



российский  
учебник

А Л Г О Р И Т М   У С П Е Х А

Н.Е. Кузнецова  
Н.Н. Гара

Х<sub>e</sub>

И

М<sub>g</sub>

И

Я

10

КЛАСС

**Базовый уровень**

Учебник для учащихся  
общеобразовательных  
организаций

Рекомендовано  
Министерством образования и науки  
Российской Федерации

*5-е издание, стереотипное*



Москва  
Издательский центр  
«Вентана-Граф»  
2019

УДК 373.167.1:54  
ББК 24я72  
К89

### Учебник включён в Федеральный перечень

**Кузнецова Н.Е.**

К89 Химия : 10 класс : базовый уровень : учебник для учащихся общеобразовательных организаций / Н.Е. Кузнецова, Н.Н. Гара. — 5-е изд., стереотип. — М. : Вентана-Граф, 2019. — 320 с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-360-10232-8

Учебник входит в систему учебно-методических комплектов «Алгоритм успеха», предназначен для обучения химии в образовательных организациях на базовом уровне. Разделение текста на основной и дополнительный позволит использовать его также в образовательных организациях среднего профессионального образования. Учебник содержит задания, расчётные задачи, темы проектной деятельности для обучающихся.

Соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования (2012 г.).

УДК 373.167.1:54

ББК 24я72

### Условные обозначения



Подумайте перед уроком или в ходе урока



Химический эксперимент



Ответ найдёте в тексте учебника



Прочитайте параграф и подумайте



Сложное задание



Творческое задание или проект



Работайте с товарищем или в группе



Вам поможет компьютер

ISBN 978-5-360-10232-8

© Кузнецова Н.Е., Гара Н.Н., 2010

© Издательский центр «Вентана-Граф», 2010

© Кузнецова Н.Е., Гара Н.Н., 2015, с изменениями

© Издательский центр «Вентана-Граф», 2015,

с изменениями

# Предисловие

Дорогие старшекласники!

В основной школе вы познакомились с важнейшей областью химической науки – неорганической химией, с её основными объектами: химическими элементами, веществами, химическими реакциями – и с её фундаментальными понятиями, законами и теориями. Вы изучали ведущие теоретические основы химии – периодический закон и Периодическую систему Д.И. Менделеева, а также электронную теорию строения веществ, которые будут необходимы вам и для изучения химии в старших классах. В 8–9 классах вы получили представление не только о теоретической, но и о прикладной стороне этой науки. Вы поняли огромную значимость данной науки, её проникновение во все области нашей жизни. Она позволила вам глубже познать окружающий мир, правильно применять вещества и материалы в быту. Полученные вами из курса химии в 8 и 9 классах знания, умения и своё позитивное отношение к миру веществ вы будете активно использовать при дальнейшем изучении химии в старших классах.

В 10 классе общеобразовательной школы вам предстоит изучать органическую химию, имеющую много общих понятий и теоретических представлений с неорганической химией, но в то же время – свою специфику и свой предмет изучения, которые выделяют её в самостоятельную область науки, очень тесно связанную с жизнью.

Кроме собственно химического содержания, направленного на усвоение основ органической химии, в курс химии для 10 класса авторами включены вопросы, обеспечивающие понимание научной картины природы; исторические сведения, отражающие этапы становления и развития органической химии как науки; экологические вопросы, связанные с производством и применением органических веществ, с современным синтезом важнейших органических соединений, которые имеют огромное практическое значение, с проблемами окружающей среды; вы познакомитесь с основами химии живого с опорой на знания курса биологии, с включением некоторых медицинских аспектов, отражающих участие органической химии в сохранении и преобразовании окружающей среды, жизни и здоровья человека, в формировании здорового образа жизни.

Учебник для 10 класса – двухуровневый. *Первый уровень* ориентирован на федеральный государственный образовательный стандарт базового уровня – его содержание является обязательным для всех учащихся.

*Второй уровень* предназначен для учеников, которые хотят более глубоко изучить отдельные вопросы школьного курса химии, а также для обучающихся средних профессиональных образовательных организаций нехимического направления. Этот материал дан шрифтом, отличным от основного.

После каждой главы учебника приводится дополнительный материал теоретического, прикладного, биохимического, медицинского и исторического характера, предназначенный всем любознательным ученикам.

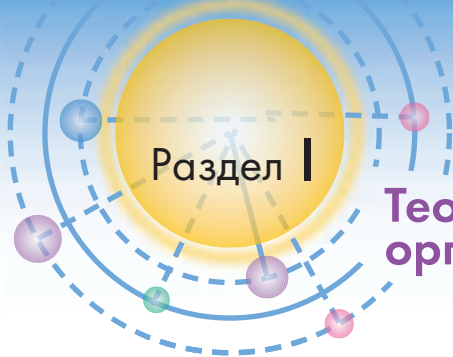
Для актуализации знаний, служащих опорой для изучения нового материала, и выработки умений использовать их на практике в начале каждого параграфа вам предложены вопросы и задания, дифференцированные по уровню сложности.

Курс химии 10 класса начинается блоком теоретического материала о строении атома, состоянии электронов в атоме. На этой основе рассматривается строение органических соединений и их реакции, далее учебный материал разделов и тем изложен по принципу «от общего к частному». Для развития ваших творческих способностей в текст параграфов включены проблемные задания. Проверить, как усвоен материал, вам помогут помещённые в конце параграфов вопросы и задания, которые различаются по уровню сложности. В них включены межпредметные проблемы и комплексные творческие задания, которые дают возможность реализовать ваш творческий потенциал, повышают интерес к органической химии.

Обобщающие выводы в конце глав, выделение в конце параграфов основных понятий, которые должны быть обязательно усвоены, классификационные схемы, сравнительные и обобщающие таблицы способствуют пониманию и систематизации полученных знаний. Осознанно воспринять и усвоить учебный материал вам помогут рисунки, описания демонстрационных и лабораторных экспериментов, инструкции к практическим работам, алгоритмы решения качественных заданий и расчётных химических задач.

Вместе с тем вы должны понимать, что даже самый хороший учебник не обеспечит вам прочного и действенного усвоения данного курса, если в процессе его изучения вы не будете систематически работать самостоятельно над овладением этого курса химии, используя материалы дополнительной литературы, Интернета. Только в этом случае вы сможете свободно оперировать знаниями и применять их для решения разнообразных задач и проблем, а химия станет понятной, интересной и нужной независимо от того, какую вы выберете профессию.

Авторы учебника желают вам успехов в изучении увлекательного курса органической химии!



# Теоретические основы органической химии

## Глава 1. Введение в органическую химию

### §1

#### Органическая химия. Отличительные признаки органических соединений

? Какие органические вещества вам известны из повседневной жизни? Приведите примеры некоторых органических веществ. В чём их сходство?

Углерод — уникальный химический элемент, имеющий огромное значение в жизни природы. Углерод образует множество органических соединений. В настоящее время их число достигло десяти миллионов и продолжает расти. Всё живое на нашей планете — это мир элемента углерода. Начальным этапом появления жизни было первичное образование на земной поверхности **органических веществ**, из которых состоят все без исключения живые существа. Химия жизни — это химия углерода.

Из органических веществ состоит весь растительный и животный мир. Углеродные соединения составляют разнообразнейшие белки, жиры, углеводы, витамины, входящие в состав клеток и тканей живых организмов. Они являются основным компонентом пищи человека. Многие органические вещества и материалы стали необходимы людям.

Органическая химия прошла длительный путь исторического развития.

С древних времён человек использовал органические вещества для своих нужд. Позже он стал изучать их, постепенно создавая базу для возникновения органической химии как науки.

Такие органические вещества, как сахар, крахмал, жиры, спирт, уксус, природные красители и др., были известны человечеству с глубокой древности. Многие органические соединения были получены в Средние века. Но наиболее интенсивно открытие, изучение и получение новых веществ, особенно таких, которые не существуют в природе, происходило в последние столетия, когда органическая химия превратилась в самостоятельную науку. Иссле-

довательская деятельность учёных направлялась на поиск новых путей синтеза органических веществ, а также на развитие теоретических представлений об их строении и свойствах, о закономерностях протекания их химических реакций.

*Органическая химия* — большая самостоятельная область химии. Как наука она представлена постоянно развивающейся системой знаний о многочисленных и разнообразных соединениях углерода.

Поэтому, прежде чем приступить к систематическому изучению курса органической химии, следует уточнить, что же является предметом её исследования.

*Предметом органической химии* являются органические вещества, их строение и свойства, химические реакции, методы изучения и получения, а также возможные области практического применения этих веществ.

Чтобы понять и лучше усвоить, чем занимается органическая химия, важно дать её определение.



***Органическая химия* — раздел химической науки, изучающий соединения углерода и их превращения, за исключением простых соединений этого элемента (оксидов углерода —  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , угольной кислоты и её солей).**

В истории имели место разные определения этой науки.

Термин «органическая химия» впервые ввёл в науку известный шведский химик Й. Берцелиус в 1808 г., понимая под её предметом химию соединений углерода, а в 1889 г. немецкий химик К. Шорлеммер определил органическую химию как химию углеводородов и их производных.

Это и другие определения данной науки не являются строгими, так как трудно установить чёткую границу между неорганическими и органическими веществами, что подтверждают и их генетические связи. Кроме того, в состав органических веществ наряду с углеродом входит водород, часто — кислород и азот и несколько реже — галогены, сера, фосфор и другие химические элементы. В настоящее время активно развивается химия металлорганических соединений, имеющих большое практическое значение. Вместе с тем выделение органической химии в самостоятельную науку оказалось целесообразным, поскольку органические соединения и их реакции имеют свои особенности по сравнению с неорганическими веществами, а органическая химия имеет свой предмет, теории, специфические методы исследования и свой особый язык описания, т. е. она приобрела статус самостоятельной современной науки.

Органическая химия как химия углеродных соединений на современном этапе её развития переживает бурный период своего расцвета. Органические соединения составляют в настоящее время самую обширную область известных веществ, которых сейчас уже более пятнадцати миллионов, в то время как неорганических веществ менее одного миллиона. Органические вещества представлены соединениями, непосредственно созданными природой, но в ещё большей степени — синтетическими, созданными умом и руками человека. Большинство из них не встречается в природе.

Стремительному росту числа органических соединений способствует научно-технический и социально-экономический прогресс, вызывающий интенсивное развитие науки и промышленных технологий, а также постоянно растущие потребности человека в пище, одежде, лекарствах, обуви, тепле, в обустройстве жилища и т. д. Велики потребности в органических веществах различных производств, сельского хозяйства, строительства, культуры, индустрии развлечений, информационных и телекоммуникационных технологий, охраны окружающей среды и прочих областей жизнедеятельности. Удовлетворение всё возрастающих потребностей уже немислимо без разнообразных полимерных материалов (красителей, фармацевтических препаратов, пищевых добавок, новых моющих средств, нефтепродуктов и др.).

**Задание.** Приведите примеры применения органических соединений: а) в сельском хозяйстве; б) в промышленности; в) в быту; г) в искусстве; д) в медицине.

Число органических веществ и материалов быстро растёт также благодаря такому характерному для этой науки методу, как **органический синтез**.

На примере органической химии и технологии производства органических соединений особенно очевидна роль химии в создании «второй рукотворной природы», т. е. таких веществ и материалов, которые крайне необходимы современному человеку, но которые не созданы в природе, — они синтезированы человеком.

**Задание.** Приведите примеры синтетических веществ и материалов, важных для жизни человека, но не имеющих аналогов в природе.

Без органической химии и химической технологии человечество уже не может существовать. Вместе с тем возрастающие потребности и зависимость человека от продуктов химической промышленности имеют негативные последствия. Происходит загрязнение окружающей среды твёрдыми, жидкими и газообразными отходами органического происхождения, что создаёт серьёзные экологические проблемы. Но надо знать, что только *химия создаёт средства для очистки окружающей среды от производственных загрязнений и бытовых отходов*. Химические знания необ-

ходимы каждому современному человеку, чтобы правильно ориентироваться и вести себя в мире окружающих его веществ, охранять здоровье и природу. В современных условиях жизни знания органической химии являются элементом как химической, так и общей культуры человека.

Для ориентации в мире веществ рассмотрим отличительные признаки органических соединений.

**Задание.** Проанализируйте качественный состав следующих органических веществ:  $C_2H_6$ ;  $C_2H_5-OH$ ;  $C_6H_5-NO_2$ ;  $CH_3-Cl$ ;  $CH_3-NH_2$ . Какие элементы входят в состав этих соединений и сколько их?

Органические вещества состоят из малого числа элементов, одним из которых обязательно является *углерод*.

**Проблема.** Почему элемент углерод образует множество соединений?

В состав органических соединений, кроме углерода, всегда входит водород, часто кислород, азот, а иногда сера, фосфор. Эти элементы названы **органогенами** — из их атомов образованы молекулы органических веществ, составляющих основу жизни: белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот, витаминов и др. Органогены (C, H, N, P, O, S) имеют свои особенности и функции в организме.

**Водород** в живых системах встречается либо в связанном виде с другими органогенными элементами, либо в виде катиона  $H^+$  — носителя кислотных свойств в обменных и окислительно-восстановительных реакциях, происходящих в организме.

**Углерод** в органических соединениях образует достаточно прочные ковалентные связи как между своими атомами, так и с атомами других элементов. В углеродсодержащих соединениях элемент углерод — главный органоген.

**Азот** как элемент образует прочную молекулу азота  $N_2$ . Из-за высокой стабильности молекулярного азота большинство живых существ его не усваивают. В то же время атомы азота — необходимый компонент аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, а также других органических веществ.

**Задание.** Используя знания биологии и химии, вспомните, как происходит усвоение азота живыми организмами. Как называется этот процесс и каковы пути его осуществления?

**Фосфор** в природе встречается в основном в составе минералов в горных породах в виде фосфатов. Процессы природного выветривания выщелачивают фосфор из горных пород, и тот попадает в почву, где используется расте-



ниями и бактериями. В живых организмах фосфаты играют две важные роли: служат структурным компонентом скелета, клеточных мембран и нуклеиновых кислот, а также аккумулируют и переносят энергию к протекающим в организме процессам.

С развитием химии стали получать органические соединения, содержащие и многие другие элементы (практически все элементы периодической системы). Соединения, в которых атом углерода связан ковалентной химической связью с атомами металлов и некоторых неметаллов, были названы **элементоорганическими**.

Итак, небольшое число химических элементов образует великое множество органических соединений. Обязательным химическим элементом является углерод, соединённый преимущественно с другими элементами-органогенами, и, как правило, водород.

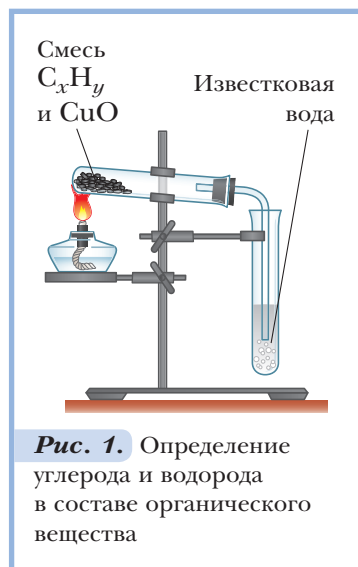
Одна из отличительных особенностей органических соединений заключена в своеобразном их отношении к нагреванию. Их температуры плавления, в отличие от многих неорганических соединений, низкие, они легко плавятся.

**Проблема.** Как экспериментально отличить органическое вещество от неорганического?

Органические вещества имеют молекулярное строение и хорошо горят. Проведём опыт, используя горючесть органических соединений (рис. 1).



Смешайте выданное вам органическое вещество (например, парафин, вазелин и др.) с порошком оксида меди (II) и поместите смесь в сухую пробирку. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, согнутой под прямым углом. Пробирка с исходными веществами должна быть закреплена в штативе с небольшим наклоном. Пробирку со смесью осторожно нагревайте в пламени спиртовки и лишь затем опустите газоотводную трубку в другую пробирку, на  $\frac{1}{4}$  заполненную известковой водой – насыщенным раствором гидроксида кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (см. рис. 1). Что наблюдаете? Какую роль в данном



**Рис. 1.** Определение углерода и водорода в составе органического вещества

эксперименте играют оксид меди и гидроксид кальция? Какие элементы, входящие в состав органического вещества, вы обнаружили с помощью этого опыта? Когда вы обнаружите слой восстановленной меди, нагревание прекратите, и только подняв лапку штатива, выньте газоотводную трубку из пробирки с известковой водой. Почему это надо сделать именно так?

По помутнению известковой воды вы могли определить, что при накаливании органического вещества выделился углекислый газ, следовательно, в его составе был *углерод*. По капелькам воды, которая сконденсировалась на стенках нагреваемой пробирки, можно сделать вывод о наличии в составе испытуемого вещества *водорода*. Это превращение органического соединения можно выразить следующей схемой:



Если вещество состоит не только из элементов углерода и водорода, остальные его составные части **минерализуются**, т. е. переходят в неорганические соединения. Содержащиеся в нём такие элементы, как сера, фосфор и др., обычно обнаруживаются с помощью качественных реакций на соответствующие им ионы.

На основе результатов *качественного и количественного анализа* вещества можно установить его молекулярную формулу. Приведём пример такой расчётной задачи.

### Задача

При сжигании газообразного углеводорода с плотностью по водороду 21 получено 8,4 л оксида углерода (IV) (н. у.) и 6,75 г воды. Определите молекулярную формулу углеводорода.

*Дано:*

$$V(CO_2) = 8,4 \text{ л}$$

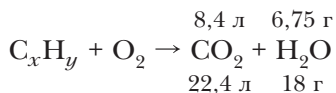
$$m(H_2O) = 6,75 \text{ г}$$

$$D_{H_2}(C_xH_y) = 21 \text{ (н. у.)}$$

*Найти:*

значения  $x$  и  $y$ ;  
установить формулу  
 $C_xH_y$

*Решение:*



$$m(C): \begin{array}{l} 22,4 \text{ л } CO_2 - 12 \text{ г C} \\ 8,4 \text{ л } CO_2 - x \text{ г C} \\ x = 4,5 \text{ г} \end{array}$$

$$m(H): \begin{array}{l} 18 \text{ г } H_2O - 2 \text{ г H} \\ 6,75 \text{ г } H_2O - y \text{ г H} \\ y = 0,75 \text{ г} \end{array}$$

$$x : y = \frac{4,5}{12} : \frac{0,75}{1} = 0,375 : 0,75 = 1 : 2,$$

следовательно, простейшая формула  $\text{CH}_2$ ;

$$D_{\text{H}_2} = \frac{M}{2}; M = 2 \cdot D_{\text{H}_2}$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 2 \cdot 21 = 42 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{CH}_2) = 14 \text{ г/моль}$$

$$\frac{M(\text{C}_x\text{H}_y)}{M(\text{CH}_2)} = \frac{42}{14} = 3,$$

следовательно, молекулярная формула  $\text{C}_3\text{H}_6$ .

*Ответ:*  $\text{C}_3\text{H}_6$ .

Молекулы органических веществ образованы достаточно прочными ковалентными связями, следовательно, эти вещества весьма устойчивы.

У многих органических соединений *молекулы неполярные*. Такие соединения плохо растворимы в воде и хорошо — в неполярных растворителях. Они, как правило, *не являются электролитами*. Есть среди органических веществ и такие, которые относятся к электролитам (например, карбоновые кислоты и их соли).

И наконец, необходимо ещё раз отметить *важную биологическую роль органических соединений*. Часть из них является непосредственными носителями, участниками или продуктами процессов, протекающих в живых организмах. Они также могут быть ферментами, гормонами, витаминами — биологическими катализаторами, инициаторами и регуляторами этих процессов. Биологические функции органических соединений также обусловлены строением и реакционной способностью биологически значимых органических соединений.

В живом организме протекает множество химических реакций. Совокупность этих реакций называется **обменом веществ** или **метаболизмом**. Вещества, образующиеся в клетках, тканях и органах растений и животных в процессе метаболизма, называются **метаболитами**. Тесная связь химии, особенно органической, с биологией и медициной имеет длительную историю. Глубокое взаимопроникновение этих наук на современном уровне их развития приводит к появлению новых направлений их взаимодействия, многих новых веществ (биополимеров, биорегуляторов и др.), новых наук интегративного характера.

## Выводы

1. Многообразие органических соединений обеспечивается небольшим числом элементов-органогенов.
2. Органические соединения имеют прочные ковалентные связи, обуславливающие химическую природу этих соединений и их свойства.
3. Как молекулярные вещества органические соединения легкоплавки, а при более сильном нагревании, как правило, происходит их обугливание или они полностью разлагаются.
4. Большинство органических веществ неполярны, неэлектролиты, плохо растворяются в воде и хорошо — в неполярных неводных растворителях (бензине, бензоле и др.).
5. Органические вещества в живой клетке выполняют разнообразные биологические функции.

## Основные понятия

*Органические вещества • Органическая химия • Элементы-органогены • Особенности органических соединений*

## Вопросы и задания

- ▲ 1. Какие вещества относятся к органическим и откуда происходит это название?
- ▲ 2. Раскройте особенности состава и строения органических веществ.
- 3. Приведите примеры органических веществ природного и синтетического происхождения и укажите области их применения.
- 4. Как экспериментально можно установить элементный состав и молекулярную формулу органических соединений?
- 5. Укажите отличительные особенности органических соединений и причины их проявления.
- 6. При сгорании алкана массой 4,4 г образовался оксид углерода (IV) объёмом 6,72 л (н. у.) и 7,2 л водяных паров. Плотность алкана равна 1,97 г/л. Вычислите его молекулярную формулу. Соотнесите эту задачу с той, которая дана в параграфе.
- ★ 7. Опираясь на знания особенностей органических веществ, предложите способ удаления пятна от смолы с одежды из хлопчатобумажной ткани.

## История зарождения и развития органической химии

*(Дополнительный материал к главе 1)*

На этапе раннего эмпирического периода своего развития (середина XVII — конец XVIII в.) органическая химия, по определению Й. Берцелиуса, была химией «растительных и животных веществ». В этот период был накоплен большой фактологический материал, но ещё не возникли теоретические представления для его обобщения и объяснения. Изучение веществ ограничивалось эмпирическим описанием. Основной причиной, побуждающей к изучению органических веществ на этом этапе, была необходимость в их практическом использовании (получение из природных источников красителей, масел, смол, жиров, спирта, вина и др.). С древних времён были известны процессы приготовления вина из виноградного сока, хмельных напитков из мёда путём брожения. Развивалось и другое направление практического использования природных веществ — **ятрохимия**, или **медицинская химия**, основателем которой был врач эпохи Возрождения Парацельс (1493–1541). Он изучал лекарственное действие различных органических веществ и считал химическими все происходящие в организме процессы. Поиски лекарственных начал в природном сырье привели к открытию многих неизвестных в те времена органических веществ: эфирных масел, древесного уксуса, получаемого путём сухой перегонки дерева, виннокаменной кислоты из осадка, выпадающего при хранении виноградного сока, и др.

Следующим был **аналитический период** развития органической химии (конец XVIII — середина XIX в.). Развивались экспериментальные методы изучения полезных веществ. С их помощью производились исследования по установлению состава веществ, в результате которых стало очевидным, что все органические вещества содержат углерод. Экспериментальные методы способствовали выделению из растений таких органических соединений, как щавелевая, яблочная, лимонная и другие кислоты, а также веществ, являющихся продуктами жизнедеятельности животных (мочевая кислота и др.). К середине XVIII в. из животных и растительных организмов было выделено значительное количество веществ. Они имели много общего с неорганическими веществами, но заметно отличались от них. В начале XIX в. Й. Берцелиус в своём руководстве по химии провёл чёткую грань между неорганическими и органическими веществами. Однако он считал, что последние синтезируются только в живых организмах под действием **«жизненной силы»**, а потому такие вещества в лаборатории синтезировать нельзя.

Ошибочность таких взглядов на природу и происхождение органических веществ была доказана уже в первой половине XIX в. синтезом многих органических веществ. В этот период началось бурное **развитие органического синтеза**, ознаменовавшее собой новый этап в органической химии. В 1845 г.

немецкий химик А. Кольбе синтезировал известную с древних времён уксусную кислоту. Быстро развивающийся органический синтез позволил получать и более сложные органические вещества: жиры, сахаристые вещества и др. Органический синтез постепенно становился важнейшим методом получения и исследования органических веществ.

С накоплением знаний об органических веществах всё яснее становилась необходимость объяснения их природы. Первые такие попытки были сделаны ещё в 20–30-х гг. XIX в. Й. Берцелиусом с помощью его **теории радикалов**. Эта теория рассматривала органическое соединение как состоящее из двух частей, которые учёный называл радикалами.

В 40–50-х гг. того же века теорию радикалов сменила **теория типов** французского химика Ф. Жерара. Сторонники теории типов каждое органическое соединение представляли как целое, а не состоящее из двух частей. Кроме того, все органические вещества они рассматривали как производные простейших неорганических веществ: водорода, хлорида водорода, воды, аммиака. Но внутреннее строение молекул, по их мнению, было в принципе непознаваемо. Помимо этих известных теорий, существовало немало других, но и они не давали ответа на основные вопросы: каково строение органических соединений и как зависят свойства веществ от их строения? Накапливались данные о том, что разные вещества имеют одинаковый качественный и количественный состав, но различаются по свойствам. Такие вещества Берцелиус назвал **изомерами**. Явление изомерии наблюдалось и в неорганической химии.

Однако теоретические представления первой половины XIX в. не позволяли объяснить явление изомерии и решить задачу выявления зависимости свойств веществ от их состава и строения.



Химия как наука не стояла на месте. В 50-х гг. XIX в. благодаря работам многих учёных в науку вошло понятие «валентность», что позволило уточнить формулы многих неорганических и органических соединений, была установлена четырёхвалентность углерода, утвердилась идея о возможности атомов углерода связываться между собой и образовывать цепи. Эти теоретические положения сыграли исключительно важную роль в развитии органической химии и теории химического строения.

Наука нуждалась в систематизации множества накопленных фактов и новой теории, способной обобщать, предсказывать, объяснять и описывать свойства веществ на основе их строения. Такой теорией стала **теория химического строения**, выдвинутая в 1861 г. выдающимся русским химиком Александром Михайловичем Бутлеровым. Ещё при жизни учёного многие положения этой теории нашли развитие в трудах его учеников, в первую очередь В.В. Марковникова, который разрабатывал его идею о взаимном влиянии атомов в молекуле. Развитию теории химического строения способствовали также работы многих зарубежных учёных. Теория химического строения прочно вошла в науку и стала фундаментом не только органической, но и неорганической химии. Эта теория способствовала быстрому развитию органи-

ческой химии. Уже в конце XIX — начале XX в. органическая химия стала основой многих отраслей промышленности — анилиноокрасочной, коксохимической, взрывчатых веществ, фармацевтической и др.

В XX в. начался современный период развития органической химии, характеризующийся активным внедрением в науку физико-химических методов. Это способствовало интенсификации исследований, получению качественно новой информации, углубляющей представление о строении и свойствах органических соединений. В этот период идёт формирование новых самостоятельных направлений: химии элементоорганических, высокомолекулярных, гетероциклических соединений, нанохимии и др.

### Задания

-  1. Если вы хотите подробнее узнать о жизни и научной деятельности учёных, которые указаны в тексте, прочтите книгу: *Волков В.А., Вонский В.А., Кузнецова Г.И.* Выдающиеся химики мира : биографический справочник. М. : Высшая школа, 1991; или ознакомьтесь в Интернете с биографиями этих учёных.
-  2. Подготовьте в электронном виде реферат по истории органической химии или её отдельных периодов.