силикаты и оксиды.

**Главные минералы** осадочных пород – карбонаты, сульфаты, галогениды, оксиды, силикаты.

Средний минеральный состав магматических горных пород (по Т. Барту)

Минерал	Среднее сод., %	Минерал	Среднее сод., %
Кварц	12,4	Мусковит	1,4
Щелочные ПШ (ортоклаз, альбит)	31,0	Магнетит, гематит, ильменит	4,1
Плагиоклаз	29,2	Нефелин	0,3
Оливин	2,6	Апатит	0,6
Пироксен	12,0	Титанит	0,3
Роговая обманка	1,7	Хлорит и серпентин	0,6
Биотит	3,8	Сумма	100

Самые распространенные – ПШ (60%), Q (12%), Pх (12%).

## Средний минеральный состав осадочных горных пород (по Твенхофелу)

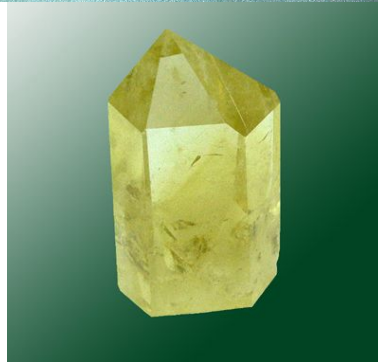
Минерал	Среднее сод., %	Минерал	Среднее сод., %
Кварц	34,80	Гипс, ангидрит	0,97
Мусковит, гидрослюды	15,11	Органическое вещество	0,73
Глинистые минералы	14,51	Фосфаты	0,35
Щелочные ПШ (ортоклаз, альбит)	15,57	Титанит, ильменит	0,02
Доломит	9,07	Магнетит	0,07
Кальцит	4,25	Прочие минералы	0,55
Оксиды железа	4,0	Сумма	100

Средний минеральный состав осадочных пород существенно отличается от магматических, но в химическом отношении эти группы почти тождественны.

Минеральный состав отражает генетические различия в условиях и процессах формирования пород, тогда как химический состав говорит о единой природе первичного вещества.

*Минимальный объект, изучаемый геологией - минерал*

**Минералы** - однородные по составу и строению *кристаллические вещества*, образовавшиеся в результате природных физико-химических процессов. Изучению минералов посвящена одна из ветвей геологии - минералогия.



**Минералогия** - это наука о составе, свойствах, строении и условиях образования минералов.

# Формы нахождения минералов в природе

- Формы нахождения минералов в природе определяются особенностями их внутреннего строения, составом, условиями образования.
- Большинство минералов - кристаллические вещества.
- Одиночные кристаллы в природе встречаются сравнительно редко, чаще приходится иметь дело с минеральными агрегатами.

# Друзы минералов

- Сростки крупных кристаллов с общим основанием называются друзами



Сростки  
мелких  
кристаллов  
называются  
- щетки



- Кристаллизация минералов часто происходит в трещинах и пустотах горных пород. К формам заполнения пустот относятся конкреции, секреции, сталактиты, сталагмиты, дендриты

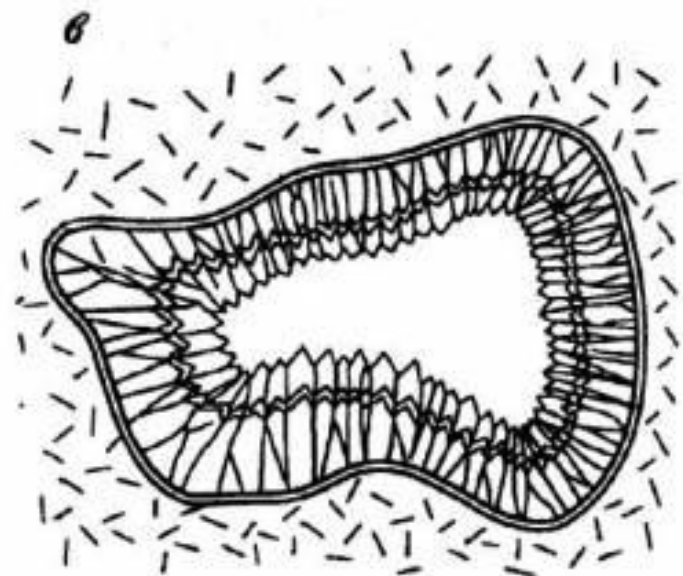
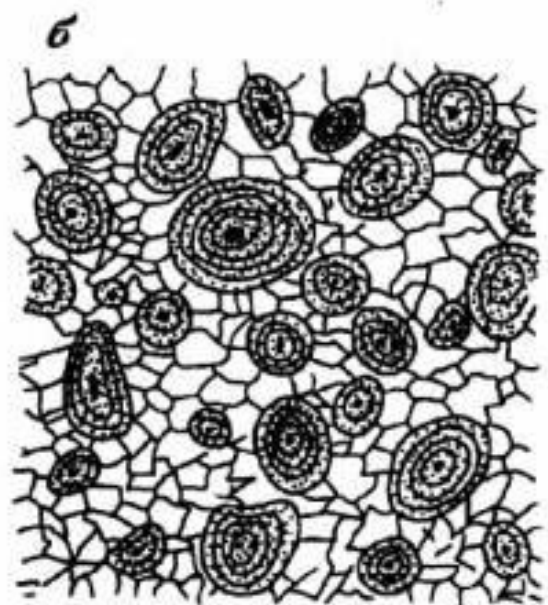
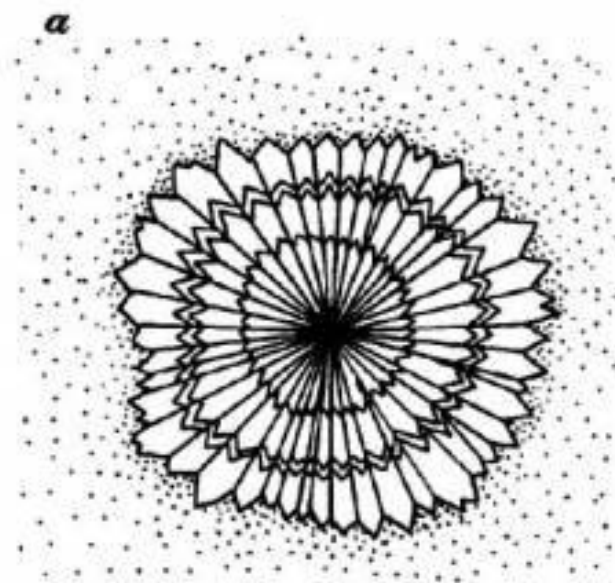


Рис. 57. Схемы строения конкреции (а), оолитов (б), секрещии (в) (Кантор, 1985).



# конкреции



# секреции



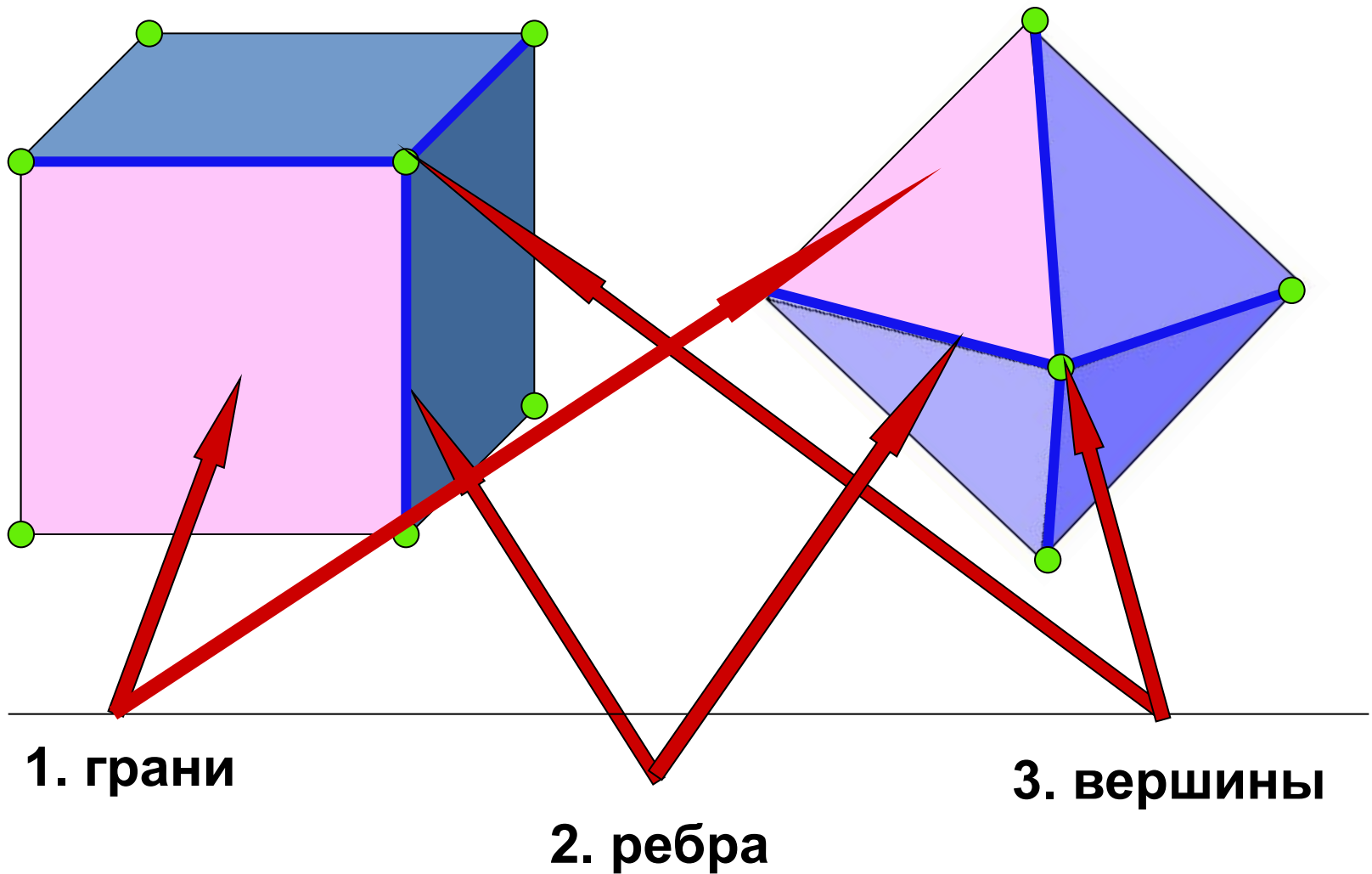
# Сталактиты и сталагмиты



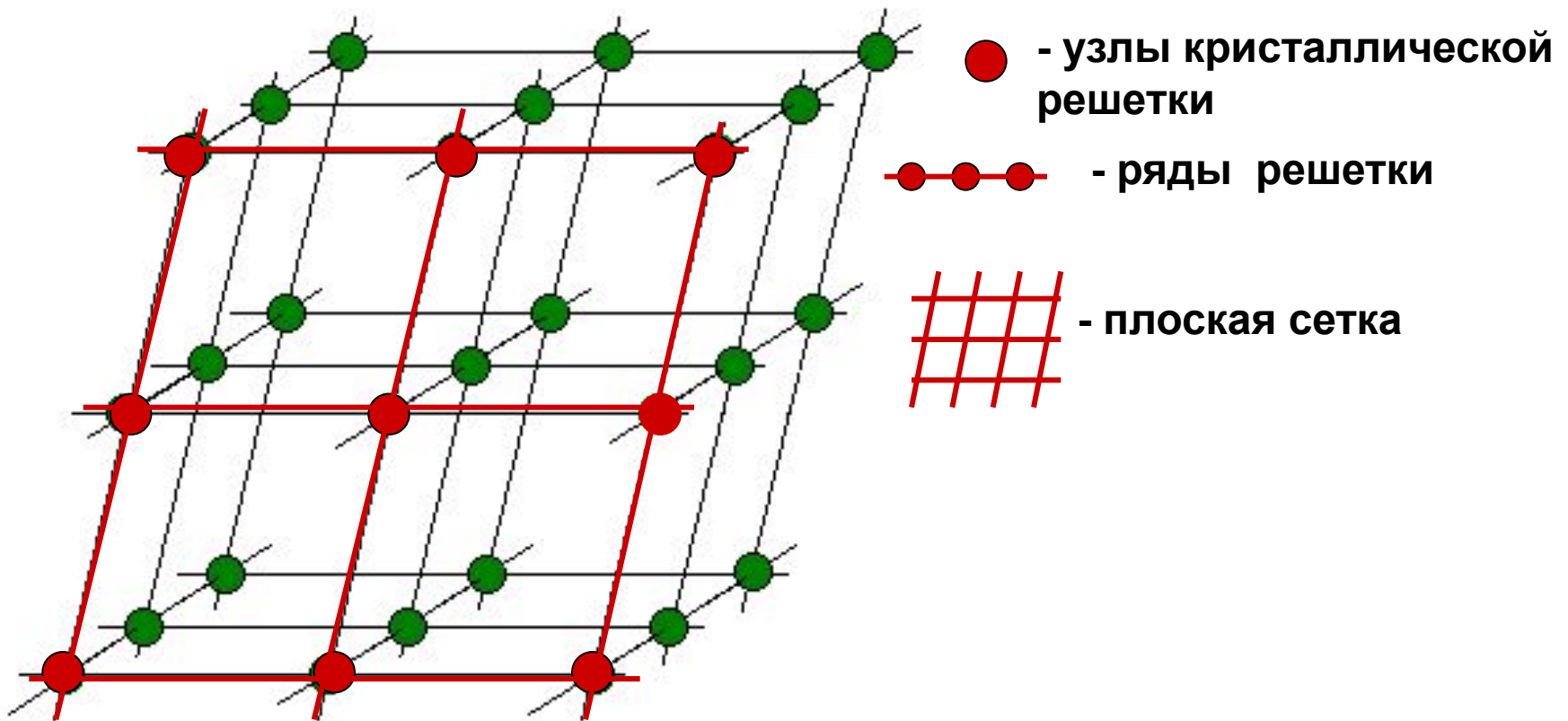
# дендриды



# Элементы огранки кристалла



# Элементы кристаллической решетки



## 32 вида симметрии кристаллов

категория	сингония	вид (класс) симметрии						
		примитивный	центральный	планальный	аксиальный	планаксиальный	инверсионно-примитивный	инверсионно-планальный
низшая	триклинная	– <b>1</b>	C $\bar{1}$					
	моноклинная			P <b>m</b>	L <sub>2</sub> <b>2</b>	L <sub>2</sub> PC <b>2/m</b>		
	ромбическая			L <sub>2</sub> 2P <b>mm2</b>	3L <sub>2</sub> <b>222</b>	3L <sub>2</sub> 3PC <b>mmm</b>		
средняя	тригональная	L <sub>3</sub> <b>3</b>	L <sub>3</sub> C $\bar{3}$	L <sub>3</sub> 3P <b>3m</b>	L <sub>3</sub> 3L <sub>2</sub> <b>32</b>	L <sub>3</sub> 3L <sub>2</sub> 3PC $\bar{3}m$		
	тетрагональная	L <sub>4</sub> <b>4</b>	L <sub>4</sub> PC <b>4/m</b>	L <sub>4</sub> 4P <b>4mm</b>	L <sub>4</sub> 4L <sub>2</sub> <b>422</b>	L <sub>4</sub> 4L <sub>2</sub> 5PC <b>4/mmm</b>	L <sub>44</sub> (⇒L <sub>2</sub> ) $\bar{4}$	L <sub>44</sub> 2L <sub>2</sub> 2P (⇒3L <sub>2</sub> 2P) $\bar{4}2m$
	гексагональная	L <sub>6</sub> <b>6</b>	L <sub>6</sub> PC <b>6/m</b>	L <sub>6</sub> 6P <b>6mm</b>	L <sub>6</sub> 6L <sub>2</sub> <b>622</b>	L <sub>6</sub> 6L <sub>2</sub> 7PC <b>6/mmm</b>	L <sub>16</sub> (=L <sub>3</sub> P) $\bar{6}$	L <sub>16</sub> 3L <sub>2</sub> 3P (=L <sub>3</sub> 3L <sub>2</sub> 4P) $\bar{6}2m$
высшая	кубическая	4L <sub>3</sub> 3L <sub>2</sub> <b>23</b>	4L <sub>3</sub> 3L <sub>2</sub> 3PC <b>m3</b>	3L <sub>44</sub> 4L <sub>3</sub> 6P (⇒4L <sub>3</sub> 3L <sub>2</sub> 6P) $\bar{4}3m$	3L <sub>4</sub> 4L <sub>3</sub> 6L <sub>2</sub> <b>432</b>	3L <sub>4</sub> 4L <sub>3</sub> 6L <sub>2</sub> 9PC <b>m3m</b>		

Вверху – символы Бравэ (полная формула симметрии); внизу – символы Германна-Могена (*международные*).

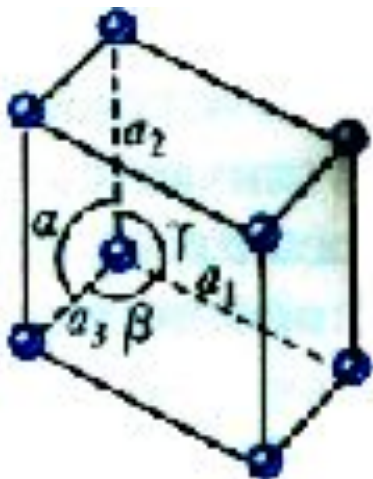
# Низшая категория симметрии

(отсутствуют оси высшего порядка)

**триклинная  
сингония**

Симметрия  
отсутствует или только  
C

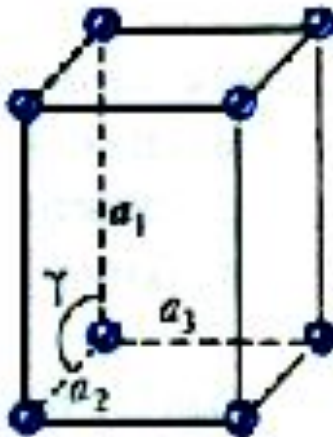
$$a \neq b \neq c; \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$$



**моноклинная  
сингония**

$L_2, P, L_2PC$

$$a \neq b \neq c; \alpha = \gamma = 90^\circ; \beta \neq 90^\circ$$



**ромбическая  
сингония**

Три оси  $L_2$ , три  $P$  и  
центр симметрии  $C$

$$a \neq b \neq c; \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



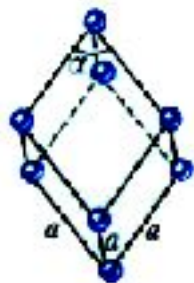
# Средняя категория симметрии

(одна основная ось третьего, четвертого или шестого порядка)

тригональная  
сингония

Одна ось третьего  
порядка –  $L_3$

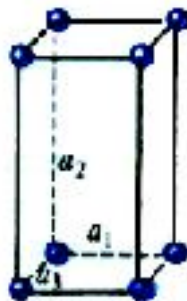
$$a = b = c; \alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$$



тетрагональная  
сингония

Одна ось четвертого  
порядка –  $L_4$

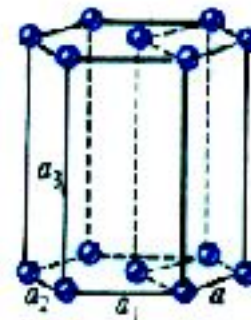
$$a = b \neq c; \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



гексагональная  
сингония

Одна ось шестого  
порядка –  $L_6$

$$a = b \neq c; \alpha = \beta = 90^\circ; \gamma \neq 90^\circ$$





# Высшая категория

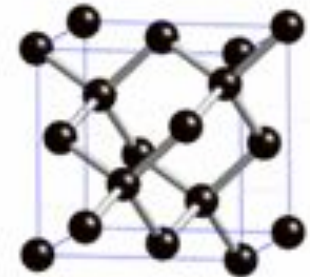
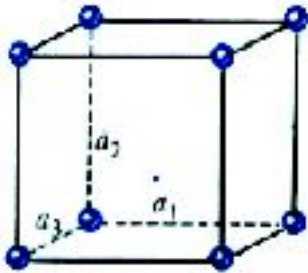
(имеет три оси четвертого порядка)



кубическая  
сингония

Наибольшее  
количество  
элементов  
симметрии

Обязательно три оси  
четвертого порядка –  
3L4



$$a = b = c; \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

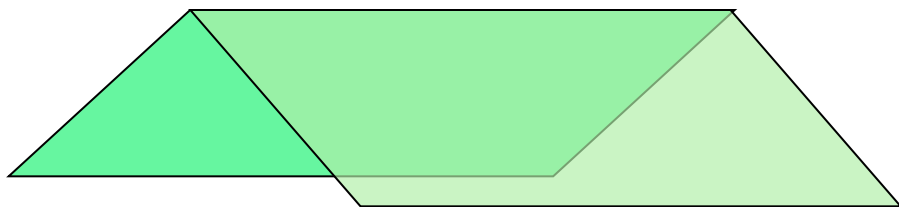
**Простые формы кристаллов:** низшая категория – триклинная, моноклинная и ромбическая сингонии.



**МОНОЭДР**

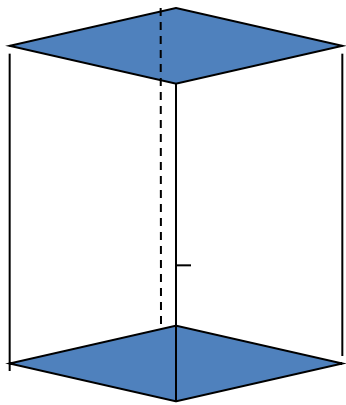


**ПИНАКОИД**

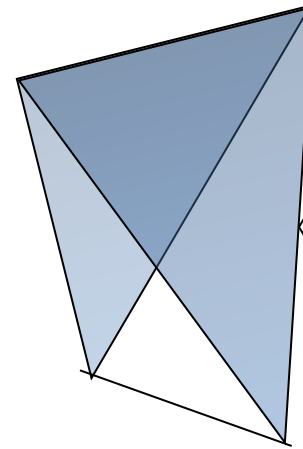


**ДИЭДР**

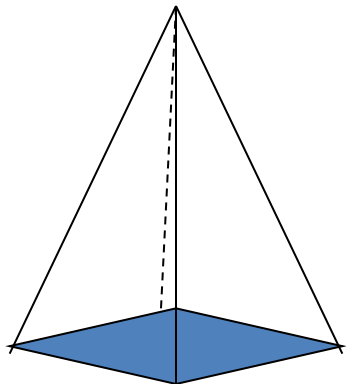
# Простые формы кристаллов: низшая категория – триклинная, моноклинная и ромбическая сингонии.



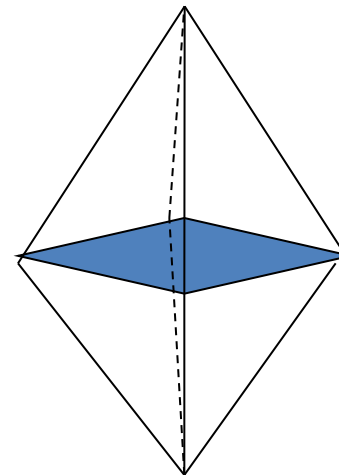
**Ромбическая  
призма**



**Ромбический  
тетраэдр**



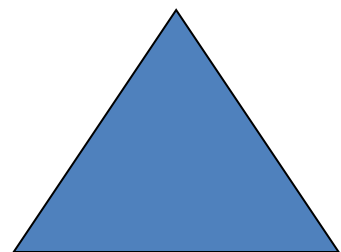
**Ромбическая  
пирамида**



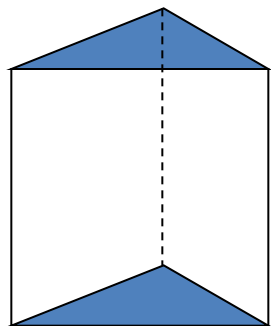
**Ромбическая  
дипирамида**

# Простые формы кристаллов:

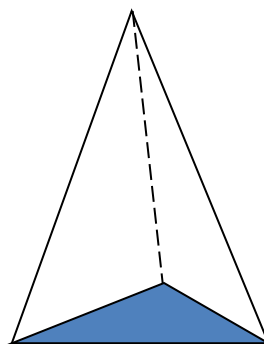
средняя категория – тригональная сингония



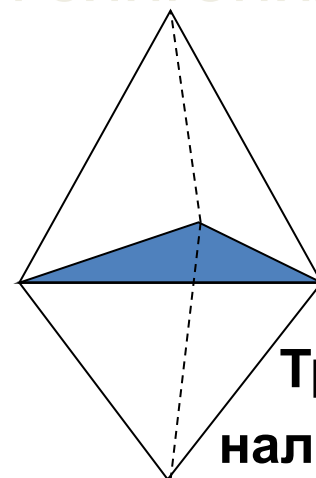
**Сечение-треугольник (тригон)**



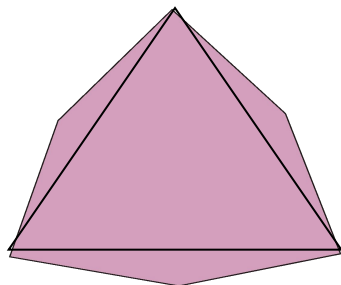
**Тригональная призма**



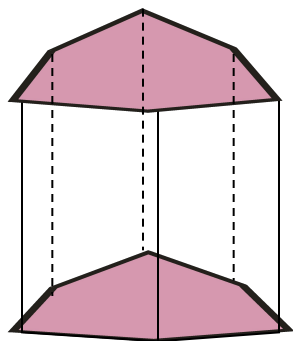
**Тригональная пирамида**



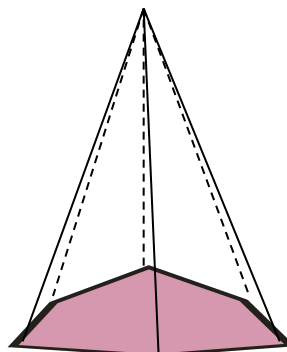
**Тригональная дипирамида**



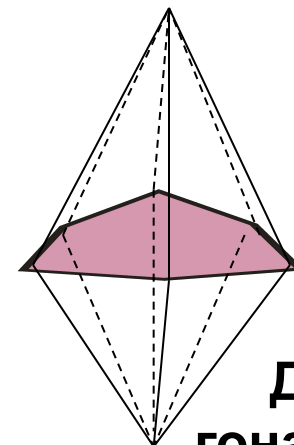
**Сечение - дитригон**



**Дитригональная призма**



**Дитригональная пирамида**

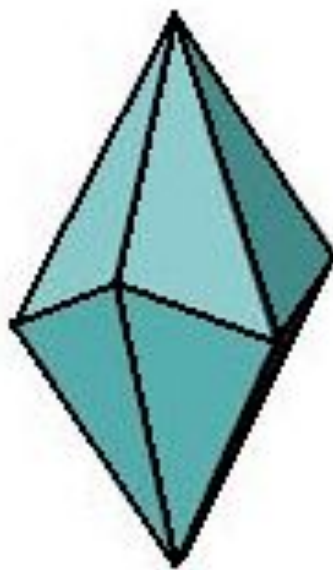


**Дитригональная дипирамида**

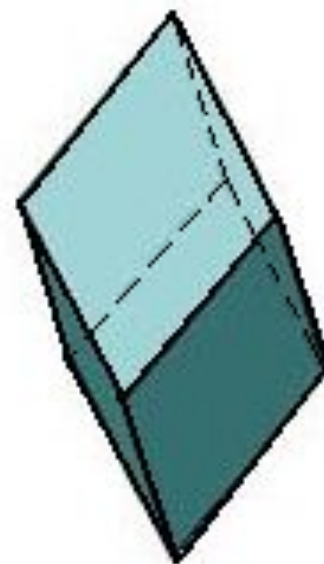
# Простые формы кристаллов: средняя категория – тригональная сингония



Тригональный трапецоэдр



Тригональный скаленоэдр



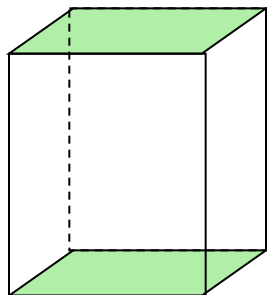
ромбоэдр

# Простые формы кристаллов:

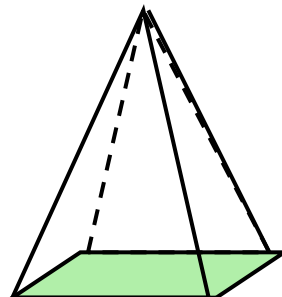
средняя категория – тетрагональная сингония



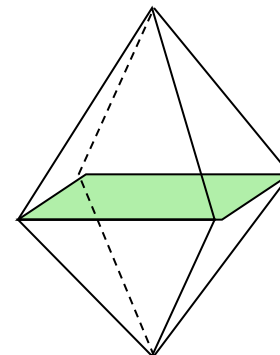
Сечение-  
квадрат  
(тетрагон)



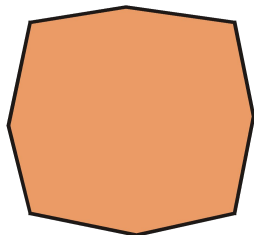
Тетрагональ-  
ная призма



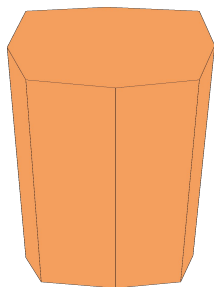
Тетрагональ-  
ная пирамида



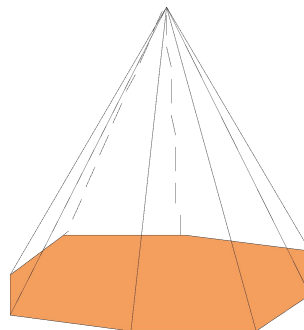
Тетрагональная  
дипирамида



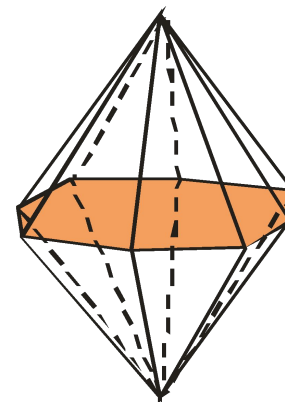
Сечение-  
дитетрагон



Дитетрагональ-  
ная призма

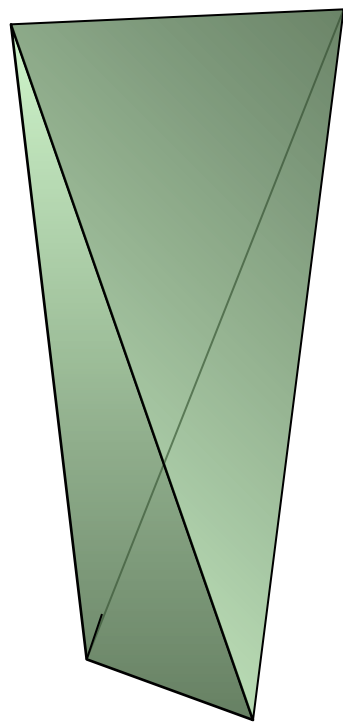


Дитетрагональ-  
ная пирамида

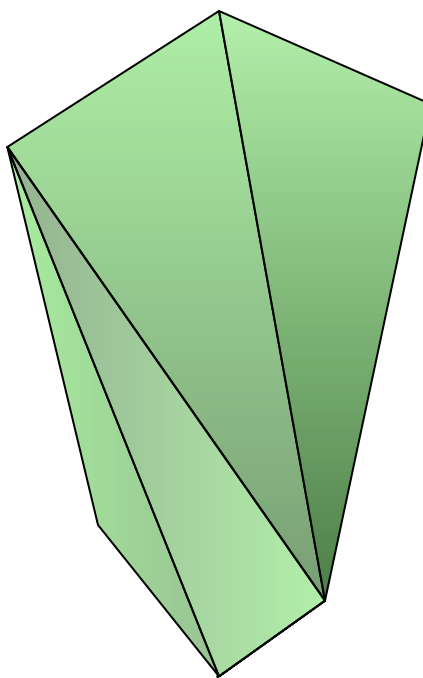


Дитетрагональная  
дипирамида

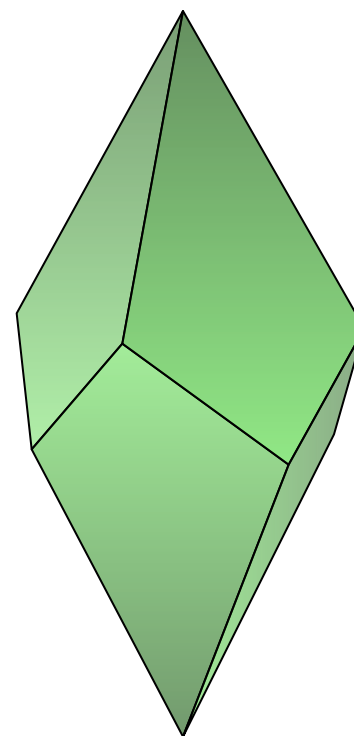
# Простые формы кристаллов: средняя категория – тетрагональная сингония



Тетрагональный  
тетраэдр



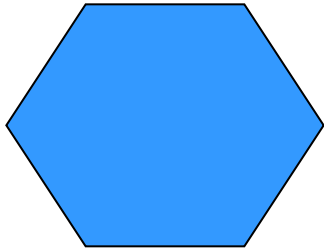
Тетрагональный  
скаленоэдр



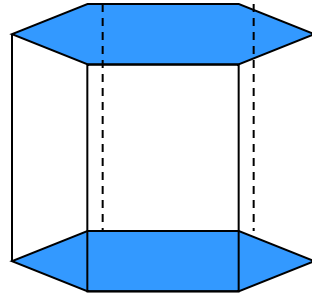
Тетрагональный  
трапецоэдр

# Простые формы кристаллов:

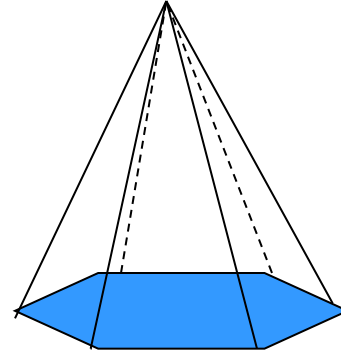
средняя категория – гексагональная сингония



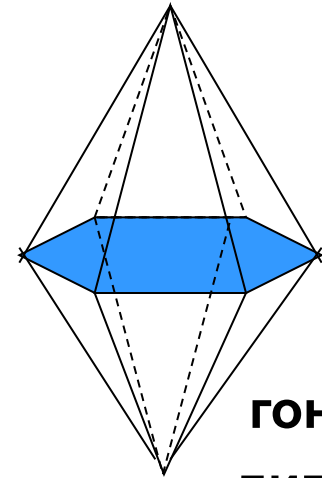
Сечение-  
правильный  
шестиуголь-  
ник (гексагон)



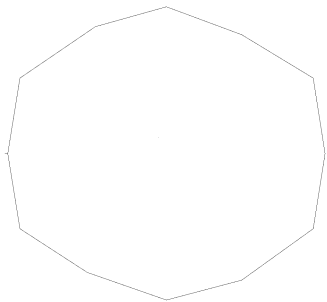
Гексагональ-  
ная призма



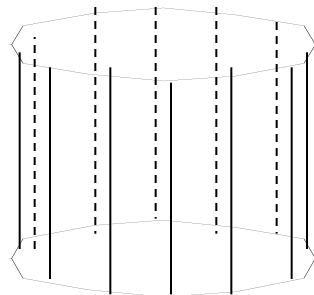
Гексагональная  
пирамида



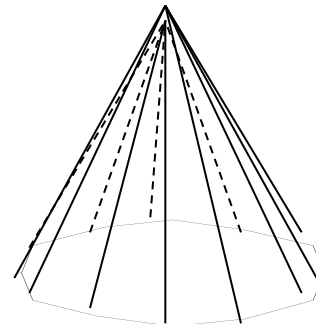
Гекса-  
гональная  
дипирамида



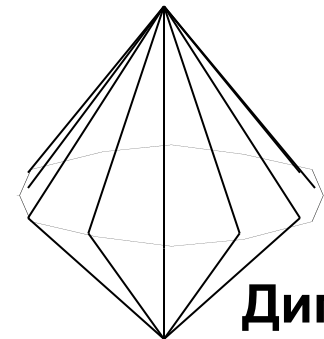
Сечение -  
дигексагон



Дигексагональ-  
ная призма



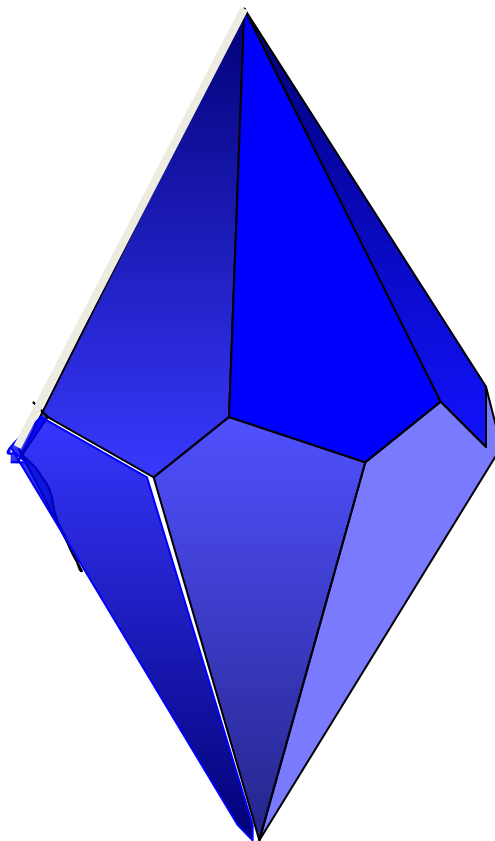
Дигексагональ-  
ная пирамида



Дигекса-  
гональная  
дипирамида

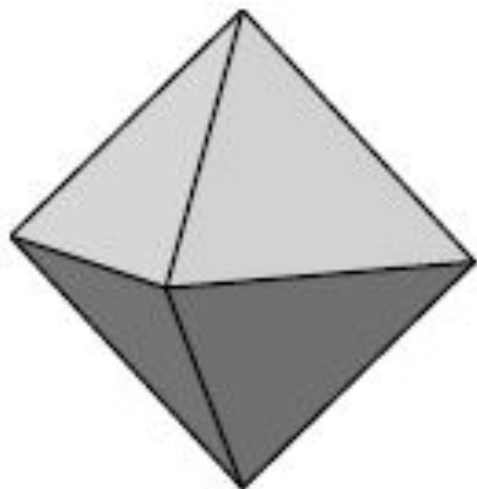


# Простые формы кристаллов: средняя категория – гексагональная сингония



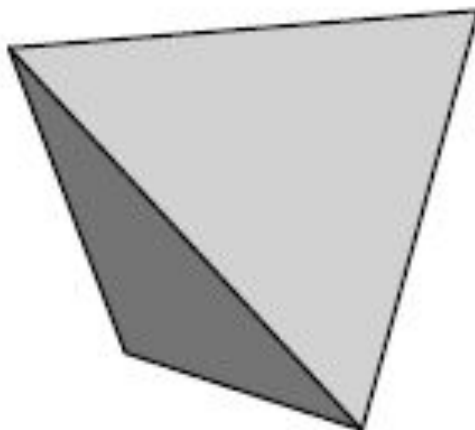
Гексагональный  
трапецоэдр

# Простые формы кристаллов: кубическая сингония.



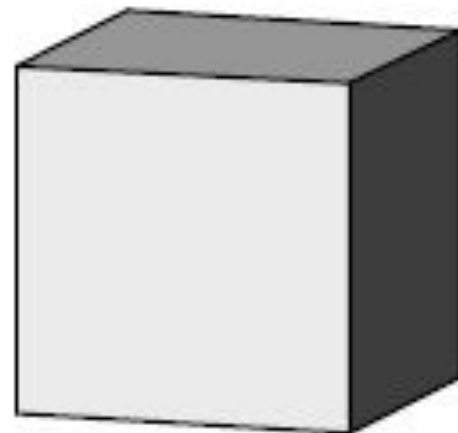
**8**

ОКТАЭДР



**4**

ТЕТРАЭДР



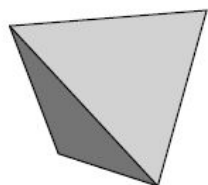
**6**

ГЕКСАЭДР

**Основные простые формы кубической сингонии.**

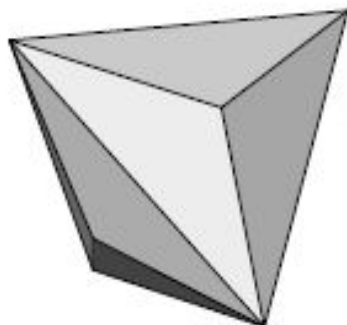
**Остальные 12 форм произошли путем усложнения граней данных фигур.**

# Простые формы кристаллов: кубическая сингония.



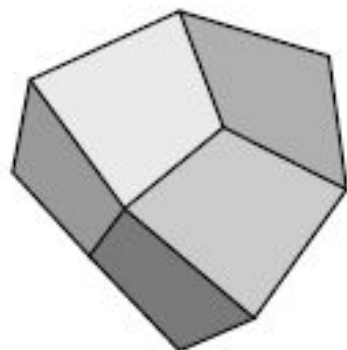
4

ТЕТРАЭДР



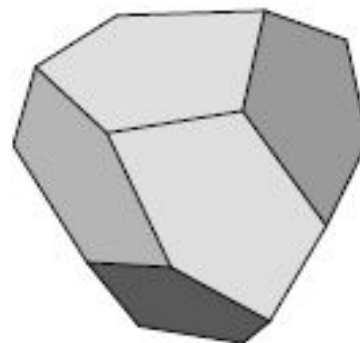
12

△  
ТРИГОНТРИТЕТРАЭДР



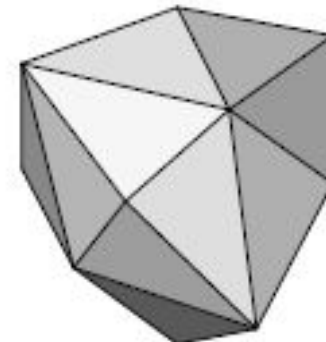
12

△  
ТЕТРАГОНТРИТЕТРАЭДР



12

△  
ПЕНТАГОНТРИТЕТРАЭДР

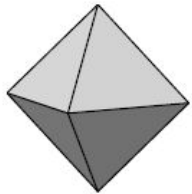


24

ГЕКСАТЕТРАЭДР

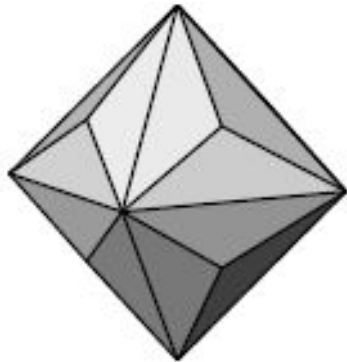
**В основе данных форм лежит тетраэдр**

# Простые формы кристаллов: кубическая сингония.



8

ОКТАЭДР



24

ТРИГОНТРИОКТАЭДР



24

ТЕТРАГОНТРИОКТАЭДР



24

ПЕНТАГОНТРИОКТАЭДР

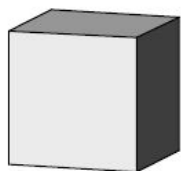


48

ГЕКСОКТАЭДР

**В основе данных форм - октаэдр**

# Простые формы кристаллов: кубическая сингония.



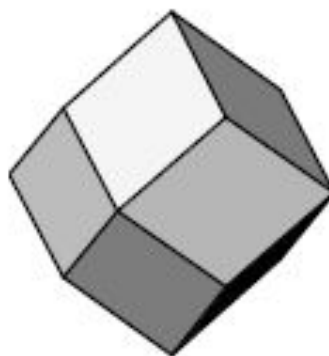
**6**

ГЕКСАЭДР



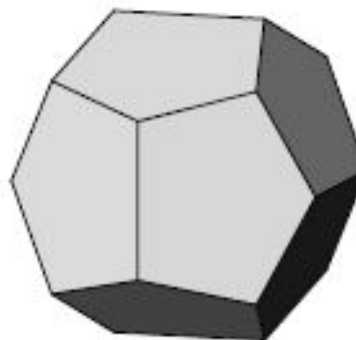
**24**

□ ТЕТРАГЕКСАЭДР



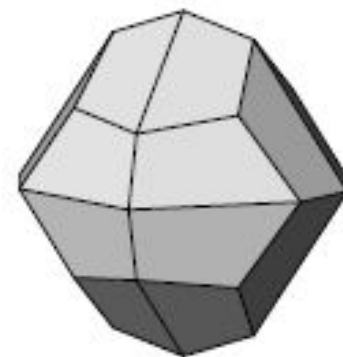
**12**

△ РОМБОДОДЕКАЭД



**12**

△ ПЕНТАГОНДОДЕКАЭДР

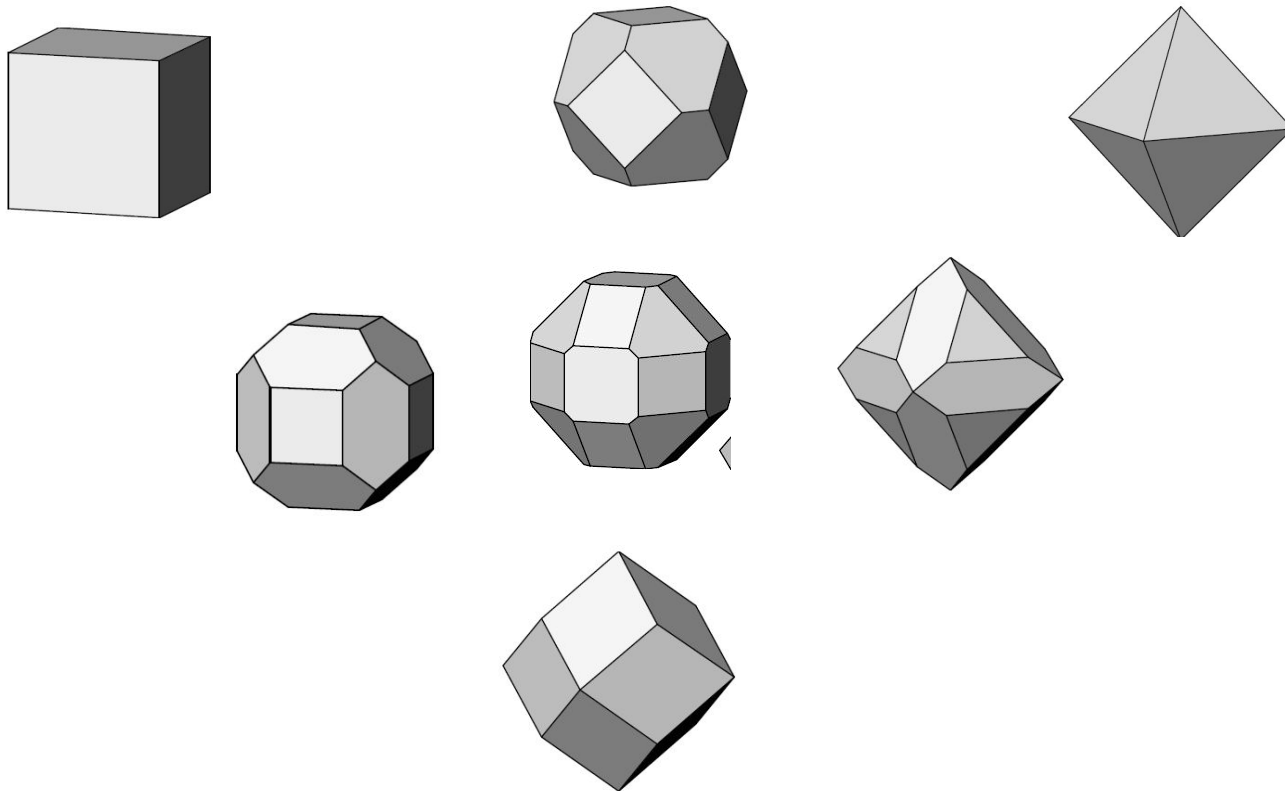


**24**

ДИДОДЕКАЭДР

# Комбинации простых форм

**Все многообразие кристаллических форм является результатом комбинирования простых**



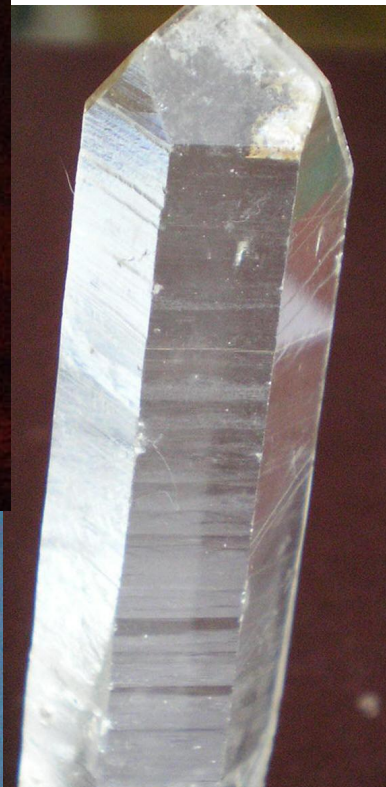
# Форма реальных кристаллов



Кристалл кварца – шестигранная призма . Но он относится не к гексагональной, а к тригональной сингонии, т.к. на самом деле кристалл кварца – дитригональная призма и имеет основную ось симметрии третьего порядка.

# Монокристаллы

изумруд



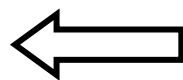
хризоберилл

горный хрусталь



# Кристаллические агрегаты: друзы кристаллов

Друза кристаллов кальцита



Друзы кристаллов горного  
хрусталя



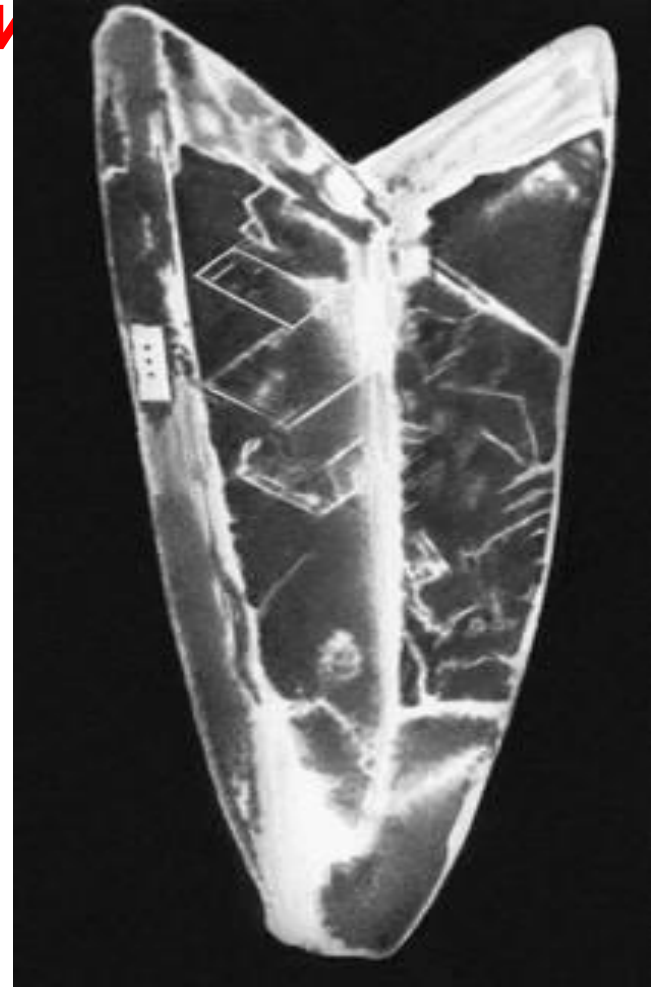
# Кристаллические агрегаты: параллельные сростки кристаллов



# Кристаллические агрегаты: двойники



Двойник прорастания  
(ставролит)



Двойник срастания - «ласточкин  
хвост» (гипс)

# Кристаллические агрегаты:

Включения игольчатых золотистых кристаллов рутила и черных кристаллов турмалина в горном хрустале (волосы Венеры).



# Кристаллические агрегаты: эпитаксия

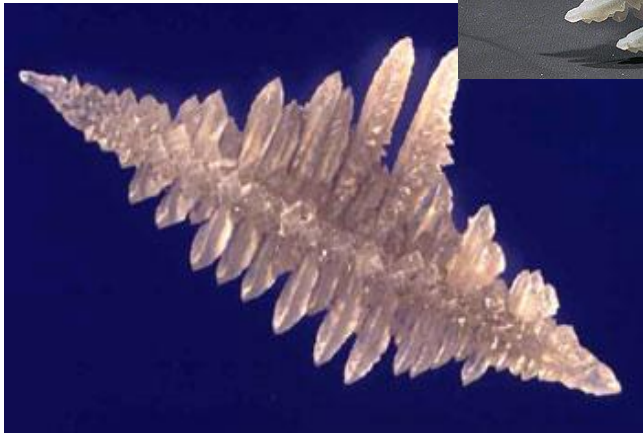
ориентированное нарастание кристаллов одного вида на другой или одних кристаллов на другие.



Рутил (эпитаксия кристаллов)

# Кристаллические агрегаты: дендриты и скелетные кристаллы

Природные скелетные кристаллы шпинели (справа) и нашатыря.(внизу).



# Кристаллические агрегаты: дендриты и скелетные кристаллы



Дендриты золота



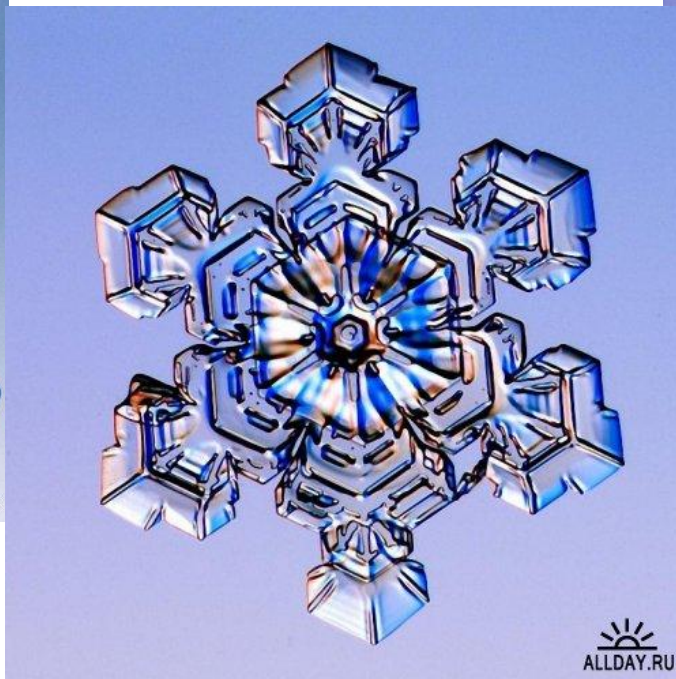
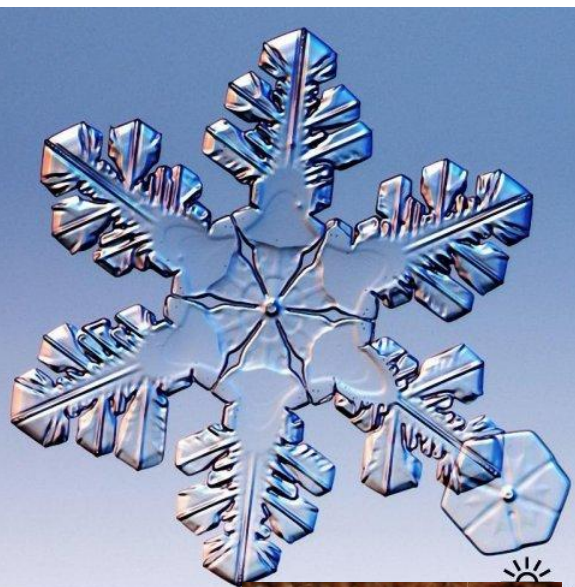
Дендриты серебра



Дендриты меди.

# Кристаллические агрегаты: дендриты и скелетные кристаллы

Скелетная форма кристаллов  
льда - снежинки







Набор эталонных минералов, которые определяют относительную твёрдость с помощью царапания, называется шкалой Мооса (шкала твердости в минералогии). Эталонами являются 10 минералов, которые располагаются по порядку возрастающей твёрдости. В состав шкалы входят 10 эталонов твёрдости: 1 — тальк; 2 — гипс; 3 — кальцит; 4 — флюорит; 5 — апатит; 6 — ортоклаз; 7 — кварц; 8 — топаз; 9 — корунд; 10 — алмаз.

Минералы, имеющие твердость ниже 7 — мягкие, а те, у которых выше 7 — твердые. В целом твердость у главной массы природных соединений колеблется от 2 до 6. В 1811 году шкалу твердости предложил немецкий минеролог Фридрих Моос.

Твёрдостью камня является сопротивление, которое происходит на его поверхности, когда по нему царапают иным камнем или каким-то предметом; твердость заключается в мере связности структуры атомов вещества. В зависимости от того, в каком направлении производится царапание, твёрдость камня изменяется. От остальных минералов кианит отличается большим диапазоном твердости. Изменение его твердости от 5 до 7. В одних направлениях его можно поцарапать ножом, а в других нельзя.

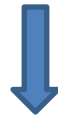
**Минерал (руда)** – природное тело, однородное по своему химическому составу и физическим свойствам

**Горная порода** – природное тело, состоящее из одного или нескольких минералов



**Гранит (горная порода)**

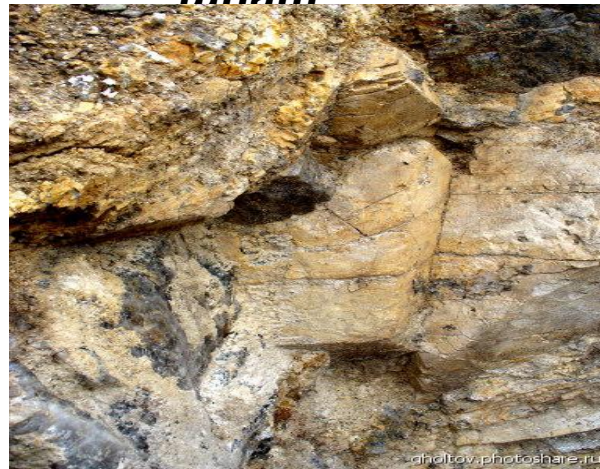
**состоит из минералов**



**Кварц**

**Полевой шпат**

**Слюда**



# Классификация горных пород

- Горные породы
  - *Магматические*
  - *Осадочные*
  - *Метаморфи-ческие*

# Магматические горные породы

Глубинные (интрузивные)

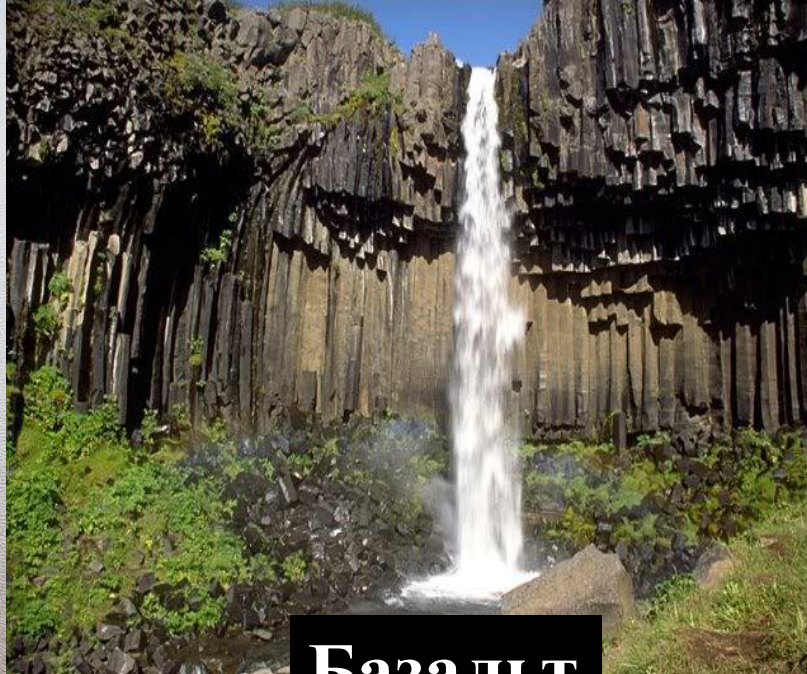
- **Образуются при медленном застывании магмы в глубине земной коры.**
- **Плотные горные породы с крупными кристаллами минералов.**
- **Гранит, габбро, диорит и др.**

Излившиеся  
(эффузивные)

- **Образуются в результате быстрого застывания лавы на поверхности земли.**
- **Плотные, твердые горные породы состоят из мелких**



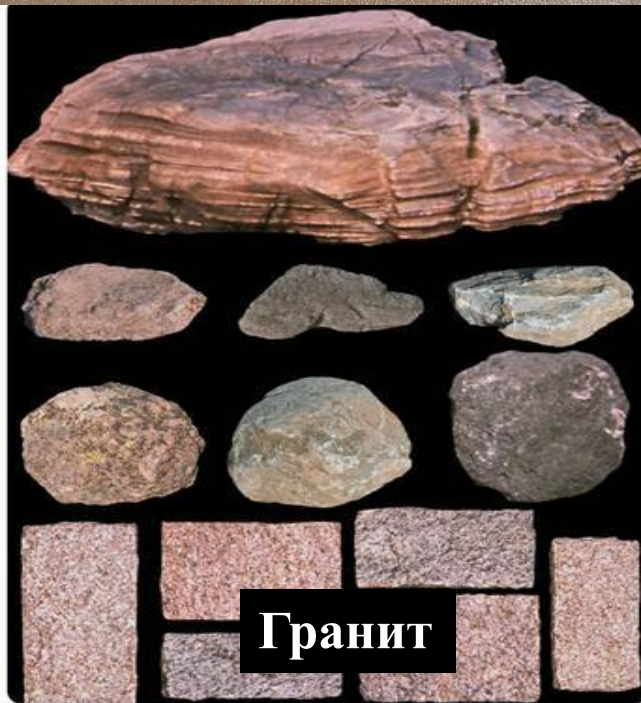
**Пемза**



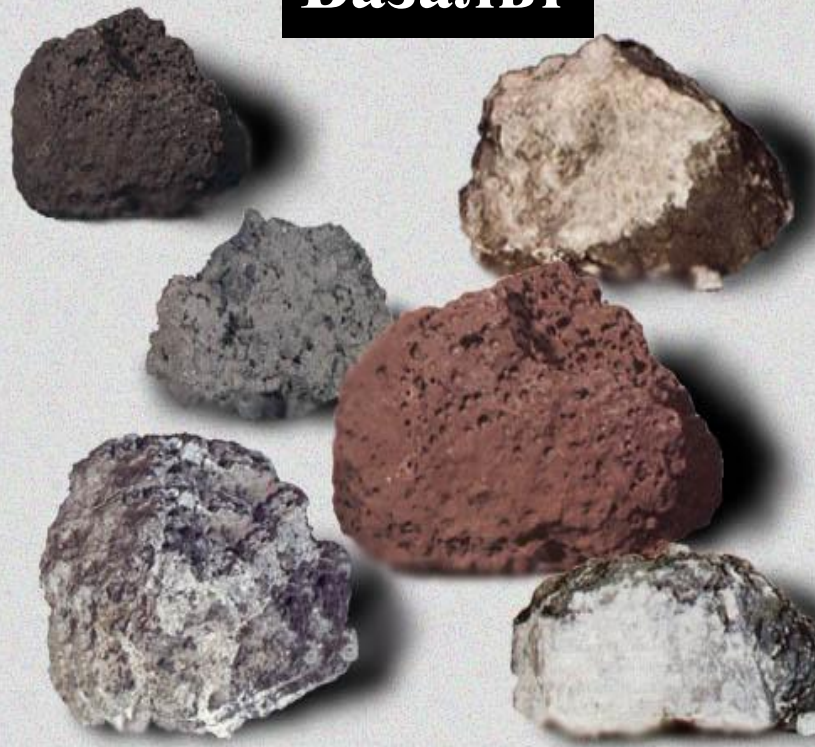
**Базальт**



**Габбро**



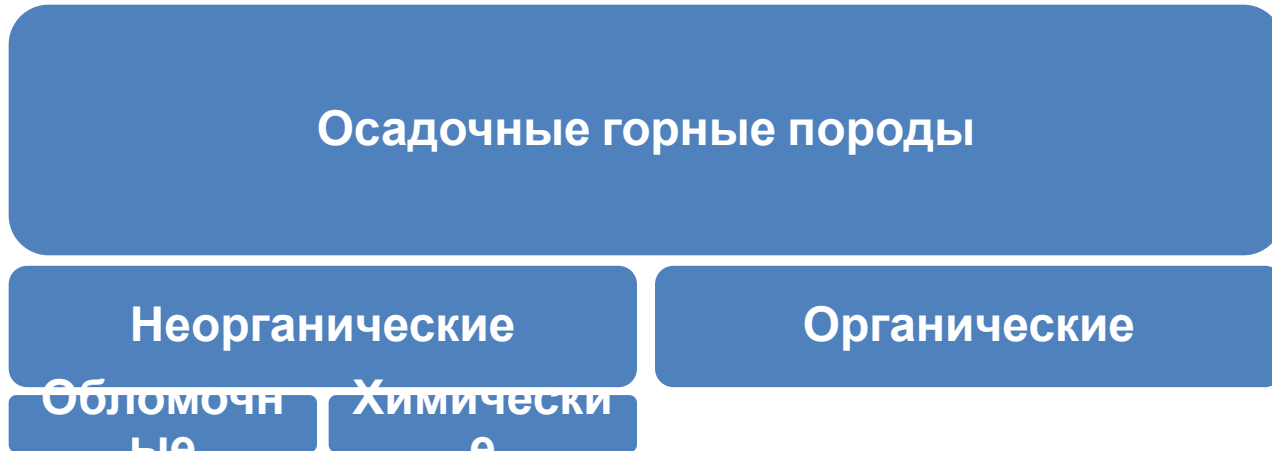
**Гранит**



**Обсидиан**

# Осадочные горные породы

образуются только на поверхности Земли в результате оседания под действием силы тяжести и накопления осадков на дне водоемов и на суше



# ОРГАНИЧЕСКИЕ ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

*Органические осадочные горные породы* образуются из разложившихся остатков растений и животных .

**Торф** (это разложившаяся или полуразложившаяся моховая и травяная, в меньшей степени древесная, растительность ; цвет- от желтоватого до коричневого и черного – зависит от степени разложения растительных остатков)



*Каменный уголь* ( образуется из истлевших древесных и травянистых растений , живших в прошлые геологические периоды)





**Мел** (образуется из микроскопических известковистых скелетов морских организмов, преимущественно простейших водорослей)



**Известняк** (образуется в основном из скелетов и раковин древних морских организмов). В зависимости от примесей известняки различаются по цвету - от белого до желтого и даже черного

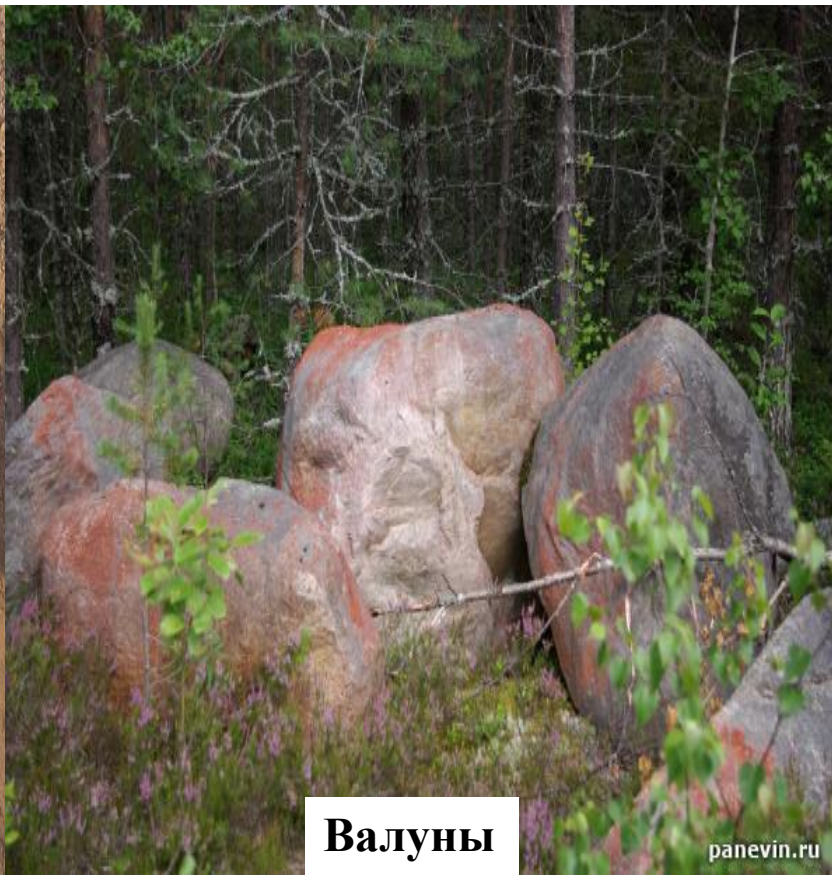


# НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

*Обломочные горные породы* образуются при разрушении различных горных пород ( в основном магматических ) под действием воды, воздуха, организмов, изменений температуры и перемещении их обломков текущими водами, ледниками, ветром



**Песок**



**Валуны**

panevin.ru



**Гравий**

# ХИМИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

образуются в результате осаждения

из воды водоемов растворенных в них минеральных веществ



**Каменная соль**



**Калийная соль** Word.Ru



**Гипс**

# МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

*Метаморфические горные породы* ( метаморфизм –превращение)- продукты преобразования осадочных и магматических пород в глубине Земли под воздействием высоких давления и температуры.

Метаморфические горные породы по своим свойствам совершенно не похожи на те породы, из которых они образовались. Происходит изменение физических свойств породы, в первую очередь, ее кристаллической структуры, меняется облик породы

# ПРИМЕРЫ ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

*Песчаник  
(рыхлый)*



akvariumistika.ucoz.ru



*Кварцит  
(твердая, прочная  
кристаллическая  
порода)*



**ИЗВЕСТНЯК**



**МРАМОР**



**ГРАНИТ**



**ГНЕЙС**



# **ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

A satellite-style image of Earth showing the Americas, with text overlaid. The image is a circular view of the planet, showing the continents of North and South America in green and brown, surrounded by blue oceans and white clouds. The text is overlaid in white, bold, sans-serif font.

**МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ - 71%**

**МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ – 20%**

**ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ – 9%**

**Горные породы** - естественные *минеральные агрегаты*, образующиеся в глубинах Земли или на её поверхности в ходе различных геологических процессов.





*Геология как наука, её значение и место среди других наук*

**По происхождению (генетически) выделяются три типа горных пород:**

**магматические**, образующиеся в результате кристаллизации огненно-жидких природных преимущественно силикатных расплавов - *магмы и лавы*;

**осадочные**, формирующиеся на поверхности Земли в результате физического и химического разрушения существующих пород, осаждения минералов из водных растворов или в результате жизнедеятельности живых организмов;

**метаморфические**, возникающие при преобразовании магматических, осадочных или ранее образовавшихся метаморфических пород в глубинах Земли под воздействием высоких температур и давлений.

**Петрография** - наука, занимающаяся изучением состава, строения, происхождения и закономерностей распространения горных пород.

**Литология** – наука, изучающая осадочные горные породы.



асфал  
ьт



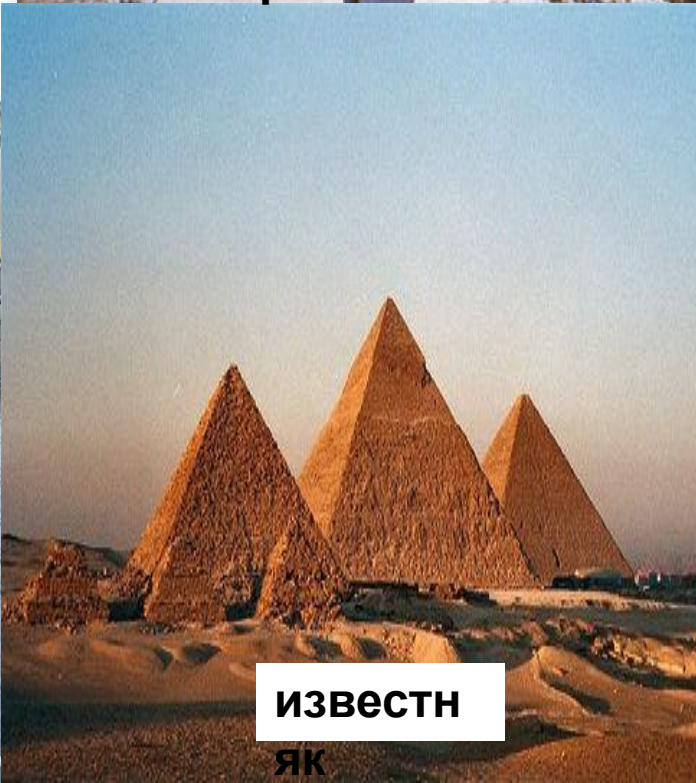
мрамор



глина



гранит



известняк



рубин

# Породы



Таблица 2.1

## Классификация магматических горных пород

Группа	Интрузивные	Эффузивные	Минералы	
			главные	второстепенные
Ультраосновные	Дунит Перидотит	–	Оливин, пироксен, роговая обманка	Магнетит, хромит, шпинель, пирротин
Основные	Пироксенит Габбро	Базальт	Плагиоклаз, биотит, пироксен, оливин	Ортоклаз, кварц, магнетит, титанит
Средние	Диорит	Андезит	Плагиоклазы, роговая обманка, биотит	Кварц, апатит, титанит
	Сиенит	Трахит	Калиевый полевой шпат, роговая обманка, биотит	Кварц, циркон, титанит
Кислые	Гранит	Липарит	Кварц, калиевый полевой шпат, биотит, мусковит, плагиоклаз	Апатит, циркон, магнетит, турмалин
Щелочные	Нефелиновый сиенит	–	Нефелин, пироксены, амфиболы, биотит	Циркон, титанит

## Метаморфические горные породы

Исходные породы		Типы метаморфизма			Региональный		Контактный	
		зона низких $t^{\circ}$ и $p$	зона средних $t^{\circ}$ и $p$	зона высоких $t^{\circ}$ и $p$	перекристаллизация	метасоматоз		
Магматические	Кислые, средние гранит, диорит, липарит, кв. порфир, порфирит			гнейс		грейзен		
	Основные и ультраосновные Габбро, дунит, базальт, диабаз, перидотит	кварцево-полевошпатовые, кварцево-сланцевые сланцы		гнейс				
Осадочные	Обломочные Песчаники, аргиллиты и др. Химические и биохимические Кремнистые Карбонатные	зеленые, хлоритовые, тальковые сланцы		эпидиот амфиболит				
			серпентинит					
		филлит	кристаллические сланцы	гнейс	роговики			
	кремнистые сланцы	кварциты						
	метаморфизированные известняки		мраморы		скарн			

# *Вторичные минералы*

- Образованы в результате глубокого химического преобразования первичных, или же синтезированных непосредственно в почве.
- Особенно важна среди них роль глинистых минералов — каолинит, монтмориллонит, галлаузит, серпентенит
- Высоко содержание минералов-оксидов и гидроксидов железа (лимонит, гематит), марганца (вернадит, пиралюзит, мангатит), алюминия (гиббсит) и др., также сильно влияющие на свойства почвы — они участвуют в формировании структуры, почвенного поглощающего комплекса (особенно в сильно выветрелых тропических почвах), принимают участие в окислительно-восстановительных процессах. Большую роль в почвах играют карбонаты (кальцит, арагонит). В аридных регионах в почве нередко накапливаются легкорастворимые соли (хлорид натрия, карбонат натрия и др.), влияющие на весь ход почвообразовательного процесса.