

**Предмет органической химии.
Особенности органических веществ.
Основные классы органических
соединений.**

Лекция 1



Литература

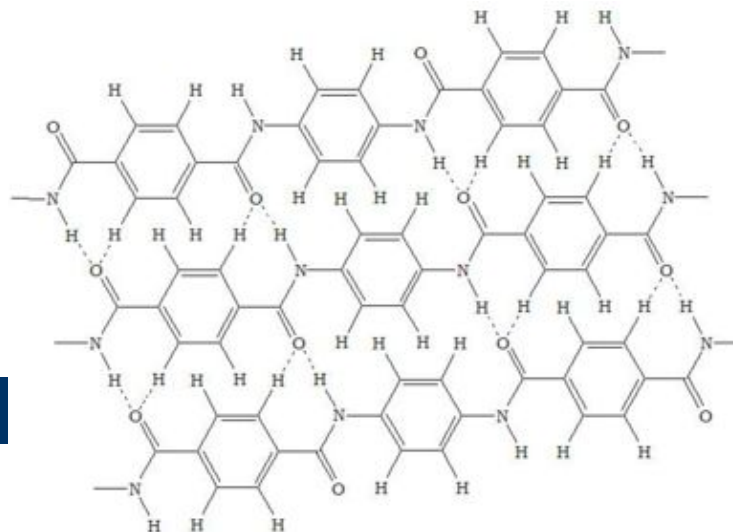
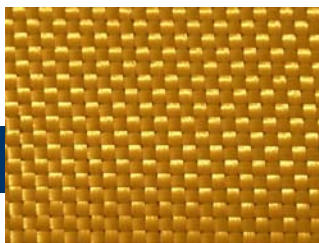
- 1) В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян, А.П. Лузин, Н.А. Тюкавкина Органическая химия: учеб. для вузов. В 2 кн. М.: Дрофа, 2008
- 2) В.Л. Флорентьев Геном человека. Органическая химия (часть 1) 1990
- 3) Дж. Робертс, М. Касерио Основы органической химии М.: Мир, 1978
- 4) А. Терней Современная органическая химия В 2 кн. М.: Мир, 1981
- 5) М.А. Юровская, А.В. Куркин Основы органической химии М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010
- 6) И.И. Грандберг Органическая химия М.: Дрофа, 2001
- 7) Ф. Кери, Р. Сандберг Углубленный курс органической химии. В 2 кн. М.: Химия, 1981



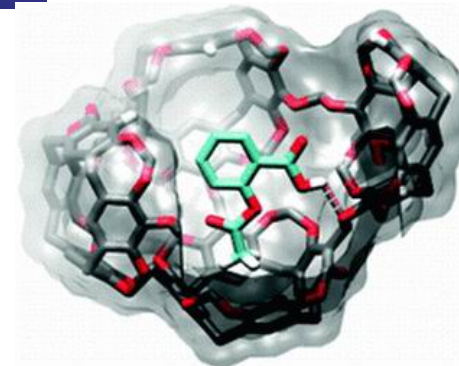
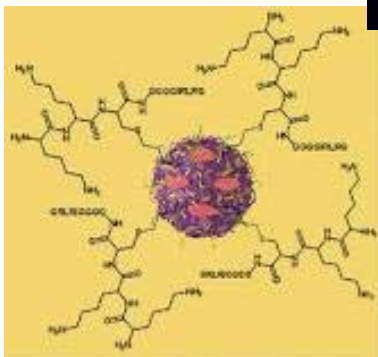
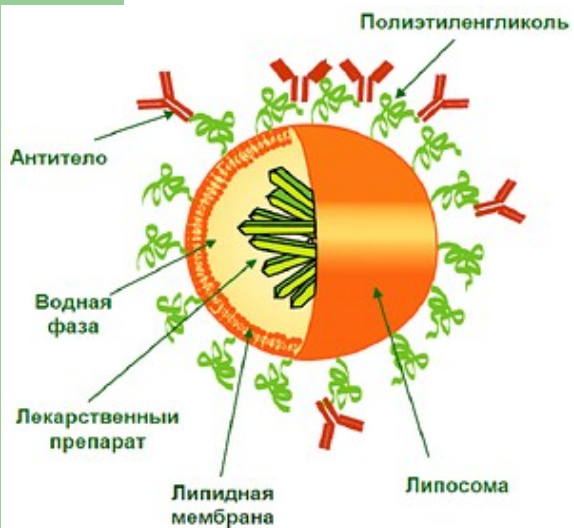
Стефани Кволек

1964

кевлар



Dotted lines represent potential hydrogen bonding
Carbon - hydrogen and carbon nitrogen bond lengths not exact



Предмет органической химии

Органическая химия – научная дисциплина, всесторонне изучающая органические соединения:

- Строение
- Физические и химические свойства
- Способы получения, синтез
- Способы практического использования

Что такое органические соединения?

Органические соединения – это соединения углерода с другими элементами (водородом, кислородом, азотом, серой, фосфор, галогены), которые содержат в своем составе С-С и С-Н связи. Причем наличие последних обязательно.

- Оксиды углерода CO , CO_2
- Карбиды CaC_2 , Al_4C_3 , SiC , B_4C , Fe_3C

} Неорганические
соединения

Органические соединения – это углеводороды и их производные.

Особенности органических соединений

- Многообразие органических соединений.
- Сложность молекул органических веществ, содержащих до 10 тысяч атомов (например, природные биополимеры - белки, углеводы).
- Специфичность свойств органических соединений по сравнению с неорганическими (неустойчивостью при сравнительно невысоких температурах, низкой – до 300°C – температурой плавления, горючестью).
- Медленно идущие реакции между органическими веществами по сравнению с реакциями, характерными для неорганических веществ, образование побочных продуктов, специфика выделения получающихся веществ и технологическое оборудование.
- Огромное практическое значение органических соединений. Они - наша пища и одежда, топливо, разнообразные лекарственные препараты, многочисленные полимерные материалы и т.д.

Источники выделения и получения органических веществ

1) Сырьевые источники

- нефть (крекинг, дегидрирование, гидрирование, полимеризация, окисление)

- смолы
- каучуки
- пластмассы

- природный газ

- бурый и каменный угли

- горючие сланцы

- торф

- древесина

- другие природные продукты

- алкалоиды растений (хинин, атропин, стрихнин)
- антибиотики (стрептомицин, пенициллин)
- стероиды и изопреноиды
- пигменты (каротиноиды, порфирины)



Источники выделения и получения органических веществ

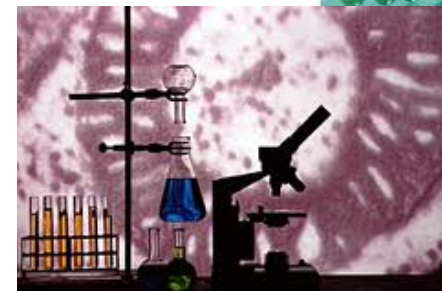
2) Синтез

- лекарственные соединения
- витамины
- гормоны
- регуляторы роста
- пестициды

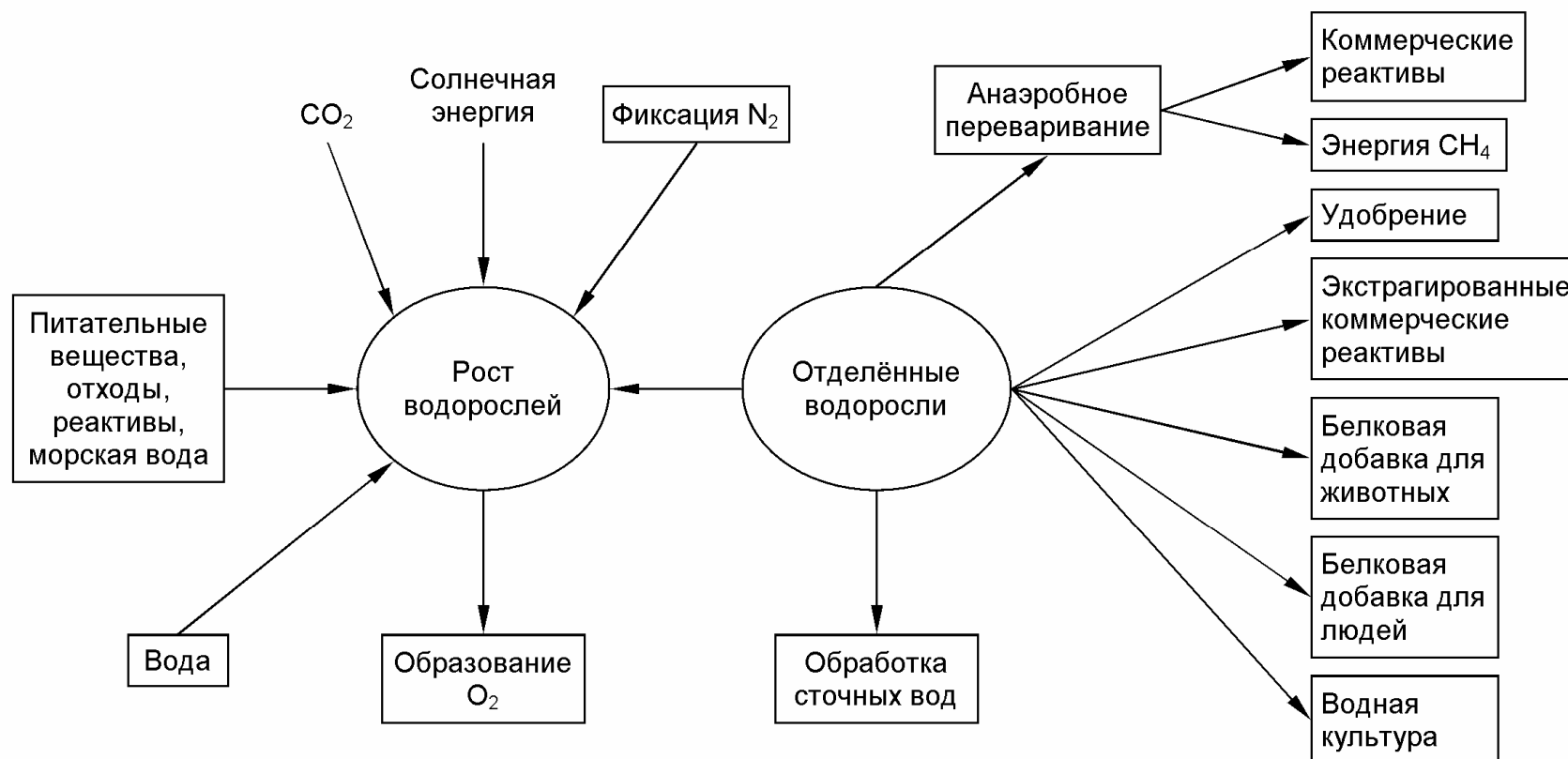
3) Биотехнология, генная инженерия

Изучение возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами

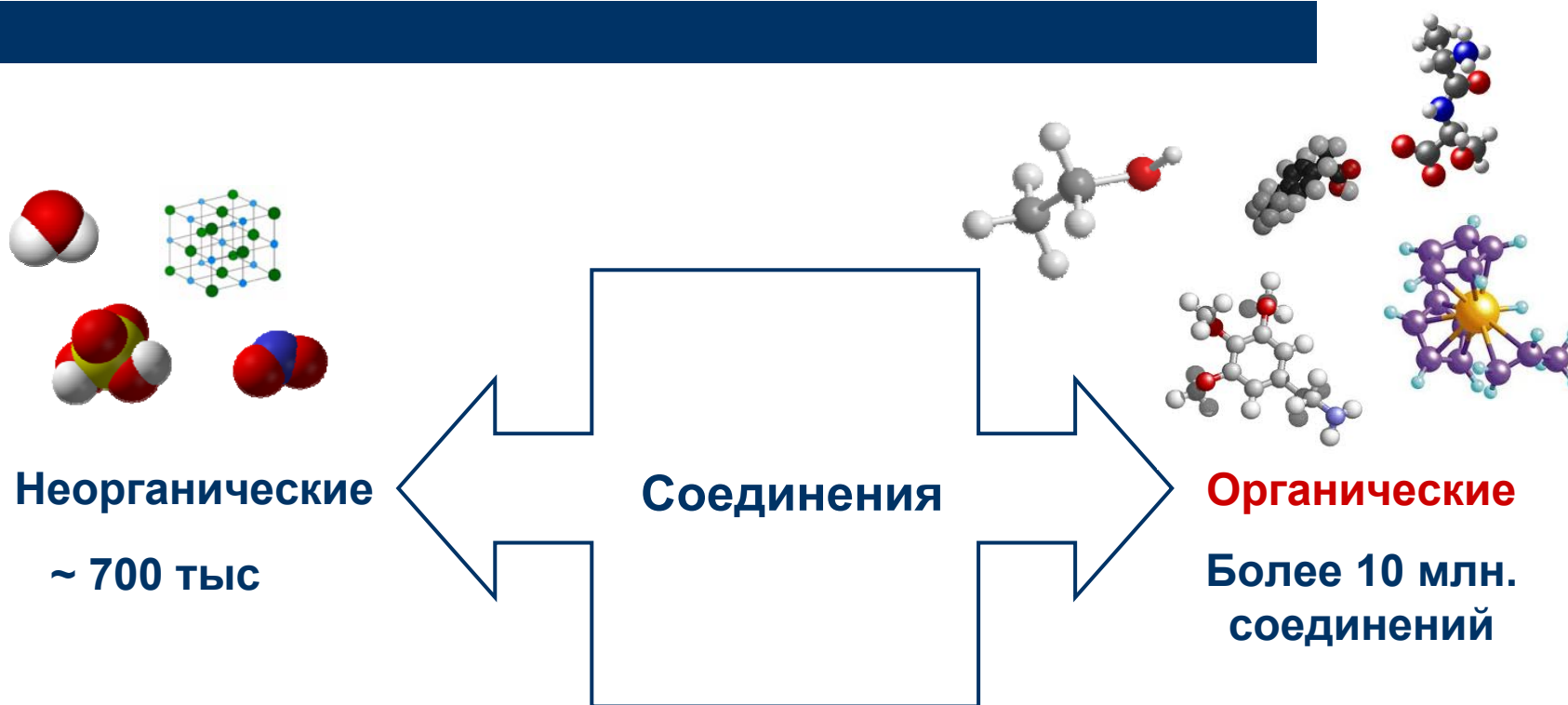
- рекомбинантная ДНК
- рекомбинантные белки
- клеточные культуры



Возможные способы применения массовой культуры водорослей



Классификация соединений



Почему существует такое большое число органических веществ, устойчивых к физико-химическим условиям нашей планеты?

Свойства углерода

- 1) Наличие на внешнем энергетическом уровне (2s и 2p) четырех электронов:

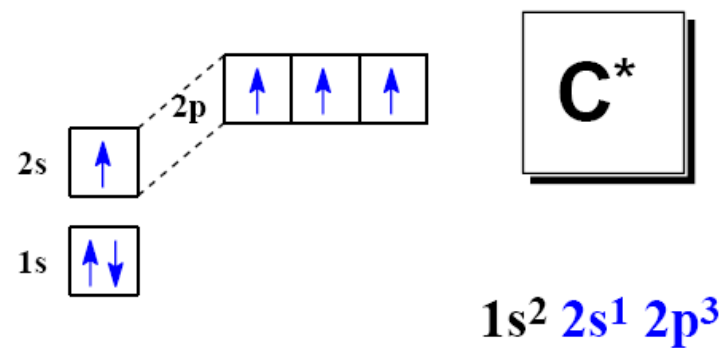
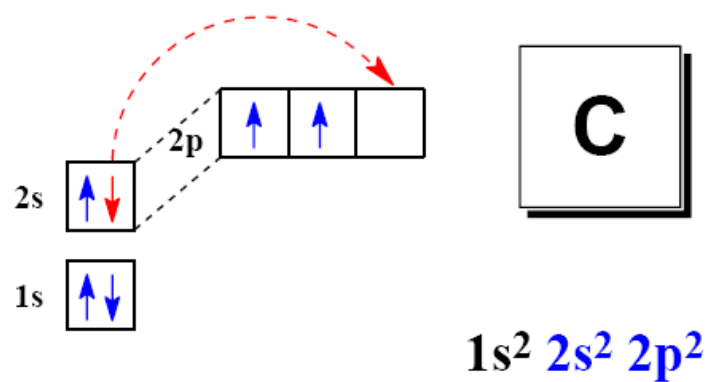


Поэтому атом углерода не склонен ни терять, ни приобретать свободные электроны с образованием ионов

- 2) Малый размер атома (в сравнении с другими элементами IV группы):

Элемент	Атомный радиус, нм	Элемент	Атомный радиус, нм	Элемент	Атомный радиус, нм
C	0,077	Ge	0,139	Pb	0,175
Si	0,133	Sn	0,158		

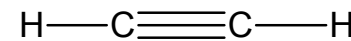
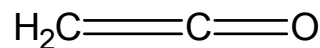
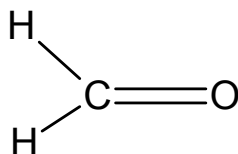
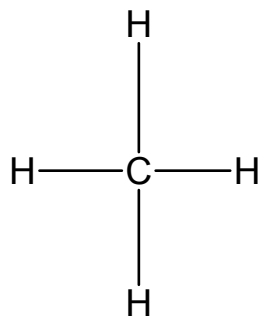
Электронная структура углерода



Многообразие органических соединений: Свойства углерода

Углерод обладает **уникальной совокупностью** свойств:

1) **Четырехвалентность**



2) Способность образовывать длинные цепи и кольца, **изомеризация**

Изомерия – это явление существования соединений, имеющих одинаковый качественный и количественный состав, но различное строение и, следовательно, разные свойства.

3) Образование связи с атомами других элементов (O, N, P, S, Hal)

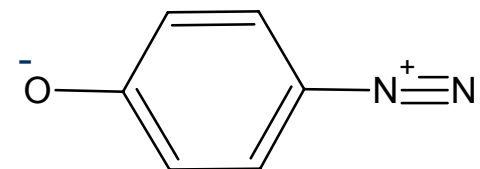
Многообразие органических соединений: продолжение

- 3) Элементы обнаруживают присущую им валентность и также не изменяется их способность образовывать кратную связь.
- 4) N, O, S и другие элементы, способные образовывать более чем одну одинарную связь, все еще сохраняют свою способность связываться с другими элементами помимо углерода.
- 5) В состав органических молекул может входить групп, которая других случаях была бы слишком неустойчивой, чтобы существовать

Диазогруппа N_2^+

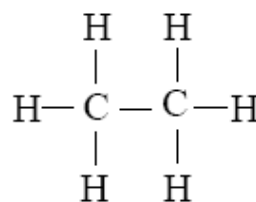


бензолдiazонийхлорид

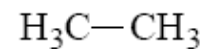


Способы изображения органических молекул

1) Структурные формулы

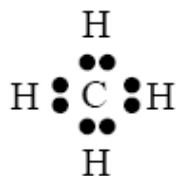


полная

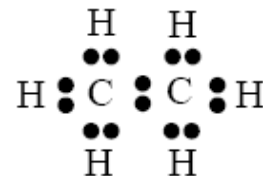


сокращенная

2) Электронные формулы

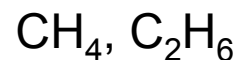


метан



этан

3) Эмпирические формулы



Теории органических соединений

1) Теория витализма (Й.Я. Берцелиус)

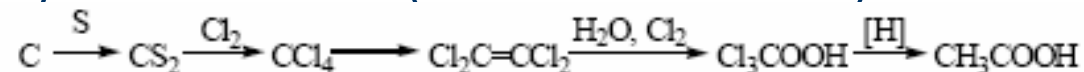
Органические вещества образуются лишь в живых организмах под влиянием особой «жизненной силы» («vis vitalis» – жизненная сила (лат.))

Возражения:

- Синтез мочевины (Ф. Велер 1828 г.)



- Синтез уксусной кислоты (А. Кольбе 1847 г.)



- Синтез природных аналогов жиров (М. Бертло 1853-1854 гг.)
- Синтез метана (М. Бертло 1856 г.)



Теории органических соединений

2) Теория радикалов (Ж.Дюма, Ю.Либих, Й.Берцелиус)

Превращения органических соединений протекают так, что некоторые группы атомов (радикалы), не изменяясь, переходят из одного органического соединения в другое.

3) Теория типов (О.Лоран, Ш.Жерар, Ж.Дюма)

Классификация органических веществ по типам превращений:

- тип водорода – углеводороды;
- тип хлороводорода – галогенопроизводные;
- тип воды – спирты, эфиры, кислоты и их ангидриды;
- тип аммиака – амины.



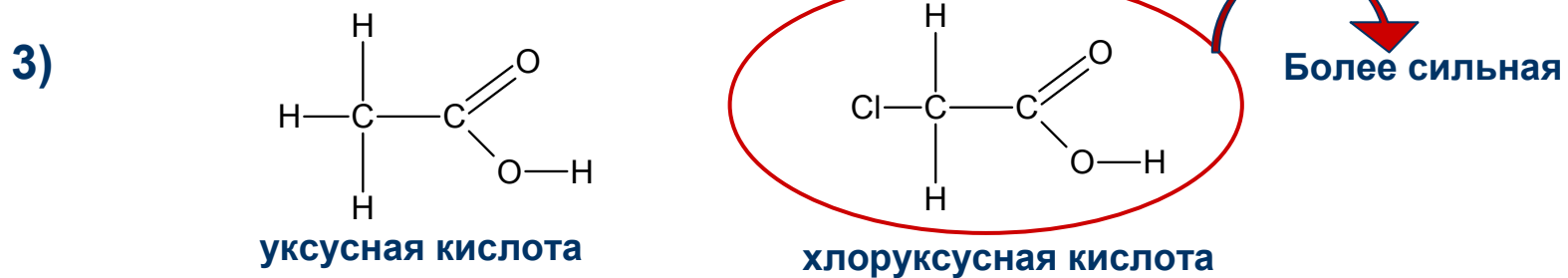
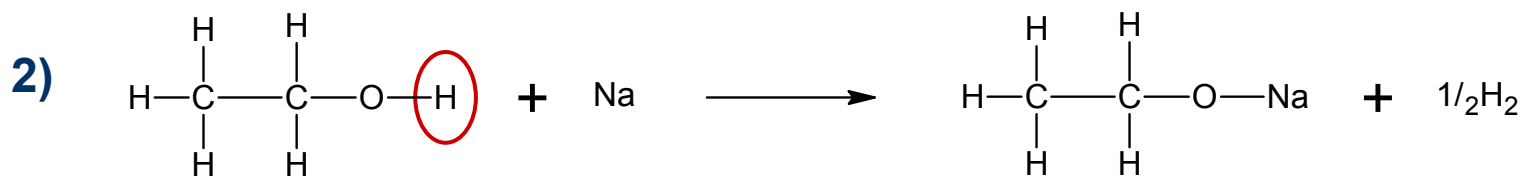
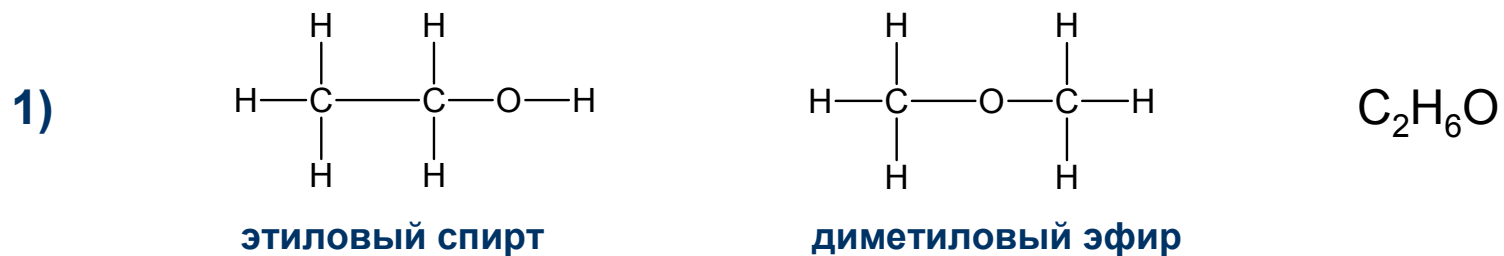
Теория А.М. Бутлерова (1861 г.)

«**Всякое органическое соединение имеет единственную (!) химическую формулу, отражающую порядок связывания атомов в молекуле и определяющую его свойства (!!)**»

Основные положения:

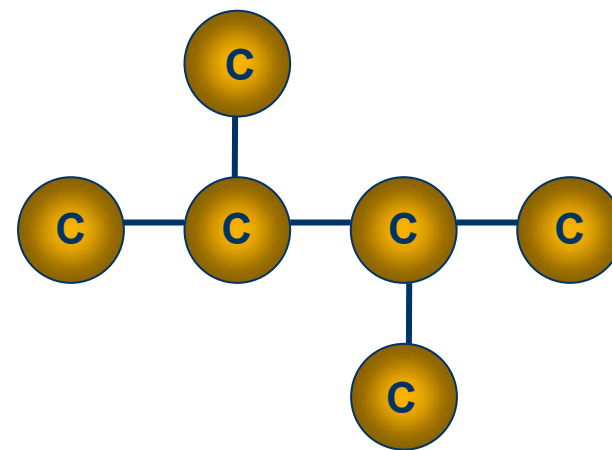
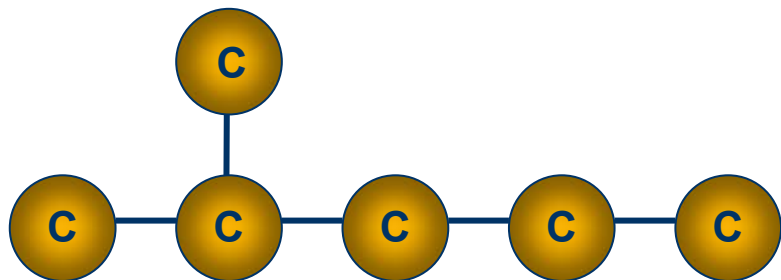
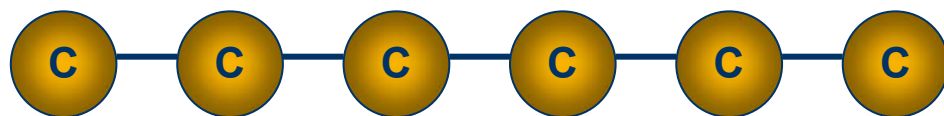
- 1) Атомы в молекулах соединены друг с другом в определённой последовательности. Изменение этой последовательности приводит к образованию нового вещества с новыми свойствами.
- 2) Соединение атомов происходит в соответствии с их валентностью.
- 3) Свойства веществ зависят не только от их состава, но и от химического строения, то есть от порядка соединения атомов в молекулах и характера их взаимного влияния. Наиболее сильно влияют друг на друга атомы, непосредственно связанные между собой.

Примеры

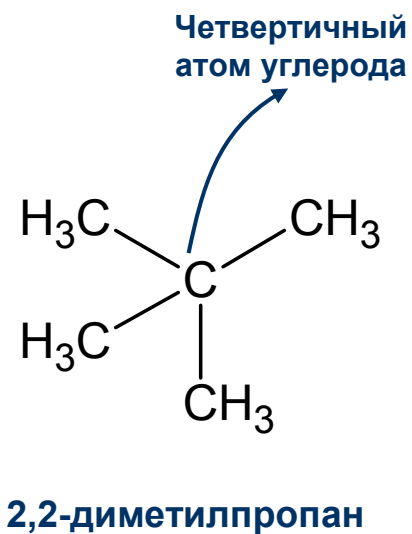
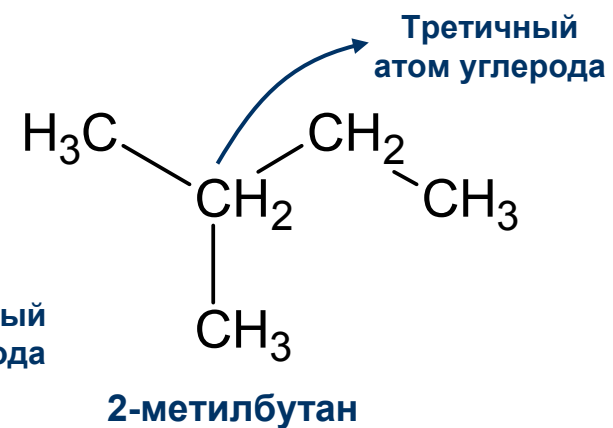
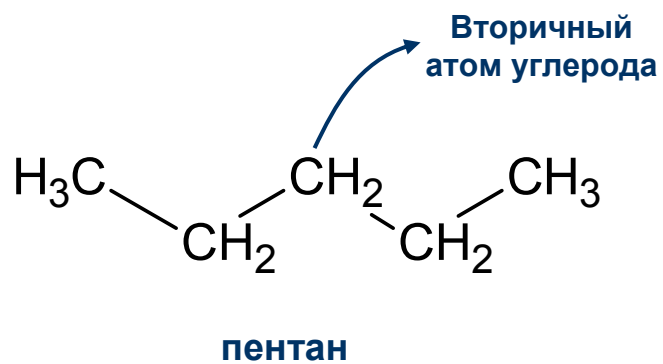


Изомерия углеродного скелета

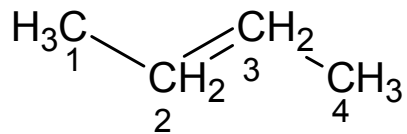
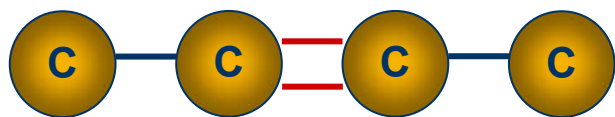
Углеродный скелет (углеродная цепь) - последовательность химически связанных между собой атомов углерода.



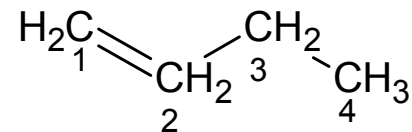
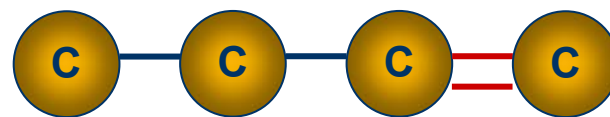
Изомерия углеродного скелета



Изомерия положения: кратная связь



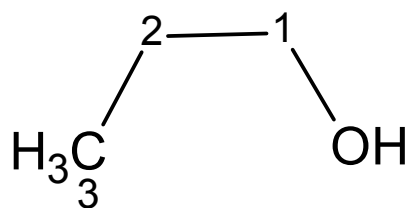
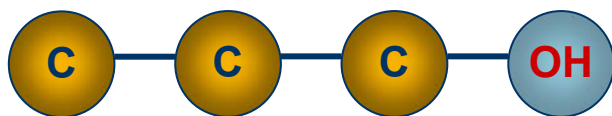
Бутен-2



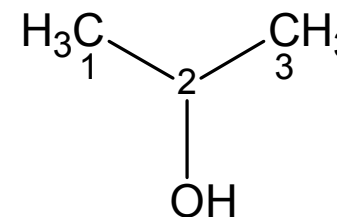
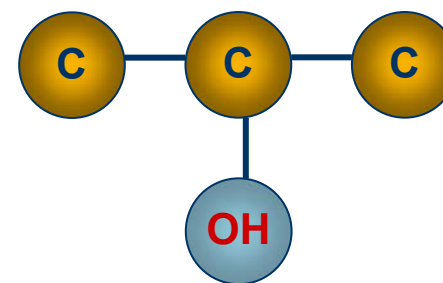
Бутен-1

Изомерия положения: функциональная группа

Функциональная группа - атом или группа атомов, определяющие принадлежность соединения к определенному классу и ответственные за его химические свойства.



Пропанол

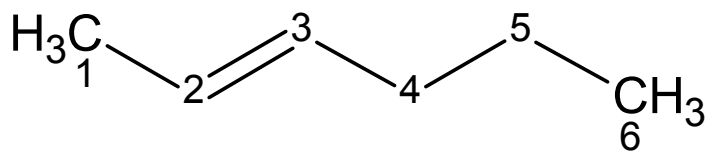


2-Пропанол

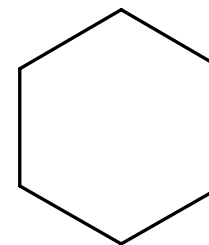
(изопропиловый спирт)

Изомерия цепь-цикл

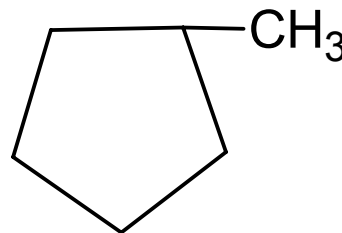
Циклические соединения - соединения с замкнутой углеродной цепью.



Гексен-2

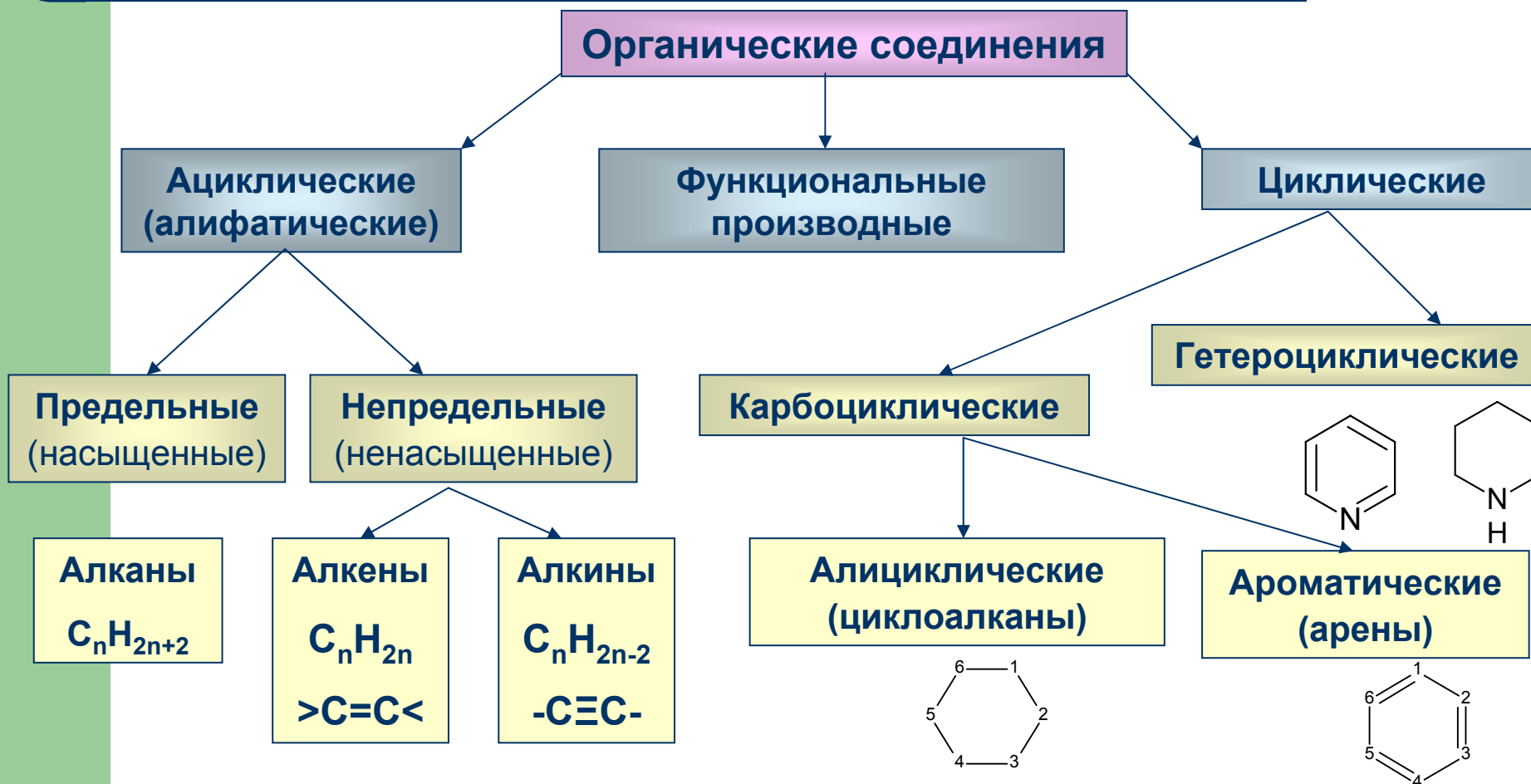


Циклогексан



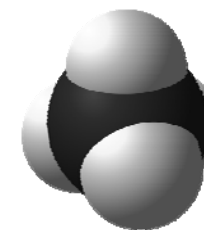
Метилциклопентан

Классификация органических соединений



Ациклические соединения

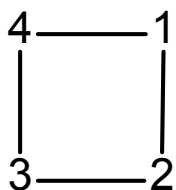
Алканы – гомологический ряд метана CH_4



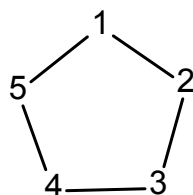
Формула состава	Структурная формула линейных молекул	Температура кипения	Название углеводорода	Радикал (алкильная группа)
Газы				
CH_4	CH_4	$-161,6^\circ$	Метан	- CH_3 метил
C_2H_6	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	$- 88, 6^\circ$	Этан	- $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$ этил
C_3H_8	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$- 42,1^\circ$	Пропан	- $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ пропил
C_4H_{10}	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$-0,5^\circ$	<i>n</i> -Бутан	- $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ <i>n</i> - бутил
Жидкости				
C_5H_{12}	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$+ 36, 1^\circ$	<i>n</i> -Пентан	- $\text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$ <i>n</i> - пентил
C_6H_{14}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$	$+ 68, 7^\circ$	<i>n</i> -Гексан	- $\text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$ <i>n</i> - гексил
C_7H_{16}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$	$+ 98, 5^\circ$	<i>n</i> -Гептан	- $\text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$ <i>n</i> - гептил
C_8H_{18}	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$	$+ 125, 6^\circ$	<i>n</i> -Октан	- $\text{CH}_2 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$ <i>n</i> - октил

Циклические соединения

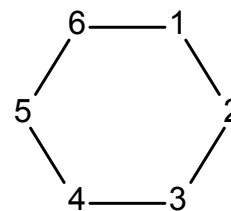
1) Карбоциклические



Циклобутан

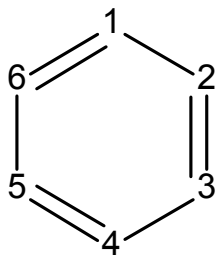


Циклопентан

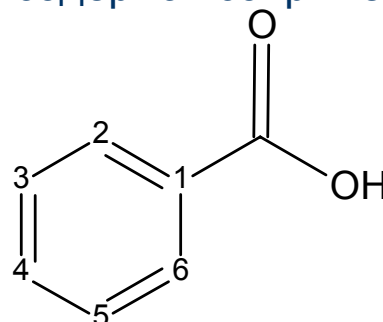


Циклогексан

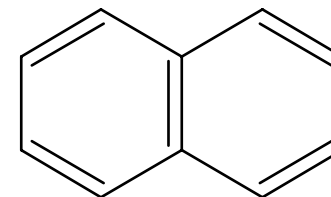
2) Ароматические — содержат сопряженные двойные связи



Бензол



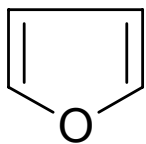
Бензойная кислота



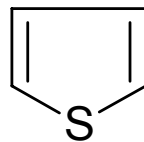
Нафталин

Гетероциклические соединения

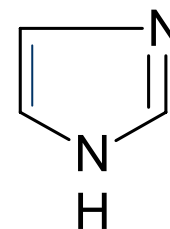
Содержат в составе циклического скелета кроме атомов углерода один или несколько гетероатомов (N, S, O)



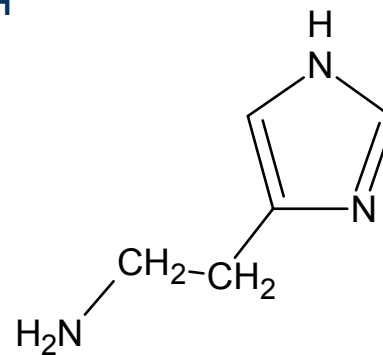
Фуран



Тиофен

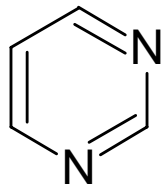


Имидазол



Гистамин
(4-(2-Аминоэтил)-имидазол)

Гетероциклические соединения

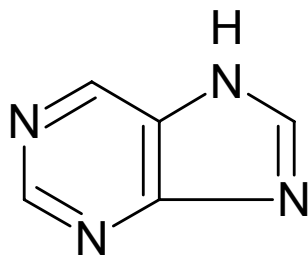
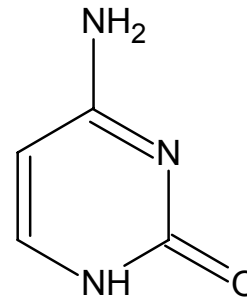


Пиримидин

Цитозин

Урацил

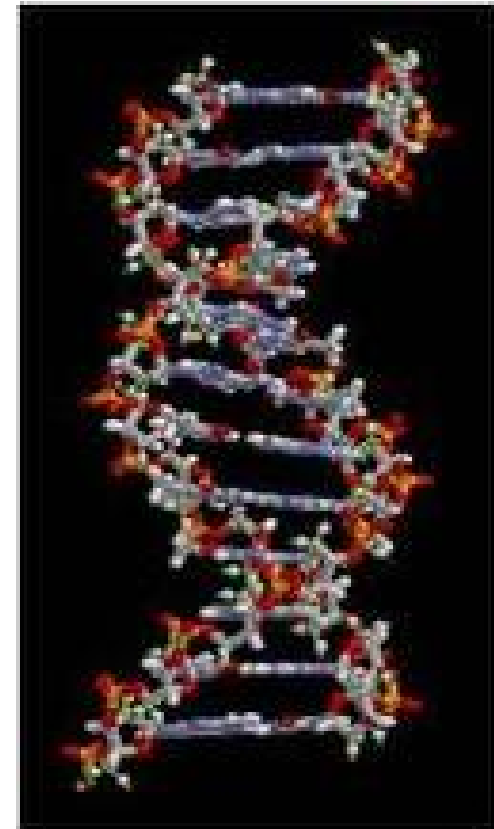
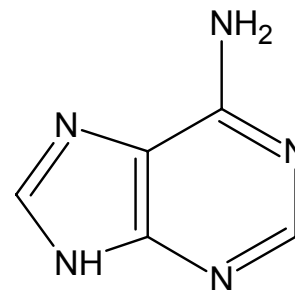
Тимин



Пурин

Аденин

Гуанин



Функциональные соединения: некоторые функциональные группы

Функциональная группа		Класс соединений		
Формула	Название	Название класса	Общая формула класса	Примеры
-Hal (-F, -Cl, -Br, -I)	Галогены	Галоген-производные	R-Hal	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl}$
-OH	Гидроксильная	Спирты, фенолы	R-OH, Ar-OH	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ 
-O-	Окси Эфирный кислород	Простые эфиры	R-O-R'	$\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3$ 
-NH ₂ >NH >N-	Амино	Первичные амины Вторичные амины Третичные амины	R-NH₂ R₂NH R₃N	 
-SH	Меркапто	Тиолы (меркаптаны)	R-SH	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SH}$

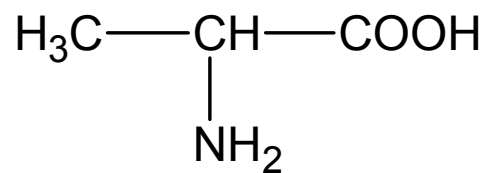
Функциональные соединения: некоторые функциональные группы

Функциональная группа		Класс соединений		
Формула	Название	Название класса	Общая формула класса	Примеры
-NO	Нитрозогруппа	Нитрозосоединения	R-NO	
-NO ₂	Нитрогруппа	Нитросоединения	R-NO ₂	
>C=O	Карбонил	Альдегиды Кетоны	R-CH=O R-CO-R'	
	Карбоксил	Карбоновые кислоты	R-COOH	

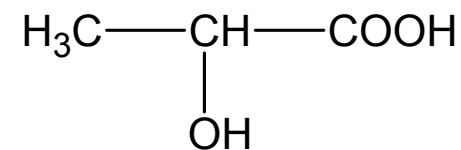
Функциональные соединения: некоторые функциональные группы

Функциональная группа		Класс соединений		
Формула	Название	Название класса	Общая формула класса	Примеры
	Алкокси-карбонил	Сложные эфиры	R-COOR'	
	Карбамоил	Амиды	R-CONH₂	
	Сульфо	Сульфоновые кислоты	R-SO₃H	

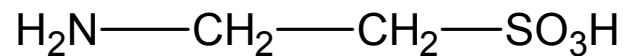
Гетерофункциональные соединения



L-аланин



Молочная кислота



Таурин

Номенклатура органических соединений

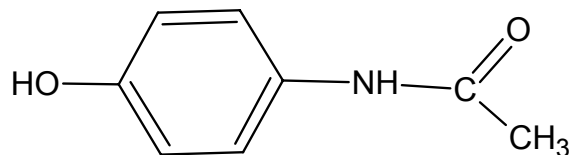
Номенклатура – это система терминов, обозначающих строение веществ и пространственное расположение атомов в их молекулах

- 1) **Рациональная**: сложное вещество рассматривается как производное более простого, получаемого путем замены водорода на другие атомы или атомные группы
- 2) **Заместительная** (IUPAC*, женеvская): название соединения строится как сложное слово, состоящее из корня (родоначальное название), префиксов и суффикса, характеризующих число и характер заместителей, степень насыщенности; при необходимости указываются локанты

* International Union of Pure and Applied Chemistry, Женева 1892 г.

Важность номенклатуры для биологов

1) *p*-гидроксиацетанилид



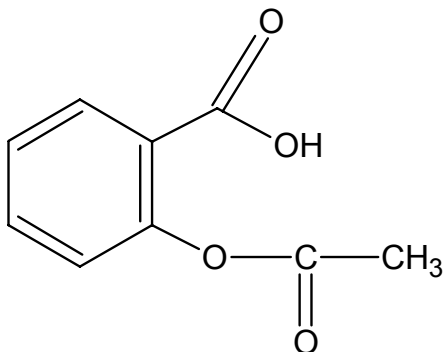
Парацетамол

Панадол

Тайленол

Эффералган

2) Ацетилсалициловая кислота



Аспирин

Анопирин

Аспро

Ацетилин

Новандол

Методы исследования органических соединений

- 1) **Элементный анализ:** определение **брутто-формулы**
- 2) **Методы аналитической химии:** определение функциональных групп
- 3) **ИК-спектроскопия:** определение функциональных групп
- 4) **УФ-спектроскопия:** характеристика конъюгированных π-систем
- 5) **Электронная спектроскопия:** определение ароматических групп, кратных связей, исследование **таутомерии**
- 6) **Масс-спектроскопия:** определение молекулярного веса вещества, определение функциональных групп
- 7) **Ядерный магнитный резонанс (ЯМР):** исследование формы углеродного скелета молекулы, определение положения атомов С, Н, F, Р. Изучение пространственного строения молекул, их динамики
- 8) **Рентгеноструктурный анализ:** характеристика взаимного расположения центров атомов и углов между связями