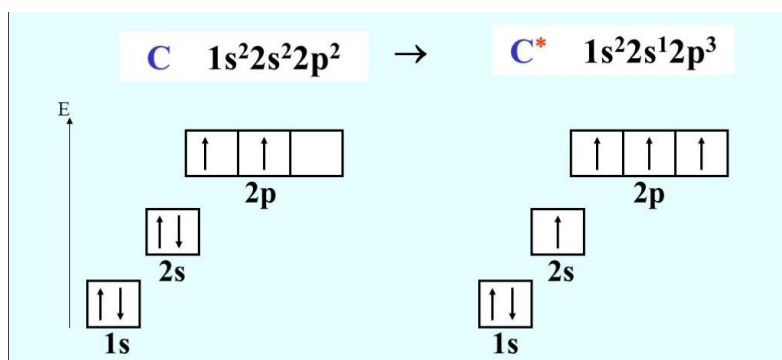


## Особенности строения органических соединений

**1. Специфика органической химии.** Органическая химия - часть общей химии. Она тесно связана с неорганической, физической и биологической химией и вместе с тем в отличие от них имеет глубокую специфику. Базой органической химии являются *гидриды углерода*, т.е. углеводороды с их особыми свойствами, которых нет у гидридов других элементов. Специфика углеводородов заложена в своеобразных и неповторимых свойствах атома углерода - в его электронной структуре. Находясь в четвертой группе периодической системы Д.И. Менделеева, атом углерода в возбужденном состоянии, в котором он вступает в химические взаимодействия, не имеет на валентной оболочке ни электронных пар, ни вакантных низколежащих орбиталей.

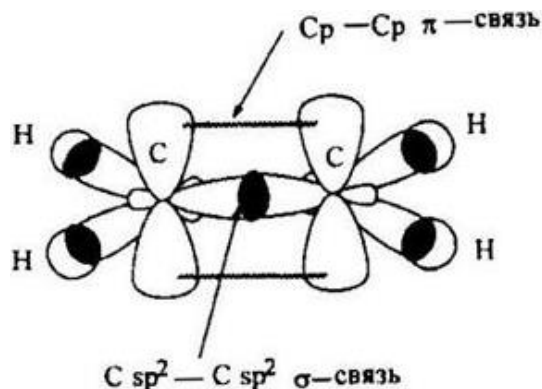


В отличие от атома углерода атом бора в возбужденном состоянии имеет вакантную p-орбиталь, а атом кремния имеет возможность расширить свои валентные возможности за счет вакантной 3d-оболочки. По этой причине насыщенные гидриды углерода ( $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_6H_{12}$  и т.д.) стабильны, а  $BH_3$  и  $SiH_4$  очень неустойчивы и реакционноспособны. Гидрид азота -  $NH_3$  имеет свободную электронную пару, обеспечивающую аммиаку высокую химическую активность.

Таким образом в соединениях углерода, использовавшего все четыре валентных электрона в  $\sigma$ -связях, *возникают стабильные электронные состояния без свободного химического сродства*. Это валентно-насыщенные молекулы, что определяет свойства насыщенных углеводородов - алканов  $C_nH_{2n+2}$ , а также циклоалканов  $C_nH_{2n}$  при  $n > 5$ . Особое состояние атома C, его

электронной оболочки, приводит к высокой прочности ковалентно связанных цепей как линейных, так и разветвленных. Эти особенности гидридов углерода отражают явления **катенации** (сцепления атомов углерода) и **изомерии**, которые не наблюдаются в химии неорганических соединений.

Атом углерода в отличие от многих других атомов способен к образованию  $\pi$ -связей различного характера друг с другом и с некоторыми атомами других элементов. Эта особенность приводит к многообразию свойств различных классов производных углеводородов.



Обычная парная  $\pi$ -связь  $-C=C-$  приводит к образованию алкенов  $C_nH_{2n}$  и алкинов  $C_nH_{2n-2}$ . Накопление парных  $\pi$ -связей, расположенных по соседству друг с другом, создает кумулированную  $\pi$ -связь ( $-C=C=C-$ ), лежащую в основе кумуленов, и что особенно важно сопряженную  $\pi$ -связь ( $-C=C-C=C-$ ). Углеводороды с этим типом связей обладают более высокой реакционной способностью, чем алканы и циклоалканы. Наличие сопряженного  $\pi$ -облака в незамкнутой углеродной цепи ведет к классу углеводородов - *сопряженным диенам и полиенам*. Замыкание углеродной цепи с четным числом сопряженных  $\pi$ -электронов в цикл приводит к очень своеобразному стабильному состоянию органических молекул, составляющих класс *ароматических* углеводородов, примером которых являются бензол  $C_6H_6$ , нафталин  $C_{10}H_8$ , антрацен  $C_{14}H_{10}$  и др. Ароматические углеводороды и их производные так же, как и алканы, отличаются невысокой реакционной способностью.

Все органические соединения - это либо углеводороды, либо продукты замещения атомов водорода в углеводородах на различные остатки неорганических молекул, называемые функциональными группами (Cl, MgBr, CHO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>OH, F и т. д.), а **органическая химия - это химия углеводородов и их функциональных производных.**

Как известно, в состав органических соединений входят атомы С и Н, а также все атомы периодической системы Д.И. Менделеева, исключая благородные газы. Однако только несколько атомов, кроме С и Н, принято считать *органогенами*. Это атомы - О, N, S, P, F, Cl, Br, I, которые имеются в составе целых классов природных соединений. *Атом кислорода* - спирты, альдегиды, кетоны, эфиры, карбоновые кислоты; *атом азота* - амины, амиды, нитропроизводные; *атом серы* - меркаптаны, сульфиды, сульфоновые кислоты; *атом фосфора* - фосфорнуклеотиды, другие эфиры фосфорных кислот.

## 2. Особенности строения органических соединений

1. *Неограниченная сложность строения и многообразие молекул органических соединений.* Достаточно назвать природные биополимеры - белки, полисахариды, синтетические полимеры - капрон, лавсан, полиэтилен и т.д., витамины, гормоны и особенно нуклеиновые кислоты, молекулярная масса которых доходит до  $10^9$ . Эта особенность органических соединений обусловлена способностью атома углерода образовывать длинные цепи друг с другом и с многими другими атомами (О, N, S, P и др.). Такое свойство атома углерода называется *катенацией*. Атомы углерода могут образовывать как цепи, так и циклы от минимального циклопропанового до бесконечно больших макроциклов. При этом в цепях или циклах отдельные атомы углерода могут быть заменены на гетероатомы (О, S, N, P и т.д.). Это создает бесконечное многообразие органических молекул, на основе которых и возникла жизнь, как важнейшее явление природы.

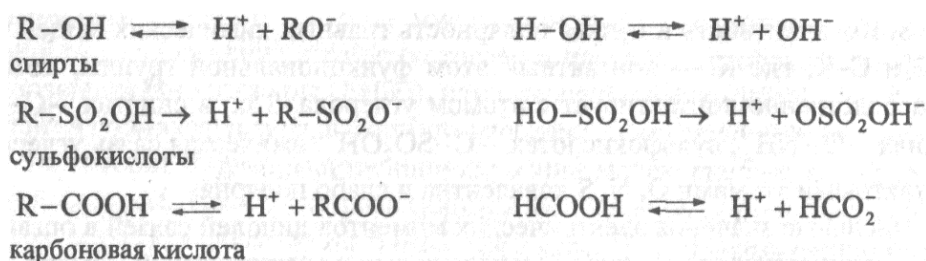
2. *Низкая реакционная способность органических соединений.* Для большинства органических соединений характерна относительно невысокая скорость химических взаимодействий при обычных условиях. Это обусловлено высокой прочностью ковалентной связи С-С и углерода с другими атомами.

СВЯЗЬ	С-Н	С-С	С-Cl	С-N	С-S
Энергия связи, кДж	415	356	327	293	259

Разность ЭО                                  0.4                  0.0                  0.5                  0.5                  0.0

3. В ряду значений электроотрицательностей элементов (ЭО) углерод занимает промежуточное положение между типичными окислителями и восстановителями, поэтому разность ЭО углерода со многими другими атомами относительно невелика. В силу этого химические связи в органических соединениях, как правило, *малополярны*. Большинство органических соединений не способно к электролитической диссоциации.

Функциональные группы органических соединений диссоциируют по ионному (гетеролитическому) типу подобно неорганическим молекулам, от которых они произошли:



Из этих примеров следует вывод о принципиальном различии двух составных частей сложных органических соединений - углеводородной части (R) и функциональных групп.

4. Температура плавления большинства органических соединений относительно невысокая (до 100-200°C). При высокой температуре (400-600°C) они сгорают на воздухе в основном до диоксида углерода и паров воды.

5. К особенностям органических соединений можно также отнести существование *гомологических рядов*, у которых каждый последующий член может быть произведен от предыдущего добавлением одной определенной для данного ряда группы атомов.

6. Разнообразие органических соединений также обусловлено явлением *изомерии*, которое заключается в существовании веществ одинаковых по составу и молекулярной массе, но различных по структуре и пространственному расположению атомов. Все изомеры делятся на два

больших класса - *структурные* и *пространственные*. Структурная изомерия обусловлена различным порядком связей углеродных атомов (*изомерия скелета*) или различным расположением функциональных групп или кратных связей (*изомерия положения*).

Скелетную изомерию можно проиллюстрировать изомерами пентана  $C_5H_{12}$ .

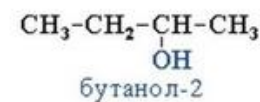


• *Изомерия положения:*

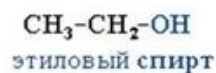
а) кратных связей



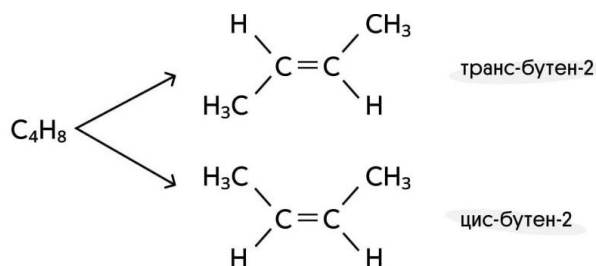
• б) функциональной группы



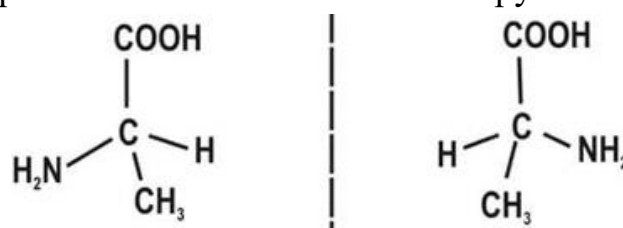
• *Межклассовая изомерия*



*Пространственная* изомерия обусловлена различным расположением химических связей атомов углерода в пространстве и включает *геометрическую*, *оптическую* и другие виды изомерии. Пространственные изомеры называют *стереоизомерами*. К числу *геометрических* изомеров относятся *цис*- и *транс*-изомеры, например, изомеры бутена-2.



*Оптические изомеры* имеют в своем составе один или несколько атомов углерода, связанных с четырьмя различными атомами или группами



атомов. Такие изомеры отличаются друг от друга, как предмет от своего зеркального изображения. Они обладают способностью вращать плоскость поляризованного луча света вправо или влево. На рисунке представлены оптические изомеры аланина.