

**Узагальнюючий
ІНТЕГРОВАНІЙ УРОК**
**з предметів природничо-
математичного циклу**

за темою:

**«СИМЕТРІЯ ЯК ОСНОВА
КРАСИ ТА ГАРМОНІЇ
ВСЕСВІТУ»**



Симметрия!

Я гимн тебе пою!

Тебя повсюду в мире узнаю.

Ты в Эйфелевой башне, в малой мошке,

Ты в елочке, что у лесной дорожки,

С тобою в дружбе и тюльпан, и роза,

И снежный рой – творение мороза.

ЦЕЛИ УРОКА:

Повторить:

- понятие «движение» и вспомнить основные виды движения;
- понятие «многогранники» и рассмотреть основные виды симметрии в многогранниках;
- Понятие «кристаллы» и вспомнить основные типы кристаллических решеток.

Исследовать вопрос «Симметрия в природе».

Рассмотреть различные виды симметрии в природных объектах.

Показать, что природа – это мир симметрии и основа красоты и гармонии Вселенной.

Движение. Виды

движения

Движение плоскости – это отображение плоскости на себя, сохраняющее расстояния.

Виды движения:

1. Симметрия:

- осевая,
- центральная,
- зеркальная.

2. Параллельный перенос.

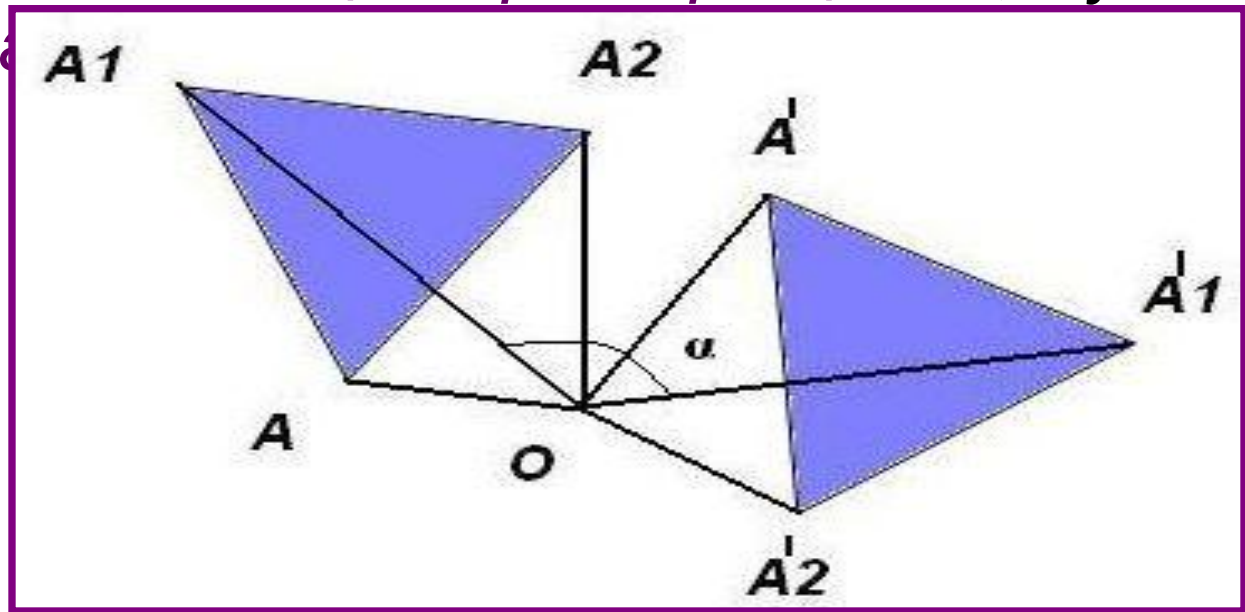
3. Поворот.



ПОВОРОТ

Преобразование, при котором каждая точка A фигуры (тела) поворачивается на один и тот же угол α вокруг заданного центра O , называется **вращением или поворотом плоскости**.

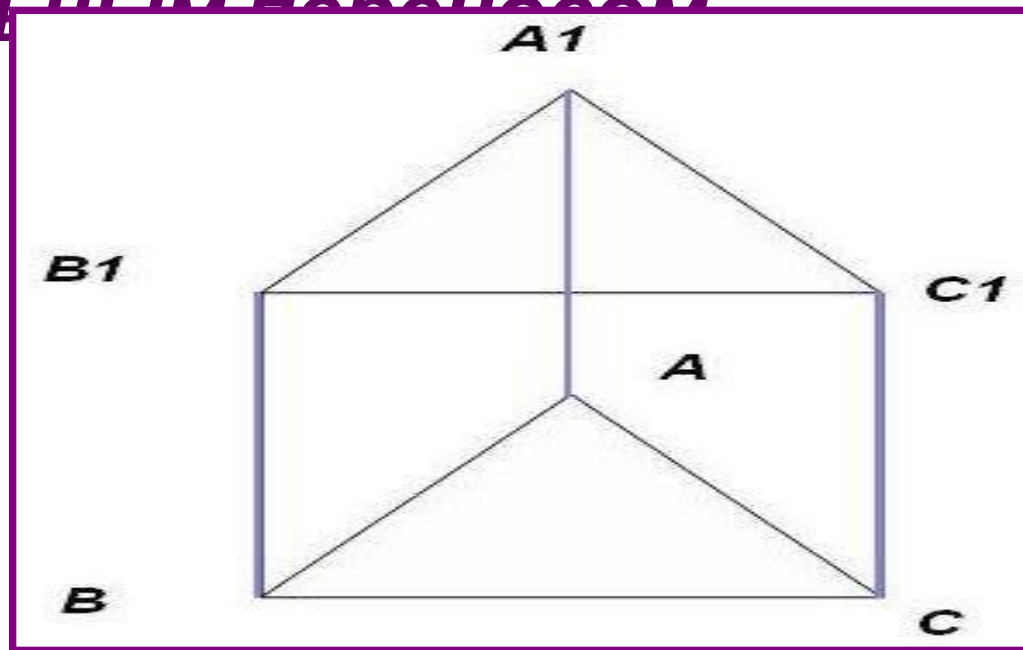
Точка O называется **центром вращения**, а угол α - **углом вращения**.



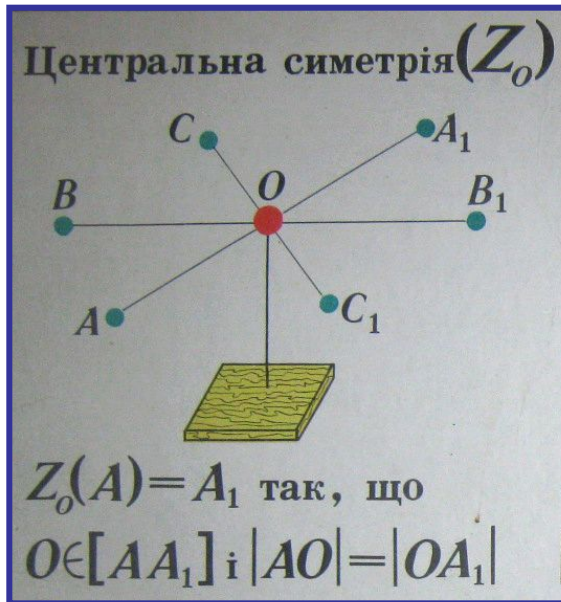
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС

Преобразование, при котором каждая точка фигуры (тела) перемещается в одном и том же направлении на одно и то же расстояние, называется

параллельным переносом

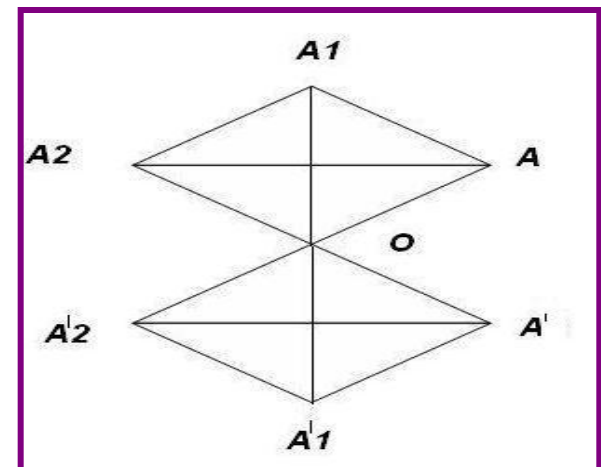


ЦЕНТРАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ

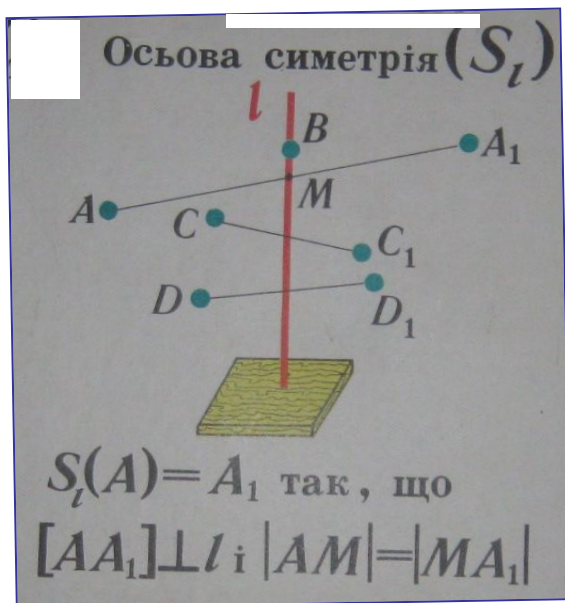


Точка A' называется симметричной точке A относительно точки O , если точки A, A', O лежат на одной прямой и $AO = OA'$

Преобразование, переводящее каждую точку A фигуры (тела) в точку A' , симметричную ей относительно центра O , называется преобразованием центральной симметрии

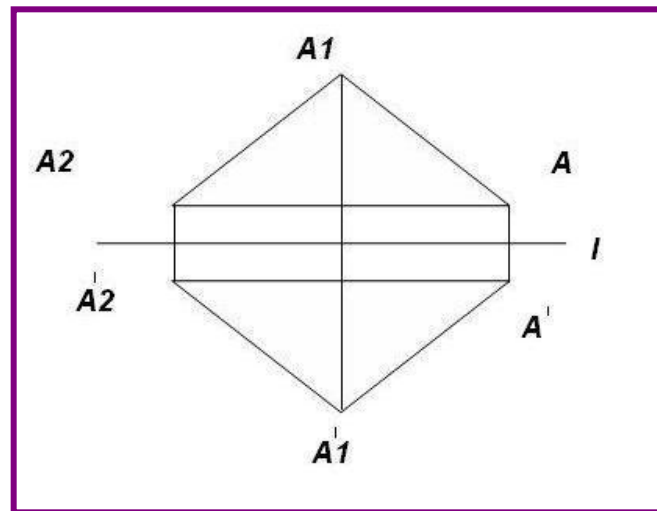


ОСЕВАЯ СИММЕТРИЯ



Точка A' называется симметричной точкой A относительно прямой l , если прямая AA' перпендикулярна прямой l и $AM = A'M$

Преобразование, при котором каждая точка A фигуры (или тела) преобразуется в симметричную ей относительно некоторой оси l (точку A' , называется **осевой симметрией**).

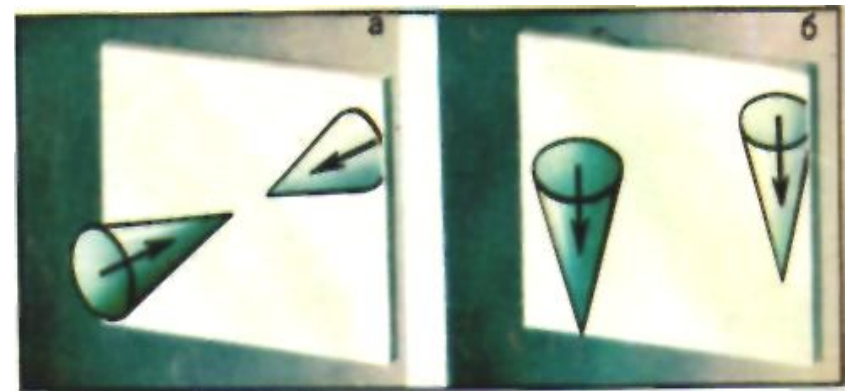


ЗЕРКАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ



Точка A' називається симметричною точкою A относительно плоскости, если прямая AA' перпендикулярна плоскости и $AM = A'M$

Если преобразование симметрии относительно плоскости переводит фигуру (тело) в себя, то фигура называется симметричной относительно плоскости, а данная плоскость –



Симметрия в природе



ПРИРОДА

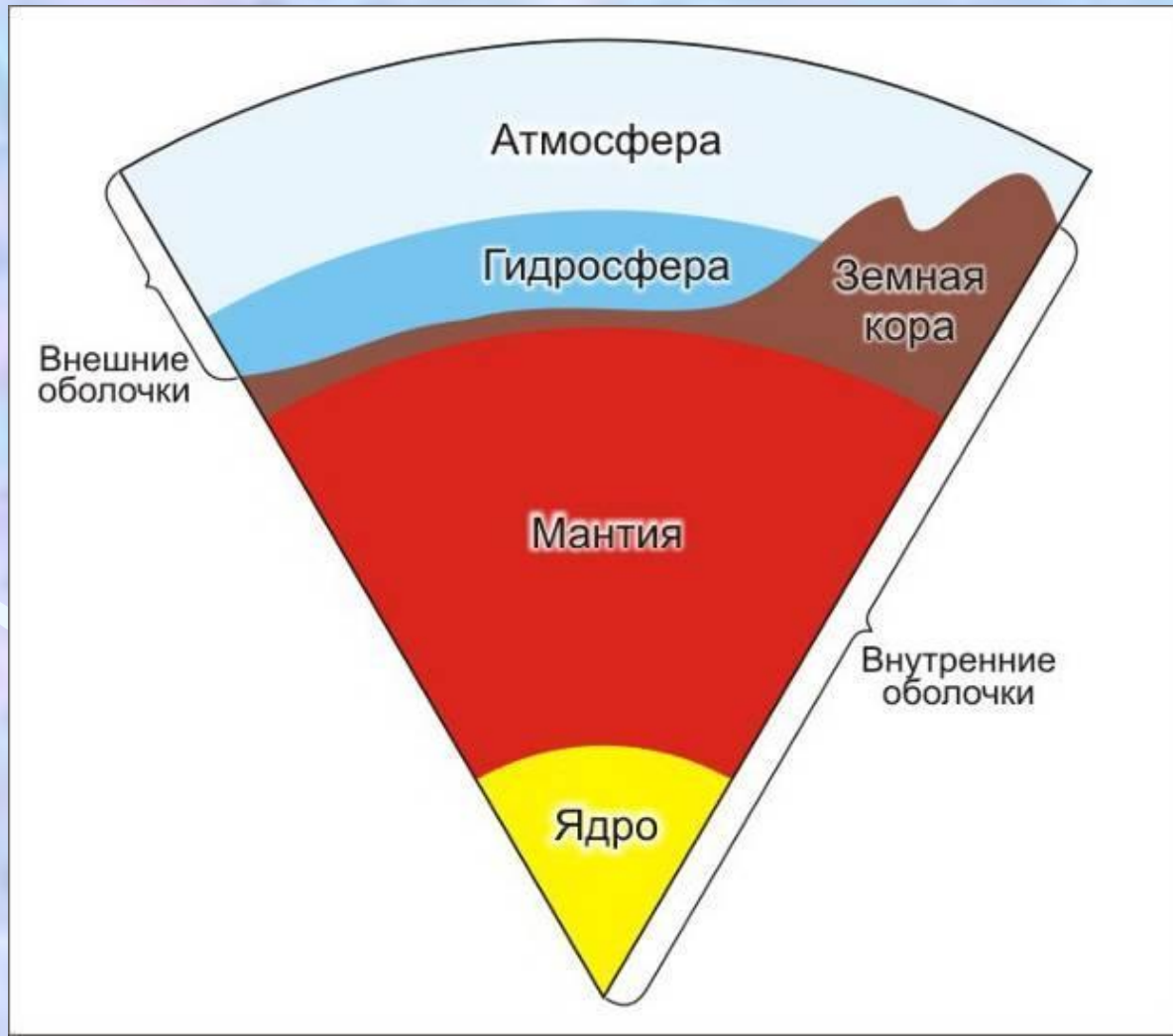
НЕЖИВАЯ

ХЭ

ЖИВАЯ



Симметрия в неживой природе



Наиболее ярко и систематически симметричность структуры материи обнаруживается в неживой природе, именно в кристаллах.

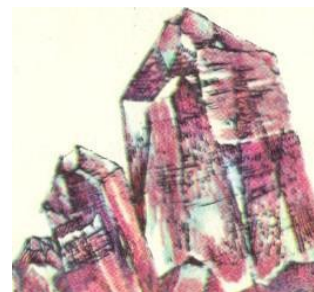
Кристаллы – это твердые тела, имеющие естественную форму многогранников. Для каждого вещества существует своя, присущая только ему одному, идеальная форма его кристалла. Эта форма обладает свойством симметрии, т. е. свойством кристаллов совмещаться с собой в различных положениях путем поворотов, отражений и поворотных переносов.



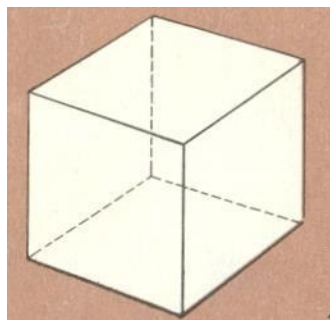
Топаз



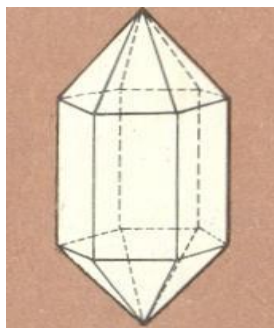
Берилл



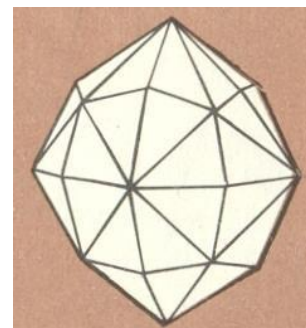
Дымчатый кварц



Каменная соль



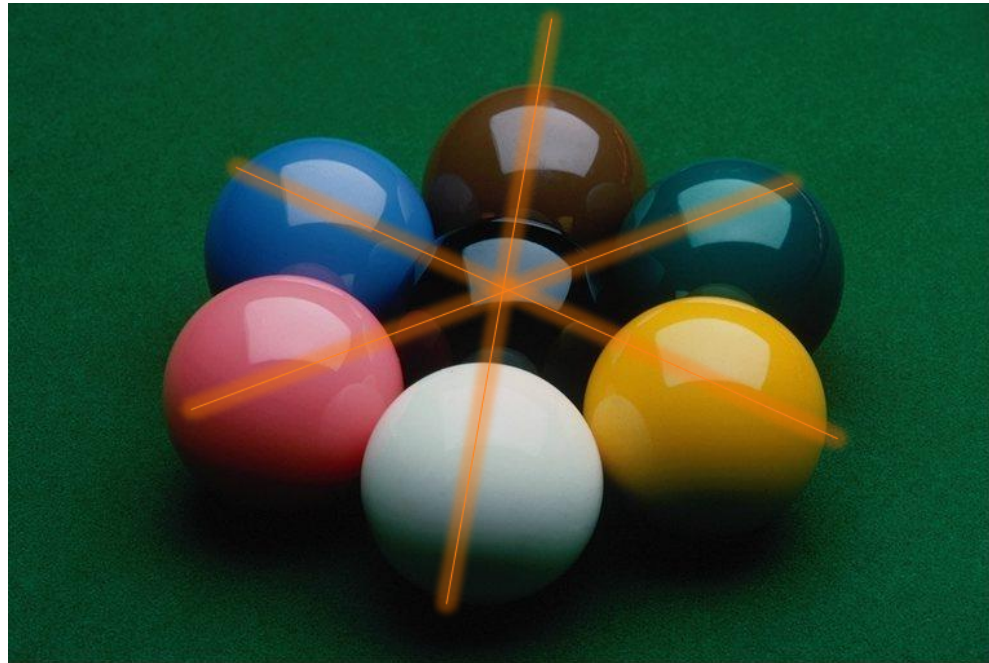
Кварц



Арагонит

ПОВОРОТНАЯ СИММЕТРИЯ (центрально-симметричная).

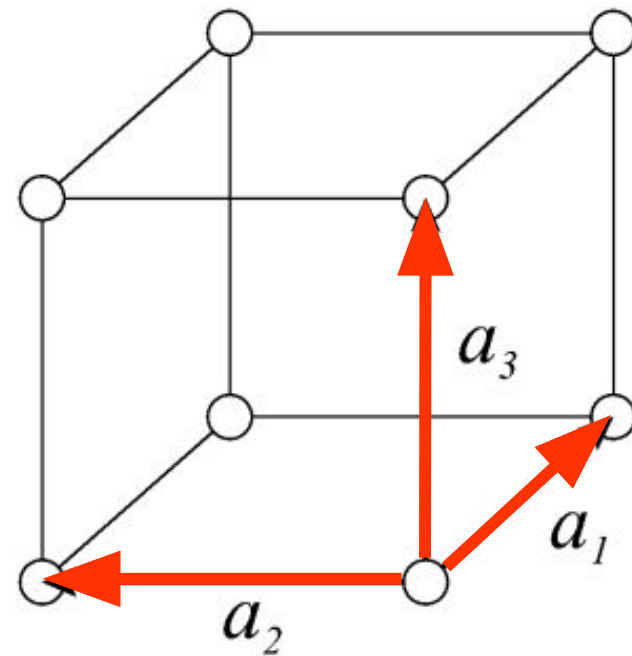
Говорят, что объект обладает поворотной симметрией, если он совмещается сам с собой при повороте на угол n , где n может равняться 2, 3, 4 и т.д. до бесконечности. Ось симметрии называется ось осью n -го порядка.



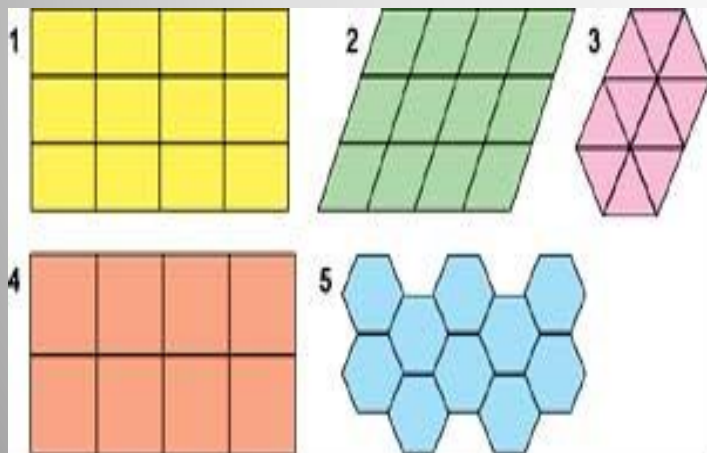
Трансляционная симметрия

ТРАНСЛЯЦИОННАЯ СИММЕТРИЯ

Трансляционная симметрия — тип симметрии, при которой объект совмещается с собой при сдвиге на определённый вектор, который называется вектором трансляции.



Трансляционная и поворотная симметрии не всегда уживаются одна с другой. При наличии трансляционной симметрии возможны только оси симметрии, отвечающие поворотам на 180 , 120 , 90 и 60° . Эти оси имеют порядок 2 , 3 , 4 и 6 . Строго математически доказано, что отмеченные порядки осей в том или ином сочетании для кристаллов единственно возможны. *Других порядков осей симметрии в классической кристаллографии не существует.* Например, не может быть оси симметрии, соответствующей повороту на угол 72°



Периодические сетки с различными типами осей симметрии:

1 и 2 – прямоугольники и параллелограммы с осью 2-го порядка;

3 – правильные треугольники с осью 3-го порядка;

4 – квадраты с осью 4-го порядка;

5 – правильные шестиугольники с осью 6-го порядка

Рис. 6. Ионы металлов подобны маленьким шарикам, упакованным с максимальной плотностью. Один из способов

упаковки обеспечивает кубическая гранцентрированная решетка.

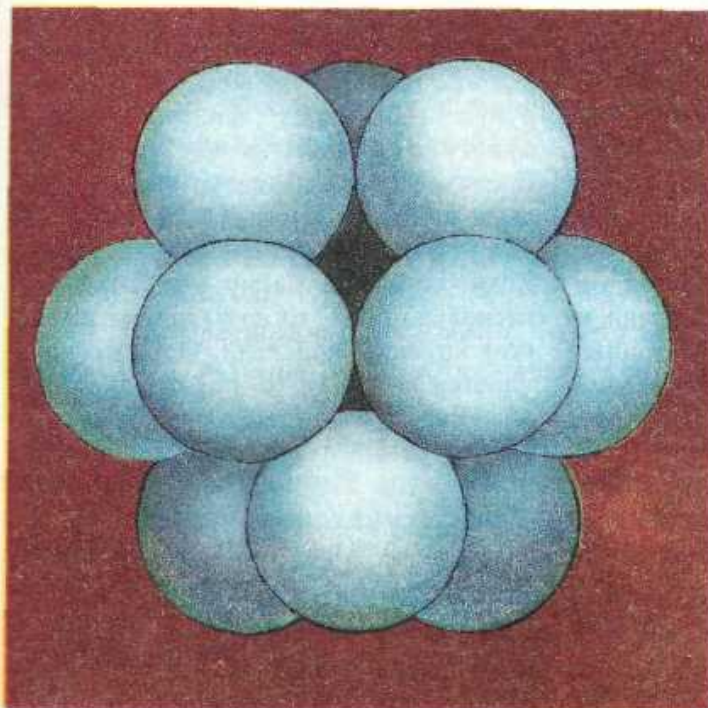
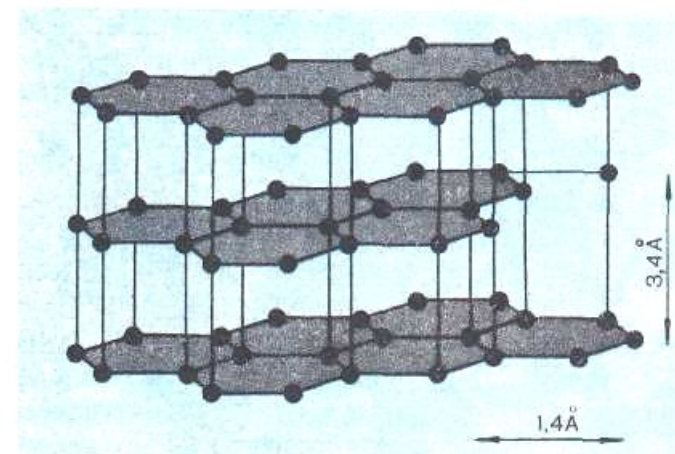
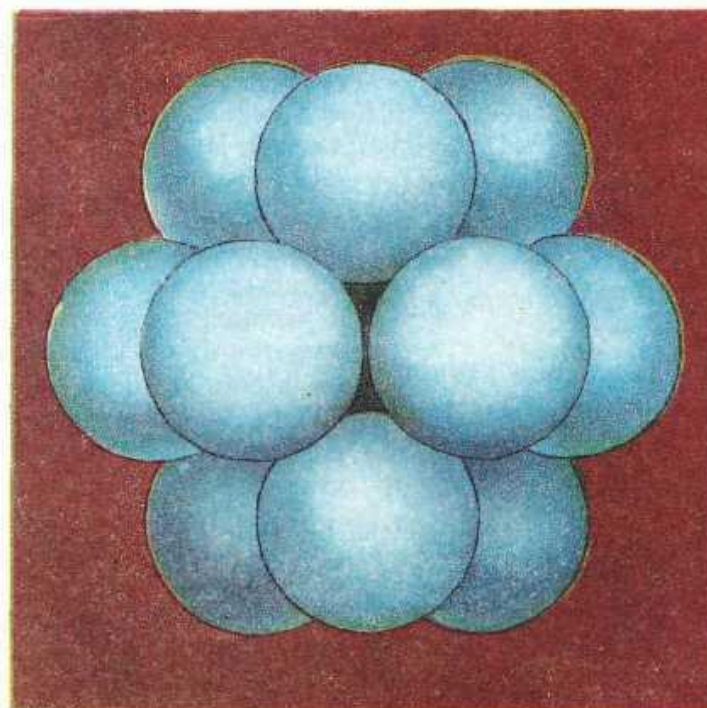


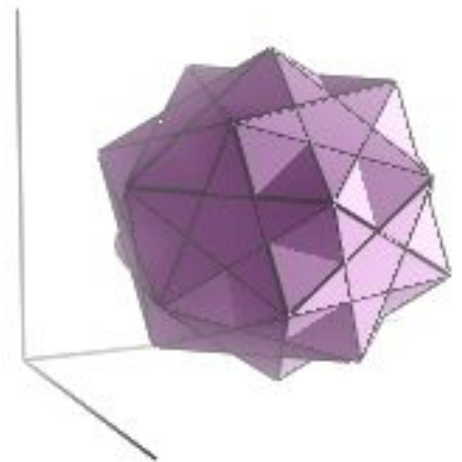
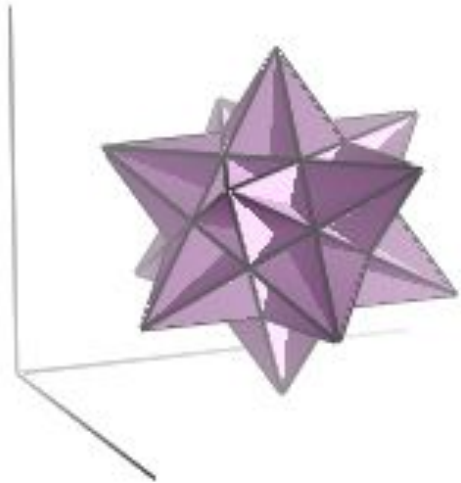
Рис. 7. Второй способ упаковки шаров — гексагональная решетка.



Историческая справка

История правильных многогранников уходит в глубокую древность. Начиная с 7 века до нашей эры в Древней Греции создаются философские школы, в которых происходит постепенный переход от практической к философской геометрии. Большое значение в этих школах приобретают рассуждения, с помощью которых удалось получить новые геометрические свойства.

Одной из первых и самых известных школ была Пифагорейская, названная в честь своего основателя Пифагора. Отличительным знаком пифагорейцев была пентаграмма, на языке математики - это правильный невыпуклый или звездчатый пятиугольник. Пентаграмме присваивалась способность защищать человека от злых духов.



Пифагорейцы, а затем Платон полагали, что материя состоит из четырех основных элементов: огня, земли, воздуха и воды.

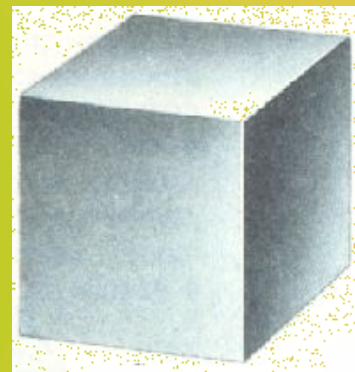
Существование пяти правильных многогранников они относили к строению материи и Вселенной.

Согласно этому мнению, атомы основных элементов должны иметь форму различных Платоновых тел:



ЗЕМЛЯ

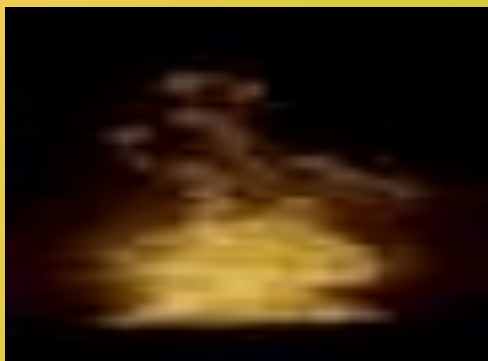
гексаэдр
(куб)



ВСЕЛЕННАЯ

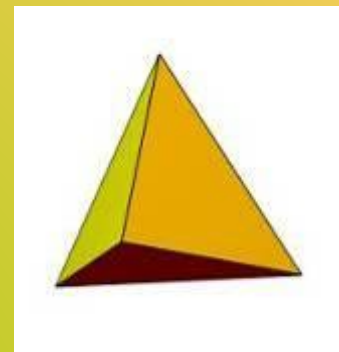
додекаэдр





ОГОНЬ

тетраэдр



вода

икосаэдр

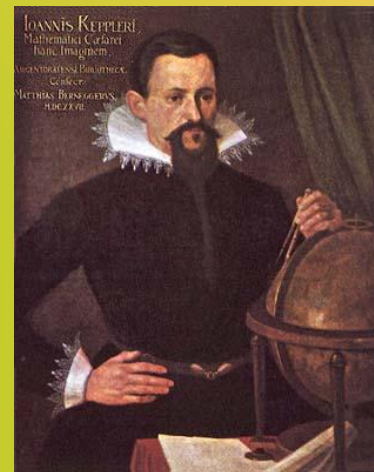
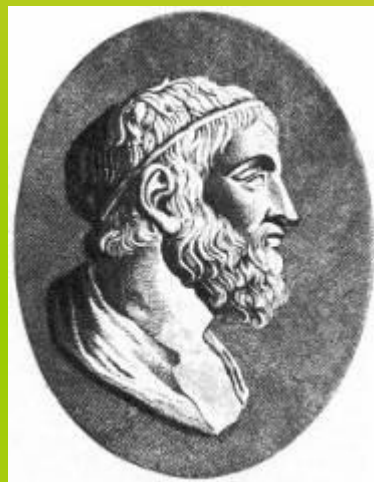
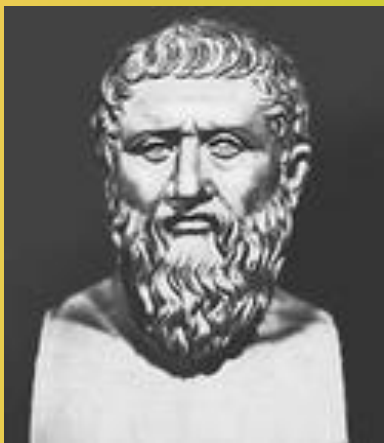


воздух

октаэдр



***Дальнейшее развитие математики связано с именами
Платона, Евклида, Архимеда, Кеплера***



***Все использовали в своих философских теориях
правильные многогранники.***



Тетраэдр

(от греческого tetra - четыре и hedra - грань) - правильный многогранник, составленный из 4 равносторонних треугольников.

Сумма длин всех ребер

$$6a$$

Площадь поверхности тетраэдра

$$S = a^2 \sqrt{3}$$

Объем

$$V = \frac{a^3 \sqrt{2}}{12}$$

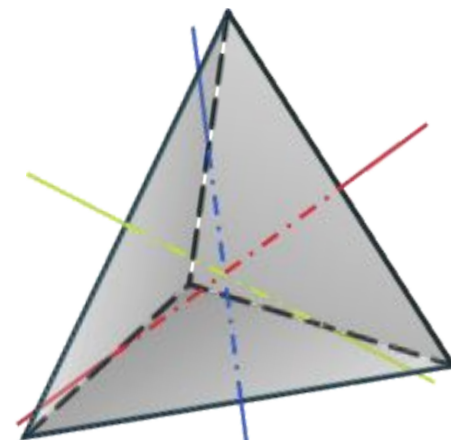
Радиус описанной сферы

$$R = \frac{a\sqrt{6}}{4}$$

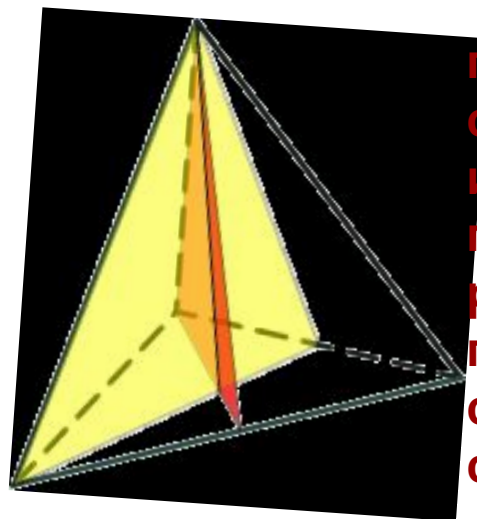
Радиус вписанной сферы

$$r = \frac{a\sqrt{6}}{12}$$

Тетраэдр имеет три оси симметрии, которые проходят через середины скрещивающихся ребер.

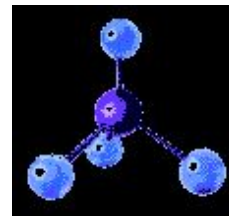
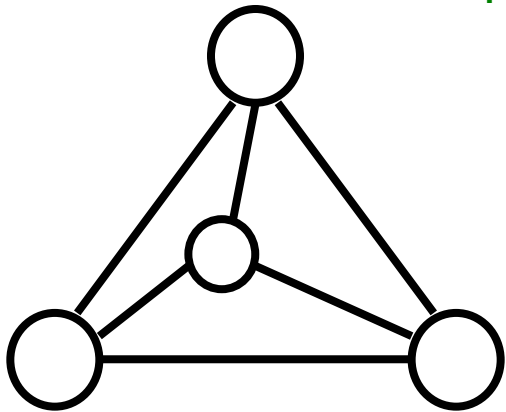


Тетраэдр имеет 6 плоскостей симметрии, каждая из которых проходит через ребро тетраэдра перпендикулярно скрещивающемуся с ним ребру.

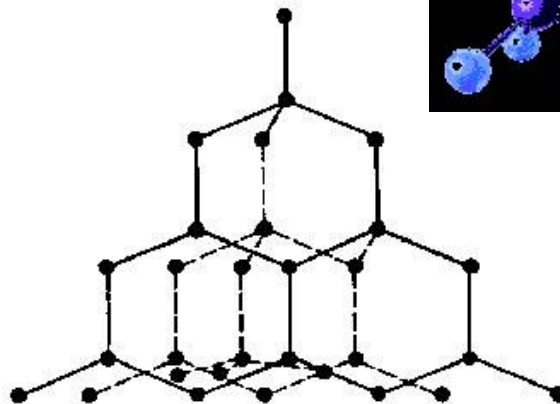
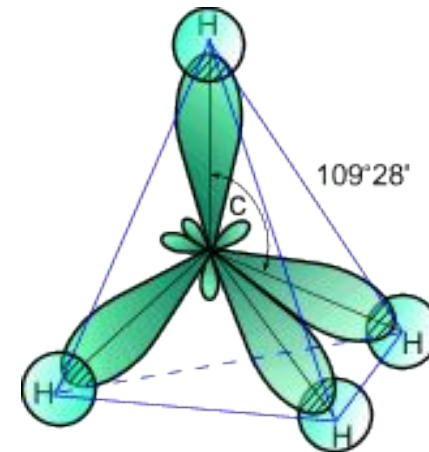


Тетраэдр

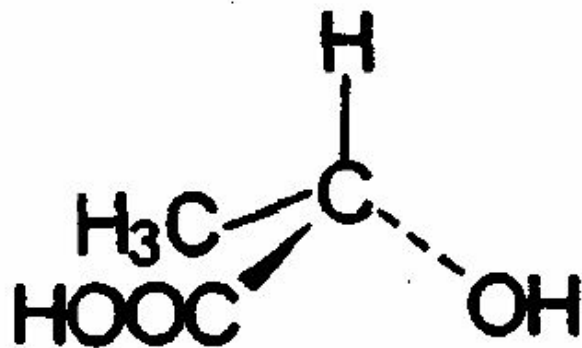
Белый фосфор P_4



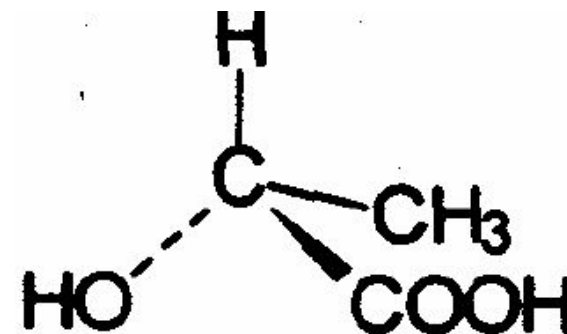
Метан

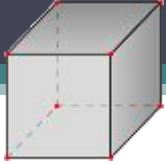


Алмаз



Молекулы зеркальных
изомеров молочной
кислоты





Куб (гексаэдр)

(от греческого hex – шесть и hedra – грань) - правильный многогранник, составленный из 6 квадратов.

Сумма длин всех ребер

$$12a$$

Площадь поверхности гексаэдра

$$S = 6a^2$$

Объем

$$V = a^3$$

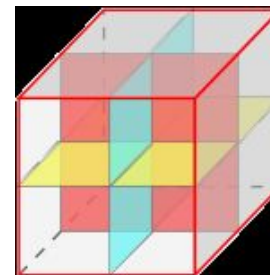
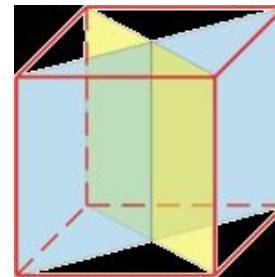
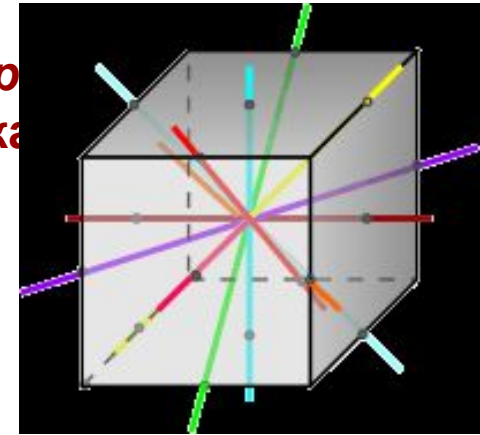
Радиус описанной сферы

$$R = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

Радиус вписанной сферы

$$r = \frac{a}{2}$$

Центром симметрии куба является точка пересечения его диагоналей. Через центр симметрии проходят 9 осей симметрии.

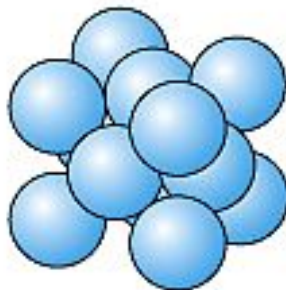
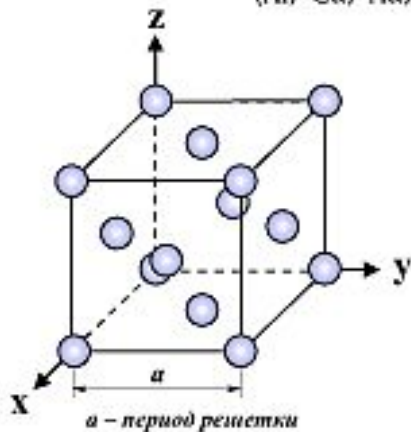


Плоскостей симметрии у куба также 9 и проходят они либо через противоположные ребра (таковых плоскостей 6), либо через середины противоположных ребер (таких - 3).

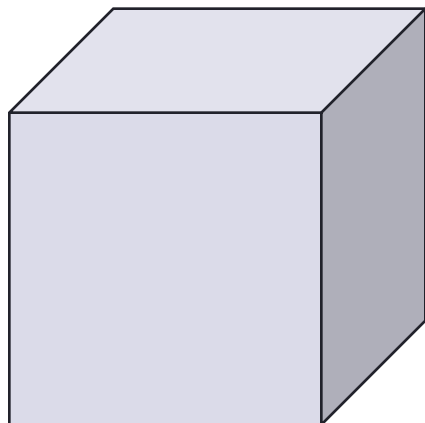
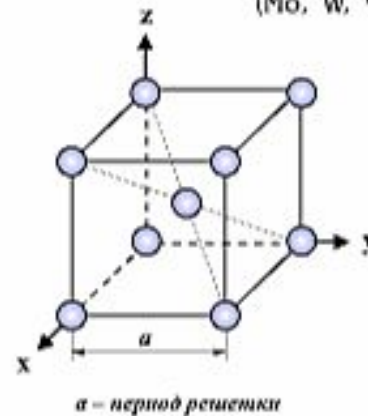
Куб (гексаэдр)

Кристаллические решётки многих металлов (Li, Na, Cr, Pb, Al, Au и др.)

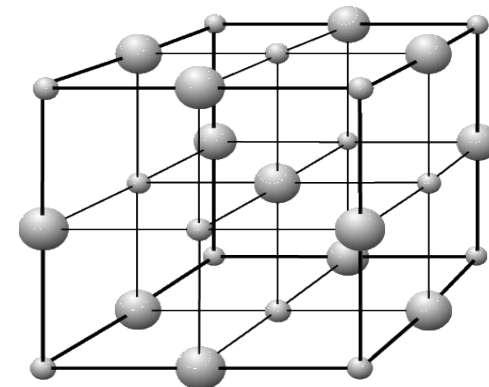
Решетка гранецентрированная кубическая (ГЦК)
(Al, Cu, Au, Ag, Fe γ)

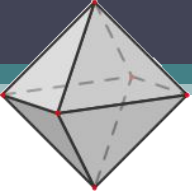


Решетка объемноцентрированная кубическая (ОЦК)
(Mo, W, V, Fe α)



Поваренная соль
NaCl





Октаэдр

(от греческого *okto* - восемь *hedra* - грань) - правильный многогранник, составленный из 8 равносторонних треугольников.

Сумма длин всех ребер

$$12a$$

Площадь поверхности октаэдра

$$S = 2a^2 \sqrt{3}$$

Объем

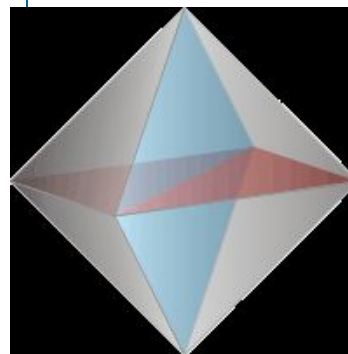
$$V = \frac{a^3 \sqrt{2}}{3}$$

Радиус описанной сферы

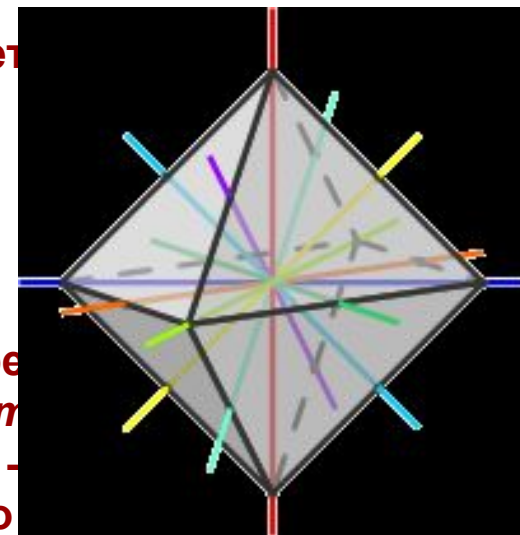
$$R = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

Радиус вписанной сферы

$$r = \frac{a\sqrt{6}}{6}$$



Октаэдр обладает симметрией. Три из 9 осей симметрии октаэдра проходят через противоположные вершины, шесть - через середины ребер. Центр симметрии октаэдра - точка пересечения его осей симметрии.



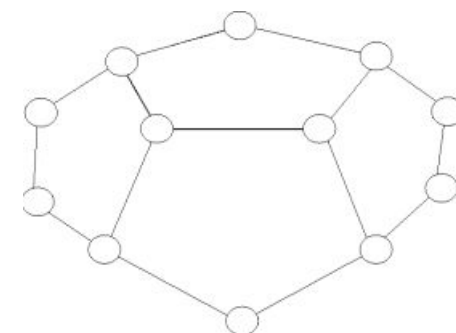
Три из 9 плоскостей симметрии тетраэдра проходят через каждые 4 вершины октаэдра, лежащие в одной плоскости. Шесть плоскостей симметрии проходят через две вершины, не принадлежащие одной грани, и середины противоположных ребер.

Октаэдр

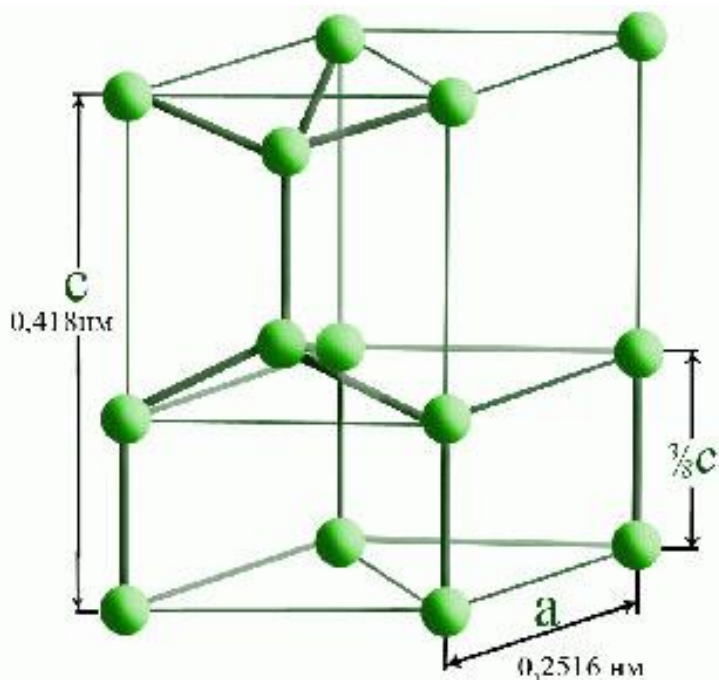


Алмаз

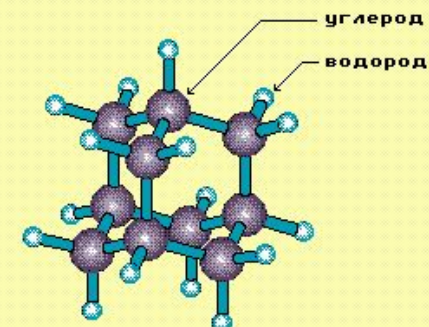
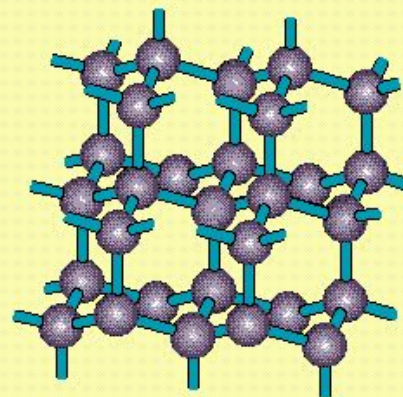
Кристаллы алмаза представляют собой гигантские полимерные молекулы и обычно имеют форму октаэдров, ромбододекаэдров, реже — кубов или тетраэдров.



tetrahedral crystal diamond



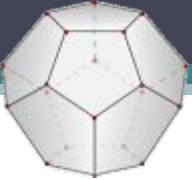
Строение алмаза



А д а м а н т а н

Пространственная решетка алмаза состоит из атомов углерода в sp^3 -гибридизованном состоянии.

Ядро адамантана — структурная единица алмаза.



Додекаэдр

(от греческого **dodeka** – двенадцать и **hedra** – грань) – это правильный многогранник, составленный из двенадцати равносторонних пятиугольников.

Сумма длин всех ребер $30a$

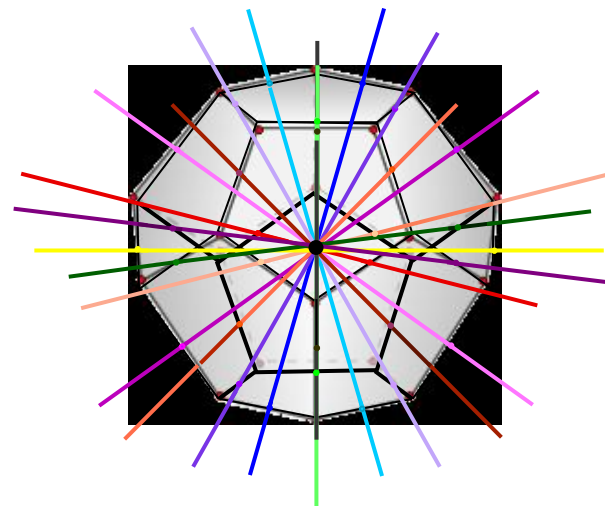
Площадь поверхности додекаэдра $S = 3a^2 \sqrt{5(5 + 2\sqrt{5})}$

Объем $V = \frac{a^3}{4} (15 + 7\sqrt{5})$

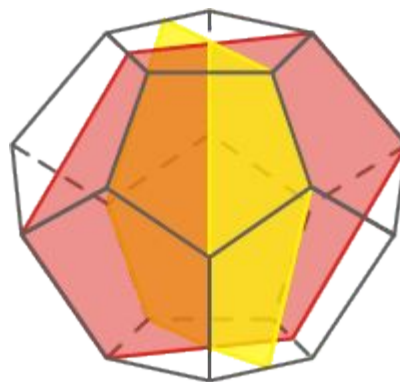
Радиус описанной сферы $R = \frac{a}{4} (1 + \sqrt{5}) \sqrt{3}$

Радиус вписанной сферы $r = \frac{a}{4} \sqrt{10 + \frac{22}{\sqrt{5}}}$

Додекаэдр имеет центр симметрии и 15 осей симметрии. Каждая из осей проходит через середины противоположных параллельных ребер.



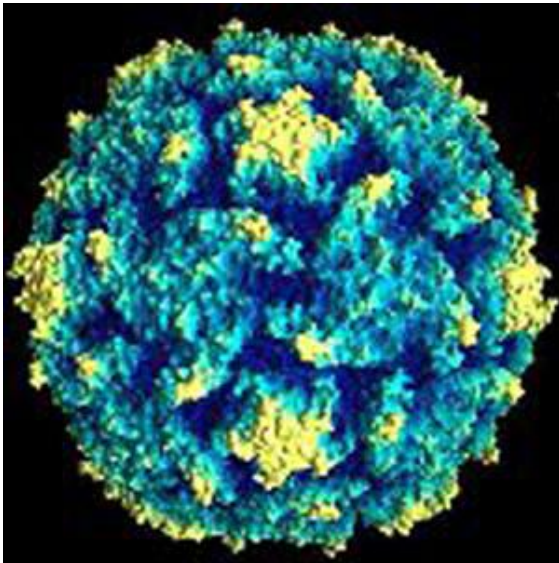
Додекаэдр имеет 15 плоскостей симметрии. Любая из плоскостей симметрии проходит в каждой грани через вершину и середину противоположного ребра.



Додекаэдр

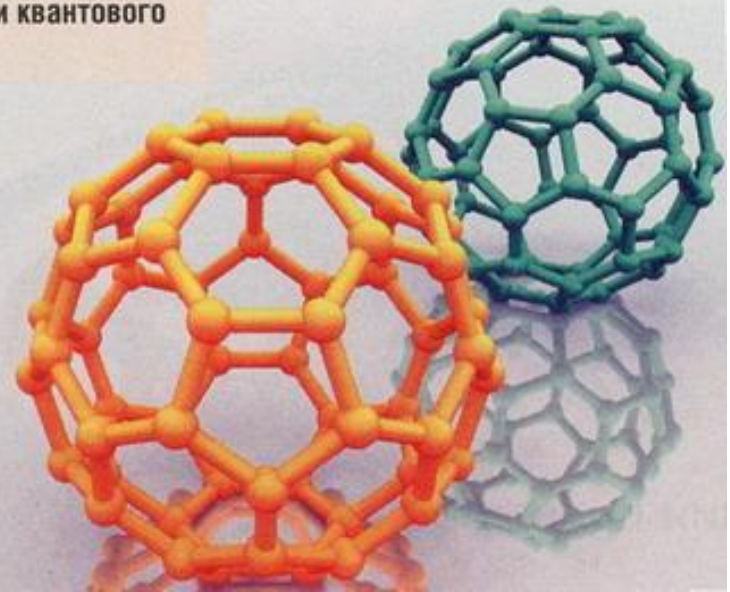


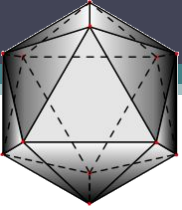
**Вирус
полиомиелита**



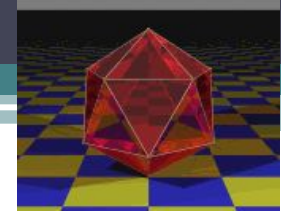
Фуллерены

ФУЛЛЕРЕНЫ могут ускорить процесс разработки квантового компьютера





Икосаэдр



(от греческого **ico** — шесть и **hedra** — грань) правильный выпуклый многогранник, составленный из **20** правильных треугольников.

Сумма длин всех ребер

$$30a$$

Площадь поверхности икосаэдра

$$S = 5a^2 \sqrt{3}$$

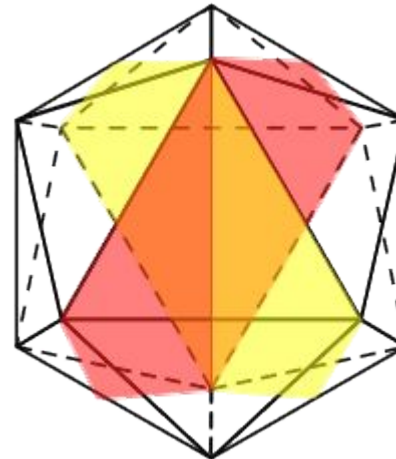
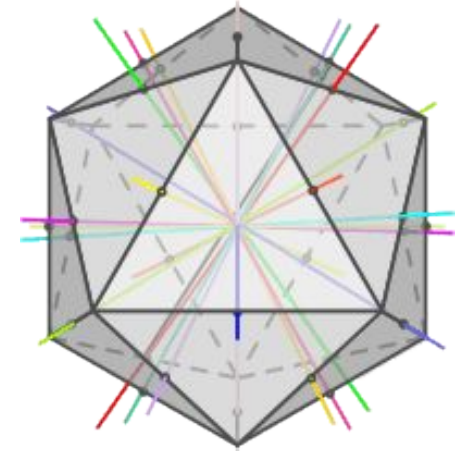
Объем

$$V = \frac{5a^3}{12} (3 + \sqrt{5})$$

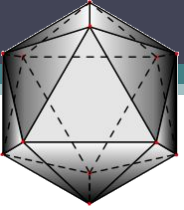
Радиус описанной сферы $R = \frac{a}{4} \sqrt{2(5 + \sqrt{5})}$

Радиус вписанной сферы $r = \frac{a}{4\sqrt{3}} (3 + \sqrt{5})$

Правильный икосаэдр имеет **15 осей симметрии**, каждая из которых проходит через середины противоположных параллельных ребер.

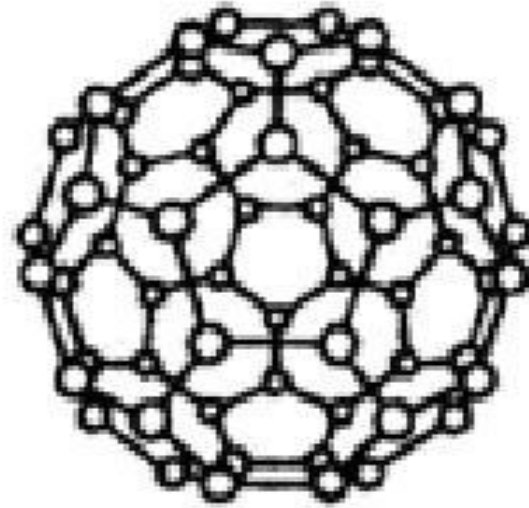
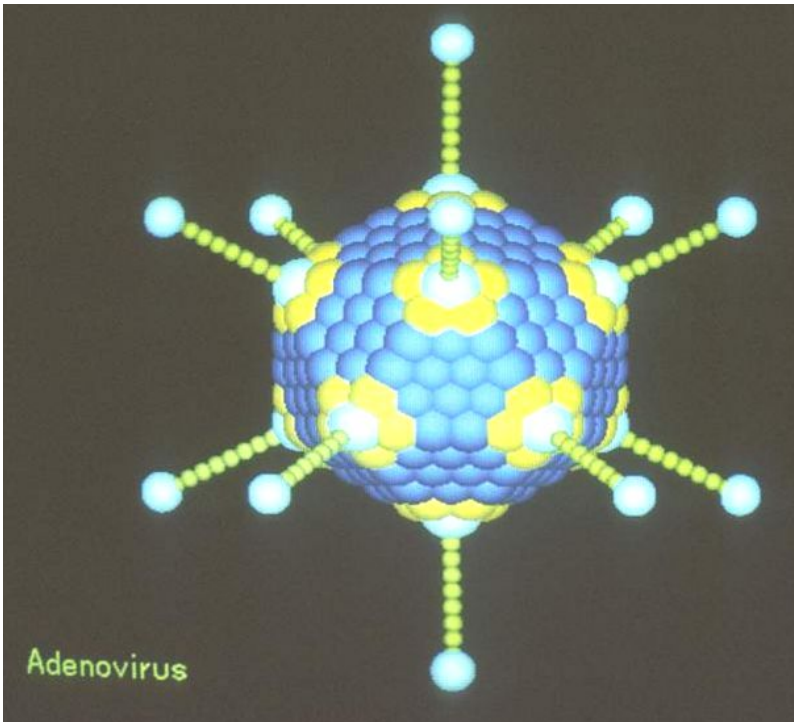


Плоскостей симметрии также **15**. Плоскости симметрии проходят через четыре вершины, лежащие в одной плоскости, и середины противоположных параллельных ребер.



Икосаэдр

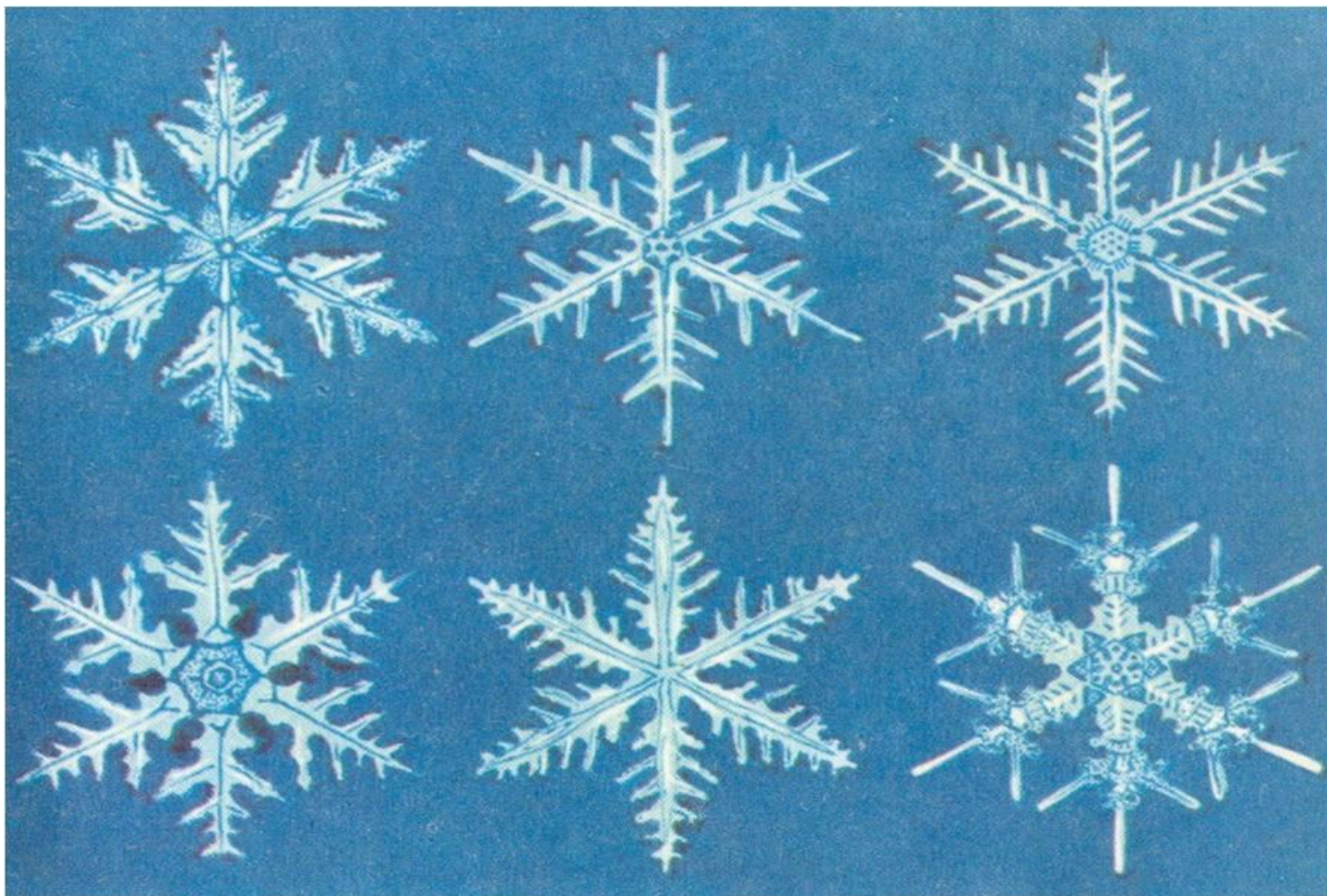
Аденовирус



C_{60}

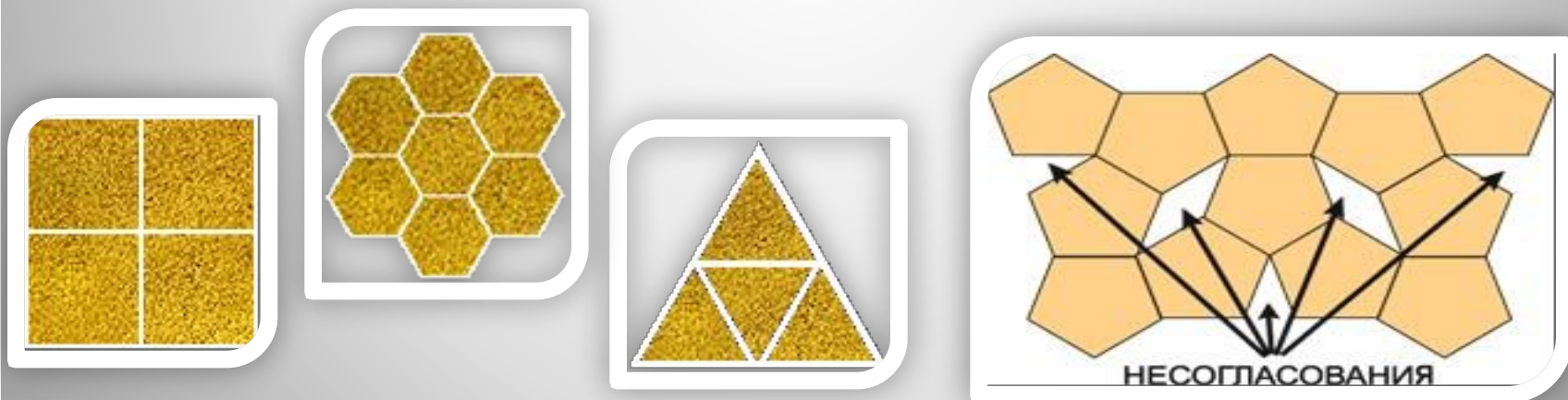
Фуллерен, молекула
которого C_{60}

Одной из разновидностей кристалла является снежинка. Снежинка - это маленький кристалл замершей воды. Форма снежинок может быть разнообразной, но все они обладают симметрией - поворотной симметрией 6-го порядка, и зеркальной симметрией.



В XX веке предпринимались неоднократные попытки расширить традиционные схемы кристаллического порядка симметрии и ввести понятие не совсем "правильных" или "почти" периодических кристаллов. Чтобы понять возникавшие при этом трудности рассмотрим двухмерную решетку с симметрией 5-го порядка.

Осью симметрии 5-го порядка обладают правильные пятиугольники. Их нельзя на плоскости подогнать друг к другу плотно, без зазоров. Остающееся свободное пространство называют **несогласованием**. Именно несогласование и оказывается камнем преткновения для существования в кристаллах осей симметрии 5-го, 7-го и более высоких порядков.





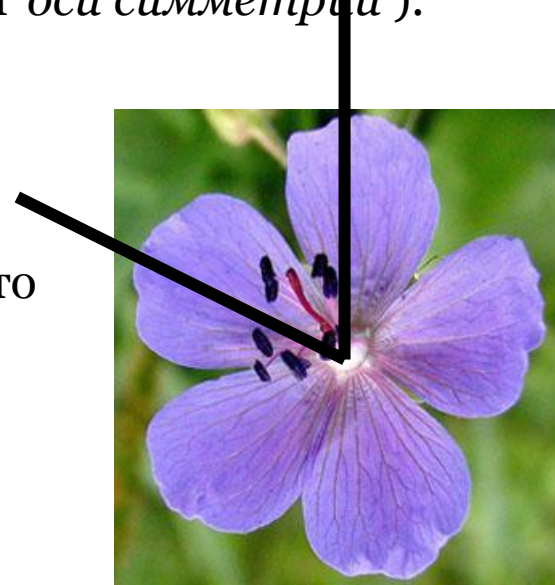
Считалось, что в неживой природе симметрии 5-го порядка не реализуются. Каково же было удивление кристаллографов и физиков, когда неожиданно в печати появилась работа группы **Д. Шехтмана** об открытии сплава алюминия с марганцем с необычными свойствами. Он имел структуру похожую на кристалл, но им не являлся, так как обладал вращательной симметрией 5-го порядка.

Некоторое время спустя было обнаружено и синтезировано множество аналогичных структур названных **квазикристаллами**. Квази... (лат. *quasi* - как будто, будто бы) - приставка при различных словах, соответствующая по значению словам «мнимый», «ненастоящий», «якобы». К настоящему времени в большинстве синтезированных квазикристаллов обнаружены оси симметрии 5-го, 7-го, 8-го, 10-го, 12-го и еще более высоких порядков, запрещенные для идеальных кристаллов.

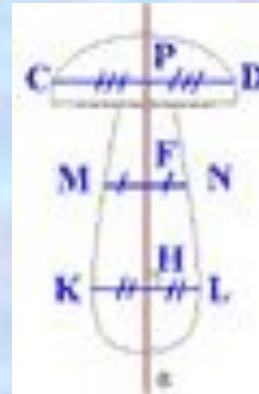
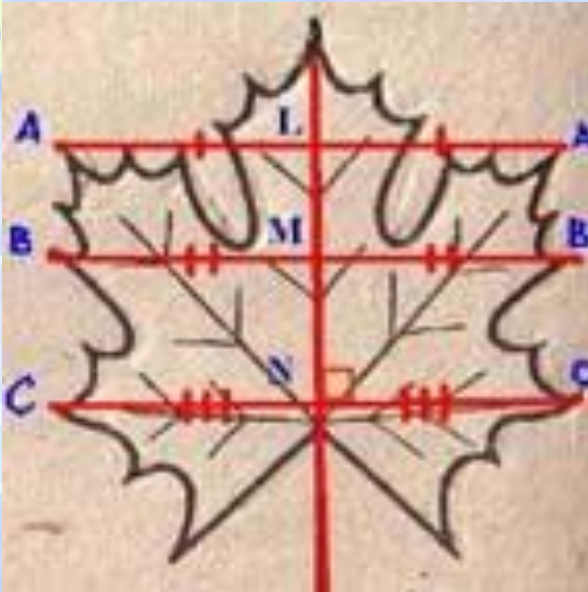
Квазикристаллы

До XX века были возможны кристаллы с симметрией 2,3,4 и 6 порядков ($360^\circ/2$, $360^\circ/3$ и т.д.). Эти значения были возможны только в трансляционной симметрии (*Трансляционная симметрия* - повторяемость объекта в пространстве через определенное расстояние вдоль прямой, называемой осью трансляции). Многие учёные пытались доказать существование «почти» правильных кристаллов, т.е. кристаллов с поворотной симметрией 5-го, 7-го и т.д. порядков (*Поворотная симметрия* - свойство кристалла совмещаться с самим собой при вращении на некоторый определенный угол вокруг *оси симметрии*).

Этим попыткам почти не уделялось внимания, т.к. считалось, что в неживой природе такое невозможно. Но группа Д.Шехтмана смогла получить сплав Al и Mn с симметрией 5 порядка. Это была настоящая сенсация. Некоторое время спустя было обнаружено и синтезировано множество аналогичных структур, состоящих, как правило, из атомов металлов и (иногда) кремния, названных *квазикристаллами*.



Симметрия в ботанике



**анютины
глазки**





СИММЕТРИЯ В РАСТЕНИЯХ

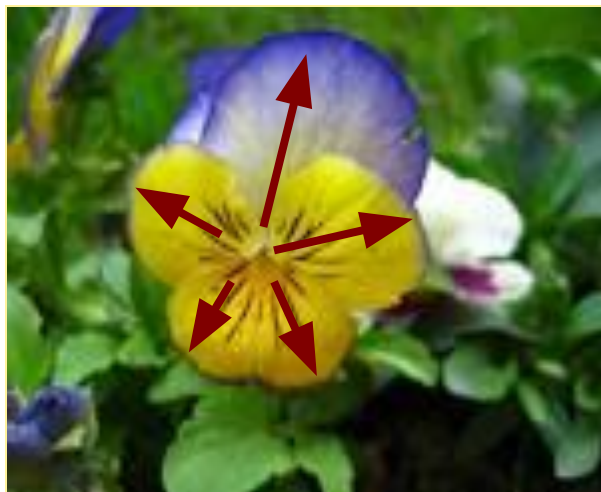
- ▣ Ярко выраженной симметрией обладают листья, ветви, цветы, плоды.
- ▣ **Зеркальная симметрия** характерна для листьев, но встречается и у цветов.
- ▣ Для цветов характерна **поворотная симметрия**.

В многообразном мире цветов



Пастушья
сумка

У цветов встречается зеркальная симметрия, однако, у них эта симметрия чаще выступает в сочетании с поворотной и переносной симметрией.



Интересно, что в цветочном мире наиболее распространена поворотная симметрия V порядка, которая принципиально невозможна в периодических структурах неживой природы.



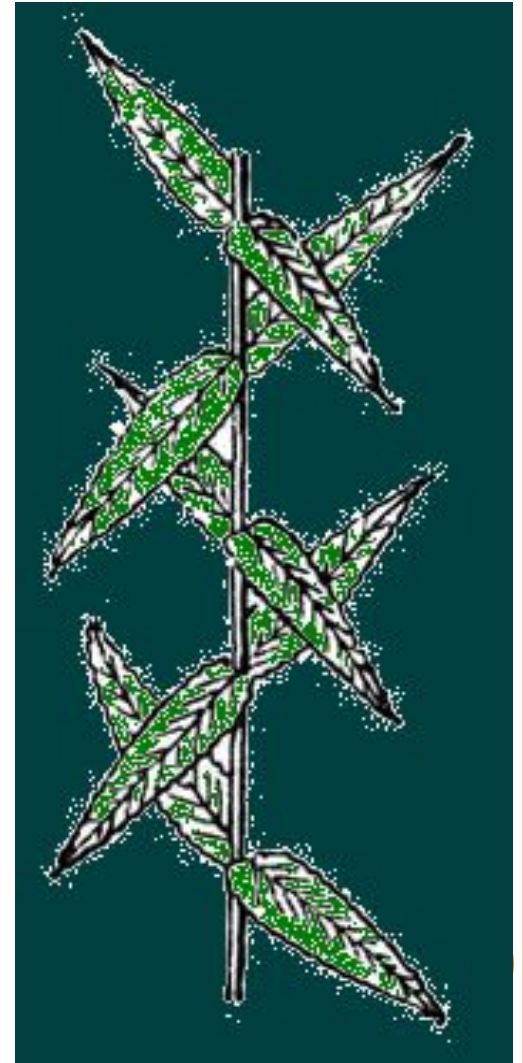
Эта симметрия встречается у:

- **многих полевых цветов** (колокольчик, незабудка, герань, гвоздика, зверобой, лапчатка),
- **цветов плодовых деревьев** (вишня, яблоня, груша, мандарин и др.),
- **цветов плодово-ягодных растений** (земляника, малина, калина, черёмуха, рябина, шиповник, боярышник) и др.



Винтовая симметрия

В природе существуют тела, обладающие **винтовой симметрией**, т.е. совмещением со своим первоначальным положением после поворота на определенный угол вокруг оси дополнительным сдвигом вдоль той же оси.



Винтовая симметрия наблюдается в расположении листьев на стеблях большинства растений. Располагаясь винтом по стеблю, листья как бы раскидываются во все стороны и не заслоняют друг друга от света, крайне необходимого для жизни растений. Это интересное ботаническое явление носит название **филлотаксиса** (буквально „устройство листа“).

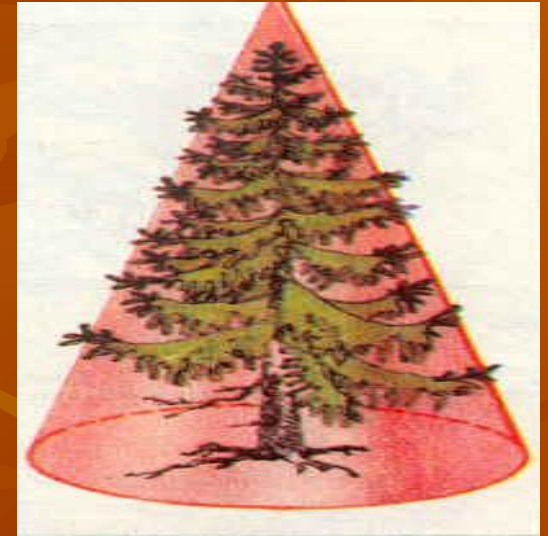


Другим проявлением филлотаксиса оказывается устройство соцветия подсолнечника или чешуи еловой шишки, в которой чешуйки располагаются в виде спиралей и винтовых линий. Такое расположение особенно чётко видно у ананаса, имеющего более или менее 6-угольные ячейки, которые образуют ряды, идущие в различных направлениях.





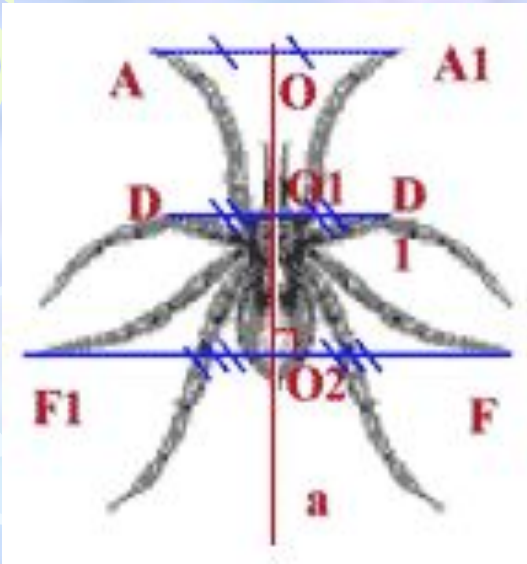
Для растений характерна **симметрия конуса**, которая хорошо видна на примере фактически любого дерева.



Дерево имеет вертикальную поворотную ось (ось конуса) и вертикальные плоскости симметрии.

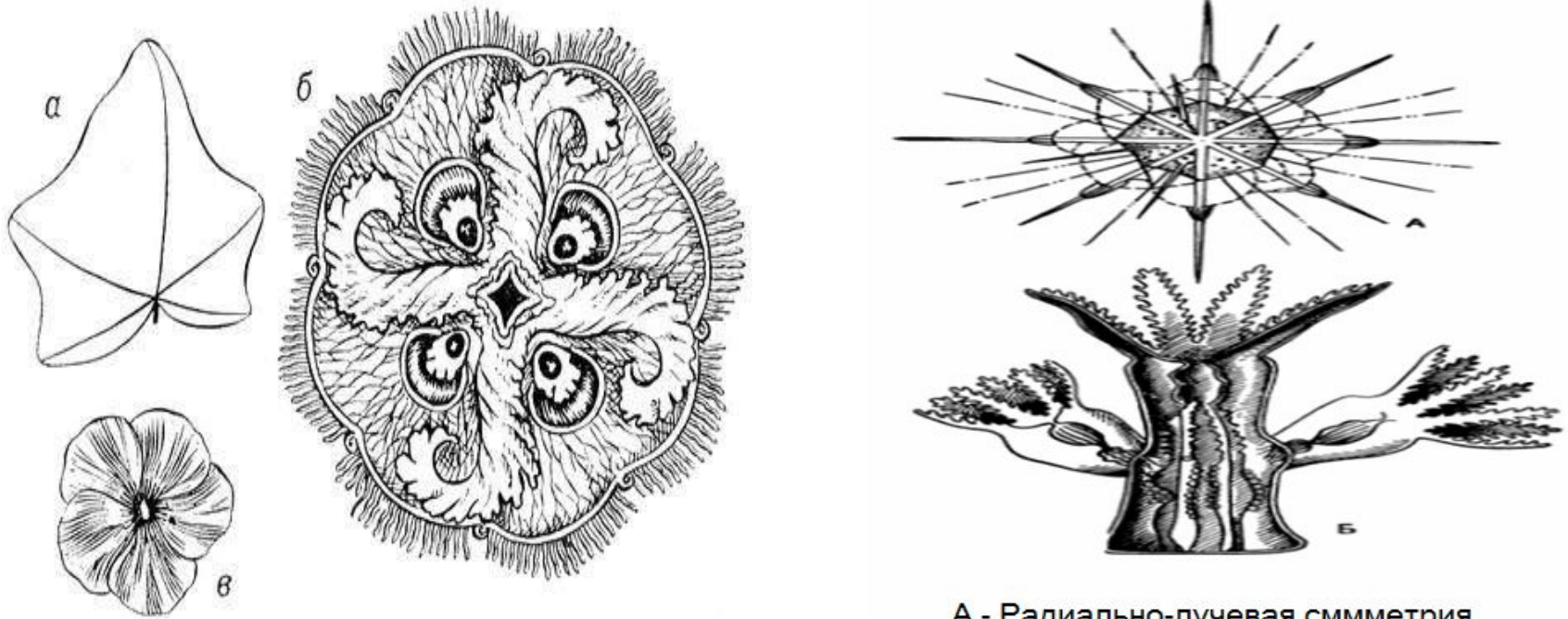
Вертикальная ориентация оси конуса, характеризующего симметрию дерева, определяется направлением силы тяжести.

Симметрия в зоологии



Аксиальная симметрия

- Симметричность относительно поворотов на произвольный угол вокруг какой-либо оси.
- В нее входят так же лучевая и радиальная симметрии



А - Радиально-лучевая симметрия
Б - Радиально-осевая симметрия

- **Лучевая симметрия** - особый порядок расположения частей тела животного по отношению к оси его симметрии, при котором они расходятся от нее подобно лучам от источника света.



- В нем можно различить главную продольную ось, вокруг которой в радиальном порядке размещения различные органы. Через тело можно провести несколько (2-4-6-8- и т.д.) плоскостей симметрии.



Поворотная симметрия пятого порядка встречается и в животном мире. Примерами могут служить морская звезда и панцирь морского ежа.



Билатеральная симметрия

(двусторонняя симметрия)

- Билатеральная симметрия — схожесть или полная идентичность левой и правой половин тела.



- Билатеральная симметрия свойственна всем достаточно высокоорганизованным животным, кроме иглокожих. В других царствах живых организмов она не распространена.

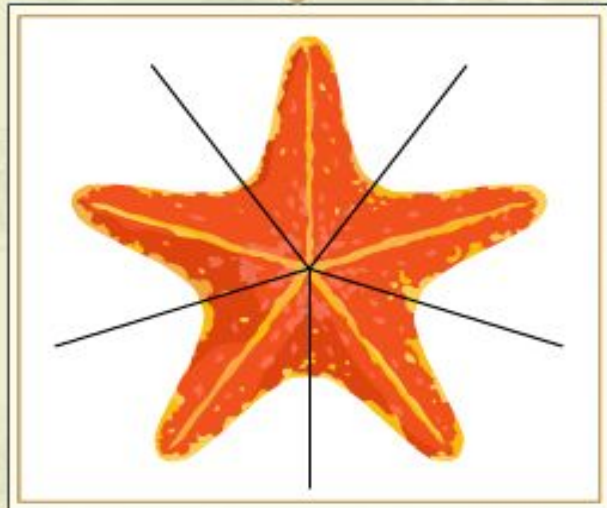
СИММЕТРИЯ ТЕЛА ЖИВОТНЫХ

Типы симметрии

Лучевая симметрия

Через тело можно провести несколько осей симметрии

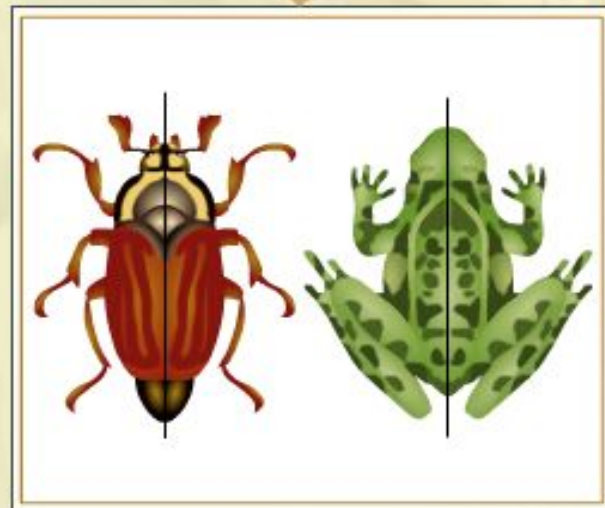
Характерна для животных с малоподвижным или неподвижным образом жизни



Двусторонняя симметрия

Через тело можно провести только одну ось симметрии

Характерна для свободноживущих, активно передвигающихся животных



ВЫВОДЫ:



СИММЕТРИЯ В ПРИРОДЕ

В природе с помощью математики красота не создаётся, как в технике и искусстве, а лишь фиксируется, выражается.

В основе строения любой живой формы лежит принцип симметрии. Из прямого наблюдения мы можем вывести законы геометрии и почувствовать их несравненное совершенство.

Этот порядок, являющийся закономерной необходимостью, поскольку ничто в природе не служит чисто декоративным целям, помогает нам найти общую гармонию, на которой зиждется всё мироздание.



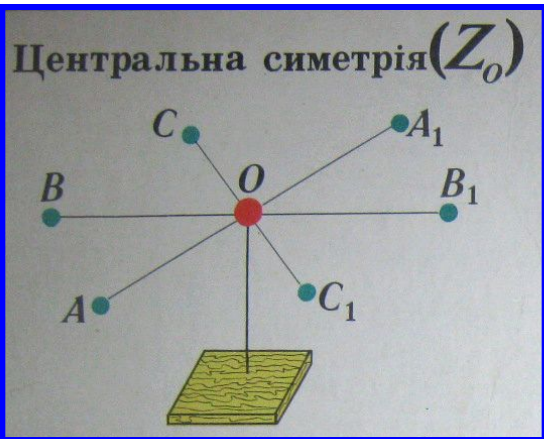
Кристаллы- природные многогранники

Все камни состоят из кристаллов. Многие кристаллы имеют удивительно красивые формы многогранников, многие из которых придумал не человек, а природа. И создала она их в виде кристаллов.

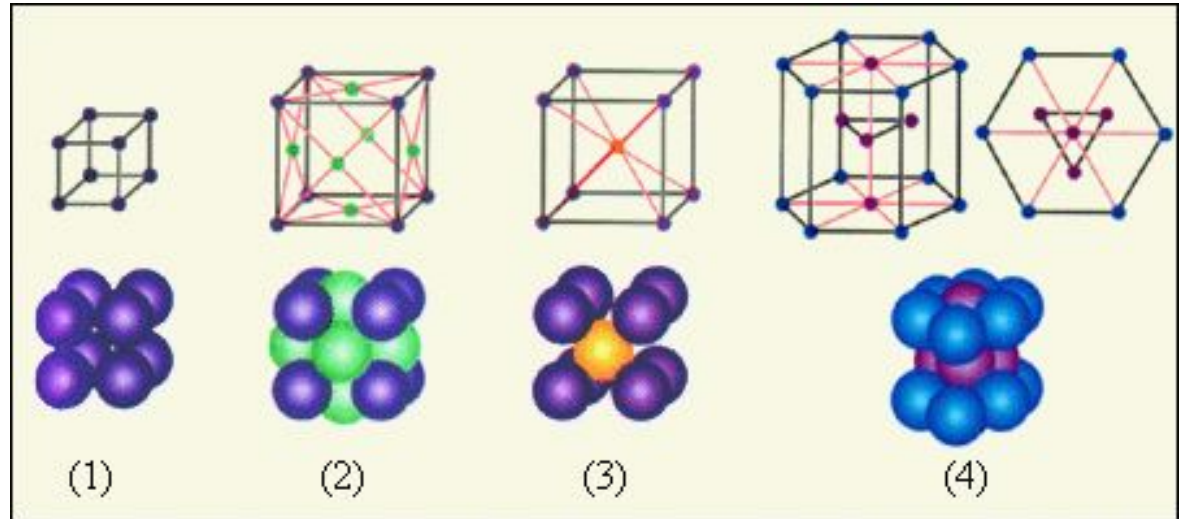
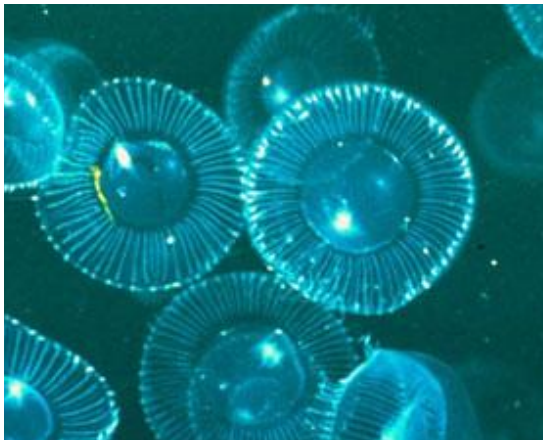
Все кристаллы симметричны.

В каждом кристаллическом многограннике можно найти **плоскости симметрии, оси и центры симметрии.**

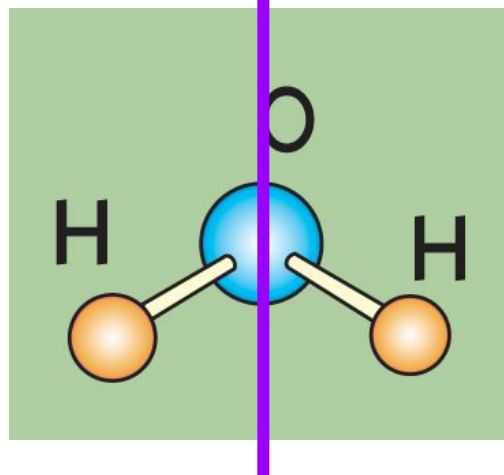
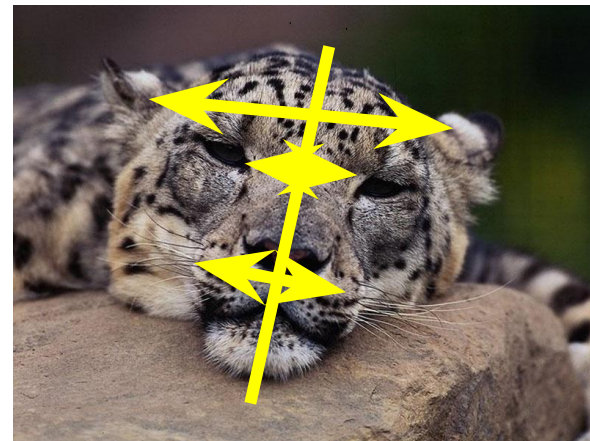
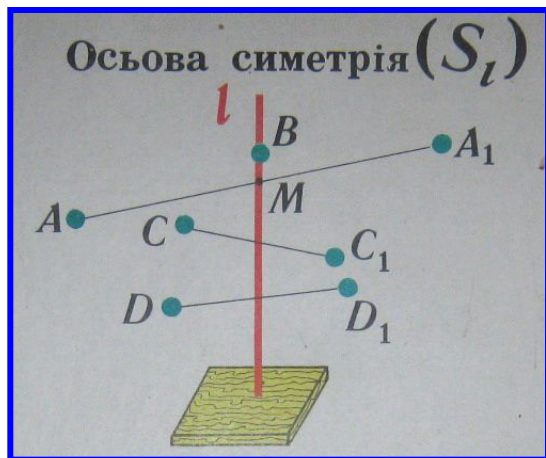
При описании кристаллических структур используют чаще всего две специфические операции симметрии **трансляционную** (переносную) и **поворотную** (вращательную).



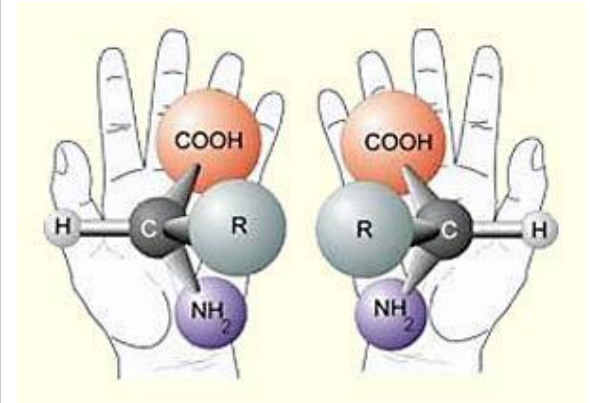
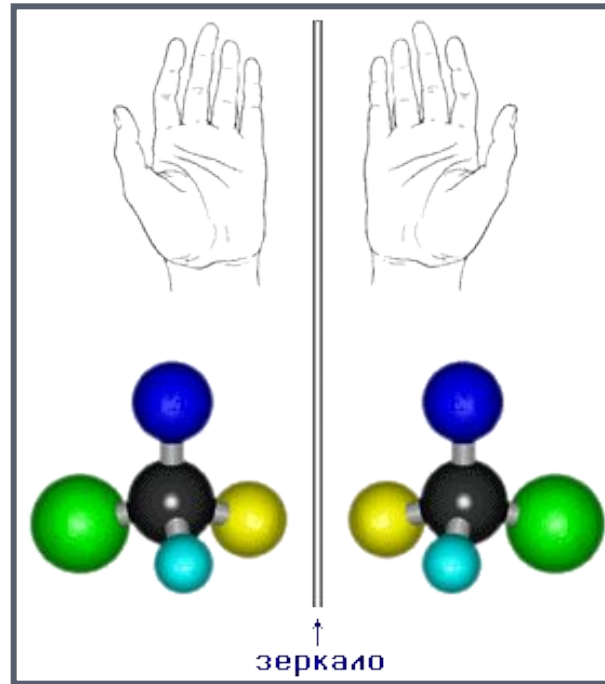
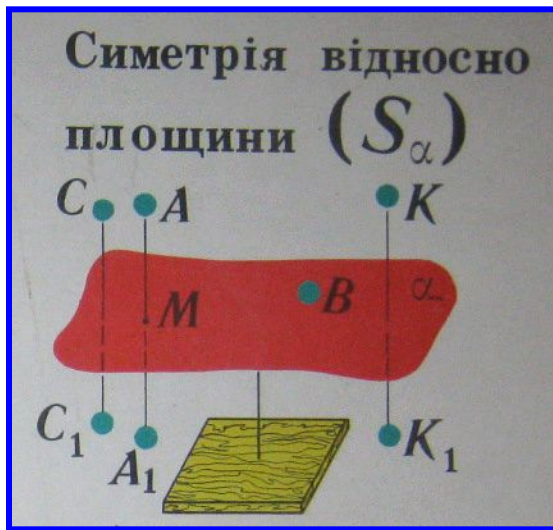
Центральную симметрию *можно встретить повсюду*



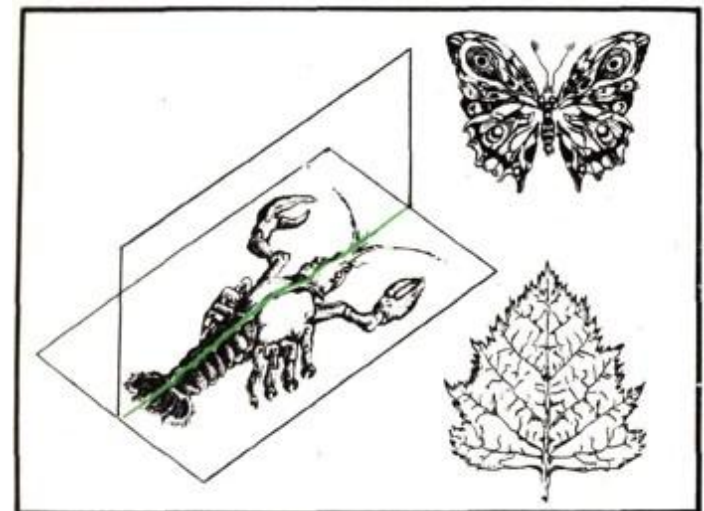
Осевая симметрия



Зеркальная симметрия



Термин „билатеральная симметрия” часто применяется в зоологии. При этом имеется в виду **зеркальная симметрия**.

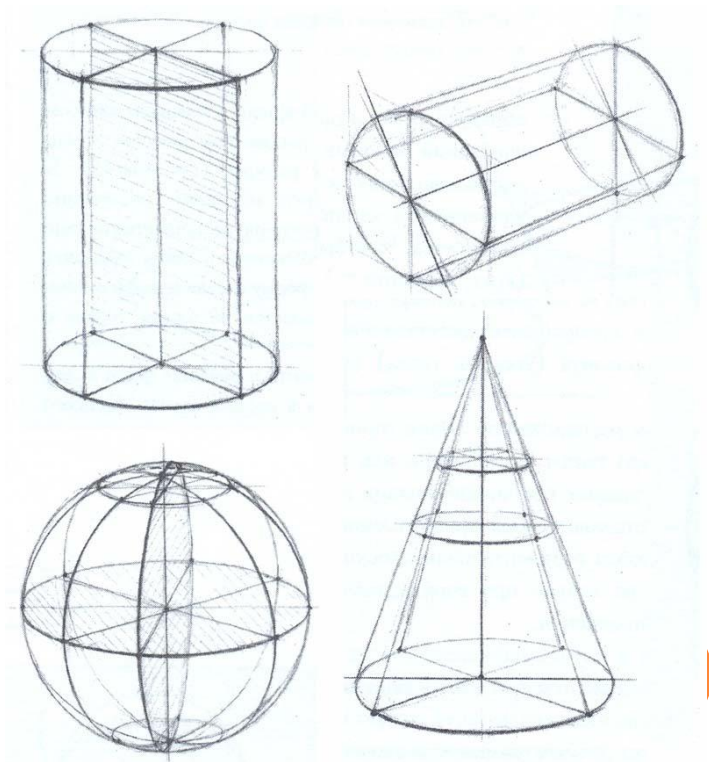


Поворотная (вращательная) симметрия

- ▣ **Радиальная симметрия** — форма симметрии, сохраняющаяся при вращении объекта вокруг определённой точки или прямой.

Часто эта точка совпадает с центром тяжести объекта, то есть той точкой, в которой пересекается бесконечное количество осей симметрии.

Подобными объектами могут быть *круг, шар, цилиндр или конус*.



Поворотная симметрия 5-го порядка, играющая важную роль в квазикристаллах, наиболее ярко проявляется как бы в переходной области между неживым и живым миром природы. Неожиданное появление золотой пропорции в структуре квазикристаллов говорит о присутствии в их симметрии живого "мотива", так как в отличие от неживых кристаллов только живой мир допускает замечательные соотношения золотой пропорции.

Напрашивается мысль о том, что **внутреннее строение квазикристаллов служит своеобразным началом движения от застывших кристаллических форм к полному животному миру.**



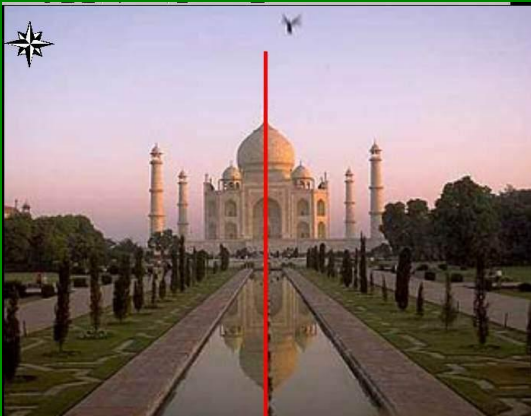
Мы видим, что природа проектирует любой живой организм согласно определённой геометрической схеме, причём законы мироздания имеют чёткое обоснование.

В своей книге „Этот правый, левый мир“ М.Гарднер пишет: «...на Земле жизнь зародилась в сферически симметричных формах, а потом стала развиваться по двум главным линиям: образовался мир растений, обладающих симметрией конуса, и мир животных с билатеральной симметрией».



- ▣ **Человек инстинктивно стремится к устойчивости, удобству, красоте.** Поэтому он тянется к предметам, у которых больше симметрий.
- ▣ **Почему симметрия приятна для глаз?** Видимо потому, что **симметрия господствует в природе.** С рождения человек привыкает к билатерально симметричным родным ему людям, насекомым, птицам, рыбам, животным.
- ▣ **Основу красоты многих форм, созданных природой, составляет симметрия.**

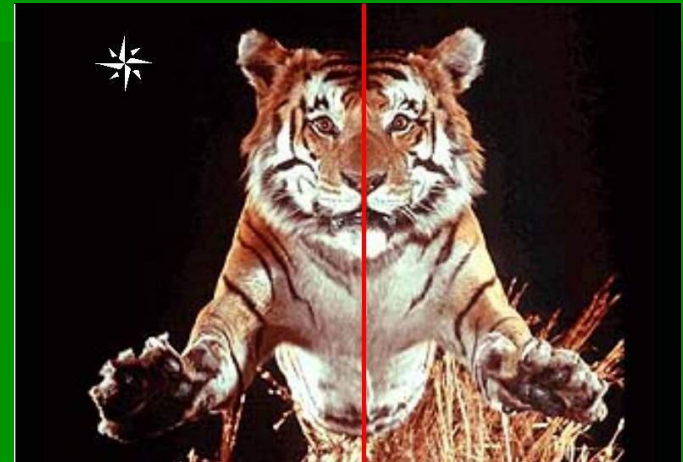




"Симметрия... есть идея, с помощью которой человек веками пытался объяснить порядок, красоту и совершенство"



Герман Вейль (1885-1955)



Симметрия — Википедия - Орега

Файл Правка Вид Закладки Виджеты Инструменты Справка

Яндекс.Картинки... трансляционная с... Симметрия — Вик...

http://ru.wikipedia.org/wiki/Симметрия

Опробовать бета-версию Представиться / зарегистрироваться

Симметрия [править]

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Симме́трия (др.-греч. συμμετρία — «соразмерность»), в широком смысле — неизменность при каких-либо преобразованиях. Так, например, сферическая симметрия тела означает, что вид тела не изменится, если его вращать в пространстве на произвольные углы (сохраняя одну точку на месте). Двусторонняя симметрия означает, что правая и левая сторона относительно какой-либо плоскости выглядят одинаково.

Отсутствие или нарушение симметрии называется **асимме́трией**.

В математике симметричные свойства описываются с помощью теории групп.

Содержание [убрать]

- 1 Список симметрий
- 2 Симметрии в физике
- 3 Симметрии в биологии
- 4 См. также
- 5 Ссылки

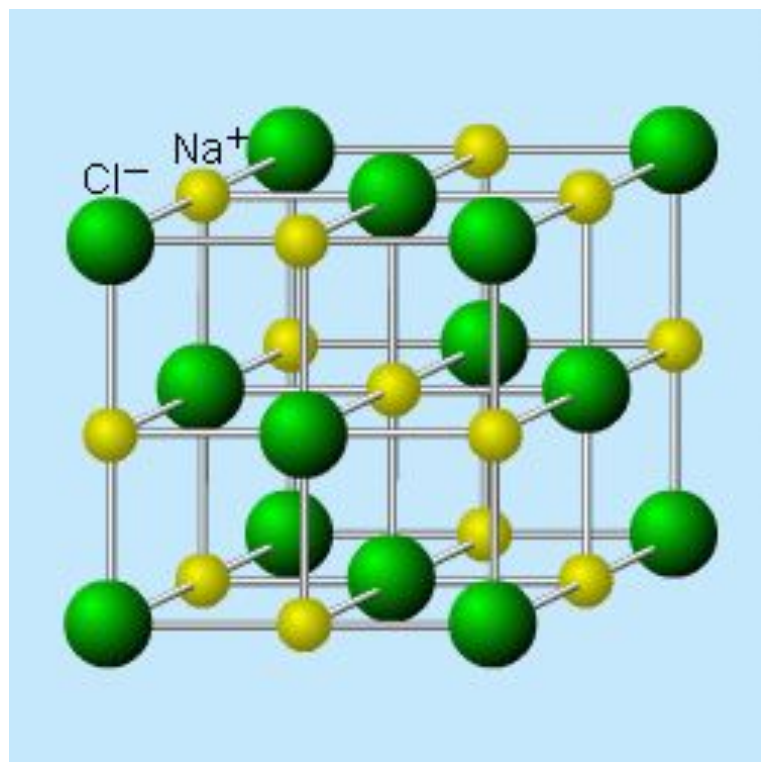
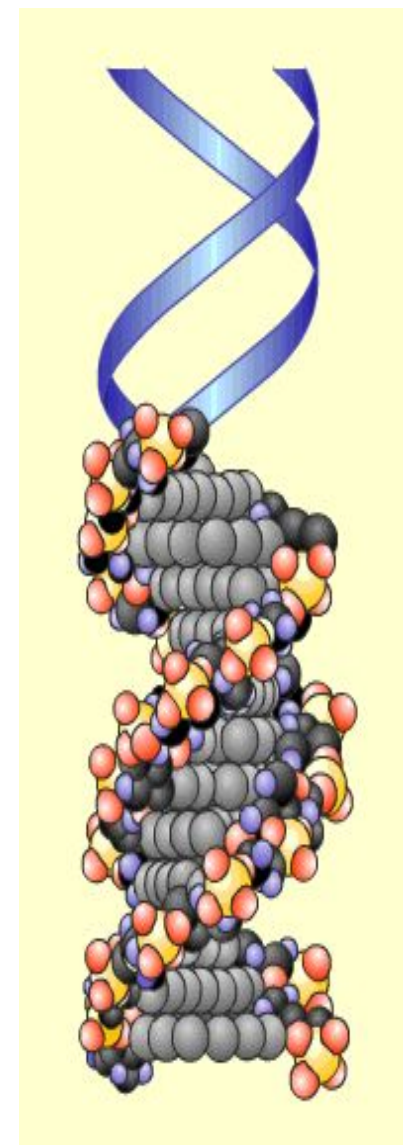
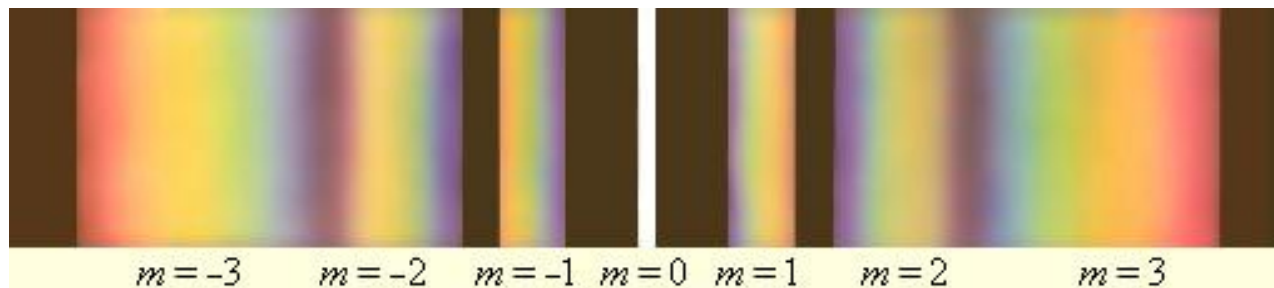
Список симметрий [править]

Типы симметрий, встречающиеся в математике и в естественных науках

- двусторонняя симметрия — симметричность относительно зеркального отражения.
- симметрия *n*-го порядка — симметричность относительно поворотов на угол $360^\circ/n$ вокруг какой-либо оси. Описывается группой Z_n .
- аксиальная симметрия (радиальная симметрия, лучевая симметрия) — симметричность относительно поворотов на произвольный угол вокруг какой-либо оси. Описывается группой $SO(2)$.
- сферическая симметрия — симметричность относительно вращений в трёхмерном пространстве на произвольные углы. Описывается группой $SO(3)$. Локальная сферическая симметрия пространства или среды называется также изотропией.
- вращательная симметрия — обобщение предыдущих двух симметрий.

19:16

РЕШЕНИЕ УПРАЖНЕНИЙ



ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

