

УДК 373.167.1:54
ББК 24я72
К89

Кузнецова Н.Е.
К89 Химия : 10 класс : задачник / Н.Е. Кузнецова, А.Н. Лёвкин. — 3-е изд., пересмотр. — М. : Вентана-Граф, 2019. — 144 с. : ил. — (Российский учебник).

ISBN 978-5-360-10705-7

Задачник входит в систему учебно-методических комплектов «Алгоритм успеха». Содержит типовые расчётные задачи, задания с элементами качественного анализа, творческие и повышенного уровня сложности. Особенность задачника в том, что задания подобраны применительно не к отдельному понятию или закону, а к комплексу знаний, раскрываемых в учебнике для 10 класса. В конце пособия приведены примеры решения задач различных типов.

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

УДК 373.167.1:54
ББК 24я72

РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК

Учебное издание

Кузнецова Нинель Евгеньевна, **Лёвкин** Антон Николаевич

Химия. 10 класс

Задачник

Редактор *О.М. Нечаева*. Внешнее оформление *В.А. Андрианова*
Фотографии на обложке: www.gazprom.ru. Художественный редактор
А.В. Ельцева. Компьютерная вёрстка *Е.В. Гурьевой*. Технический редактор
А.Б. Орешина. Корректоры *В.А. Кортаева, Н.А. Шарт, А.С. Цибулина*

Подписано в печать 11.12.18. Формат 70×90/16. Гарнитура QuantAntiquaС
Печать офсетная. Печ. л. 9,0. Тираж 3000 экз. Заказ №

ООО Издательский центр «Вентана-Граф». 123308, Москва, ул. Зорге, д. 1, эт. 5



rosuchebnik.rf/метод

Предложения и замечания по содержанию и оформлению книги можно отправлять по электронному адресу: expert@rosuchebnik.ru

По вопросам приобретения продукции издательства обращайтесь:
тел.: 8-800-700-64-83; e-mail: sales@rosuchebnik.ru

Электронные формы учебников, другие электронные материалы и сервисы:
lecta.rosuchebnik.ru, тел.: 8-800-555-46-68

В помощь учителю и ученику: регулярно пополняемая библиотека дополнительных материалов к урокам, конкурсы и акции с поощрением победителей, рабочие программы, вебинары и видеозаписи открытых уроков rosuchebnik.rf/метод

© Кузнецова Н.Е., Лёвкин А.Н., 2007
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2007
© Кузнецова Н.Е., Лёвкин А.Н., 2019, с изменениями
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2019,
с изменениями

ISBN 978-5-360-10705-7

Предисловие

Дорогие друзья! Перед вами пособие по химии — сборник задач и упражнений. Этот сборник ориентирован на учебники химии для 10 класса и входит в состав учебно-методического комплекта. Также этот задачник может использоваться и в работе по учебникам других авторов.

В нашем сборнике задачи сгруппированы по темам, последовательно изучаемым в курсе органической химии. В каждом из разделов сначала приводятся упражнения для отработки определенных умений и навыков, для закрепления изучаемого материала, затем предлагаются расчетные задачи. Они расположены по возрастанию уровня сложности от простых расчетных задач до олимпиадных. Для освоения образовательного стандарта по химии от учащегося вовсе не требуется решить все задачи по изучаемой теме. Большое количество различных заданий дает возможность варьировать их в зависимости от уровня подготовленности учащихся и выбранной специализации.

Мы стремились, чтобы в нашем сборнике были как вполне решаемые задачи, так и задачи для тех, кто связывает свою будущую профессию с химией. В каждом из разделов приводятся задачи разных типов, но в то же время в сборник включено достаточно задач одного типа для работы над формированием определенных умений и навыков. Это позволяет разобрать ход решения нескольких однотипных задач в классе, закрепить тот или иной навык во время самостоятельной работы и проверить степень освоения учебного материала на последующих занятиях. В то же время в сборнике имеются задачи, решение которых носит творческий характер и требует нестандартного мышления.

В конце задачника имеется специальная глава, в которой приведены примеры и способы решения задач и метод выполнения заданий на генетическую связь органических веществ. К расчетным задачам в конце сборника даны ответы.

Благодарим профессора химического факультета МГУ, д-ра хим. наук В. Г. Ненайденко, заслуженного учителя России, учителя школы № 842 г. Москвы Г. В. Бронзову, директора лицея № 1303 г. Москвы С. Е. Семенова за ценные замечания, сделанные в ходе работы над задачником.

Желаем вам, дорогие друзья, творческих успехов в вашем труде и надеемся, что эта книга поможет вам в вашей работе. Отзывы и пожелания можно отправить авторам по электронной почте, наш адрес: andgray@yandex.ru.

Авторы

Глава 1

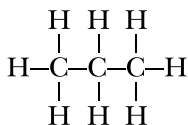
Введение в курс органической химии

Положения теории химического строения А. М. Бутлерова

1. Атомы в молекулах соединяются в строго определенном порядке согласно валентности элементов.
2. Свойства органических веществ зависят не только от их качественного и количественного состава, но и от того, в каком порядке соединены атомы в молекулах, т. е. от химического строения.
3. Атомы в молекулах взаимно влияют друг на друга.
4. Химическое строение может быть установлено химическими методами.

Химическое строение органических веществ

Порядок соединения атомов в молекулах А. М. Бутлеров называл **химическим строением**. Например, порядок соединения атомов в молекуле пропана C_3H_8 можно отразить формулой:



Такая формула называется **полной (развернутой) структурной формулой**.

Формулы, в которых валентными штрихами обозначают С–С связи и не обозначают связи С–Н, называются **сокращенными структурными формулами**. Для пропана сокращенная структурная формула:



Для более наглядного представления строения органических соединений используются модели молекул, отражающие не только порядок соединения атомов в молекуле, но и расположение их в пространстве. Широко используются шаростержневые и масштабные модели (рис. 1).

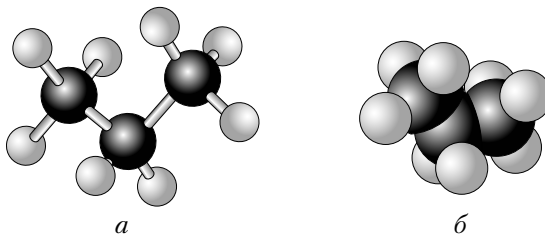


Рис. 1. Шаростержневая (*a*) и масштабная (*б*) модели молекулы пропана

Некоторые понятия органической химии

Изомеры – вещества, молекулы которых имеют одинаковый качественный и количественный состав, но различное строение и вследствие этого разные свойства (от греч. *isos* – «равный» и *meros* – «доля», «часть»).

Гомологи (от греч. *homologos* – «подобный») – органические соединения, имеющие сходное строение и сходные химические свойства, но по составу отличающиеся друг от друга на одну или несколько метиленовых групп $-\text{CH}_2-$.

Метиленовая группа $-\text{CH}_2-$ называется **гомологической разностью**.

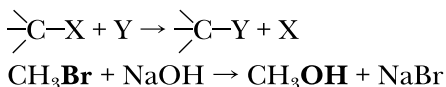
Гомологи, расположенные в порядке возрастания их относительной молекулярной массы, образуют **гомологический ряд**. Физические свойства гомологов закономерно изменяются с ростом числа метиленовых групп.

Химическая номенклатура – система названий веществ, их групп и классов, а также правила составления этих названий. С 1957 г. используются *Правила номенклатуры органических соединений IUPAC* (ИЮПАК – Международный союз теоретической и прикладной химии).

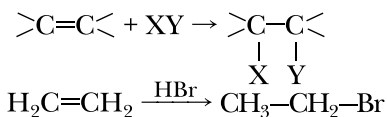
Тривиальные названия веществ сложились исторически. В тривиальном названии соединения обычно указывается источник его обнаружения или получения (масляная кислота, валериановая кислота, лактоза и т. д.), какое-либо из характерных свойств, например пикриновая кислота (от греч. *picros* – «горький»), глюкоза (от греч. *glycys* – «сладкий»).

Типы органических реакций

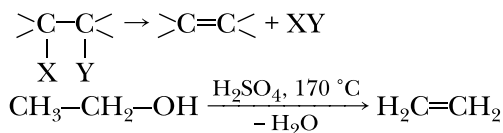
1. Реакции замещения



2. Реакции присоединения



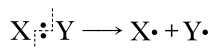
3. Реакции отщепления



Способы разрыва химических связей

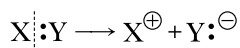
В ходе химических реакций возможен **гомолитический** и **гетеролитический** разрыв связей.

В результате **гомолитического** разрыва образуются частицы, имеющие неспаренные электроны. Они называются **радикалами**, а реакции, в которых они образуются, – **радикальными**:



Гомолитическое расщепление сопровождается процессами, осуществляемые при высоких температурах или на свету в отсутствие растворителя (в газовой фазе) или в неполярных растворителях.

В результате **гетеролитического** расщепления связи образуются **ионы**



Такие реакции классифицируют как **ионные**. Гетеролитическому расщеплению связей способствует наличие полярного растворителя и катализатора.

Заряженные или нейтральные частицы с дефицитом электронной плотности называются **электрофильными**, а с избытком – **нуклеофильными**. Электрофил выступает в качестве акцептора электронной пары, а нуклеофил – донора. Если первой атакующей частицей является электрофил, то такая реакция называется **электрофильной** (электрофильное присоединение в алкенах, электрофильное замещение в ароматических углеводородах). Если реакция начинается с атаки нуклеофильной частицы, то и сама реакция классифицируется как **нуклеофильная** (нуклеофильное присоединение по связи C=O, нуклеофильное замещение в спиртах и галогенопроизводных углеводородах).

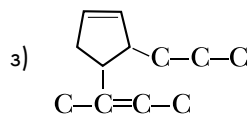
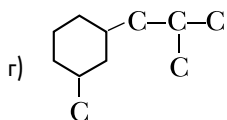
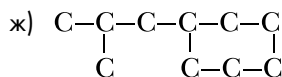
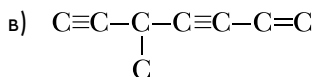
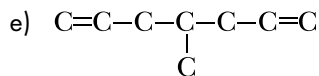
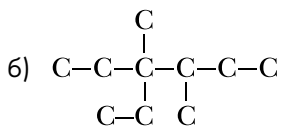
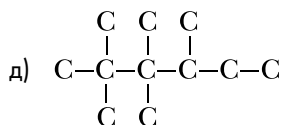
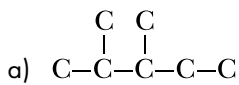
При обсуждении механизма реакций органическую молекулу принято называть **субстратом**, а частицы, которые ее атакуют, – **реагентами**. Реагентами могут быть свободные радикалы, ионы (электрофильные или нуклеофильные частицы) и нейтральные молекулы.

Классификации органических реакций с учетом их механизма:

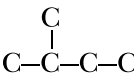
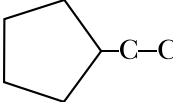
- свободнорадикальное замещение;
- электрофильное замещение;
- нуклеофильное замещение;
- свободнорадикальное присоединение;
- электрофильное присоединение;
- нуклеофильное присоединение;
- отщепление.

Вопросы и задания

- 1–1.** По данному углеродному скелету составьте сокращенные структурные формулы органических веществ. Запишите соответствующие молекулярные формулы.



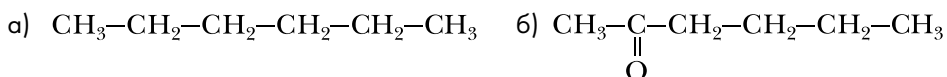
Образец выполнения задания

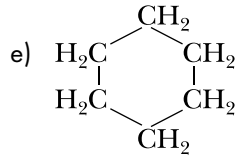
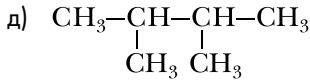
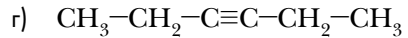
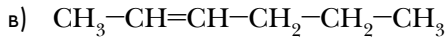
| Углеродный скелет | Сокращенная структурная формула | Молекулярная формула |
|---|--|---------------------------|
|  | $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$ | C_5H_{12} |
|  | $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{CH}_2 \end{array}$ | C_7H_{14} |

1-2. Составьте сокращенные структурные формулы веществ, отвечающих следующим молекулярным формулам: а) CH_2Br_2 ; б) C_2H_4 ; в) C_3H_6 ; г) CH_4O ; д) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

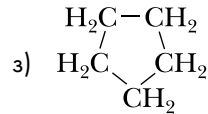
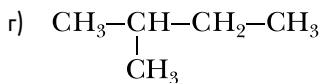
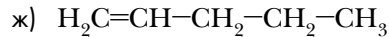
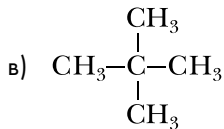
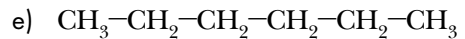
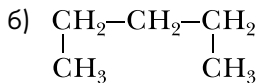
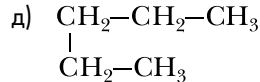
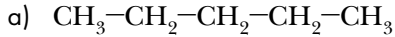
1-3. Составьте возможные сокращенные структурные формулы изомеров, отвечающих молекулярным формулам: а) C_5H_{12} ; б) C_6H_{14} ; в) C_7H_{16} .

1-4. Определите, сколько пар изомеров находится среди веществ, формулы которых приведены ниже.



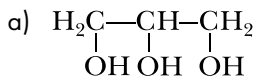


1-5. Найдите изомеры среди веществ, формулы которых приведены ниже.

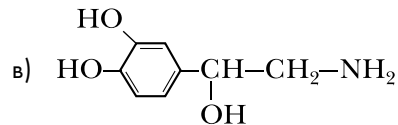


1-6. Составьте структурные формулы изомеров, отвечающих молекулярной формуле: а) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, б) $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, которые принадлежат к разным классам органических веществ.

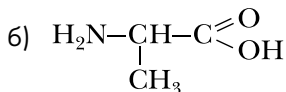
1-7. Ниже приведены формулы органических веществ и даны их тривиальные названия. К каким классам можно отнести эти вещества? Какие функциональные группы присутствуют в этих соединениях?



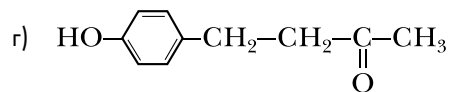
глицерин
(необходим для синтеза жиров)



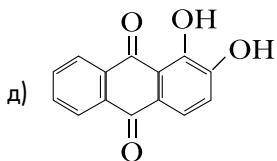
норадреналин
(участвует в передаче нервного импульса)



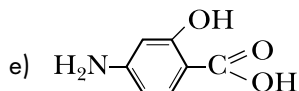
аланин
(аминокислота, участвует в синтезе белков)



кетон малины
(душистое вещество с запахом малины)



ализарин (краситель)



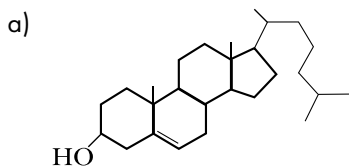
p-аминосалициловая кислота
(противомикробный препарат)

1–8. Из подземных органов вежа ядовитого (*Cicuta virosa*) выделены непредельные спирты, формулы которых приведены ниже (даны их тривиальные названия).

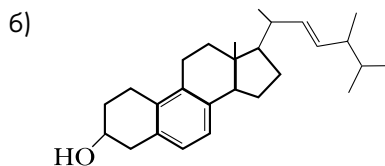


Они обладают высокой токсичностью, чем и объясняется ядовитое действие вежа. Определите, к каким классам органических веществ можно было бы отнести эти вещества, и составьте их молекулярные формулы.

1–9. Ниже приведены структурные формулы двух веществ, имеющих важное значение в организме.



холестерин



витамин D₂

Преобразуйте эти формулы, обозначив все атомы углерода и водорода символами соответствующих элементов, и напишите молекулярные формулы этих веществ.

1–10. Какова электронная конфигурация атомов: а) водорода, б) углерода, в) хлора, г) серы, д) азота, е) фосфора?

1–11. По электронным конфигурациям валентного слоя определите химический элемент, укажите его тип (*s*, *p* или *d*-элемент): а) $3s^1$; б) $3s^23p^4$; в) $3s^23p^3$; г) $2s^2$; д) $4s^24p^1$; е) $3d^24s^2$; ж) $3d^34s^2$; з) $5s^25p^6$.

Образец выполнения задания

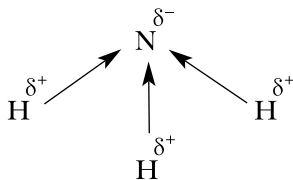
Электронная конфигурация валентного слоя: $3d^3 4s^2$. Элемент: Ванадий, V, *d*-элемент.

- 1–12. Какова электронная конфигурация следующих частиц: а) атома аргона; б) иона калия; в) иона кальция; г) хлорид-иона; д) сульфид-иона?
- 1–13. Приведите примеры ионов, у которых электронная конфигурация такая же, как: а) у атомов неона; б) у ионов фтора F^- ; в) у ионов цинка Zn^{2+} .
- 1–14. Приведите несколько примеров частиц с конфигурацией внешнего энергетического уровня $2s^2 2p^6$.
- 1–15. Выберите из данного ряда формулы веществ, в молекулах которых только ковалентная неполярная связь:
 Cl_2 , Cl_2O , CCl_4 , N_2 , NF_3 , CS_2 , PH_3 , CH_4 .
- 1–16. Выберите из списка перечисленных ниже веществ те, в молекулах которых имеется ковалентная полярная связь: O_2 , SO_2 , P_4 , H_3PO_4 , KF , HF , NH_3 , H_2 .
- 1–17. Как меняется полярность связи в ряду веществ, обозначенных формулами: $CH_4-NH_3-H_2O-HF$? Ответ аргументируйте.
- 1–18. Как меняется полярность связи в ряду веществ, обозначенных формулами: $H_2O-H_2S-H_2Se-H_2Te$? Ответ аргументируйте.
- 1–19. Определите тип связи и укажите направление смещения электронной плотности (в случае ковалентной полярной и ионной связи) в следующих веществах:
а) оксид натрия, хлороводород, хлорид калия, оксид хлора(II), хлор;
б) графит, оксид углерода(IV), метан, тетрахлорметан, тетрафторметан.

Образец выполнения задания

Аммиак, NH_3 .

Тип связи — ковалентная полярная.



- 1–20. Составьте электронные и структурные формулы веществ: а) Br_2 , HBr , SBr_2 ; б) F_2 , HF , OF_2 . Укажите направление смещения электронной плотности (в случае ковалентной полярной и ионной связи) и определите тип химической связи.

1–21. Приведены формулы веществ: CH_4 , CO_2 , C_2H_2 , C_2H_6 , C_2H_4 , O_2 , NH_3 , H_2S , N_2 .

Определите кратность ковалентных связей в молекулах этих веществ.

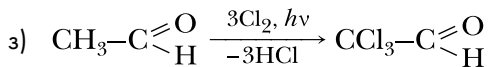
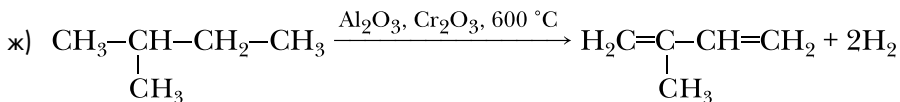
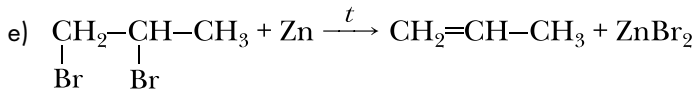
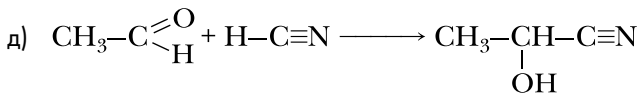
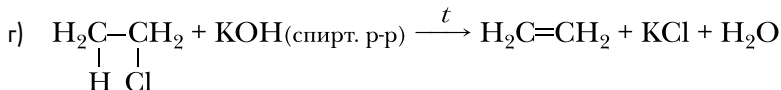
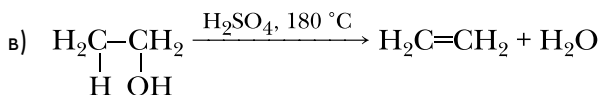
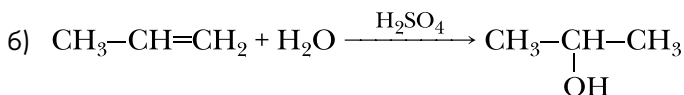
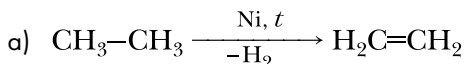
1–22. Покажите в виде схемы, как по донорно-акцепторному механизму происходит образование одной из ковалентных связей в ионах: H_3O^+ , NH_4^+ , BF_4^- .

1–23. Изобразите схему разрыва связи в молекуле HCl по гомолитическому и по гетеролитическому механизму.

1–24. Из приведенного ниже списка выберите: а) свободные радикалы, б) электрофильные частицы, в) нуклеофильные частицы:

H^+ , H^- , H_2O , H_3O^+ , OH^- , OH^\cdot , NH_3 , NH_4^+ , NH_2^- , NO_2^+ , NO_2^\cdot , NO_2^- , $\text{C}_2\text{H}_5^\cdot$, Br^- .

1–25. Определите типы реакций (замещение, присоединение, отщепление), уравнения которых приведены ниже.



К каким классам органических веществ относятся исходные органические вещества и продукты этих реакций?

Глава 2

Алканы и циклоалканы

Алканы

Алканы (предельные, насыщенные углеводороды, парафины) – углеводороды с открытой цепью, в молекулах которых все химические связи ковалентные ординарные.

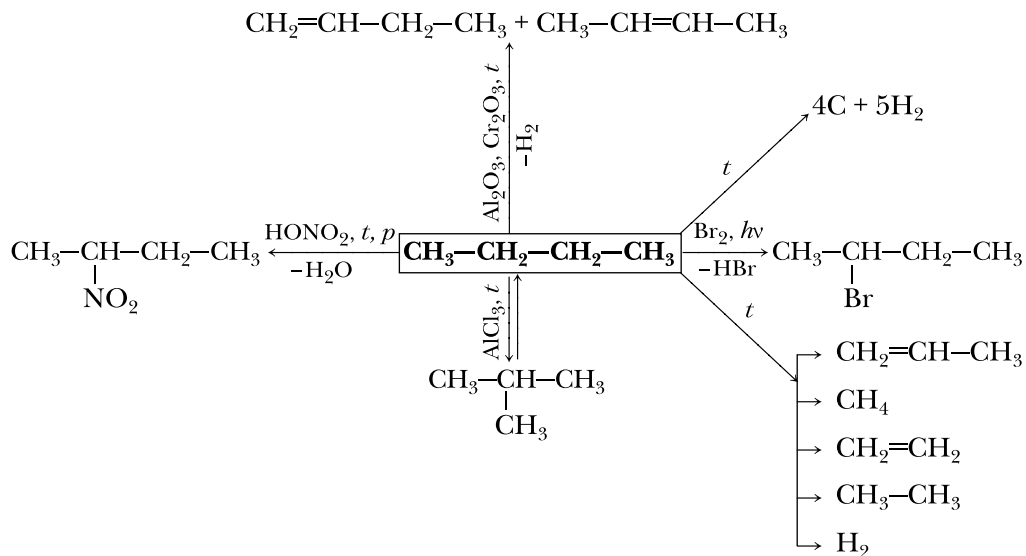
Общая молекулярная формула алканов – C_nH_{2n+2} . В таблице 1 приведены углеводороды ряда метана.

Таблица 1. Гомологический ряд метана

| Название | Структурная формула | Молекулярная формула | Температура плавления, °С | Температура кипения, °С |
|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Метан | CH_4 | CH_4 | -183 | -161,5 |
| Этан | CH_3-CH_3 | C_2H_6 | -172 | -88,6 |
| Пропан | $CH_3-CH_2-CH_3$ | C_3H_8 | -188 | -42,1 |
| <i>n</i> -Бутан | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ | C_4H_{10} | -135 | -0,5 |
| <i>n</i> -Пентан | $CH_3-(CH_2)_3-CH_3$ | C_5H_{12} | -130 | 36,1 |
| <i>n</i> -Гексан | $CH_3-(CH_2)_4-CH_3$ | C_6H_{14} | -95 | 68,7 |
| <i>n</i> -Гептан | $CH_3-(CH_2)_5-CH_3$ | C_7H_{16} | -91 | 98,4 |
| <i>n</i> -Октан | $CH_3-(CH_2)_6-CH_3$ | C_8H_{18} | -57 | 125,7 |
| <i>n</i> -Нонан | $CH_3-(CH_2)_7-CH_3$ | C_9H_{20} | -54 | 150,8 |
| <i>n</i> -Декан | $CH_3-(CH_2)_8-CH_3$ | $C_{10}H_{22}$ | -30 | 174,1 |

На схеме 1 представлены химические свойства алканов на примере *n*-бутана.

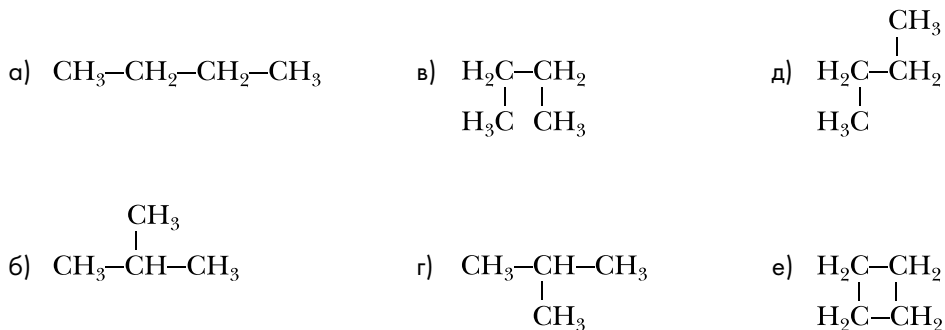
Схема 1. Химические свойства алканов на примере *n*-бутана



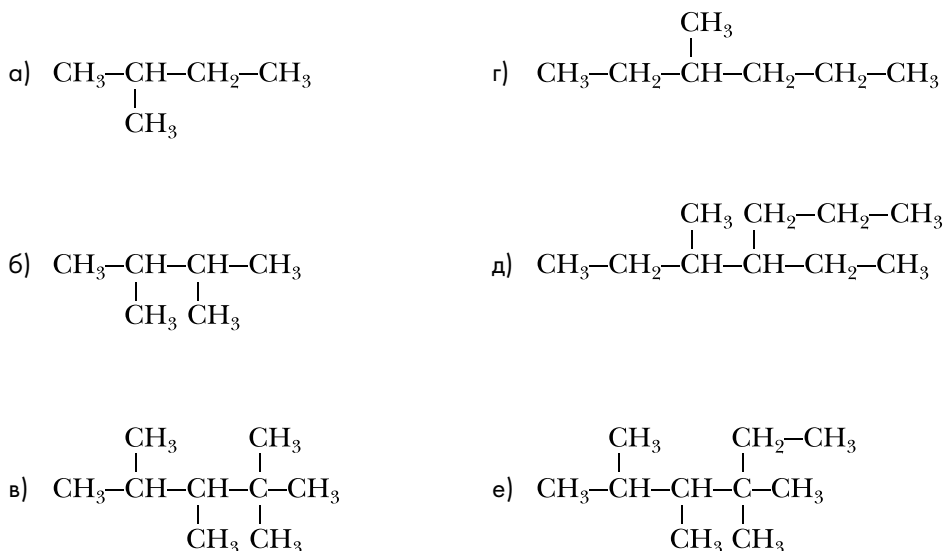
Вопросы и задания

- 2-1. Из перечня формул, приведенного ниже, выберите формулы, соответствующие алканам: C_3H_{12} , C_8H_{16} , C_9H_{16} , C_7H_8 , C_4H_8 , C_7H_{14} , C_5H_8 , C_3H_8 , $\text{C}_{50}\text{H}_{102}$, $\text{C}_{80}\text{H}_{160}$.
- 2-2. Составьте молекулярные формулы алканов, в молекулах которых число атомов углерода равно: а) 5, б) 12, в) 30, г) 119, д) *a*.
- 2-3. Составьте молекулярные формулы алканов, в молекулах которых число атомов водорода равно: а) 20, б) 52, в) 200, г) 64, д) *b*, е) *b* + 2.
- 2-4. Сколько первичных, вторичных и третичных радикалов соответствует молекуле 2-метилбутана? Запишите их формулы.
- 2-5. Сколько первичных, вторичных и третичных радикалов соответствует молекуле 2,3-диметилбутана? Запишите их структурные формулы.
- 2-6. Напишите структурную формулу углеводорода состава C_7H_{16} , имеющую максимальное число первичных углеродных атомов.
- 2-7. Напишите структурную формулу углеводорода C_6H_{14} , имеющую минимальное число первичных углеродных атомов.

2–8. Сколько алканов соответствует приведенным ниже формулам.



2–9. Назовите углеводороды, формулы которых приведены ниже.

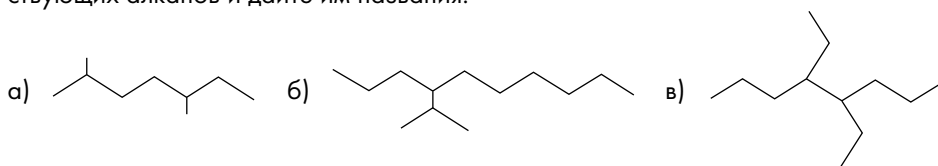


2–10. Составьте структурную формулу 2,3-диметилпентана. Напишите молекулярную формулу этого вещества и составьте структурные формулы трех-четырех его изомеров. Дайте им названия (по заместительной номенклатуре IUPAC).

2–11. Составьте формулы и назовите изомеры состава C_8H_{18} , один из которых содержит в молекуле два четвертичных атома углерода, а другой — два третичных.

2–12. Напишите сокращенную структурную формулу 2,2-диметилгексана. Составьте формулы четырех его изомеров, среди которых должен быть углеводород с максимально разветвленной цепью, и дайте им названия.

2–13. Преобразуйте представленные ниже схемы в структурные формулы соответствующих алканов и дайте им названия:



2–14. Сколько изомеров соответствует молекулярной формуле $C_3H_6Cl_2$? Составьте их структурные формулы и назовите их.

2–15. Рассмотрите таблицу «Гомологический ряд метана» (см. табл. 1). Какие закономерности в изменении свойств углеводородов можно выявить, основываясь на данных таблицы?

2–16. Напишите уравнения реакций горения, галогенирования (монохлорирования), полного термического разложения, крекинга, изомеризации: а) *n*-бутана, б) *n*-пентана.

2–17. Напишите уравнения реакций горения, галогенирования (монобромирования), полного термического разложения, крекинга, изомеризации 2-метилпентана.

2–18. Напишите уравнения реакций бромирования (монобромирования) и нитрования 2-метилпентана. Назовите продукты реакций.

2–19. Напишите уравнения реакций бромирования (монобромирования) и нитрования *n*-гексана. Назовите продукты реакций.

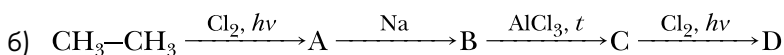
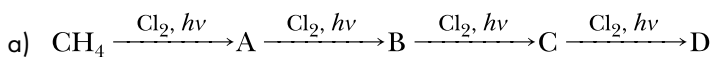
2–20. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить цепочку превращений веществ.

а) Уголь → Карбид алюминия → Метан → Метилхлорид → Этан → Этилбромид → *n*-Бутан → 2-Метилпропан;

б) Метан → Метилбромид → Этан → Этилхлорид → Бутан → 2-Метилпропан → 2-Бром-2-метилпропан.

Укажите условия осуществления реакций.

2–21. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений веществ.



Назовите вещества А, В, С, D.

2–22. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на следующие алкилгалогениды: а) пропилбромид, б) бутилиодид, в) изобутилиодид, г) 1-бром-2,2-диметилпропан?