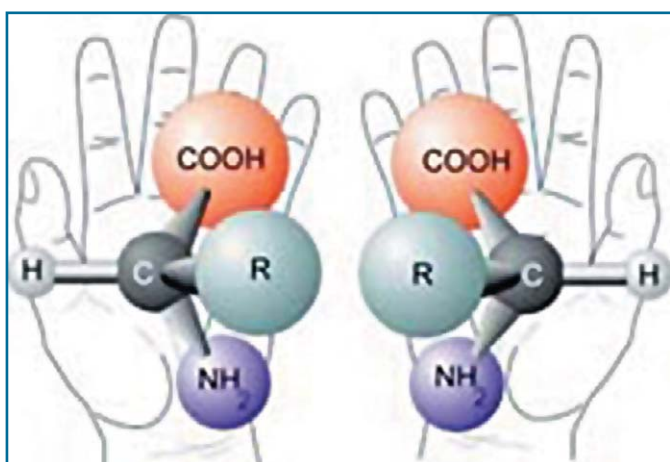


## ХИРАЛЬНОСТЬ (Chirality)

*«Я называю геометрическую фигуру хиральной, если ее отражение в зеркале не совпадает с ней при наложении (подобно рукам человека)».*

*Лорд Кельвин (1893)*



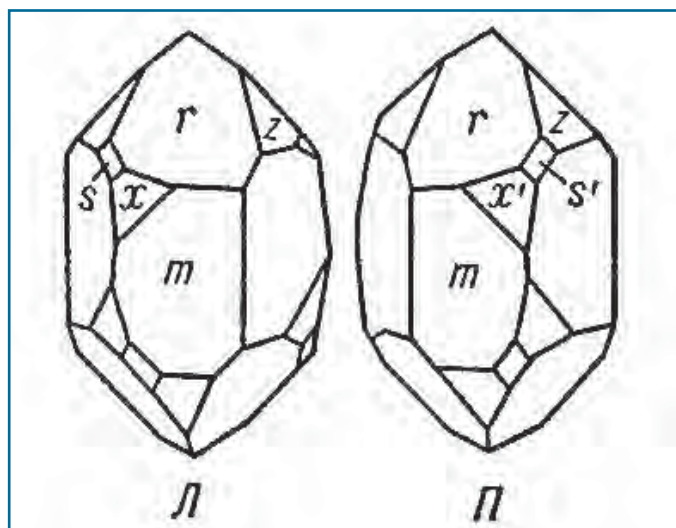
Давайте подойдем к зеркалу и приложим к нему правую руку. На что похоже ее отражение? На левую руку. Причем совместить левую руку с правой вам не удастся никакими поворотами. Правая рука не совпадает со своим отражением так же, как и страница с текстом, надписи на которой в зеркале всегда смотрят «в другую сторону». А вот, например, карандаш вполне совмещается со своим зеркальным близнецом – надо только повернуть его вокруг оси графитового стержня. Любая геометрическая фигура, которая не может быть совмещена со своим отражением, называется хиральной.

Хиральность может возникать как на молекулярном уровне (хиральными бывают отдельные молекулы, например, природной винной кислоты  $\text{HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH}$ ), так и на этапе образования кристаллической структуры. К примеру, кристаллическая структура природного кварца (диоксида кремния) хиральна (рис. 1), в то время как локальное окружение ато-

мов кислорода и кремния в структуре кварца вполне симметрично. Кристаллы, образованные только из «правых» и «левых» молекул, представляют собой зеркальные антиподы, как правая и левая руки.

Хиральные молекулы составляют основу живой природы, а также многих функциональных материалов. Например, все аминокислоты, входящие в состав белков, хиральны (за исключением простейшей – глицина). В полной мере это относится и к сахарам – строительным звеньям углеводов и нуклеиновых кислот. Соответственно, хиральны и образованные из них макромолекулы – типичные нанообъекты: белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и т.д.

Существенное значение хиральность имеет при синтезе сложных соединений, обладающих лекарственными свойствами, регулярных поли-



**Рис. 1.** «Правый» и «левый» кристаллы кварца

меров, жидких кристаллов; отсутствие центра симметрии является ключевым условием при получении материалов для нелинейной оптики, сегнето-, пьезоэлектриков и т.д. Следует отметить, что большинство природных ядов – полипептидов и алкалоидов – также хиральны, а их «антиподы» практически безвредны для организма человека. С другой стороны, «антиподы» природных аминокислот и сахаров живыми организмами просто не усваиваются и даже не распознаются. Иногда антиподы лекарственных веществ могут быть очень опасны, поэтому при производстве лекарств для очистки получаемых веществ используются различные хиральные агенты, в том числе и коллоидные системы с хиральными молекулами, «привитыми» к поверхности.

В очень редких случаях оба «антипода» встречаются в природе, но тогда они обладают совершенно разными свойствами. Например, одна форма молекулы лимонена отвечает за запах эфирного масла лимона, а вторая – за запах эфирного масла апельсина. Очень показательное влияние хиральности на свойства *одностенных углеродных нанотрубок*, поскольку в зависимости от хиральности, нанотрубка может обладать совершенно разными свойствами – от металла до полупроводника (рис. 2).

Среди более сложных хиральных нанообъектов большой интерес представляют *фотонные*

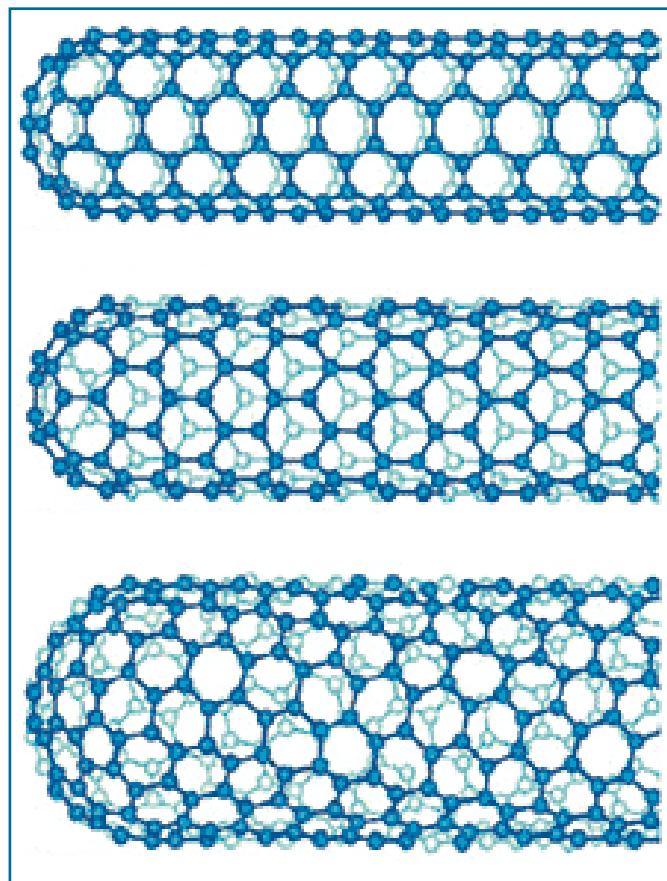


Рис. 2. Нижняя нанотрубка, в отличие от верхних, обладает хиральностью

*кристаллы*, которые от обычных отличаются тем, что построены из хиральных объектов. В зависимости от того, совпадает ли знак круговой поляризации падающего света с хиральностью самого кристалла, свет может претерпевать или не претерпевать дифракцию.

#### *Литература:*

1. Бакстон Ш., Робертс С. Введение в стереохимию органических соединений. М.: Мир, 2005.
2. Волькенштейн М.В. Молекулы и их строение. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955.