

СИММЕТРИЯ ПРИРОДЫ

Рэна Кнубовец

“Быть прекрасным, значит быть симметричным и соразмерным”.
Платон

Определение симметрии. Основные элементы и типы геометрической симметрии. Симметрия и асимметрия в природе

Симметрия - это греческое слово, обозначающее пропорцию, согласование в размерах. В ежедневном языке оно вызывает чувство гармонии, баланса, красоты. Для точного определения симметрии необходимы три ключевых слова: а) преобразование; б) структура; в) сохраняется. Симметрия некоторого объекта - это преобразование, которое сохраняет структуру объекта.

Симметрия - это процесс, а не объект. Объекты часто имеют много симметрий. Около 100 лет назад В. И. Вернадский дал такое определение симметрии: “Законы симметрии - это геометрические законы природных тел, т.е. физико-химических пространств нашей планеты”. Важнейшим признаком симметрии является сохранение (инвариантность) тех или иных признаков (геометрических, физических, биологических и т.д.) по отношению к определённым преобразованиям.

Понятие симметрии берёт начало с Древней Греции. Оно впервые введено в 5 веке до н.э. древнегреческим философом и математиком Пифагором. Идея о том, что в основе мира лежит определённая математическая симметрия, была разработана в Древней Греции пифагорейцами и Платоном. Математически строгое представление о симметрии сформировалось сравнительно недавно - в 19 веке.

Рассмотрим геометрическую симметрию, обычно связанную с внешней формой объекта. Основные три элемента геометрической симметрии это: точка, прямая, плоскость. Центр симметрии - это такая точка внутри фигуры, что любая проведённая через неё прямая по обе стороны от неё и на равных расстояниях встречает одинаковые точки фигуры. Оси симметрии бывают разнообразными. Число самосовмещений фигуры при её повороте вокруг оси на 360 градусов называется порядком оси. Плоскость симметрии делит фигуру на две зеркально равные части, расположенные друг относительно друга так, как предмет и его зеркальное отражение.

Существуют разные типы симметрии: вращательная симметрия, зеркальная симметрия, трансляционная (переносная) симметрия. Перенос может быть вдоль прямой и означает физическую эквивалентность всех точек пространства, т.е. его однородность. Часто в природе встречается винтовая симметрия. В этом случае поворот вокруг оси дополняется переносом вдоль этой же оси. Примером симметрии подобия могут служить матрёшки. Симметрия силы земного тяготения моделируется конусом.

Можно привести бесконечное число проявлений симметрии в окружающей нас природе. Человек, подавляющее большинство живых организмов, растительный мир, горные хребты и пропасти, овраги, русла рек - везде присутствует симметрия. На рис. 1 показаны примеры симметрии в природе.

Симметрия в природе - это язык, на котором общаются растения и животные. Например, пчёлы плохо видят, не различают цвета, но прекрасно чувствуют и видят симметрию. Растениям нужны пчёлы для опыления. Пчёлам нужны цветы растений для выживания.



Рис. 1.

В биологии с древности известны исключения из симметрии: асимметрично завитые раковины моллюсков, донные рыбы камбалы с обоими глазами на одной стороне тела. У своеобразных амфибий - червяг развито только левое лёгкое, а у змей - правое. У дятлов очень длинный язык, который они в поисках пищи запускают в выдолбленные отверстия или природные щели. Язык так велик, что не помещается в полости рта, а нырнув под кости нижней челюсти, двумя ножками огибает шейные позвонки, взбирается по черепу на затылок и здесь, соединившись в общий пучок мышц и связок, закрепляется в правой ноздре, так что птицы вынуждены дышать только левой.

У наших северных попугаев-клевостов большой крючкообразный клюв имеет крестообразное строение. У птенцов он симметричен, но по мере взросления птиц подклювья отклоняются влево или вправо. Левосторонние клевосты встречаются чаще правосторонних. Полярный дельфин-нарвал вооружён бивнем. Он вырастает из зачатка левого зуба верхней челюсти и закручен против часовой стрелки в тугую спираль. Правый зачаток не развивается.

Большинство животных и человек обладают зеркальной симметрией, часто называемой билатеральной. Специально проведено много исследований о влиянии симметрии на здоровье и поведение людей. Было установлено, что мужчины с асимметричными лицами чаще страдают от депрессии, беспокойства, головных болей и даже от проблем с желудком. Женщины с асимметричным лицом менее здоровы и более склонны к эмоциональной нестабильности и депрессии. Важным результатом было установление факта, что люди с более асимметричным телом показали (при провокации) более заметную агрессию.

Исследовано влияние симметрии у птиц, насекомых и людей на секс. Птицы и насекомые (женские особи) предпочитали партнёров с более симметричным сексуальным орнаментом - более экстравагантным хвостом. Женщины предпочитали мужчин с более симметричными особенностями и имели с ними более глубокие и частые оргазмы, не зависимо от романтики и сексуального опыта партнёра.

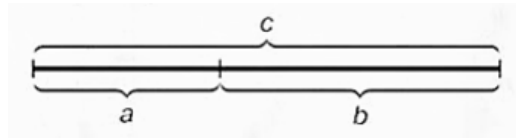
Таким образом, внешняя симметрия животных и человека оказывает влияние на их поведение и ощущения.

Золотое сечение. Числа Фибоначчи

Есть вещи, которые нельзя объяснить. Вот Вы подходите к пустой скамейке и садитесь на неё. Где Вы сядете - посредине? Или может быть с самого края? Нет, скорее всего, ни то и ни другое. Вы сядете так, что отношение одной части скамейки к другой, относительно Вашего тела, будет равно примерно 1,62. Садясь на скамейку, Вы интуитивно произвели золотое сечение. Странная загадочная необъяснимая вещь: эта пропорция мистическим образом сопутствует всему живому.

Человек различает окружающие его предметы по форме. Форма, в основе построения которой лежат сочетания симметрии и золотого сечения, способствует наилучшему зрительному восприятию и появлению ощущения красоты и гармонии. Целое всегда состоит из частей. Части разной величины находятся в определённом отношении друг к другу и к целому. Принцип золотого сечения - высшее проявление структурного и функционального совершенства целого и его частей в природе, искусстве, науке и технике.

Золотое сечение - это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей.



$$c : b = b : a = 1,618$$

С историей золотого сечения косвенно связано имя итальянского математика монаха Леонардо из Пизы, более известного под именем Фибоначчи. Одна из решённых им задач была посвящена вопросу: сколько пар кроликов родится в один год от одной пары. Размышляя над этой темой, Фибоначчи выстроил такой ряд: **0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144** и т.д. Это так называемый ряд Фибоначчи. Каждый член ряда, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих. Отношение смежных чисел ряда приближается к отношению золотого сечения. С использованием чисел Фибоначчи были решены разные математические задачи в кибернетике, в теории самоорганизующихся систем.

Принято считать, что понятие о золотом сечении ввёл в научный обиход Пифагор. Есть предположение, что Пифагор своё знание о золотом сечении позаимствовал у египтян и вавилонян. И действительно, пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношениями золотого сечения при их создании.

В дошедшей до нас античной литературе золотое сечение впервые упоминается 2 тысячи лет назад в "Началах" Евклида. Секреты золотого сечения хранились в строгой тайне и были известны только посвящённым. В эпоху возрождения усиливается интерес к золотому сечению среди учёных и художников, в связи с его применением, как в геометрии, так и в искусстве, особенно в архитектуре. Леонардо да Винчи много внимания уделял изучению этого явления. Великий математик и астроном 16 века Иоганн Кеплер первый обратил внимание на значение золотой пропорции в ботанике. Вновь открыто золотое сечение было профессором Цейзингом в 19 веке. Цейзинг абсолютизировал пропорции золотого сечения. Пример золотого сечения дан на рис. 2.

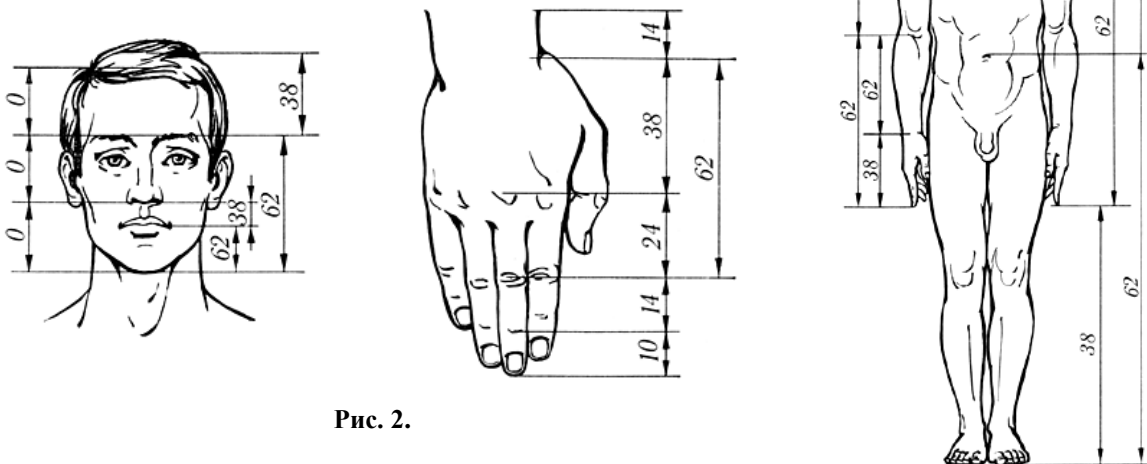


Рис. 2.

Ещё Гёте, великий поэт, мыслитель и естествоиспытатель (1749 -1832 гг.), подчёркивал тенденцию природы к спиральности. Форма спирально завитой раковины привлекла внимание Архимеда. Он изучал её и вывел уравнение спирали, которое теперь называется его именем. Увеличение шага спирали всегда равномерно. В настоящее время спираль Архимеда (рис 3) широко применяется в технике.

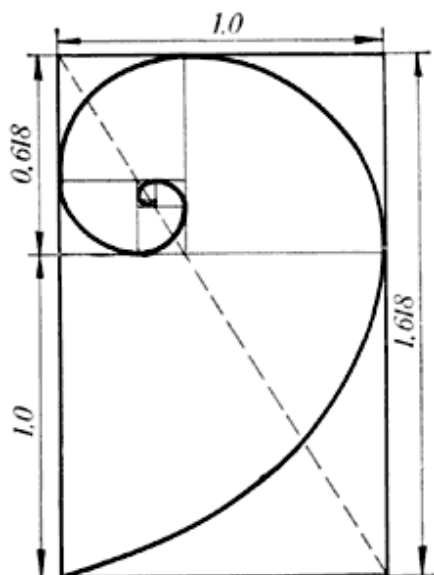


Рис. 3.

Винтообразное и спиралевидное расположение листьев на ветках деревьев подметили давно. Спираль увидели в расположении семян подсолнечника, в шишках сосны, ананасах, кактусах и т.д. Совместная работа ботаников и математиков пролила свет на эти удивительные явления природы. Выяснилось, что в расположении листьев на ветке, семян подсолнечника, шишек сосны проявляет себя ряд Фибоначчи, а стало быть, проявляет себя закон золотого сечения.

Паук плетёт паутину спиралеобразно. Спиралью закручивается ураган. Испуганное стадо северных оленей разбегается по спирали. Молекула ДНК закручена двойной спиралью. Гёте называл спираль кривой жизни. Среди придорожных трав растёт ничем не примечательное растение-цикорий. Приглядимся к нему внимательно. От основного стебля образуется отросток. Тут же расположился первый листок (рис. 4).

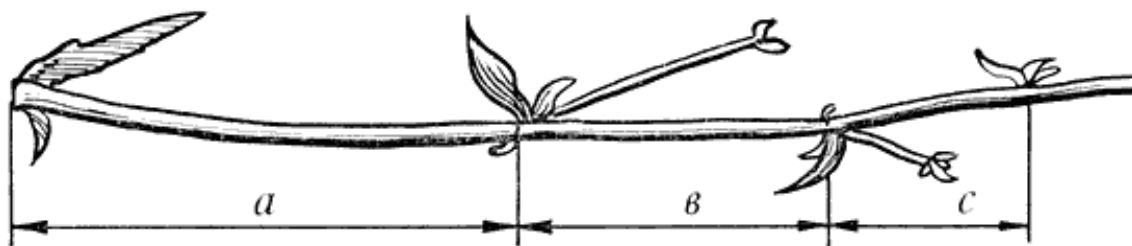


Рис. 4.

Отросток делает сильный выброс в пространство, останавливается, выпускает листок, но уже короче первого, снова делает выброс в пространство, но уже меньшей силы, выпускает листок ещё меньшего размера и снова выброс. Если первый выброс принять за 100 единиц, то второй равен 62 единицам, третий-38, четвёртый-24 и т.д. Длина лепестков тоже подчинена золотой пропорции. В росте, завоевании пространства растение сохраняло определённые пропорции. Импульсы его роста постепенно уменьшались в пропорции золотого сечения.

Закономерности золотого сечения проявляются в энергетических переходах элементарных частиц, в строении некоторых химических соединений, в планетарных и космических системах, в генных структурах живых организмов. Эти закономерности проявляются в биоритмах, функционировании головного мозга и зрительского восприятия.

Кристаллография

Рассмотрение геометрической симметрии удобно на основе кристаллографии. Кристаллография - это наука, изучающая геометрическое строение, физические свойства и химический состав кристаллов. Кристаллы - это все твёрдые тела, имеющие форму многогранника, возникающую в результате упорядоченного расположения атомов. Известно более 5 тысяч видов кристаллов. Кристаллы возникают при переходе вещества из любого агрегатного состояния в твёрдое.

На рис. 5 приведены примеры природных кристаллов, называемых минералами, и ювелирных кристаллов. Кристаллы с древности привлекали внимание человека. В 18 и 19 веках кристаллография развивалась вместе с минералогией - наукой о природных кристаллах. Французский минералог Рене Гауи в 1901 г. получил Нобелевскую премию за установление основных принципов кристаллографии (раскол по плоскостям спайности, граничные углы и т.д.).

Каждый кристалл имеет кристаллическую решётку - правильное расположение атомов, характеризующееся периодической повторяемостью в трёх измерениях.



Рис. 5.

Структурный элемент решётки минимального размера называется элементарной ячейкой. Путём параллельных переносов (трансляций) элементарной ячейки образуется вся структура кристалла. Форма элементарной ячейки зависит от симметрии кристалла.

Почему образуется кристаллическая решётка? Это объясняется тем, что равновесие сил притяжения и отталкивания между атомами, дающее минимум потенциальной энергии всей системы, достигается именно при условии трёхмерной периодичности. В простейших случаях это можно интерпретировать геометрически как следствие плотной упаковки атомов в кристалле.

Элементы симметрии в кристаллической решётке находятся во взаимосвязи. Их сочетания ограничены. Установлено, что может быть 32 комбинации, т.е. 32 класса симметрии. Это так называемая точечная группа симметрии кристаллов - совокупность операций симметрии, совмещающих кристалл с самим собой, при которых одна точка кристалла остаётся неподвижной. Точечные группы описывают внешнюю форму, огранку кристаллов. Существование этих 32 групп доказал русский академик А. В. Гадолин в 1867 г. В этих 32 группах размещены все без исключения и природные и искусственные кристаллы.

Простейшей геометрической схемой является так называемая пространственная решётка. Начало геометрической теории структуры кристаллов положил французский кристаллограф Огюст Браве в 1848 г. Он предположил, что пространственные решётки кристаллов построены из закономерно расположенных в пространстве точек - узлов (где расположены атомы), которые могут быть получены в результате повторения данной точки путём параллельных переносов (трансляций). Проведением прямых линий и плоскостей через эти точки пространственная решётка разбивается на равные параллелепипеды (ячейки). Всего существует 14 видов пространственных трансляционных решёток, которыми может быть описана структура любого кристалла. Решётки Браве делятся на 4 типа.

Наиболее крупным классификационным подразделением в симметрии кристаллов является сингония. Сингония - это подразделение кристаллов по конфигурации их элементарных ячеек. Сингония характеризуется определёнными соотношениями между периодами элементарной ячейки **a, b, c** и углами **α, β, γ** между ними. Всего существует 7 сингоний: триклинная, моноклинная, ромбическая, тетрагональная, тригональная, гексагональная, кубическая (рис. 6).



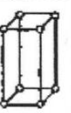
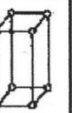

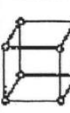
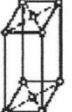


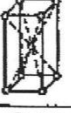

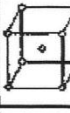


Тип решетки \ Сингония	Три-клинная	Моно-клинная	Ромби-ческая	Тетраго-нальная	Триго-нальная (ромбоэдрическая)	Гексаго-нальная	Куби-ческая
Примитивный							
Базоцентри-рованный							
Объемноцен-трированный							
Гранецентри-рованный							

Рис. 2. Решётки Браве. Сингонии: кубическая — куб со сторонами $a = b = c$ и углами между ними $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$; тетрагональная — параллелепипед $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$; ромбическая — параллелепипед $a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$; тригональная (ромбоэдр — куб, вытянутый вдоль пространственной диагонали) $a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$; гексагональная — состоит из трех призм с основанием в форме ромба $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$; моноклинная — параллелепипед $a \neq b \neq c$, $\alpha = \gamma = 90^\circ$, $\beta \neq 90^\circ$; триклинная — косоугольный параллелепипед $a \neq b \neq c$, $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$.

Рис. 6.

Творцом современной кристаллографии является русский кристаллограф академик Е. С. Федоров. Он теоретически доказал, что должны существовать 230 способов построения кристалла, или как мы сейчас говорим - 230 Федоровских групп. Независимо от

Федорова такие же 230 групп получил немецкий математик А. М. Шенфлис. Это так называемые пространственные группы. Пространственные группы симметрии не указывают конкретного расположения атомов в кристаллической решётке, а дают один из возможных законов симметрии их взаимного расположения. Все 230 пространственных групп табулированы в специальных справочниках.

Существованием кристаллической решётки объясняются общие свойства кристаллов: анизотропность, плоскогранность, постоянство углов, постоянство температуры плавления и др. Структура кристалла влияет на его свойства. Рассмотрим в качестве примера алмаз и графит (рис. 7).

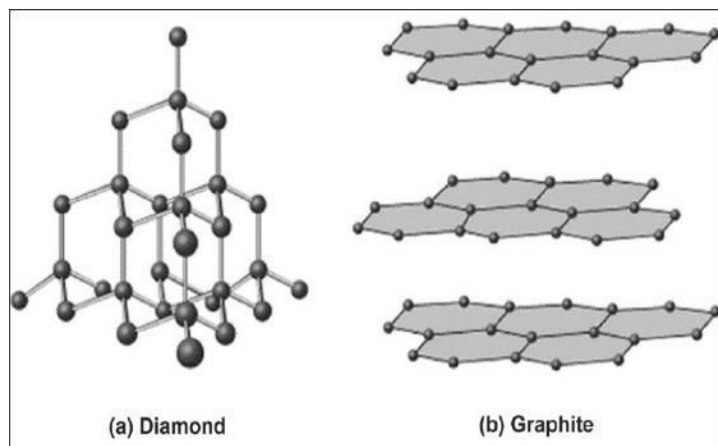


Рис. 7.

По химическому составу они одинаковы - оба состоят только из атомов углерода. Структура алмаза - это кубическая решётка, а графит - структура слоистая. В алмазе каждый атом соединён с четырьмя другими, образуя гигантскую ковалентную структуру. В графите каждый атом слоя соединён лишь с тремя атомами. Расстояние между атомами в слое более чем в два раза меньше расстояния между слоями. Графит имеет твёрдость 1 (по шкале Мооса), а алмаз - 10. Графит имеет свободные

электроны и проводит электричество, а алмаз электричество не проводит.

Главным событием, сыгравшим ключевую роль в становлении кристаллографии как науки, явилось открытие в 1912 г. немецким физиком Максом Лауэ дифракции рентгеновских лучей на кристаллах. Этим открытием была, во-первых, подтверждена волновая природа рентгеновских лучей и соизмеримость длин волн этих лучей с расстояниями между атомными плоскостями в кристаллах, сыгравших роль трёхмерной дифракционной решётки и, во-вторых, экспериментально доказано трёхмерное распределение атомов в структурах кристаллов.

Работами английского учёного У. Л. Брэга и русского кристаллографа Г. В. Вульфа началась эпоха рентгеноструктурного анализа кристаллов. Они вывели так называемую формулу Брэга-Вульфа о связи длины волны рентгеновского излучения с межплоскостными расстояниями в кристаллах. Брэг и его сын расшифровали структуру ряда кристаллических веществ - меди, пирита, алмаза и др. Началась эра структурной кристаллографии. Однако многие годы никому не удавалось расшифровать структуры силикатов. В это время появился в СССР Н. В. Белов, который так быстро и успешно расшифровал многие силикатные структуры, что был выбран президентом Международного союза кристаллографов. Теоретически выводы Е. С. Федорова и А. М. Шенфлиса были полностью подтверждены экспериментальной кристаллографией.

Идеально построенный геометрический многогранник всегда будет отличаться от природного или синтетического кристалла. Появилось особое учение о реальном кристалле. Началось изучение различных дефектов, изоморфных замещений, дислокаций и т.п. Кроме дифракционных методов (рентгенографии, нейтронографии, электронографии) широко начали применять методы спектроскопии (ИК спектроскопии, ЯМР, ЭПР, Раман спектроскопии и др.).

Международный союз по кристаллографии недавно изменил определение понятия кристалл. Израильский учёный Дан Шехтман наблюдал дифракционную картину, которая была запрещена законами кристаллографии: в кристаллах не может быть симметрии равной пяти и большей шести. Он же своими глазами видел картины, свидетельствующие о

симметрии 5 и 10. Потребовалось более 20 лет (с 1982 по 2011 гг.) прежде, чем другие физики получили подобные картины. Шехтман получил Нобелевскую премию. Шехтман назвал свои кристаллы квазикристаллами.

Интересно отметить, что для расшифровки дифрактограмм использовали золотое сечение и числа Фибоначчи, чтобы описать квазикристаллы на атомном уровне. Межатомные расстояния в квазикристаллах коррелируют с последовательностью Фибоначчи. Регулярность в квазикристаллах отличается от обычных периодических кристаллов. Определение кристалла изменили. Раньше кристалл определяли как вещество, в котором атомы, молекулы и ионы упакованы в регулярном порядке, повторяющем трёхмерный рисунок. Теперь кристалл - это любое твёрдое тело, имеющее реально дискретную дифракционную диаграмму.

Во многих лабораториях после открытия Шехтмана были синтезированы разные квазикристаллы. В 2009 г. был найден в природе квазикристалл. Был открыт новый минерал, найденный на реке Хатырка в Анадырском районе Чукотского автономного округа. Его назвали икосаэдрит. Квазикристаллы были найдены в самых прочных сортах стали.

В заключение процитирую Гёте: “Кристаллография – это наука, которая варится сама в себе, никому и ничему от неё никогда нет и не будет пользы, но она так красива, что затягивает даже лучшие умы человечества”.

В наши дни эта мысль может вызвать только улыбку. За последние 100 лет кристаллография превратилась в фундаментальную науку, которая занимается поиском неизвестных ранее явлений и закономерностей в природе, созданием новых методов исследования, новых материалов. Сейчас трудно назвать область науки и техники, где бы ни использовалась кристаллография. Научный и технологический прогресс в большинстве отраслей просто невозможен без кристаллографии.

Отцом созданной в России промышленности по получению синтетических кристаллов, в том числе кристаллов с заданными свойствами, был выдающийся учёный академик А. В. Шубников, в котором удивительным образом сочетались таланты мыслителя, математика, создателя новых теоретических разделов кристаллографии и золотых рук экспериментатора. Ни в одной отрасли науки не получено столько Нобелевских премий как в кристаллографии. К 2018 г. их число составило 28!

Диссимметрия

Диссимметрией называется отсутствие некоторых элементов симметрии. Напомним, что асимметрией называется полное отсутствие симметрии. Впервые понятие диссимметрии ввёл в 1853 г. французский учёный Луи Пастер (1822-1895 гг.). Пастер открыл, что все основные, необходимые для жизни органические соединения, резко отличаются от обычных соединений неживого вещества. Пастер назвал диссимметричной такую фигуру, которая не может быть совмещена простым наложением со своим зеркальным отображением.

Пастер выделил “правые” и “левые” молекулы винной кислоты: “правые” молекулы похожи на правый винт, а “левые” - на левый. Пастер открыл оптическую активность этих молекул. Оказалось, что левые молекулы вращают плоскость поляризации света влево, правые вращают её вправо на тот же угол для того же соединения. Такие молекулы химики называют стереоизомерами. Стереоизомеры имеют одинаковый атомный состав, одинаковые размеры, одинаковую структуру. Правые и левые кристаллы имеют только зеркальную симметрию, никогда не имеют центров симметрии и сложных осей симметрии.

Диссимметрия Пастера - его главное открытие, которое заключается в том, что в живых организмах основные необходимые для жизни соединения - белки, жиры и углеводы - существуют только в одном изомере во всех растениях, животных и микробах. Живая материя не только различает левые и правые стереоизомеры, но и делает свой выбор: она

отбраковывает и не использует изомеры, не обладающие нужной ей структурой. Молекулы противоположной симметрии для неё яд.

Только в оптически чистых растворах могли возникнуть биологически значимое удлинение цепочки полинуклеотидов и процесс саморепликации. Обычно живая материя выбирает стерически левые изомеры. Например, все аминокислоты, являясь оптически чистыми, состоят только из левого изомера. В патологических случаях (раковые опухоли) появляются правые изомеры аминокислот. В соединениях неживого вещества всегда можно отличить два изомера: стерически правый и стерически левый.

Вторым учёным, рассмотревшим явление диссимметрии, был знаменитый французский физик Пьер Кюри, который стал широко известным учёным уже в 35 лет. Ему принадлежат интересные открытия в области физики кристаллического состояния вещества и пьезоэлектрического эффекта, магнитных свойств вещества при высоких температурах. Закономерное изменение свойств парамагнитных веществ от температуры носит его имя - закон Кюри. На рубеже 19 и 20 веков сфера его научных интересов изменилась: Вместе с женой Мари Склодовской он занялся выяснением природы уранового излучения и изучением природы радиоактивности. В своём дневнике П. Кюри писал, что он многие годы мечтал заняться изучением симметрии.

Пьер Кюри отличался необычайно долгим продумыванием и сжатостью своих научных работ. Он, прежде чем писать, продумывал до конца результаты своих работ и выражал их необыкновенно кратко. Многие его работы имеют 1-2 страницы. В 1905 г. П. Кюри уже мыслил о состояниях пространства. Он ввёл понятие диссимметрии. Внезапная смерть П. Кюри 19 апреля 1906 г. прервала эту работу, и никто не поднял выпавшую из его рук нить. 18 лет после смерти никто не видел его записей.

Только в 1924 г. в небольшой брошюре, посвящённой памяти Пьера Кюри, была опубликована его идея. Пьер Кюри, говоря о состояниях пространства, резко и определённо передвинул всю проблему, поставленную Пастером, в другую плоскость: из проблемы кристаллографической вглубь основных геометрических представлений. Мысль Кюри о диссимметрии как состоянии пространства открывает новые пути для понимания окружающих нас земных явлений.

Кюри первый понял, что изучение реальных тел требует хорошего знакомства с той средой, в которой они образовались. Симметрия порождающей среды как бы накладывается на симметрию тела, образующегося в этой среде. Получившаяся в результате форма тела сохраняет только те элементы своей собственной симметрии, которые совпадают с наложенными на него элементами симметрии среды. В результате часть элементов симметрии этого тела исчезает.

Кюри придавал особое значение исчезнувшим элементам собственной симметрии тела. Такую исчезнувшую симметрию Кюри назвал диссимметрией. По его убеждению, для предсказания новых явлений диссимметрия более существенна, чем сама симметрия. “Это она, диссимметрия, творит явления”. Эта диссимметрия, таким образом, отражает характер воздействия на объект дополнительных (внешних) факторов.

В приложении к кристаллам принцип Кюри означает, что все элементы симметрии кристалла являются в то же время элементами симметрии любого его физического свойства. В то же время, когда связь симметрии с факторами физики ещё не осознавалась, “Кюри охватил значение симметрии в физических явлениях” (В. И. Вернадский).

А. В. Шубников (1887-1970 гг.) так резюмировал свой анализ концепции диссимметрии. “Нельзя рассматривать симметрию без её антипода - диссимметрии. В симметрии отображается та сторона явлений, которая соответствует покою, в диссимметрии - та их сторона, которая отвечает движению. Единое понятие симметрии-диссимметрии неисчерпаемо”.

Диссимметрия - единственное свойство, благодаря которому мы можем отличить вещество биогенного происхождения от неживого вещества. Диссимметрия - причина

каждого движения в любой точке космического пространства. Она влияет на образование спиральных форм везде - от галактик до эмбрионов растений и животных и до формирования ДНК структуры.

Нарушение симметрии

Пьер Кюри был одним из первых, кто осознал важную роль нарушения симметрии в физике. Нарушение симметрии - это то, что создаёт явление. Это не означает полное разрушение симметрии, а только её понижение. Следует различать спонтанные нарушения как результат внутренней нестабильности и нарушения из-за воздействия внешних причин.

Кристаллическая решётка имеет идеальную симметрию, но она не устойчива ко всем жёстким движениям, которые не являются симметриями решётки. Из-за таких движений симметрия кристалла может понизиться.

Математики, изучающие разрушение симметрии, находят универсальные, не зависящие от модели явления, не обращая внимания на законы физики. Выдающийся математик Тьюринг считает, что когда состояние равновесия симметрии теряет стабильность, редкие флуктуации могут вызвать разрушение симметрии. Анализируя разрушение цилиндрической симметрии, он, например, показал, что это приводит к появлению полос на поверхности тигра и черных пятен на теле белой коровы.

Математические законы, применяемые к симметричным системам, могут предсказать не только один эффект, но целый набор симметрически связанных эффектов. Природа должна выбрать те эффекты, которые она хочет использовать. Как же она выбирает? По несовершенству. Природа никогда не бывает идеально симметрична. Всегда имеются крошечные флуктуации, например, тепловые колебания молекул. В природе масса примеров сломанной симметрии.

Наглядным примером нарушения симметрии является изменение структуры и свойств магнитных материалов при изменении температуры. Это тоже было впервые установлено П. Кюри: при температуре выше точки Кюри магнитные свойства теряются.

В качестве примера сломанной симметрии можно привести образование песчаных дюн. Плоскость имеет 4 типа симметрии: трансляции, вращения, отражения, скользящие отражения (комбинация отражения и трансляции). Математически были проанализированы разные случаи разрушения симметрии. Главным внешним воздействием был выбран ветер, от направления, силы и длительности которого ломались разные типы симметрии и получилось 6 типов песчаных дюн (рис. 8).

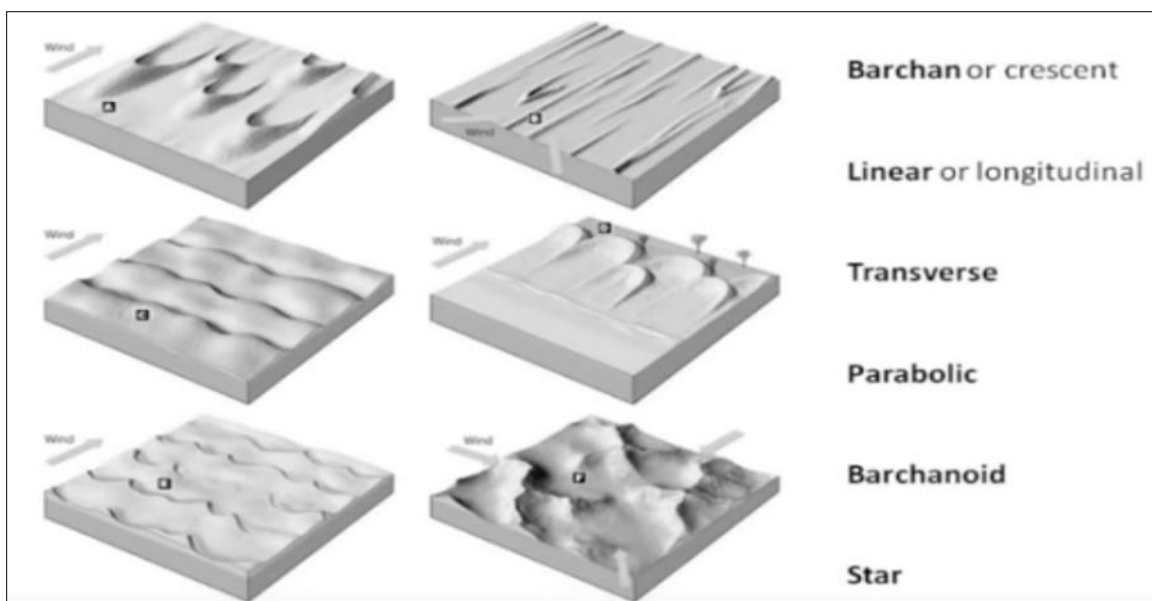


Рис. 8.

Мы не будем подробно разбирать каждый случай, а перейдём к широко известному появлению кругов на полях, т.к. в первом приближении песчаную поверхность можно сравнить с поверхностью поля, хотя последний случай, безусловно, сложнее (рис. 9).

Впервые упоминание об этом явлении появилось в 17 веке в Южной Африке и Китае. В 1980 г. это наблюдали в Англии. Было предложено несколько объяснений этому странному явлению: появление инопланетян, интенсивные набеги животных (в Австралии - кенгуру), действие НЛО и др. В сентябре 1991 г. два жителя Великобритании Давид Чарли и Дуглас Бауэр признались в создании таких кругов. По их словам первый круг они создали



Рис. 9.

в 1978 г., вдохновившись фотографиями дорожек, оставляемых на хлебных полях сельскохозяйственной техникой.

Исследователь кругов на полях Фредди Сильва описал свои результаты. Стебли растений были не сломаны, но согнуты и скручены. Они видимо подверглись интенсивному обжигу, т.к. стебли были размягчены. Образцы почвы из внутренней части круга изменили минеральный состав.

Исследователи предположили, что было действие ультразвука и была зона магнитной аномалии. В этом месте менялись функции смартфонов, компасов и видеокамер. Эта ситуация сложнее чем случай с песчаными дюнами. Однако стало ясно, что причина этого явления связана с нарушением симметрии.

Примером нарушения симметрии в астрономии являются спиральные галактики. Спирали по происхождению – это динамические образования, вызванные гравитационным взаимодействием звёзд в галактике. Нарушение симметрии - причина существования и механизм эволюции мира.

Заключение

Мы коротко рассмотрели геометрическую симметрию. Эта симметрия широко распространена в природе. Однако кроме геометрической симметрии существует много других типов симметрии. Одной из важнейших является так называемая калибровочная симметрия. Сам термин калибровочное поле выдвинул немецкий математик Г. Вейль. Смысл идеи состоит в том, что физические законы не должны зависеть от масштаба длины, выбранного в пространстве, и не должны изменять свой вид при замене этого масштаба на любой другой.

С развитием квантовой механики произошло увеличение количества физических симметрий. Несомненно, симметрия лежит в основе законов Вселенной. История Вселенной является в значительной степени историей симметрии. Можно сказать, что симметрия лежит в сердцевине эволюционирующего космоса.

Не только симметричные формы окружают нас повсюду, но и многообразные физические и биологические законы - законы гравитации, электричества и магнетизма, ядерных взаимодействий, наследственности пронизаны общим для всех них принципом симметрии. В современном понимании симметрия - общенаучная философская категория, характеризующая структуру организации системы.

Источники

1. В. И. Вернадский. Химическое строение биосферы земли и её окружения. – Наука: Москва, 1987.
2. А. В. Шубников. Симметрия в науке и искусстве. Москва, 2004.
3. Мария Кюри. Пьер Кюри. – Наука: Москва, 1968.
4. Jan Steward. Why beauty is truth? A history of symmetry. - Basic Books: New York, 2007.

5. Jan Steward and Martin Golubitsky. Fearful symmetry: is God a Geometer?-Blackwellpublishers: UK, 1992.
6. Jan Steward. How mathematicians think about patterns. Lecture in Gresham College, 2013.
7. Marcus du Sautoy. Symmetry. A journey into the patterns of Nature. New York, 2008.
8. Lawrence M. Krauss. The greatest story ever told so far. Why we are here. - Atria Books. New York, 2017.
9. Mario Livio. The equation that couldn't be solved. - Simon and Shuster: New York, 2005.