

**ДЕРЯБИНА Н.Е.**

*Сборник упражнений*

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

*учени \_\_\_\_\_ класса*

*средней школы № \_\_\_\_\_*

*г. \_\_\_\_\_*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Москва  
2012

УДК 547  
ББК 24.2  
Д36

Д36 Дерябина Н.Е. Органическая химия. Сборник упражнений.  
- М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012, - 88 с.

ISBN 978-5-91366-374-0

Этот сборник входит в учебно-методический комплект с пособием «Органическая химия. Книга 1. Углеводороды и их монофункциональные производные» и содержит большое количество упражнений разного уровня сложности к каждой теме пособия.

В сборнике представлены упражнения, целью выполнения которых является получение учениками новых знаний, формирование у них предметных и межпредметных умений, повышение мотивации к изучению предметов естественнонаучного цикла, развитие мышления (логического, пространственного, системного и др.), внимания, формирование навыков самоконтроля и т.д.

Значительную часть упражнений можно выполнять в самом сборнике, что позволит сэкономить время и освободить его для продуктивной деятельности.

ISBN 978-5-91366-374-0

© Дерябина Н.Е., 2012

## § 29. АЛКАНЫ

🔑 **1.1.** Сколько  $\sigma$ -связей в молекуле пропана? \_\_\_\_\_  
Сравни значения длины и энергии связей C-C и C-H (поставь знак  $>/</=$ ):  
 $l(\text{C-C}) \dots l(\text{C-H}); \quad E(\text{C-C}) \dots E(\text{C-H})$ .  
Одинаковы ли значения углов H-C-H, C-C-C и H-C-C в молекулах алканов? \_\_\_\_\_

🔑 **1.2.** Может ли в молекуле алкана атом C иметь: а) отрицательное значение с.о. \_\_\_\_; б) положительное значение с.о. \_\_\_\_; в) с.о., равную нулю \_\_\_\_? Если да, приведи примеры.

🔑 **2.1.** Напиши структурные формулы и составь названия всех алканов с пятью атомами углерода в главной УЦ, плотность паров по водороду которых равна 50. Укажи число первичных, вторичных, и третичных C-атомов для одного из изомеров.

🔑 **2.2.** Сколько существует изомеров *n*-гептана  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  с пятью первичными атомами углерода? \_\_\_\_\_ Изобрази их формулы.

🔑 **2.3.** Ниже представлены названия алканов. В скобках после каждого названия укажи число C-атомов в соединении. Подчеркни названия изомеров:

2,2,3-триметилбутан (\_\_\_\_); 2,3-диметилбутан (\_\_\_\_); 2,2,5,5-тетраметилгексан (\_\_\_\_);  
2,3,4-триметил-3-этилпентан (\_\_\_\_); 2,6-диметил-4-пропил- 3,5-диэтилгептан (\_\_\_\_).

🔑 **2.4.** Допиши названия веществ:  
\_\_\_\_\_-триметилбутан; \_\_\_\_\_-диэтилпентан; 2,4-\_\_\_\_\_гексан; 2,4-\_\_\_\_\_-3,4-\_\_\_\_\_-гексан; \_\_\_\_\_-пропилгептан; 2,3,4-\_\_\_\_\_-3-\_\_\_\_\_-пентан; \_\_\_\_\_-ди\_\_\_\_\_пропан.

🔑 **2.5.** Продолжи ряд до конца:  
1) 2-метил-2-хлороктан, 3-метил-3-хлороктан, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;

2) 2-метил-3-этилоктан, 3-метил-3-этилоктан, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Проверь себя: общее число составленных тобой названий веществ в обоих рядах должно быть равно 5, а сумма локантов в последнем названии должна быть равна 8.

🔑 **2.6.** По английским названиям соединений составь их химические формулы:  
*2-chloro-2,4,4-trimethylpentane; 3,4-dichloro-2,5-dimethylhexane; 1-bromo-2-chlorocyclopentane.*

Запиши русские названия этих соединений. Отличается ли порядок указания заместителей в русском и английском варианте? Как ты это объяснишь? \_\_\_\_\_

🔑 **2.7.** Буквами **А**, **Б**, **В** и **Г** зашифрованы первые четыре гомолога ряда алканов. Определи, какой буквой какое вещество зашифровано, если известно, что суммарное число атомов водорода в **В** и **Г** равно числу атомов водорода в **Б**, а суммарное число атомов углерода в **В** и **А** равно числу атомов углерода в **Б**. Запиши формулы и названия зашифрованных веществ. Какие из этих соединений не имеют изомеров?  
\_\_\_\_\_

**2.8.** В домашней лаборатории у Пети на полке стоят бутылки с органическими веществами, в которых находятся вещество **A** и два его гомолога, вещество **B** и два его гомолога, вещество **C** и два его гомолога. Сколько веществ в лаборатории у Пети? \_\_\_\_\_

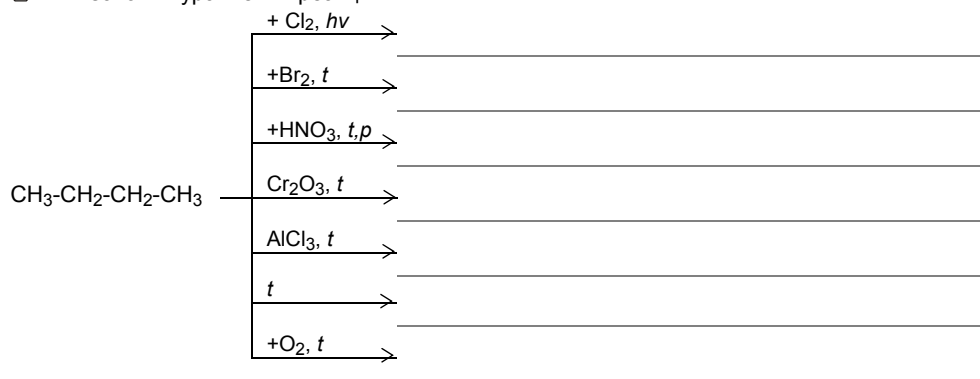
**2.9.** В домашней лаборатории у Васи на полке стоят бутылки с органическими веществами, в которых находятся вещество **A** и три его изомера, вещество **B** и три его изомера, вещество **C** и четыре его изомера. Сколько веществ в лаборатории у Васи? \_\_\_\_\_

**3.1.** Запиши формулы гексана, 2,2-диметилбутана и 2-метилпентана в порядке повышения их температур кипения: \_\_\_\_\_

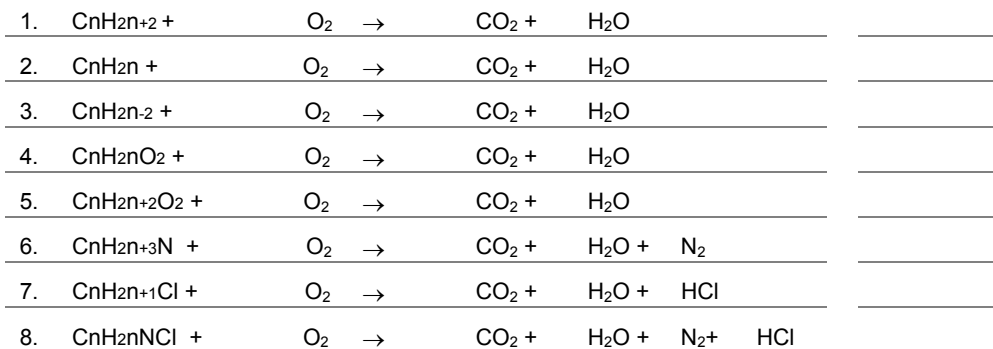
**3.2.** Изобрази структурные формулы всех ациклических насыщенных углеводородов, газообразных при обычных условиях, в порядке понижения их температур кипения.

Проверь себя: число формул должно быть равно 6, сумма числа C-атомов в первых трех из них – 13.

**4.1.** Закончи уравнения реакций.



**4.2.** Расставь коэффициенты в уравнениях реакций.



Для каждого уравнения подсчитай количество вещества кислорода, расходуемого на сжигание 1 моль исходного вещества.

4.3. Сколько органических веществ образуется при: а) дегидрировании смеси пропана и *n*-бутана \_\_\_\_; б) крекинге смеси *n*-бутана и *n*-пентана \_\_\_\_\_?

Проверь себя: сумма записанных тобой чисел должна быть равна 15. Если твой ответ меньше 15, прочитай описание реакций в учебнике, изобрази структурные формулы всех продуктов и подумай что ты не учел. Может, какие-то из изображенных тобой формул соответствуют нескольким веществам?

4.4. А. Сколько в молекуле *n*-бутана атомов водорода, связанных: а) с первичными С-атомами \_\_\_\_; б) со вторичными С-атомами \_\_\_\_; в) с третичными С-атомами \_\_\_\_\_?

Б. Какая доля 2-хлорбутана в смеси монохлорбутанов, образующихся в результате реакции хлорирования бутана при 300°C, если при этих условиях скорость замещения различных атомов водорода (первичных, вторичных и третичных) одинакова? \_\_\_\_\_

4.5. Известно, что селективность (избирательность) процесса галогенирования алканов увеличивается с уменьшением активности атакующей частицы. Малоактивные бром-радикалы проявляют значительную избирательность в разрыве С-Н-связей, расщепляя в основном наименее прочные связи. В отличие от них, высокоактивные хлор-радикалы обладают меньшей селективностью; так, при нагревании они способны отщипить атом Н практически от любого атома С.

Зная соотношение скоростей замещения у различных С-атомов (см. таблицу справа), а также число Н-атомов у первичных и третичных С-атомов в 2-метилпропане, рассчитай:

а) массовую долю 1-бром-2-метилпропана в смеси монобромпроизводных, образующихся при бромировании 2-метилпропана \_\_\_\_\_;

б) массовую долю 1-хлор-2-метилпропана в смеси монохлорпроизводных, образующихся при хлорировании 2-метилпропана при температуре менее 100 °С \_\_\_\_\_;

в) массовую долю 2-хлор-2-метилпропана в смеси монохлорпроизводных, образующихся при хлорировании 2-метилпропана при температуре 300 °С \_\_\_\_\_.

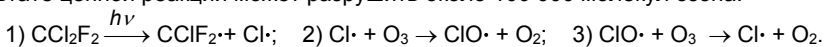
**Соотношение скоростей замещения Н-атомов в алкане в реакции галогенирования при различных условиях**

Галоген	Температура, °С	Примерное соотношение скоростей замещения Н-атомов при первичном, вторичном и третичном С-атоме
Br	127	1 : 80 : 1600
Cl	<100	1 : 4 : 5
	300	1 : 1 : 1


Как влияет повышение температуры реакции на селективность радикальных процессов?

4.6. Полагая, что скорости хлорирования первичного и вторичного углерода в алканах соотносятся как 1:4, рассчитай соотношения продуктов монохлорирования бутана.


4.7. В 1987 году все промышленно развитые страны подписали Монреальский протокол, приняв на себя обязательства по ограничению синтеза фреонов – фтор-, хлор-, а иногда и бромпроизводных алканов (в основном метана и этана). Ограничение производства фреонов необходимо потому, что из-за них происходит разрушение озонового слоя над Землей, поглощающего 99% ультрафиолетового солнечного излучения, вредного для людей и животных. Разрушение происходит следующим образом - в верхних слоях атмосферы от фреона под действием УФ-излучения отщепляется радикал галогена, который в результате цепной реакций может разрушить около 100 000 молекул озона:




Какая из реакций описывает: а) зарождение цепи \_\_\_\_\_; б) развитие цепи \_\_\_\_\_?  
Запиши несколько реакций обрыва цепи.

 **5.1.** Напиши уравнения реакций Вюрца для следующих веществ и смесей:  
а) 1-хлорпропан; б) 2-метил-2-хлорпропан; в) 2-бром-3,3-диметилбутан; г) бромэтан и 2-бромпропан; д) йодэтан и 2-йод-2-метилпропан; е) 2-метил-2-хлорбутан и 2,3-диметил-2-хлорбутан.

Назови продукты реакций.

 **5.2.** Напиши уравнения реакций Вюрца, в результате которых образуются: а) 2,5-диметилгексан; б) *n*-октан; в) *n*-пентан; г) 2,2,3-триметилбутан.

 **5.3.** Стрелками соедини формулы солей карбоновых кислот и названия углеводородов, которые образуются при их декарбоксилировании.

<b>A.</b> $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_2\text{-COONa}$	<b>1.</b> Неопентан
<b>Б.</b> $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{CHCOOK}$	<b>2.</b> Пропан
<b>В.</b> $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{COOK}$	<b>3.</b> Изобутан
<b>Г.</b> $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-COONa}$	<b>4.</b> Изопентан
<b>Д.</b> $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOONa}$	<b>5.</b> <i>n</i> -Пентан
<b>Е.</b> $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COONa}$	<b>6.</b> <i>n</i> -Бутан

Проверь себя: число алканов, которые можно получить в результате реакции декарбоксилирования из указанных солей карбоновых кислот, равно 4.

 **5.4.** Закончи уравнения реакций:

- 1) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
- 2) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaCl}$ ;
- 3) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(CH}_3)_2\text{-C(CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaBr}$ ;
- 4) \_\_\_\_\_ →  $\text{NaBr} + \text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_3\text{C-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3 +$   
 $+ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(CH}_3)_2\text{-C(CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ;
- 5) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_4$ ;
- 6) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_3$ ;
- 7) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ;
- 8) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2$ ;
- 9) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_4 + \text{Al(OH)}_3$ ;
- 10) \_\_\_\_\_ →  $\text{AlCl}_3 + \text{CH}_4$ ;
- 11) \_\_\_\_\_ →  $\text{CH}_3\text{-CBr(CH}_3\text{)-CH}_3 + \text{HBr}$ .



# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
<b>Часть I. ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО КАК ХИМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА</b>	6
<b>1.1. СУБМОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ</b>	6
1.1.1. АТОМАРНЫЙ ПОДУРОВЕНЬ	6
§1. Атомы элементов-органогенов	6
§2. Возбужденное состояние атомов	7
§3. Химическая связь в молекуле – ковалентная связь. Механизмы образования ковалентной связи	7
§4. Разновидности ковалентной связи: $\sigma$ - и $\pi$ -связи	8
§5. Кратность ковалентной связи	9
§6. Полярность ковалентной связи	9
§7. Особенности химической связи между атомами элементов-органогенов	9
§8. Способы разрыва ковалентной связи	10
§9. Свойства атома как элемента молекулы. Координационное число атома	11
§10. Степень окисления атома	11
§11. Гибридизация атомных орбиталей при образовании ковалентных связей	12
§12. Расположение орбиталей гибридных атомов в пространстве	13
§13. Причины отклонений от стандартных значений валентных углов	15
1.1.2. ПОДУРОВЕНЬ ГРУППИРОВКИ АТОМОВ. УГЛЕРОДНАЯ ЦЕПЬ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	16
§14. Классификации органических соединений по строению углеродной цепи	16
§15. Классификация органических соединений по виду функциональных групп	16
<b>1.2. МОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ</b>	19
1.2.1. ГОМОЛОГИЧЕСКИЕ РЯДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ИЗОМЕРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	19
§16. Гомология	19
§17. Изомерия	19
§18. Структурная изомерия	19
§19. Пространственная изомерия	21
1.2.2. ПОЛЯРНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ	24
§20. Влияние структуры молекулы на ее полярность	24
1.2.3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ	25
§21. Выделение типов химических реакций по характеру изменения состава или структуры органических веществ	25
§22. Выделение типов химических реакций по виду реагента	25
§23. Выделение типов химических реакций по частным признакам	25
<b>1.3. НАДМОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ</b>	27
§24. Межмолекулярные взаимодействия	27
§25. Изменение свойств в ряду веществ-гомологов и веществ-изомеров	27
<b>Часть II. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ</b>	28
<b>2.1. УГЛЕВОДОРОДЫ</b>	28
§26. Классификация углеводородов	28
§27. Гомологические ряды углеводородов	28
§28. Номенклатура углеводородов	30



§29. Алканы	34
§30. Циклоалканы	39
§31. Алкены	42
§32. Алкадиены	44
§33. Алкины	46
§34. Ароматические углеводороды	49
§35. Основные виды системообразующих связей в химических объектах. Генетические связи между углеводородами и галогенпроизводными углеводородов	53
<b>2.2. МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ</b>	<b>55</b>
2.2.1. МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ	55
§36. Классификации	55
§37. Общая формула гомологического ряда, изомерия, номенклатура, степени окисления атомов углерода	56
§38. Взаимные превращения представителей некоторых классов кислородсодержащих соединений	57
§39. Межмолекулярные взаимодействия у представителей некоторых классов кислородсодержащих соединений	58
§40. Гидроксильные соединения, их классификации	59
§41. Одноатомные спирты	59
§42. Многоатомные спирты	62
§43. Фенолы	63
§44. Карбонильные соединения, их классификации	65
§45. Альдегиды и кетоны	65
§46. Классификации карбоновых кислот и их производных	69
§47. Карбоновые кислоты	69
§48. Сложные эфиры	72
§49. Жиры и масла	73
§50. Соли карбоновых кислот. Мыла	75
§51. Генетические связи между углеводородами, галогенсодержащими и кислородсодержащими органическими соединениями	76
2.2.2. МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ	80
§52. Классификации	80
§53. Насыщенные амины	80
§54. Ароматические амины. Анилин	82
§55. Генетические связи между углеводородами, галогенсодержащими, кислородсодержащими и азотсодержащими органическими соединениями	84

#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Упражнения  
(цвет колбы указывает на  
уровень сложности упраж-  
нения)



Расчетные задачи