



***Симметрия.***

## Симметрия

- (др.-греч. συμμετρία), 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 асимметрией.

## Виды симметрий.

**Центральной** симметрией относительно точки  $A$  называют преобразование пространства, переводящее точку  $X$  в такую точку  $X'$ , что  $A$  — середина отрезка  $XX'$ . Центральная симметрия с центром в точке  $A$  обычно обозначается через  $Z_A$ , в то время как обозначение  $S_A$  можно перепутать с осевой симметрией.

**Осевая симметрия** — тип симметрии, имеющий два несколько отличающихся определения:

**Отражательная симметрия.** В математике (точнее, евклидовой геометрии) осевая симметрия — вид движения (зеркального отражения), при котором множеством неподвижных точек является прямая, называемая осью симметрии. Например, плоская фигура прямоугольник в пространстве осесимметрична и имеет 3 оси симметрии (две — в плоскости фигуры), если это не квадрат.

**Вращательная симметрия.** В естественных науках под осевой симметрией понимают вращательную симметрию (другие термины — радиальная, аксиальная, лучевая симметрии) относительно поворотов вокруг прямой. При этом тело (фигуру, задачу, организм) называют осесимметричными, если они переходят в себя при любом (например, малом) повороте вокруг этой прямой. В этом случае, прямоугольник не будет осесимметричным телом, но конус будет.

Применительно к плоскости эти оба вида симметрии совпадают (считаем, что ось тоже принадлежит этой плоскости).

Иногда вводят также (осевую) симметрию некоторого порядка:

Осевая симметрия  $n$ -го порядка - симметричность относительно поворотов на угол  $360^\circ/n$  вокруг какой-либо оси. Описывается группой  $Z_n$ .

Тогда симметрия в первом смысле (см. выше) является осевой симметрией второго порядка.

# Общие свойства центральной симметрии.

- Центральная симметрия является движением (изометрией).
- В  $n$ -мерном пространстве центральную симметрию можно представить как композицию  $n$  последовательных отражений относительно  $n$  взаимно перпендикулярных гиперплоскостей, проходящих через центр симметрии. В частности
- В чётномерных пространствах центральная симметрия сохраняет ориентацию, а в нечётномерных — не сохраняет.
- Центральную симметрию можно представить также как гомотетию с центром  $A$  и коэффициентом  $-1$
- Композиция двух центральных симметрий — параллельный перенос на удвоенный вектор из первого центра во второй

$$Z_A \circ Z_B = T_{2\vec{AB}}$$

# Свойства центральной симметрии.

## На прямой

- В одномерном пространстве (на прямой) центральная симметрия является зеркальной симметрией.

## На плоскости

- На плоскости (в 2-мерном пространстве) симметрия с центром  $A$  представляет собой поворот на  $180^\circ$  с центром  $A$ .  $R_A^{180}$
- Центральная симметрия на плоскости, как и поворот, сохраняет ориентацию.

## В трёхмерном пространстве

- Центральную симметрию в трёхмерном пространстве называют также сферической симметрией.
- Её можно представить как композицию отражения относительно плоскости, проходящей через центр симметрии, с поворотом на  $180^\circ$  относительно прямой, проходящей через центр симметрии и перпендикулярной вышеупомянутой плоскости отражения.

## В четырёхмерном пространстве

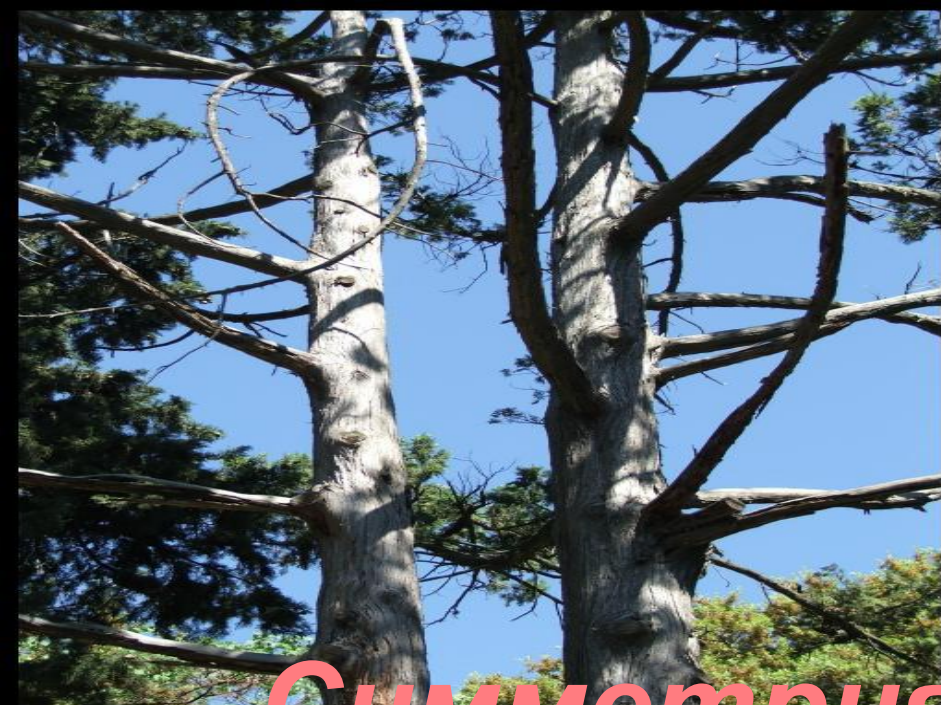
- В 4-мерном пространстве центральную симметрию можно представить как композицию двух поворотов на  $180^\circ$  вокруг двух взаимно перпендикулярных плоскостей (перпендикулярных в 4-мерном смысле, проходящих через центр симметрии).



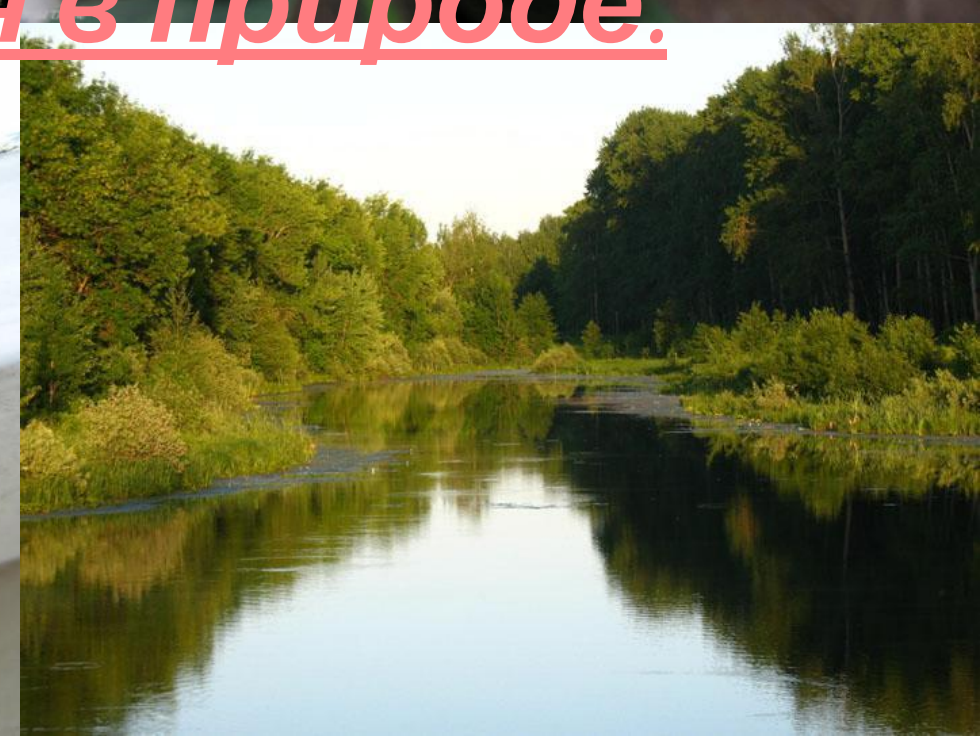


Примеры симметрии в архитектуре.





*Симметрия в природе.*





Симметрия в  
искусстве.



# Симметрия в биологии. Типы симметрии цветков и растений.

<u>Тип симметрии</u>	<u>Плоскости симметрии</u>	<u>Синонимы</u>	<u>Примеры</u>
<b>Древняя асимметрия или гапломорфия</b>	нет	Актиноморфия, радиальная, регулярная	Магнолия (Magnoliaceae), Нимфея (Nymphaeaceae)
<b>Актиноморфия или радиальная симметрия</b>	Обычно больше двух (полисимметричные)	Регулярная, плеоморфия, стереоморфия, мультисимметрия	Примула (Primulaceae), Нарцисс (Amaryllidaceae), Pyrola (Ericaceae)
<b>Дисимметрия</b>	Две(дисимметричные)	Билатеральная симметрия	Dicentra(Fumariaceae)
<b>Зигоморфия</b>	Одна (моносимметричные)	Билатеральная, нерегулярная, медиальная зигоморфия	
медиальная зигоморфия или билатеральная симметрия			Salvia (Lamiaceae), Орхидея (Orchidaceae), Scrophularia (Scrophulariaceae)
трансверс (верх-низ) зигоморфия			Fumaria и Corydalis (Fumariaceae)
диагональная зигоморфия		облигатная зигоморфия	Aesculus (Hippocastanaceae) находят у Malpighiaceae, Sapindaceae
<b>Приобретённая асимметрия</b>	нет	Нерегулярная, асимметрия	
новая асимметрия		Нерегулярная, асимметрия	Centranthus (Valerianaceae), находят у Cannaceae, Fabaceae, Marantaceae, Zingiberaceae
энантиоморфия моно-энантиоморфия ди-энантиоморфия		Энантиостилия, неравнолатеральная	Cassia (Caesalpinaceae), Cyanella (Tecophilaeeae), Monochoria (Pontederiaceae), Solanum (Solanaceae), Barberetta и Wachendorffia (Haemodoraceae)



# Симметрия в физике.

- **Симметрия (симметрии)** - одно из фундаментальных понятий в современной физике, играющее важнейшую роль в формулировке современных физических теорий. Симметрии, учитываемые в физике, довольно разнообразны, начиная с симметрий обычного трехмерного "физического пространства" (такими, например, как зеркальная симметрия), кончая более абстрактными и менее наглядными.
- Некоторые симметрии в современной физике считаются точными, другие - лишь приближенными. Также важную роль играет концепция спонтанного нарушения симметрии.
- Исторически использование симметрии в физике прослеживается с древности, но наиболее революционным для физики в целом, по-видимому, стало применение такого принципа симметрии, как принцип относительности (как у Галилея, так и у Пуанкаре-Лоренца-Эйнштейна), ставшего затем как бы образцом для введения и использования в теорфизике других принципов симметрии (первым из которых стал, по-видимому, принцип общековариантности, являющимся достаточно прямым расширением принципа относительности и приведшего к общей теории относительности Эйнштейна).
- В теоретической физике, поведение физической системы описывается обычно некоторыми уравнениями. Если эти уравнения обладают какими-либо симметриями, то часто удаётся упростить их решение путём нахождения сохраняющихся величин (интегралов движения). Так, уже в классической механике формулируется теорема Нётер, которая каждому типу непрерывной симметрии сопоставляет сохраняющуюся величину. Из неё, например, следует, что инвариантность уравнений движения тела с течением времени приводит к закону сохранения энергии; инвариантность относительно сдвигов в пространстве — к закону сохранения импульса; инвариантность относительно вращений — к закону сохранения момента импульса.

