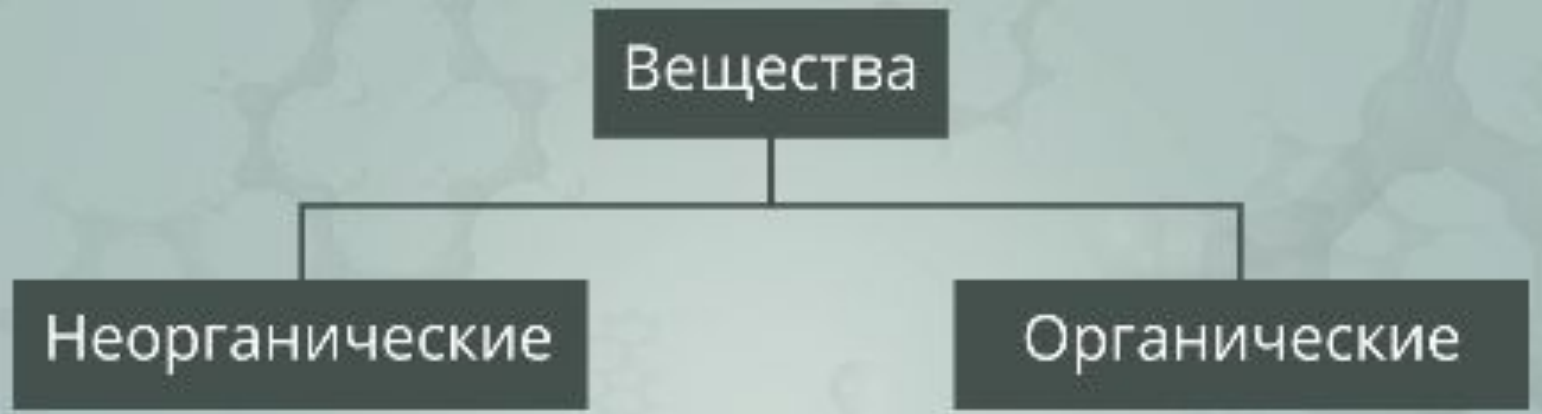
Предмет органическая химия

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ

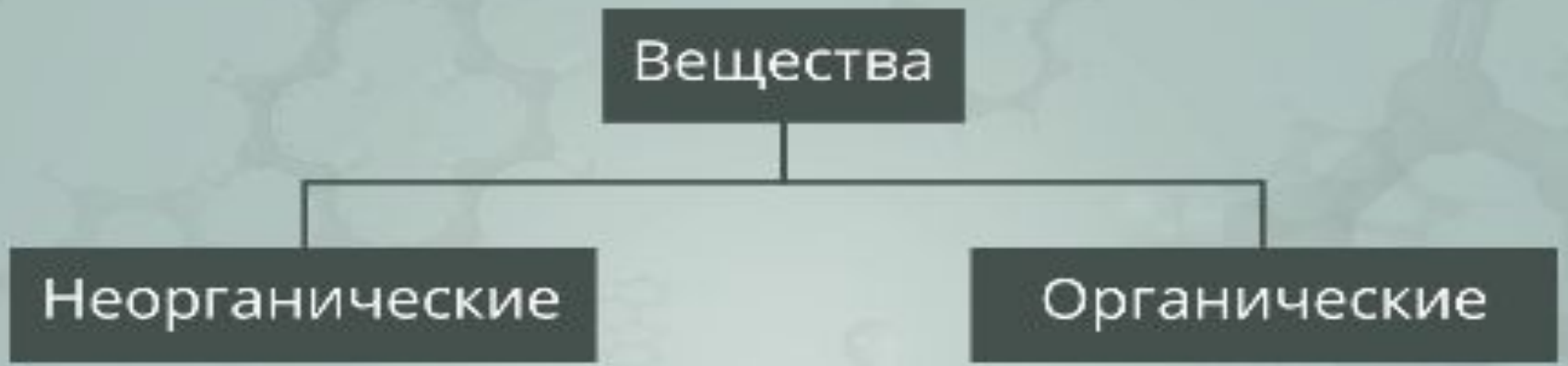


Органическая химия — это химия соединений углерода, *органических соединений*. Первоначально органическими называли только вещества, получаемые из живых организмов, однако затем так стали называть все соединения углерода, как природные, так и синтетические. Но сам углерод в форме простого вещества, а также оксиды углерода, соли угольной кислоты, синильную кислоту HCN традиционно относят к веществам неорганическим. На самом деле абсолютно чёткую границу между неорганическими и органическими соединениями провести нельзя[1].

Органическая химия изучает строение органических веществ, способы их получения, химические свойства и практическое применение. Органические вещества обладают рядом характерных свойств, которые отличают их от неорганических.

Главная особенность органических веществ состоит в том, что их очень много — более 100 миллионов — и они обладают колоссальным разнообразием. В состав большинства из них входят четыре элемента — углерод, водород, кислород и азот. Кроме них органические вещества могут содержать атомы серы, фосфора, галогенов и других элементов, в том числе металлов. Почти все органические вещества имеют молекулярное строение, их молекулы образованы ковалентными неполярными или слабополярными химическими связями, поэтому многие органические вещества нерастворимы в воде.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ



Признаком классификации послужило наличие в веществах атомов химического элемента углерода

Некоторые неорганические вещества обладают признаками органических веществ и могут превращаться в органические в одну стадию (карбиды, угарный газ и другие)

ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Общие признаки органических веществ

1. Наличие в составе молекулы атомов углерода
2. Большинство способны гореть и (или) разлагаться с образованием углеродсодержащих продуктов
3. Наличие в молекуле только ковалентных связей
4. Непосредственное соединение углерода с атомами других элементов: $CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$
5. Валентность углерода равна IV

Органические вещества, как правило, горючи и при нагревании разлагаются.

Для определения состава органических веществ используют разнообразные методы, простейший из которых состоит в анализе продуктов сгорания вещества (рис. 28). Если органическое соединение содержит только углерод, водород, кислород и азот, то при его полном сгорании образуются углекислый газ, азот и вода. Определив количества этих веществ, можно найти соотношение элементов в исходном веществе и вывести его *простейшую* (*эмпирическую*) формулу. Для того чтобы узнать *молекулярную* формулу, надо определить молярную массу. Это можно сделать, испарив при нагревании навеску вещества и измерив давление газа.

ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Йенс Якобс Берцелиус

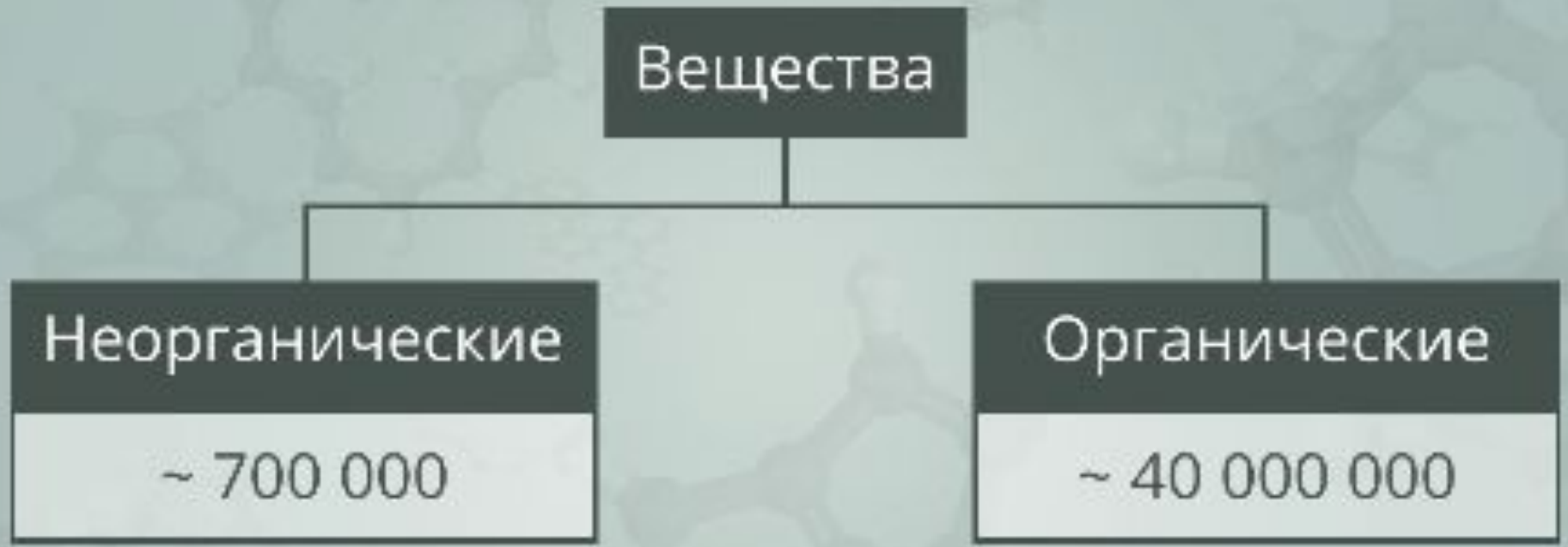
> Органическая химия – химия растительных или животных веществ, образующихся под влиянием «жизненной силы» – vis vitalis

ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Карл Шорлеммер

> Органическая химия есть химия углеводородов и их производных

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ



ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Два элемента могут образовать между собой несколько разных неорганических соединений. Приведите пример таких элементов, напишите формулы соединений.
2. Назовите три причины многообразия органических веществ.
3. Каков минимальный размер циклического углеродного скелета?
4. Изобразите структурные формулы всех возможных углеводородов, углеродный скелет которых содержит три атома. Сколько из них предельных, а сколько непредельных?
5. В таблице указана энергия связей между атомами углерода и азота различной кратности. Заполните пустые клетки в таблице.

Задание 1.

- H_2O_2 H-O-O-H

H_2O H-O-H

ПРИЧИНЫ МНОГООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Причин многообразия органических веществ несколько:

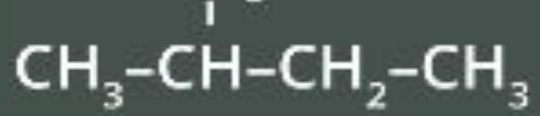
Цепи атомов углерода (от 1 до 100 атомов)

Линейные

$CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$

Циклические

Разветвлённые



ПРИЧИНЫ МНОГООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Гомологический ряд – это ряд соединений, сходных по строению и свойствам и расположенных в порядке увеличения их относительных молекулярных масс

Гомологи – это вещества, имеющие сходное строение и отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп **$-CH_2-$ (гомологическую разность)**

ПРИЧИНЫ МНОГООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Гомологический ряд метана
C_nH_{2n+2}

- CH_4 – метан
- C_2H_6 – этан
- C_3H_8 – пропан
- C_4H_{10} – бутан

Номенклатура алканов

Формула алкана	Название	Алкильный радикал	Название
CH_4	Метан	CH_3	Метил
C_2H_6	Этан	C_2H_5	Этил
C_3H_8	Пропан	C_3H_7	Пропил
C_4H_{10}	Бутан	C_4H_9	Бутил
C_5H_{12}	Пентан	C_5H_{11}	Пентил
C_6H_{14}	Гексан	C_6H_{13}	Гексил
C_7H_{16}	Гептан	C_7H_{15}	Гептил
C_8H_{18}	Октан	C_8H_{17}	Октил
C_9H_{20}	Нонан	C_9H_{19}	Нонил
$C_{10}H_{22}$	Декан	$C_{10}H_{21}$	Децил
C_nH_{2n+2}	Алкан	C_nH_{2n+1}	Алкил

ПРИЧИНЫ МНОГООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Углерод может соединяться с различными элементами

ПРИЧИНЫ МНОГООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

ПРИЧИНЫ МНОГООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Изомерия – явление существования разных веществ-изомеров, имеющих одинаковый количественный и качественный состав, но разное строение и потому разные свойства

ПРИЧИНЫ МНОГООБРАЗИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Изомеры
C_2H_6O

Этиловый спирт
$CH_3–CH_2–OH$

Жидкость, $t_{кип}$ = 78,4 °C
хорошо растворим в воде,
взаимодействует со
щелочными металлами

Диметиловый эфир
$CH_3–O–CH_3$

Газ, $t_{кип}$ = –24 °C,
нерастворим в воде,
не взаимодействует со
щелочными металлами

Задача. При сгорании 1,56 г органического вещества образовалось 3,96 г углекислого газа, 0,42 г азота и 0,54 г воды. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что его молярная масса равна 104 г/моль.

Решение.

Найдём количества веществ — продуктов сгорания:

$\nu = m : M$; $\nu(CO_2) = 3{,}96$ г : 44 г/моль = 0,09 моль;

$\nu(H_2O) = 0{,}54$ г : 18 г/моль = 0,03 моль;

$\nu(N_2) = 0{,}42$ г : 28 г/моль = 0,015 моль.

Определим теперь количества элементов, входящих в состав исходного вещества:

$\nu(C) = \nu(CO_2) = 0{,}09$ моль;

$\nu(H) = 2\nu(H_2O) = 2 \cdot 0{,}03$ моль $= 0{,}06$ моль;

$\nu(N) = 2\nu(N_2) = 2 \cdot 0{,}015$ моль $= 0{,}03$ моль.

Проверим, не входил ли в состав вещества кислород. Для этого найдём суммарную массу азота, водорода и углерода и сравним с массой исходного образца:

$m = \nu M$;

$m(C) = 0{,}09$ моль $\cdot\, 12$ г/моль $= 1{,}08$ г;

$m(H) = 0{,}06$ моль $\cdot\, 1$ г/моль $= 0{,}06$ г;

$m(N) = 0{,}03$ моль $\cdot\, 14$ г/моль $= 0{,}42$ г;

$m_{общ} = 1{,}08 + 0{,}06 + 0{,}4 = 1{,}56$ г.

Это значение совпадает с массой исходного образца, значит, кис-

лорода в анализируемом веществе нет.

Для определения простейшей формулы найдём молярное отношение элементов: $\nu(C) : \nu(H) : \nu(N) = 0{,}09 : 0{,}06 : 0{,}03 = 3 : 2 : 1$. Простейшая формула — C_3H_2N. Найдём соответствующую ей молярную массу: $M(C_3H_2N) = 52$ г/моль. Молярная масса вещества — 104 г/моль — в 2 раза больше, поэтому молекулярная формула вещества равна удвоенной простейшей: $C_6H_4N_2$.

Ответ. $C_6H_4N_2$.

Для идентификации вещества определяют его физические свойства: температуры плавления и кипения, плотность, показатель преломления, растворимость в различных растворителях — и сравнивают полученные результаты со справочными данными.

Органическая химия — один из важнейших разделов химии. Большинство органических веществ в настоящее время получают искусственно и лишь некоторые выделяют из природного сырья. Основные природные источники органических соединений — нефть, природный газ, каменный уголь и биомасса.

Прикладное значение органической химии огромно — ведь среди органических веществ есть пластмассы, лекарства, пищевые продукты, топливо. Важно помнить, что одно и то же вещество может принести обществу и конкретному человеку не только пользу, но и вред. Например, создание нового вида топлива полезно для транспортной промышленности, но обычно вредно для окружающей среды. Применение лекарства приносит облегчение больному, но может и оказать вред при неправильном использовании. Новые взрывчатые вещества необходимы для горной промышленности, но могут быть использованы и в военных целях. Любые вещества, созданные химиками, могут приносить как большую пользу, так и серьёзный вред, в зависимости от того, в какие руки они попадают. Положительное или отрицательное значение органической химии определяется не самой наукой, а людьми, одни

из которых понимают законы развития природы и общества, а другие нет. В законах органической химии нет нравственных принципов, поэтому на химиков ложится особая ответственность за последствия применения органических веществ. Так, на химическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова студенты-первокурсники принимают Клятву химика, в которой обязуются не применять полученные ими знания во вред людям.

Органическая химия представляет собой самостоятельную область знания, в основе которой лежат теория химического строения органических соединений, стереохимия, изучающая пространственное расположение атомов, и квантовая химия, объясняющая электронное строение молекул. Современные методы органического синтеза в сочетании с применением компьютеров для молекулярного дизайна и разработки стратегии синтеза позволяют получать любые заданные вещества, в том числе и такие, каких никогда не было в природе. Химики-органики могут сконструировать из атомов углерода куб, «пропеллер», «бутерброд» из углеродных колец, «клетку» для молекул и ионов (кавитанд), молекулярный переключатель — словом, всё что угодно (рис. 29).

Несмотря на то что многие подобные структуры выглядят привлекательно с эстетической точки зрения, далеко не все из них имеют практическое значение. Поэтому несколько десятилетий

назад химики задались вопросом: «Синтезировать можно всё что угодно, но нужно ли это?» Основная задача современной органической химии — поиск и получение полезных веществ, в том числе веществ с заранее заданными свойствами — лекарственных препаратов, катализаторов, материалов для электроники, строительных материалов, новых видов топлива. В современной жизни научные аспекты органической химии диктуются практическими потребностями общества.

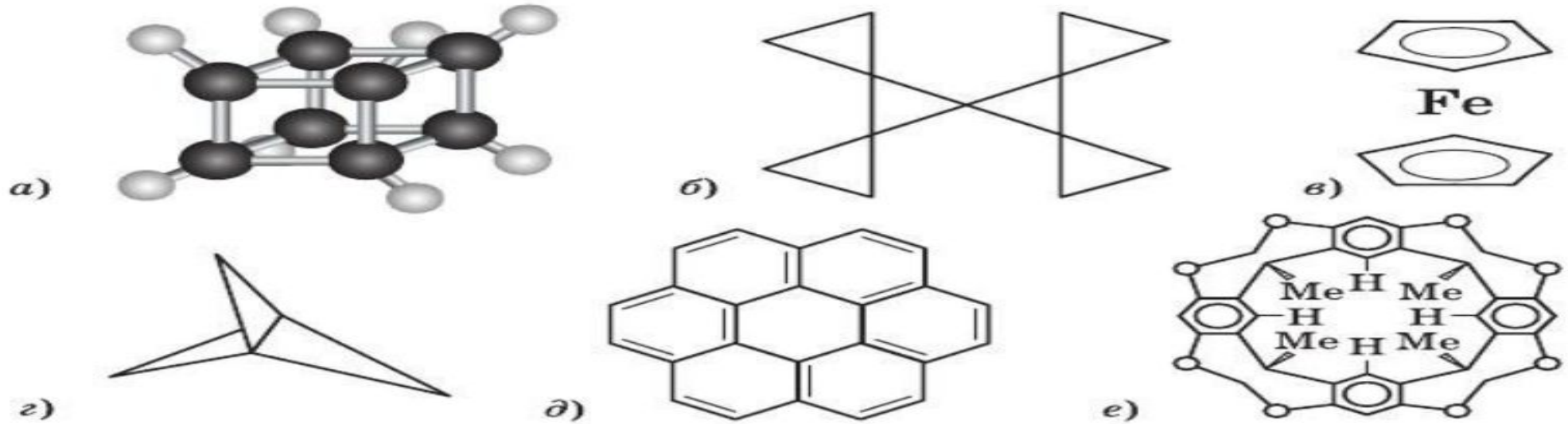


Рис. 29. Примеры необычных, не существующих в природе структур, синтезированных химиками-органиками:
а — кубан C_8H_8; *б* — триангулан $C_{13}H_{16}$; *в* — ферроцен $(C_5H_5)_2Fe$;
г — пропеллан C_5H_6; *д* — коронен $C_{24}H_{12}$; *е* — кавитанд $C_{36}H_{32}O_8$

8. Определите простейшую формулу углеводорода, содержащего 83,33% углерода.
9. Найдите формулу углеводорода, содержащего 85,71% углерода по массе, плотность паров которого в 3 раза выше плотности азота.