

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Минск БГМУ 2018

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практикум

*6-е издание*



Минск БГМУ 2018

УДК 547(076.5)  
ББК 24.2я73  
О-64

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве  
практикума 16.05.2018 г., протокол № 9

А в т о р ы: Г. Э. Атрахимович, О. П. Болбас, С. Р. Казюлевич, С. В. Барченко

Р е ц е н з е н т ы: канд. хим. наук, доц. В. В. Пинчук; канд. мед. наук, доц. О. Н. Ринейская

**Органическая химия** : практикум / Г. Э. Атрахимович [и др.]. – 6-е изд. – Минск :  
О-64 БГМУ, 2018. – 128 с.

ISBN 978-985-21-0044-1.

Содержатся тестовые и расчетные задания по всем разделам органической химии. Первое издание вышло в 2013 году.

Предназначен для слушателей подготовительного отделения.

УДК 547(076.5)  
ББК 24.2я73

ISBN 978-985-21-0044-1

© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2018

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Этот практикум составлен в соответствии с учебной программой по химии для слушателей подготовительного отделения и способствует унификации процесса обучения химии.

Издание включает в себя тестовые и расчетные задания по всем темам органической химии:

- насыщенные, ненасыщенные и ароматические углеводороды;
- кислородсодержащие органические соединения (спирты, альдегиды, карбоновые кислоты и сложные эфиры);
- азотсодержащие органические соединения (амины, аминокислоты и белки).

Предполагается, что приведенные задания слушатели подготовительного отделения будут выполнять на практических занятиях под руководством преподавателя, а также использовать для самостоятельной работы.

Приступая к работе над каждой темой, следует внимательно ознакомиться с перечнем знаний, навыков и умений, которыми должен обладать будущий абитуриент результате ее изучения. Именно этот перечень предваряет учебные материалы по каждой теме. Затем следует изучить соответствующий раздел по теоретическим учебным пособиям, рекомендованным для использования на подготовительном отделении. И только после этого следует приступать к выполнению практических учебных заданий.

Издание содержит типовые задачи различного уровня сложности по соответствующим разделам и тестовые задания для самоконтроля с одним или несколькими ответами.

### **Требования к усвоению учебного материала по органической химии:**

После изучения органической химии слушатели подготовительного отделения должны *знать*:

- основные положения теории химического строения органических соединений, явления гомологии, структурной и пространственной изомерии;
- пространственное и электронное строение функциональных групп органических веществ, виды химических связей (одинарную, двойную, сопряженные двойные связи, тройную), водородную связь;
- строение, химические свойства, получение и практическое применение алканов, алкенов, сопряженных диенов, алкинов, ароматических соединений, одноатомных и многоатомных спиртов, фенолов, альдегидов, карбоновых кислот (одноосновных и двухосновных), сложных эфиров, жиров, углеводов (глюкозы, сахарозы, крахмала, целлюлозы), аминов, аминокислот и белков, нуклеиновых кислот;
- структурные формулы, пространственные изомеры (стереоизомеры) органических веществ;

– тривиальные названия изученных представителей основных классов органических соединений.

Иметь представление о мономерах, степени полимеризации, основных промышленных полимерах и волокнах.

После изучения органической химии слушатели подготовительного отделения должны *уметь*:

– разьяснять на примерах взаимное влияние атомов в молекулах органических веществ, многообразие органических веществ, причинно-следственную зависимость между составом, строением и свойствами веществ;

– сравнивать состав, строение и свойства изученных веществ, классифицировать химические реакции, устанавливать связь между классами органических соединений и зависимость между свойствами изученных веществ и их применением, знать области практического использования изученных веществ;

– составлять структурные формулы изученных органических веществ, называть их по систематической номенклатуре, составлять уравнения реакций, характеризующих свойства органических веществ, их взаимные превращения;

– находить молекулярную и структурную формулы органических веществ по их качественному и количественному составу или по продуктам сгорания;

– производить расчеты по химическим уравнениям, если одно из реагирующих веществ дано в избытке;

– рассчитывать массу продукта реакции по известным массам исходных реагентов с учетом практического выхода.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

*Основной объем учебного материала.* Предмет органической химии. Способы изучения состава органических соединений. Химическое строение как порядок соединения атомов и их взаимное влияние в молекулах органических соединений. Теория химического строения органических соединений. Электронное строение атома углерода. Природа химических связей: s- и p-электроны, формы электронных облаков, типы гибридизации. Симметричный и асимметричный способы разрыва химических связей. Классификация органических соединений и реакций с их участием. Общие принципы номенклатуры органических соединений. Молекулярные и структурно-графические формулы органических соединений. Изомерия органических соединений.



**6. Алкан имеет относительную плотность паров по воздуху 3,931. Молекулярная формула этого алкана:**

- а)  $C_8H_{18}$ ;                      б)  $C_8H_{16}$ ;                      в)  $C_8H_{14}$ ;                      г)  $C_9H_{20}$ .

**7. Массовая доля углерода в углеводороде составляет 83,33 %. Относительная плотность паров по воздуху равна 2,48. Этим углеводородом может быть:**

- а) 2-метилпропан;                      в) пентан;  
б) 2,2-диметилпропан;                      г) 2-метилбутан.

**8. Плотность алкана по водороду равна 36. Число  $\sigma$ -связей в его молекуле:**

- а) 12;                      б) 14;                      в) 16;                      г) 18.

**9. Хлороформ — это тривиальное название:**

- а) хлорметана;                      в) трихлорметана;  
б) дихлорметана;                      г) тетрахлорметана.

**10. Укажите правильные утверждения:**

а) состав любого гомолога метана описывается одной и той же общей формулой;

б) массовая доля углерода с увеличением длины углеродного скелета в алканах уменьшается;

в) гомологи имеют различные физические, но одинаковые химические свойства;

г) гомологи могут отличаться как физическими, так и химическими свойствами.

**11. Гомологами октана являются:**

- а) 2,2,3-триметилпентан;                      г) 2,4-диметил-3-этилпентан;  
б) 3-этилгексан;                      д) 2,2,3,3-тетраметилбутан.  
в) 2-метил-3-этилгексан;

**12. Гомологами бутана являются:**

- а) 2-метилпропан;                      в) 2,3-диметилпентан;  
б) 2-метилбутан;                      г) 2,2,4,4-тетраметилгексан.

**13. Возможные виды изомерии для алканов:**

- а) структурная (углеводородной цепи);  
б) изомерия различных гомологических рядов;  
в) стереоизомерия;  
г) положения кратных связей.

**14. В реакции каталитической изомеризации предельного углеводорода неразветвленного строения образовался единственный продукт. Этим продуктом является:**

- а) изобутан (2-метилпропан);  
б) неопентан (2,2-диметилпропан);  
в) изопропан;  
г) изооктан (2,2,4-триметилпентан).

**15. Изомером пентана является:**

- а) 2,2-диметилпропан;                      в) этан;  
б) 3-метилпентан;                              г) 2,3-диметилбутан.

**16. Гексан и октан являются:**

- а) стереоизомерами;                              в) структурными изомерами;  
б) гомологами;                                      г) насыщенными углеводородами.

**17. Общее число изомеров алкана, содержащего 12 атомов водорода, равно:**

- а) 2;                                      б) 3;                                      в) 4;                                      г) 5.

**18. Изомерами алкана, содержащего в молекуле 42 электрона, являются:**

- а) 2-метилбутан;                                      в) 2,2-диметилпропан;  
б) 3,3-диметилпентан;                              г) 2,3-диметилбутан.

**19. Гомологом 2,2,4-триметилпентана является:**

- а) 3-изопропилпентан;                              в) 2-этилгексан;  
б) тетраэтилметан;                                      г) 2,2,3,3-тетраметилбутан.

**20. Степень окисления каждого из атомов углерода равна  $-3$  в соединении:**

- а)  $C_4H_{10}$ ;                                      б)  $C_2H_4Cl_2$ ;                                      в)  $C_2H_6$ ;                                      г)  $C_3H_8$ .

**21. В виде стереоизомеров может существовать:**

- а) 2-метилпропан;                                      в) 2,2-диметилбутан;  
б) 3-метилгексан;                                      г) 2,2,3-триметилбутан.

**22. Выберите верные утверждения:**

- а) ни один из изомеров пентана не содержит асимметричных атомов углерода;  
б) в реакцию изомеризации вступают только газообразные, насыщенные при обычных условиях углеводороды;  
в) при изомеризации изменяется число  $\sigma$ -связей в молекулах алканов;  
г) при изомеризации алканов возможно изменение степени окисления атомов углерода.

**23. Общее число электронов в молекуле алкана, содержащего только первичные атомы углерода, равно:**

- а) 10;                                      б) 18;                                      в) 26;                                      г) 30.

**24. Число вторичных атомов углерода в молекуле 2,3-диметил-3-этилоктана равно:**

- а) 3;                                      б) 4;                                      в) 5;                                      г) 6.

**25. Число атомов водорода в молекуле алкана, содержащего 2 третичных атома углерода (остальные — первичные, вторичных и четвертичных в структуре нет), равно:**

- а) 10;                                      б) 12;                                      в) 14;                                      г) 16.

**26. Алкан содержит 2 третичных атома углерода, 1 вторичный, остальные атомы углерода первичные. Это описание дает возможность:**

- а) установить число атомов углерода и водорода в молекуле алкана;  
б) рассчитать число электронов и протонов в его молекуле;



- в) однозначно установить порядок соединения атомов в молекуле;  
г) записать возможную структурно-графическую формулу.

**27. Число атомов водорода в одновалентном радикале пятого члена гомологического ряда алканов равно:**

- а) 9;                      б) 10;                      в) 11;                      г) 12.

**28. Число изомерных алкильных радикалов состава  $-C_4H_9$  равно:**

- а) 2;                      б) 3;                      в) 4;                      г) 5.

**29. Относительная плотность паров по воздуху неизвестного углеводорода, содержащего 1 третичный атом углерода, равна 3,443. Массовая доля углерода в нем составляет 84 %. Этим углеводородом может быть:**

- а) 2,2,3-триметилбутан;                      в) 3-метилгексан;  
б) 2-метилгексан;                      г) 2,2-диметилпентан.

**30. Общее число возможных моногалогенопроизводных 2,3-диметилбутана равно:**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

### Тест 2

**1. Для алканов возможны реакции:**

- а) замещения;                      в) присоединения;  
б) окисления;                      г) полимеризации.

**2. Ни при каких условиях алканы не реагируют:**

- а) с бромом;                      в) бромоводородом;                      д) водой.  
б) азотной кислотой;                      г) озоном;

**3. Выберите уравнение, которое правильно характеризует химические свойства метана:**

- а)  $CH_4 + HBr \rightarrow CH_3Br + H_2$ ;  
б)  $2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$ ;  
в)  $CH_4 + HNO_3 \rightarrow CH_3ONO_2 + H_2O$ ;  
г)  $3CH_4 + 8KMnO_4 = 3K_2CO_3 + 8MnO_2 \downarrow + 2KOH + 5H_2O$ .

**4. При окислении метана в разных условиях (катализатор, температура) возможно образование:**

- а) ацетилена;                      в) метаналей;                      д) угарного газа.  
б) метанола;                      г) метановой кислоты;

**5. Для получения стеариновой кислоты ( $C_{17}H_{35}COOH$ ) используют каталитическое окисление:**

- а)  $C_{17}H_{36}$ ;                      б)  $C_{18}H_{38}$ ;                      в)  $C_{34}H_{70}$ ;                      г)  $C_{36}H_{74}$ .

**6. Выберите правильные характеристики реакции хлорирования пропана:**

- а) замещения;                      в) свободно-радикальная;  
б) окислительно-восстановительная;                      г) каталитическая.

**7. При хлорировании метана в качестве основного или побочного продуктов возможно образование:**

- а) хлорметана;                      в) хлороформа;                      д) хлороводорода.  
б) хлористого метилена;                      г) этана;

**8. Выберите схемы, отражающие стадию обрыва цепи реакции хлорирования метана:**

- а)  $\text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} 2\text{Cl}\cdot$ ;                      в)  $\text{CH}_3\cdot + \text{CH}_3\cdot \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$ ;  
б)  $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}\cdot \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl} + \text{H}\cdot$ ;                      г)  $\text{CH}_3\cdot + \text{Cl}\cdot \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$ .

**9. Определите строение алкана, если при его радикальном хлорировании образовалась смесь 3 монохлорпроизводных:**

- а)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ;                                      в)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ;  
б)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ;                                      г)  $(\text{CH}_3)_3\text{CH}$ .

**10. Реакция Коновалова — это реакция:**

- а) галогенирования алканов;                      в) дегидрирования алканов;  
б) сульфирования алканов;                      г) нитрования алканов.

**11. Укажите правильные характеристики нитрования алканов:**

- а) продуктами нитрования являются сложные эфиры азотной кислоты;  
б) продуктами нитрования являются нитропроизводные алканов;  
в) при нитровании бутана раствором азотной кислоты в соответствующих условиях возможно образование 2 изомерных соединений;  
г) продукты нитрования бутана оксидами азота в соответствующих условиях могут содержать менее 4 атомов углерода в цепи.

**12. Выберите правильные утверждения. Крекинг — это процесс:**

- а) объединения молекул одного вида в более крупные;  
б) расщепления углеводородов;  
в) лабораторного получения водорода;  
г) сопровождающийся образованием алкенов;  
д) изомеризации алканов.

**13. При проведении синтеза Вюрца используют взаимодействие:**

- а) между алканами и галогенами;  
б) нитропроизводными алканов и активными металлами;  
в) различными галогенопроизводными алканов;  
г) галогенопроизводными алканов и активными металлами.

**14. Синтез Вюрца используют:**

- а) для синтеза алканов;  
б) получения алкенов;  
в) получения синтез-газа;  
г) промышленного получения галогенидов активных металлов.

**15. Среди продуктов реакции Вюрца с участием смеси бромметана и бромэтана нельзя обнаружить:**

- а) пентан;                      б) бутан;                      в) этан;                      г) пропан.

**16. При сплавлении твердых пропионата натрия и гидроксида натрия образуется:**

- а) метан;                      б) этан;                      в) пропан;                      г) бутан.

**17. Бутан можно получить (в качестве основного или побочного продукта):**

- а) при крекинге октана;

- б) пиролизе метана;
- в) изомеризации гептана;
- г) взаимодействии смеси бромметана и хлорметана с металлическим натрием;
- д) сплавлении бутаноата натрия и гидроксида натрия;
- е) сплавлении пентаноата натрия и гидроксида натрия;
- ж) из хлорбутана, используя магний (в эфире) с последующим гидролизом.

**18. Длина углеродного скелета увеличивается при получении предельных углеводородов по реакции:**

- а) гидрирования;
- б) крекинга;
- в) Вюрца;
- г) декарбоксилирования.

**19. Укажите промежуточное вещество X при синтезе бутана по схеме этан → X → бутан:**

- а) изобутан;
- б) бутен-2;
- в) этилен;
- г) бромэтан.

**20. Укажите промежуточные вещества X и Y при синтезе метана по схеме бутан → X → Y → метан:**

- а) X — C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, Y — C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Cl;
- б) X — C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, Y — C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>;
- в) X — CO<sub>2</sub>, Y — CH<sub>3</sub>OH;
- г) X — CH<sub>3</sub>COOH, Y — CH<sub>3</sub>COONa.

**21. В одну стадию нельзя получить этан:**

- а) из C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>;
- б) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COONa;
- в) CH<sub>3</sub>Br;
- г) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>.

**22. Для сжигания 1 м<sup>3</sup> (н. у.) природного газа, содержащего 95 % метана (остальное — азот), потребуется кислород объемом:**

- а) 1,9 м<sup>3</sup>;
- б) 3,8 м<sup>3</sup>;
- в) 0,95 м<sup>3</sup>;
- г) 2 м<sup>3</sup>.

**23. Определите алкан, если при его полном сгорании затрачивается объем кислорода в 5 раз больший объема паров этого алкана:**

- а) пропан;
- б) пентан;
- в) бутан;
- г) гексан.

**24. Плотность предельного углеводорода по водороду равна 22. Количество вещества (моль) воды, образующееся при полном сгорании 1 моль этого углеводорода, равно:**

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 1.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Углерод → метан → бромметан → этан → бутан.
2. 1-Хлорпропан → гексан → пропан → 2-хлорпропан → 2,3-диметилбутан.
3. Ацетат натрия → этилен → этан → пропан → CO<sub>2</sub>.
4. Пропионат натрия → этан → бутан → этан → 1,1-дихлорэтан.
5. Уксусная кислота → метан → этан → 2-метилпропан → 2,5-диметилгексан.

6. Карбид алюминия → метан → пропан → гексан → циклогексан.  
 7. Ацетат натрия → метан → хлорметан → этан → этен.  
 8. Метан → ацетилен → этан → пропан → 1-хлорпропан.  
 9. Укажите конечный продукт (X) в следующих цепочках превращений:  
 а)  $C_2H_6 \xrightarrow{Cl_2(h\nu)} \dots \xrightarrow{Na} \dots \xrightarrow{AlCl_3(t)} X$ ;  
 б)  $CH_4 \xrightarrow{Br_2(h\nu)} \dots \xrightarrow{Na} \dots \xrightarrow{Br_2(h\nu)} \dots \xrightarrow{Na} X$ .

### ЗАДАЧИ

1. Образец метана ( $CH_4$ ) (н. у.) занимает объем, равный  $4,48 \text{ дм}^3$ . Масса образца равна  $3,4 \text{ г}$ . Углерод в составе метана представлен 2 изотопами —  $^{12}C$  и  $^{14}C$ , водород — нуклидом  $^1H$ . Определите массовую долю (%)  $^{14}CH_4$  в образце.

2. Какой объем водорода (н. у.,  $\text{дм}^3$ ) образуется при циклизации и дегидрировании гексана объемом  $50 \text{ см}^3$  с плотностью  $0,658 \text{ г/см}^3$ ? Реакция образования ароматического продукта идет с выходом  $72 \%$ .

3. Определите объем бутана ( $\text{м}^3$ , н. у.), который образовался при крекинге  $11,4 \text{ кг}$  октана, считая, что выход продукта реакции  $93 \%$ .

4. Метан получили синтезом из простых веществ при  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ . Вычислите степень превращения (%) водорода, если в результате реакции образовалась смесь, которая содержит  $92 \%$  метана и  $8 \%$  водорода (по объему).

5. Из метана в условиях дугового разряда образуется ацетилен и водород. Вычислите степень переработки (%) метана, если полученная газовая смесь содержит  $15 \%$  (по объему) ацетилена.

6. При нагревании хлорэтана массой  $32,25 \text{ г}$  с  $0,5$  моль металлического натрия получили бутан, объем которого при нормальных условиях составил  $5,2 \text{ дм}^3$ . Определите выход (%) продукта реакции.

7. Смесь пропана и бутана объемом  $0,15 \text{ дм}^3$  смешали с кислородом объемом  $950 \text{ см}^3$  (н. у.) и взорвали. После приведения газов к нормальным условиям объем составил  $0,6 \text{ дм}^3$ . Определите объемные доли (%) пропана и бутана в исходной смеси.

8. Газ, который образовался при полном сгорании смеси пропана и метана объемом  $745,7 \text{ см}^3$  ( $740 \text{ мм рт. ст.}$ ,  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ ), полностью поглощен раствором гидроксида калия объемом  $49,02 \text{ см}^3$  ( $\rho = 1,02 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей вещества  $5,6 \%$ . Полученный в результате раствор не дает осадка при добавлении к нему хлорида кальция. Определите состав газовой смеси в объемных долях. Рассчитайте объем воздуха (н. у.,  $\text{дм}^3$ ), который понадобится для полного сжигания указанной газовой смеси.

**Ответы:** 1.  $53 \%$ . 2.  $24,68 \text{ дм}^3$ . 3.  $2,08 \text{ м}^3$ . 4.  $95,8 \%$ . 5.  $42,9 \%$ . 6.  $92,8 \%$ . 7. Пропана —  $33,3 \%$ , бутана —  $66,7 \%$ . 8. Метана —  $67 \%$ , воздуха —  $9,6 \text{ дм}^3$ .

## ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ АЛКАНОВ

*Основной объем учебного материала.* Изомерия и номенклатура галогеналканов. Понятие об индуктивном эффекте. Химические свойства галогеналканов: взаимодействие с активными металлами и растворами щелочей.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

**1. Общее число неподеленных пар валентных электронов в молекуле бромэтана равно:**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

**2. Число атомов углерода в состоянии  $sp^3$ -гибридизации в молекуле 1-бром-2-метил-3-хлоргексана равно:**

- а) 2;                      б) 5;                      в) 6;                      г) 7.

**3. При взаимодействии смеси йодметана и йодэтана с избытком металлического натрия могут быть получены различные органические соединения в количестве:**

- а) 2;                      б) 3;                      в) 4;                      г) 5.

**4. С использованием реакции Вюрца бутан без примесей других алканов можно получить:**

- а) из 1-хлорпропана;                      в) хлорметана;  
б) хлорэтана;                              г) смеси хлорметана и 1-хлорпропана.

**5. Только 2,2,3,3-тетраметилбутан в качестве органического продукта по реакции Вюрца можно получить:**

- а) из хлорметана и 2,2,3-триметил-3-хлорбутана;  
б) изопропилхлорида;  
в) хлорэтана и 2-метил-2-хлорпропана;  
г) 2-метил-2-хлорпропана.

**6. Число изомеров у соединения формулы  $C_3H_6Br_2$  (учесть стереоизомерию):**

- а) 2;                      б) 3;                      в) 4;                      г) 5.

**7. При действии избытка спиртового раствора калий гидроксида на 1,2-дихлорпропан преимущественно образуется:**

- а) пропанол-1,2;                              в) пропин;  
б) 3-хлорпропен-1;                              г) 2-хлорпропен.

**8. При отщеплении одной молекулы хлороводорода от молекулы 1,1,2,2-тетрахлорэтана образуется:**

- а) винилхлорид;                              в) 1,1,2-трихлорэтен;  
б) хлорэтен;                                      г) хлороформ.

**9. При взаимодействии 2,5-дибромгексана с натрием образуется:**

- а) 1,2-диметилциклобутан;                      в) 2,5-диметилгексан;  
б) 1,4-диметилциклобутан;                      г) 2,5-диметилциклогексан.

**10. Установите соответствие между реагентами и основными органическими продуктами реакций:**

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1. 1-хлорпропан и натрий;                               | а) пропанол-1;       |
| 2. 1,2-дибромпропан и цинк (пыль);                      | б) циклопропан;      |
| 3. 1-хлорпропан и NaOH (водный р-р);                    | в) пропен;           |
| 4. 1,3-дихлорпропан и цинк (пыль);                      | г) гексан;           |
| 5. 1,3-дихлорпропана и NaOH (водный р-р);               | д) 2,3-диметилбутан; |
| 6. 2-хлорпропан и натрий;                               | е) пропандиол-1,3;   |
| 7. 1,2-дихлорэтан и NaOH (спиртовой р-р, изб.);         | ж) пропандиол-1,2;   |
| 8. 1 моль 1,2-дихлорэтан и 1 моль NaOH (спиртовой р-р). | з) 1-хлорпропен;     |
|   | и) хлорэтен;         |
|   | к) этин.             |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

**11. При взаимодействии 1-бром-4-хлорпентана с избытком щелочи (спиртовой р-р) образуется:**

- смесь 4-хлорпентена-1 и 5-бромпентена-1;
- смесь пентадиена-1,4 и пентадиена-1,3;
- преимущественно пентадиен-1,4;
- преимущественно пентадиен-1,3.

**ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ**

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

- Бутан → этен → этилхлорид → бутан → изобутан.
- Бутан → этен → хлорэтан → бутен-1 → 2-бромбутан.
- 1,2-Дибромбутан → бутен-1 → 2-хлорбутан → бутен-2 → 2,3-дибромбутан.
- 2-Хлорбутан → бутен-2 → 2,3-дибромбутан → бутен-2 → 2-бромбутан.
- Бутан → уксусная кислота → ацетат натрия → этан → этилен.
- Октан → бутан → метан → хлороформ → тетрахлорметан.
- Бутират натрия → пропан → 1-хлорпропан → гептан → метилциклогексан.
- Гексен-2 → гексан → пропен → пропан → 2-нитропропан.
- $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$ .
- Метан → этилен → 1,2-дибромэтан → этен → хлорэтан → этиловый спирт.
- 1,2-Дибромпропан → пропилен → гексан → пропен → пропилен.
- Пропин → пропен → 1,2-дибромпропан → пропен → пропан.
- Уксусная кислота → ацетат натрия → метан → углекислый газ → глюкоза.

## ЗАДАЧИ

1. Масса хлорпроизводного углеводорода, полученного при хлорировании 0,056 дм<sup>3</sup> (н. у.) газообразного насыщенного углеводорода, равна 0,2825 г. Установите число атомов водорода, замещенных атомами хлора в алкане.

2. При нагревании хлорметана массой 15,15 г с металлическим натрием массой 9,2 г получен этан, объем которого при нормальных условиях составил 0,2688 дм<sup>3</sup>. Определите объемную долю (%) выхода продукта реакции.

3. При действии магния на дибромалкан образовался непредельный углеводород, масса которого в 4,81 раза меньше массы исходного соединения. Установите строение дибромалкана.

4. При прямом хлорировании 48 г неизвестного алкана образовалась смесь моно-, ди- и трихлорзамещенных углеводородов. Объемные отношения основных продуктов реакции в газовой фазе 2 : 1 : 3. Относительная плотность пара по воздуху для трихлорзамещенного соединения равна 4,120. Вычислите количественный состав (моль) образованной смеси.

5. Определите состав неизвестного галогеналкана, если при термическом расщеплении 0,156 г этого вещества образовалось 0,001 моль йодоводорода и ненасыщенный углеводород ряда этилена.

6. При действии спиртового раствора гидроксида натрия на 0,5 моль бромалкана с неразветвленной углеродной цепью неизвестной структуры получили смесь 2 изомерных алкенов в соотношении по массе 2 : 5. Масса первого из них равна 10 г. Определите состав и строение продуктов реакции.

**Ответы:** 1. 2. 2. 8 %. 3. 1,2-Дибромпропан. 4. 1 моль CH<sub>3</sub>Cl, 0,5 моль CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 1,5 моль CHCl<sub>3</sub>. 5. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>I. 6. C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>, пентен-1 и пентен-2.

## ЦИКЛОАЛКАНЫ

*Основной объем учебного материала.* Классификация и номенклатура циклоалканов. Конформации циклогексана. Физические и химические свойства: реакции замещения и дегидрирования. Получение и применение циклоалканов.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

**1. Только вторичные атомы углерода содержат молекулы:**

- а) циклобутана;    в) циклогексана;  
б) метилциклобутана;    г) 1,2-диметилциклопентана.

**2. Число первичных и вторичных атомов углерода равно в молекулах:**

- а) 1,2-диметилциклобутана;  
б) 1,3,5-триметилциклогексана;  
в) 1,1-диметилциклопропана;  
г) 1,2-диметил-3-этилциклопентана.

**3. Выберите верные утверждения:**

- а) ядра всех атомов углерода в молекуле циклопропана лежат в одной плоскости;
- б) и в молекуле циклопентана, и в молекуле циклогексана в одной плоскости лежат ядра 4 атомов углерода;
- в) атомы углерода в молекулах циклоалканов находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридизации;
- г) структура циклоалканов может поддерживаться как  $\sigma$ -, так и  $\pi$ -связями.

**4. Гомологами метилциклогексана являются:**

- а) этилциклопентан;
- б) метилциклопентан;
- в) пропилциклобутан;
- г) метилциклобутан.

**5. Общее число циклоалканов, соответствующих формуле  $C_5H_{10}$  (без учета пространственных изомеров) равно:**

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

**6. Укажите ряд, в котором даны названия изомеров одного и того же соединения:**

- а) циклогексан, метилциклопентан, 2,3-диметилбутан;
- б) 1,1-диметилциклобутан, изопропилциклопропан, метилциклопентан;
- в) 1,2-диметилциклопентан, 1,2-диметилпентан, циклогептан;
- г) 2-метилпентан, 1,2-диметилциклобутан, циклогексан.

**7. Укажите названия кислот, которые образуются при окислении циклопропана и циклогексана кислородом в присутствии соответствующего катализатора:**

- а) пропановая и гексановая;
- б) глутаровая и адипиновая;
- в) малоновая и адипиновая;
- г) малоновая и янтарная.

**8. В отличие от циклогексана циклопропан реагирует:**

- а) с бромом;
- б) азотной кислотой (конц.);
- в) кислородом;
- г) бромоводородом.

**9. Укажите уравнение, описывающее реакцию циклопропана с бромом:**

- а)  $C_3H_6 + Br_2 = C_3H_5Br + HBr$ ;
- б)  $C_3H_6 + 9Br_2 = 3CBr_4 + 6HBr$ ;
- в)  $C_3H_6 + Br_2 = C_3H_4Br_2 + H_2$ ;
- г)  $C_3H_6 + Br_2 = C_3H_6Br_2$ .

**10. При взаимодействии циклопропана с хлором образуется:**

- а) 1,2-дихлорпропан;
- б) 1,3-дихлорпропан;
- в) 1,1-дихлорпропан;
- г) хлорциклопропан.

**11. Реакция взаимодействия хлора с циклогексаном — это реакция:**

- а) окислительно-восстановительная;
- б) замещения;
- в) свободно-радикальная;
- г) присоединения.

**12. При взаимодействии хлорциклогексана со спиртовым раствором гидроксида натрия образуется:**

- а) гексен-1;
- б) гексен-2;
- в) циклогексен;
- г) метилциклопентан.



### 13. Установите соответствие между реагентами и основными органическими продуктами реакций:

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1) 1,2-дихлорциклопентан и цинк (пыль);                | а) 1-хлорпропан;              |
| 2) метилциклогексан и кислород (кат., t);              | б) циклопентан;               |
| 3) циклопропан и хлороводород;                         | в) циклопентанол;             |
| 4) метилциклобутан и бром;                             | г) 2-метиладипиновая кислота; |
| 5) 1,2-дихлорциклопропан и хлороводород;               | д) 1,1,3-трихлорпропан;       |
| 6) хлорциклопентан и гидроксид натрия (водный р-р);    | е) 1,4-дибромпентан;          |
| 7) хлорциклопентан и гидроксид натрия (спиртовой р-р); | ж) циклопентен;               |
| 8) 1,5-дихлорпентан и цинк (пыль).                     | з) 1,2-дихлорпропан.          |

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Циклопропан → 1-бромпропан → пропилен → изобутан → CO<sub>2</sub>.
2. Циклопропан → 1,3-дибромпропан → циклопропан → малоновая кислота.
3. 1,6-Дибромгексан → циклогексан → бензол → циклогексан → → адипиновая кислота.
4. Пропан → гексан → циклогексан → хлорциклогексан → циклогексанол.
5. 1,4-Дихлорбутан → циклобутан → бутан → октан → 1,2-диметилциклогексан.
6. Гексан → бензол → циклогексан → хлорциклогексан → метилциклогексан.

### Задачи

1. Циклоалкан, содержащий в молекулах этильный радикал, связанный с циклом, имеет относительную плотность паров по гелию 17,5. Установите строение циклоалкана и назовите его.
2. Два циклических углеводорода имеют плотность паров по водороду 28. Напишите их структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре.
3. Установите формулу и массу (г) циклопарафина, который образуется в результате дегидрирования 57 г 2,2-диметилгексана при температуре 300 °С над платиновым катализатором. Выход продукта реакции составляет 85 % от теоретического.
4. Углеводород, относительная плотность которого по воздуху равна 2,414, не обесцвечивает водный раствор перманганата калия, а при взаимодей-

ствии с водородом в присутствии платины дает смесь 2 веществ. Массовая доля углерода в углеводороде равна 85,71 %. Определите возможную формулу вещества.

5. Какой объем кислорода ( $\text{дм}^3$ , н. у.) израсходован на сжигание смеси алкена и циклоалкана (не являющихся изомерами), если при этом образовалось  $40 \text{ дм}^3$  углекислого газа?

Ответы: 1. Этилциклопропан. 2. Метилциклопропан и циклобутан. 3. 47,6 г 1,1-диметилциклогексана. 4. Этилциклопропан. 5.  $60 \text{ дм}^3$ .

## НЕНАСЫЩЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

### АЛКЕНЫ

*Основной объем учебного материала.* Общая формула, гомологический ряд алкенов. Структурная и пространственная изомерия, номенклатура. Характер химической связи,  $sp^2$ -гибридизация, длина и угол связи. Характеристика  $\sigma$ -связи и  $\pi$ -связи. Физические свойства алкенов, характер изменения этих свойств в гомологическом ряду. Химические свойства ненасыщенных углеводородов (алкенов): реакции присоединения водорода, галогенов, воды, галогеноводородов. Правило Марковникова и его современное объяснение. Реакции окисления. Реакция полимеризации алкенов: мономер, полимер, степень полимеризации. Наиболее важные промышленные полимеры (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид). Общие свойства полимеров и их применение. Получение и применение алкенов.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

1. Выберите формулы соединений, которые могут соответствовать алкенам:

а)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;                      б)  $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ ;                      в)  $\text{C}_{11}\text{H}_{22}$ ;                      г)  $\text{C}_5\text{H}_8$ .

2. К одному гомологическому ряду относятся:

а) этен;                                      в) 1,2-дихлорпропен;  
б) 2-метилпропен;                      г) 1-хлорпропен.

3. Массовая доля углерода в алкенах с увеличением длины углеродной цепи:

а) возрастает;                              в) не изменяется;  
б) уменьшается;                              г) изменяется случайным образом.

4. Относительная молекулярная масса алкена, содержащего 6 атомов углерода в молекуле, равна:

а) 86;                                      б) 84;                                      в) 82;                                      г) 80.

5. Укажите формулу вещества, которое в 29 раз тяжелее водорода и содержит 0,827 массовых долей углерода и 0,173 водорода:

- а)  $C_2H_4$ ;                      б)  $C_3H_6$ ;                      в)  $C_4H_8$ ;                      г)  $C_4H_{10}$ .

6. Относительная молекулярная масса алкена, содержащего 24 атома водорода, равна:

- а) 336;                      б) 170;                      в) 168;                      г) 186.

7. Выберите правильные утверждения. Молекула пропена содержит:

- а) 1  $\sigma$ -связь и 1  $\pi$ -связь;                      в) 8  $\sigma$ -связей и 1  $\pi$ -связь;  
б) 7  $\sigma$ -связей и 1  $\pi$ -связь;                      г) 7  $\sigma$ -связей и 2  $\pi$ -связи.

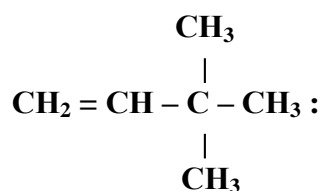
8. Число атомов углерода в состоянии  $sp^2$ -гибридизации в молекуле бутена-2, равно:

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

9. Общее число атомов, лежащих в одной плоскости в молекуле 2-метил-3-хлоргексена-2, равно:

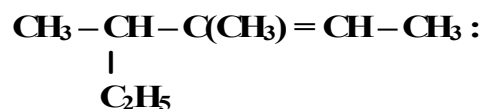
- а) 1;                      б) 3;                      в) 4;                      г) 5;                      д) 6.

10. Укажите название по систематической номенклатуре алкена



- а) 3,3-диметилбутен-2;  
б) 2-диметилбутен-3;  
в) 2,2-диметилбутен-3;  
г) 3,3-диметилбутен-1.

11. Укажите название по систематической номенклатуре алкена строения



- а) 3-метил-4-этилпентен-2;  
б) 2-этил-3-метилпентен-3;  
в) 3,4-диметилгексен-2;  
г) 3,4-диметилгексен-4.

12. Выберите неверно составленные названия алкенов:

- а) бутен-1;                      в) цис-пентен-1;                      д) 2-этилпропен.  
б) транс-бутен-2;                      г) пентен-4;

13. Выберите пару формул, соответствующих радикалам винил и аллил соответственно:

- а)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-$  и  $\text{CH}_2=\text{CH}-$ ;                      б)  $\text{C}_2\text{H}_5-$  и  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$ ;  
в)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$  и  $\text{CH}_2=\text{CH}-$ ;                      г)  $\text{CH}_2=\text{CH}-$  и  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$ .

14. Гомологами транс-пентена-2 являются:

- а) цис-пентен-2;                      в) пентен-1;  
б) цис-бутен-2;                      г) пропен.

15. Укажите название веществ, существующих в виде цис- и транс-изомеров:

- а) 2-метил-пентен-2;                      д) 1,1-дихлорэтена;  
б) 2,3-дихлор-бутен-1;                      е) 1,2-дихлорэтена;  
в) 2-метил-бутен-2;                      ж) винилхлорид.  
г) 1-бром-хлорэтен-2;

**16. Выберите пары веществ, для каждого из которых возможно существование в виде цис- и транс-изомеров:**

- а) 2,3-диметилбутен-2 и бутен-1;
- б) 2-метилбутен-2 и гексен-1;
- в) гексен-3 и 3,4-диметилгексен-3;
- г) пентен-2 и бутен-2.

**17. Общее число изомерных алкенов, отвечающих молекулярной формуле  $C_5H_{10}$ , равно:**

- а) 5;                      б) 6;                      в) 7;                      г) 8.

**18. Общее число изомерных углеводородов состава  $C_4H_8$  равно:**

- а) 3;                      б) 4;                      в) 5;                      г) 6.

**19. Цис- и транс-изомеры 2-бутена различаются:**

- а) порядком соединения между собой атомов углерода;
- б) физическими свойствами;
- в) взаимной ориентацией атомов в пространстве;
- г) положением двойной связи в молекуле.

**20. Выберите пары веществ, изомерных друг другу:**

- а) винилхлорид и 1-хлорпропен-1;
- б) цис-бутен-2 и транс-бутен-2;
- в) цис-бутен-2 и 2-метилпропен;
- г) бутан и транс-бутен-2.

**21. Изомерами пентена-2 являются:**

- а) метилциклобутан;
- б) циклопентан;
- в) 3-метилбутен-1;
- г) 1,2-диметилциклопропан.

**22. Число изомерных галогенопроизводных алкенов состава  $C_3H_5Br$  равно:**

- а) 2;                      б) 3;                      в) 4;                      г) 5.

## Тест 2

**1. Для алкенов возможно протекание реакций:**

- а) замещения;                      в) окисления;
- б) присоединения;                      г) полимеризации.

**2. Укажите типы реакций, в которые может вступать пропен:**

- а) полимеризации;                      в) гидрирования;
- б) гидратации;                      г) окисления.

**3. Выберите правильные утверждения. И пропан, и пропен:**

- а) газы при стандартных условиях;
- б) реагируют с бромной водой;
- в) сгорают в кислороде;
- г) обесцвечивают водный слабощелочной раствор перманганата калия.

**4. В результате окисления алкенов перманганатом калия в щелочной среде образуются:**

- а) альдегиды;
- б) алканолаы;
- в) алкандиолы;
- г) эпоксиалканы.

**5. Выберите пары веществ, в которых каждое реагирует с этеном:**

- а) бромная вода и кислород;
- б) водный раствор перманганата калия и водный раствор хлорида натрия;
- в) бромоводород и хлор;
- г) вода в присутствии концентрированной серной кислоты и водный раствор перманганата калия.

**6. Укажите вещества, обесцвечивающие бромную воду:**

- а) полиэтилен;
- б) цис-бутен-2;
- в) транс-пентен-2;
- г) 2-хлорбутен-2.

**7. С помощью правила Марковникова объясняется присоединение к алкенам:**

- а) водорода;
- б) хлороводорода;
- в) воды;
- г) брома.

**8. С помощью правила Марковникова присоединение бромоводорода к веществу можно объяснить:**

- а) для бутена-1;
- б) этилена;
- в) бутена-2;
- г) 3,3,3-трифторпропена-1.

**9. При взаимодействии бутена-1 с HCl образуется:**

- а) преимущественно 1-хлорбутан;
- б) смесь равных количеств 1-хлорбутана и 2-хлорбутана;
- в) преимущественно 2-хлорбутан;
- г) бутан.

**10. Укажите название вещества, которое преимущественно получается при взаимодействии бромоводорода с 3-метилбутеном-1:**

- а) 2-бром-3-метилбутан;
- б) 1-бром-3-метилбутан;
- в) 2-метилбутан;
- г) 1,2-дибром-3-метилбутан.

**11. При взаимодействии хлороводорода с 2-метилпентеном-2 возможно образование:**

- а) 2-метил-1-хлорпентана;
- б) 2-метил-3-хлорпентана;
- в) 3-метил-2-хлорпентана;
- г) 2-метил-2-хлорпентана.

**12. При гидратации пропена в основном образуется:**

- а) пропановая кислота;
- б) дипропиловый эфир;
- в) пропанол-1;
- г) пропанол-2.

**13. Укажите схему реакции, в которой бромоводород присоединяется вопреки правилу Марковникова:**

- а)  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}=\text{CHCl} + \text{HBr} \rightarrow$ ;
- б)  $\text{CF}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow$ ;
- в)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow$ ;
- г)  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$ .

- 14. В отличие от пропана пропен реагирует:**  
а) с бромом; б) бромной водой; в) кислородом; г) с водородом.
- 15. И бутан, и бутен реагируют:**  
а) с хлором; в) водным раствором перманганата калия;  
б) бромной водой; г) кислородом в присутствии катализатора.
- 16. При полном гидрировании этена:**  
а) изменяется пространственное строение молекулы;  
б) число  $\sigma$ -связей не изменяется;  
в) изменяется тип гибридизации атомов углерода;  
г) образуется смесь веществ.
- 17. При бромировании этена в отличие от бромирования этана:**  
а) протекает реакция замещения;  
б) изменяется число  $\sigma$ -связей;  
в) изменяется тип гибридизации атомов углерода;  
г) образуется смесь веществ.
- 18. При окислении этилена холодным слабощелочным водным раствором перманганата калия образуется:**  
а) кислота; в) оксид; д) простой эфир.  
б) альдегид; г) спирт;
- 19. Оксид этилена образуется при взаимодействии этилена:**  
а) с кислородом (в присутствии серебра);  
б) кислородом (в присутствии  $\text{PdCl}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ , при нагревании);  
в)  $\text{KMnO}_4$ , (слабощелочной водный раствор,  $5^\circ\text{C}$ );  
г) надкислотой.
- 20. Суммарная степень окисления атомов углерода в этилене изменяется в реакциях:**  
а) дегидрирования; г) Прилежаева;  
б) бромирования; д) гидрирования;  
в) гидратации; е) присоединения хлороводорода.
- 21. При окислении циклопентена слабощелочным раствором перманганата калия при  $5^\circ\text{C}$  образуется соединение:**  
а) пентаналь; г) циклопентандиол-1,2;  
б) пентановая кислота; д) циклопентанол.  
в) циклопентан;
- 22. При непосредственном взаимодействии этена с различными веществами-окислителями могут образоваться:**  
а) этилен-оксид; д) этан;  
б) этиленгликоль; е) пропан;  
в) 1,2-дихлорэтан; ж) циклобутан.  
г) 1,1-дихлорэтан;
- 23. При полном сгорании 1 г этилена выделилось 47,2 кДж. Количество теплоты, которое выделится при сгорании 1 л (н. у.) этилена, равно:**  
а) 47,2 кДж; б) 59 кДж; в) 118 кДж; г) 661 кДж.

### Тест 3

**1. Алкен может быть получен:**

- а) при крекинге пентана;
- б) взаимодействии 1-хлорпропана со спиртовым раствором КОН;
- в) дегалогенировании 1,2-дихлорэтана;
- г) взаимодействии 1 моль пропина с 2 моль водорода.

**2. Для осуществления перехода 2-хлорбутана в бутен-2 на исходное вещество надо подействовать:**

- а) цинком;
- б) натрием;
- в) водородом;
- г) спиртовым раствором КОН.

**3. Осуществить превращение бромэтан → этилен можно при взаимодействии бромэтана:**

- а) с металлическим натрием;
- б) спиртовым раствором щелочи;
- в) серной кислотой при нагревании;
- г) водным раствором щелочи.

**4. Спиртовой раствор КОН образует алкен при взаимодействии:**

- а) с хлорметаном;
- б) бромэтаном;
- в) 1-хлорбутаном;
- г) 2-йодпропаном.

**5. В соответствии с правилом Зайцева в результате дегидратации 3-метилбутанола-2 образуется:**

- а) 2-метилбутен-1;
- б) 2-метилбутен-2;
- в) 3-метилбутен-1;
- г) метилпропен.

**6. Укажите число изомерных алкенов, которые могут быть получены при дегидрировании 2-метилбутана:**

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

### Тест 4

**1. Укажите формулу элементарного звена полипропилена:**

- а)  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ;
- б)  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ ;
- в)  $-\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-$ ;
- г)  $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$ .

**2. Укажите названия соединений, которые могут вступать в реакцию полимеризации:**

- а) этен;
- б) винилхлорид;
- в) пропен;
- г) этилхлорид.

**3. Выберите правильные утверждения. При образовании полиэтилена из этена:**

- а) изменяется тип гибридизации атомов углерода;
- б) сохраняются  $\pi$ -связи между атомами углерода;
- в) общее число атомов в структурном звене полимера равно общему числу атомов в мономере;
- г) сохраняется способность продукта реакции к реакциям присоединения.

## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Этан → этен → хлорэтан → бутан → 1-хлорбутан → бутен-1.
2. Пропан → 1-хлорпропан → пропилен → 2-хлорпропан → хлор.
3. Этиловый спирт → этилен → этан → бутан → этилен → этиленгликоль.
4. Пропионат натрия → этан → этилхлорид → этилен → полиэтилен.
5. Ацетат натрия → метан → хлорметан → метанол.
6. Этен → хлорэтан → бутан → бутен-1 → бутанол-2 → бутен-2.
7. Этан → хлорэтан → этен → этиленоксид → этиленгликоль.
8. Укажите конечный продукт (X) в следующей цепочке превращений:



## ЗАДАЧИ

1. На сгорание 1 дм<sup>3</sup> газообразного углеводорода, который обесцвечивает бромную воду, расходуется 6 дм<sup>3</sup> кислорода, при этом образуется 4 дм<sup>3</sup> диоксида углерода (объемы всех газов приведены к н. у.). Определите молекулярную формулу углеводорода.

2. 100 см<sup>3</sup> (н. у.) смеси стереоизомеров газообразных углеводородов имеют массу 0,25 г. При сгорании такой смеси массой 16,8 г образовалось 26,86 дм<sup>3</sup> (н. у.) оксида углерода (IV). Установите структурные формулы изомеров углеводородов, которые находились в смеси.

3. Реакции гидрирования алкенов являются экзотермическими. Какое количество теплоты выделится при гидрировании 150 дм<sup>3</sup> (н. у.) бутена-1, если теплота гидрирования бутена-1 равна 126,8 кДж/моль?

4. После гидрирования смеси этана и пропена ее относительная плотность по водороду равна 20,6. Найдите соотношение химических количеств этана и пропена в исходной смеси.

5. Определите структурную формулу алкена, если известно, что при взаимодействии некоторой массы (г) этого алкена с бромом, растворенным в хлороформе, образовалось 2,16 г дибромида с разветвленным углеродным скелетом, а при гидрировании такой же массы этого углеводорода в присутствии никеля понадобилось 0,02 г водорода.

6. Определите состав и химические количества продуктов, которые образуются, если на смесь, состоящую из 3 дм<sup>3</sup> (н. у.) этена и 6 дм<sup>3</sup> (н. у.) хлора, подействовать солнечным светом.

**Ответы:** 1. C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>. 2. Бутен-2, цис- и транс-форма. 3. 849,1 кДж. 4. 1 : 4.

5. 2-метил-пропен. 6. По 0,1339 моль трихлорэтана и HCl.



## АЛКАДИЕНЫ

**Основной объем учебного материала.** Понятие о сопряженных диеновых углеводородах. Химические свойства диенов с сопряженными двойными связями: 1,2- и 1,4-присоединение; присоединение водорода, галогенов и галогеноводородов. Реакция полимеризации диенов: природный и синтетические каучуки. Вулканизация. Общие понятия о стереорегулярных полимерах. Получение и применение диенов.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

**1. В молекуле алкадиена 5 атомов углерода. Укажите значение относительной молекулярной массы алкадиена:**

- а) 66;                      б) 68;                      в) 70;                      г) 72.

**2. Молярная масса алкадиена равна 82 г/моль. Общее число атомов в молекуле этого алкадиена равно:**

- а) 6;                      б) 10;                      в) 16;                      г) 19.

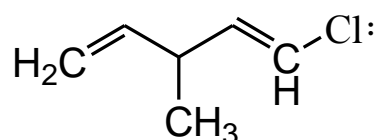
**3. Число  $\sigma$ -связей в молекуле бутадиена-1,3 равно:**

- а) 7;                      б) 8                      в) 9;                      г) 10.

**4. Число атомов углерода в состоянии  $sp^3$ - и  $sp^2$ -гибридизации в молекуле хлоропрена соответственно:**

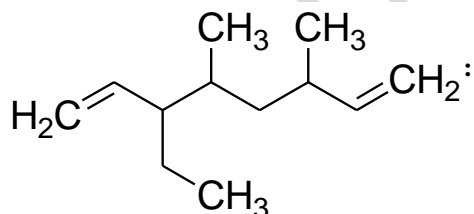
- а) 1 и 2;                      б) 1 и 4;                      в) 5 и 0;                      г) 0 и 4.

**5. Выберите название по систематической номенклатуре углеводорода строения**



- а) 3-метил-5-хлорпентадиен-1,4;  
б) 3-метил-1-хлорпентадиен-1,4;  
в) 1-хлор-3-метилпентадиен-1,4;  
г) 5-хлор-3-метилпентадиен-1,4.

**6. Назовите по систематической номенклатуре соединение строения**



- а) 4,6-диметил-3-этилоктадиен-1,7;  
б) 3,5-диметил-6-этилоктадиен-1,7;  
в) 3,5-диметил-6-этилноадиен-1,7;  
г) 4,6-диметил-3-этилноадиен-1,7.

**7. Укажите число всех изомерных диенов (без учета пространственных изомеров) с молекулярной формулой  $C_4H_5Cl$ :**

- а) 4;                      б) 5;                      в) 6;                      г) 7.

**8. Укажите число сопряженных диенов, имеющих формулу  $C_5H_8$ :**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

**9. Выберите пару, в которой оба вещества по отношению друг к другу являются изомерами:**

- а) изопрен и бутадиен-1,3;                      в) изопрен и пентадиен-1,3;  
б) винилхлорид и поливинилхлорид;        г) хлоропрен и винилхлорид.

**10. Общее число цис-транс-изомеров, в виде которых может существовать 5-хлоргексадиен-1,4, равно:**

- а) 2;    б) 3;    в) 4;    г) в виде цис-транс-изомеров не существует.

### Тест 2

**1. Бутадиен-1,3 в необходимых условиях реагирует:**

- а) с бромом;    в) кислородом;  
б) водородом;    г) хлороводородом.

**2. При полном гидрировании бутадиена-1,3 образуется:**

- а) бутен-1;    в) изопрен;  
б) бутан;    г) бутен-2.

**3. При взаимодействии 1 моль водорода и 1 моль пентадиена-1,3 при комнатной температуре преимущественно образуется:**

- а) пентан;    в) пентен-2;  
б) пентен-1;    г) циклопентан.

**4. При взаимодействии 1 моль дивинила с 1 моль брома возможно образование:**

- а) 1,4-дибромбутен-2;                              в) 3,4-дибромбутен-1;  
б) 1,2-дибромбутен-1;                              г) 1,2,3,4-тетрабромбутан.

**5. При взаимодействии 1 моль бутадиена-1,3 с 1 моль брома при комнатной температуре преимущественно образуется:**

- а) 1,4-дибромбутен-2;                              в) 3,4-дибромбутен-1;  
б) 1,2-дибромбутен-1;                              г) 1,2,3,4-тетрабромбутан.

**6. При взаимодействии избытка раствора брома в  $CCl_4$  с бутадиеном-1,3 образуется:**

- а) 1,4-дибромбутен-2;                              в) 1,2,3,4-тетрабромбутан;  
б) 1,2,3,4-бромбутан;                              г) 1,2-дибромбутен-2.

**7. В реакцию вступили гексадиен-1,3 химическим количеством 1 моль и бром химическим количеством 1 моль. В результате реакции может образоваться (считать, что изомеризация не происходит):**

- а) 1,2-дибромгексен-3 и 1,3-дибромгексен-2;  
б) 1,4-дибромгексен-2 и 1,2-дибромгексен-1;  
в) 1,2,3,4-тетрабромгексан (1 моль);  
г) 3,4-дибромгексен-1 и 1,4-дибромгексен-2.

**8. При взаимодействии изопрена и избытка брома в качестве основного(-ых) продукта(-ов) возможно образование:**

- а) 3,4-дибром-3-метилбутена-1 и 1,4-дибром-2-метилбутена-2;  
б) 3,4-дибром-3-метилбутена-1;

- в) 1,2,3,4-тетрабром-2-метил-бутана;
- г) 1,4-дибром-2-метилбутена-2.

**9. Присоединение 1 молекулы водорода к 1 молекуле бутадиена-1,3 с разрывом  $\pi$ -связи между первым и вторым атомами углерода сопровождается следующими изменениями для этих атомов:**

- а) длина связи между ними увеличивается;
- б) длина связи между ними уменьшается;
- в) происходит изменение типа гибридизации их атомных орбиталей;
- г) происходит изменение взаимного пространственного расположения этих атомов углерода.

**10. Присоединение 1 молекулы брома к 1 молекуле бутадиена-1,3 (1,4-присоединение) сопровождается следующими изменениями в молекуле:**

- а) происходит изменение длины, кратности энергии всех имевшихся связей С–С;
- б) происходит изменение типа гибридизации атомных орбиталей только 2 атомов углерода;
- в) происходит изменение типа гибридизации атомных орбиталей всех атомов углерода;
- г) изменяется пространственное строение молекулы.

**11. Бромную воду обесцвечивают:**

- а) изопрен;
- б) пропен;
- в) винилхлорид;
- г) дивинил.

**12. В реакцию полимеризации вступают:**

- а) гексан;
- б) полиизопрен;
- в) полипропилен;
- г) дивинил;
- д) винилхлорид.

### Тест 3

**1. Укажите схему реакции, в которой продуктом может быть 1,3-бутадиен:**

- а)  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}_2\text{—CH}_3 \xrightarrow{\text{дегидрирование}}$ ;
- б)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{дегидрирование}}$ ;
- в)  $2\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{Cl} + 2\text{Na} \xrightarrow{t}$ ;
- г)  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{дегидрирование}}$

**2. Изопрен можно получить:**

- а) изомеризацией пентана;
- б) дегидрированием бутана;
- в) дегидрированием бутадиена-1,3;
- г) дегидрированием 2-метилбутана.

**3. Реакцией Лебедева называется реакция получения:**

- а) бутадиена-1,3 из этилена;
- б) хлоропрена из винилхлорида;
- в) изопрена из пентана;
- г) бутадиена-1,3 из этанола.

**4. Укажите уравнение, отражающее способ получения мономера для синтетического каучука по реакции С. В. Лебедева:**

- а)  $2C_2H_5OH \rightarrow C_4H_6 + H_2 + 2H_2O$ ;
- б)  $C_8H_{14} \rightarrow C_4H_8 + C_4H_6$ ;
- в)  $C_4H_{10} \rightarrow C_4H_6 + 2H_2$ ;
- г)  $2CH_2=CHCl + 2Na \rightarrow C_4H_6 + 2NaCl$ .

**5. Хлоропрен получают присоединением:**

- а) хлора к изопрену;
- б) хлороводорода к дивинилу;
- в) хлора к бутену;
- г) хлороводорода к винилацетилену;
- д) хлороводорода к изопрену.

#### Тест 4

**1. В реакцию полимеризации вступают:**

- а) полиэтилен;
- б) хлористый винил;
- в) хлоропрен;
- г) полиизопрен.

**2. Укажите название вещества, продукт полимеризации которого может быть отнесен к каучукам:**

- а) пентадиен-1,4;
- б) пентадиен-1,3;
- в) 2-метилпентадиен-1,4;
- г) бутадие-н-1,2.

**3. Натуральный каучук представляет собой:**

- а) транс-форму полибутадиена;
- б) цис-форму полиизопрена;
- в) цис-форму полибутадиена;
- г) цис-форму продукта реакции полимеризации 2-метил-бутадиена-1,3.

**4. Укажите формулу элементарного звена бутадиенового каучука:**

- а)  $CH_2=CH-CH=CH_2$ ;
- б)  $-CH_2-CH-CH-CH_2-$ ;
- в)  $-CH_2-CH=CH-CH_2-$ ;
- г)  $-CH_2=CH-CH=CH_2-$ .

**5. Хлоропреновый каучук получают полимеризацией:**

- а) 1-хлорбутадиена-1,3;
- б) 2-хлорбутадиена-1,3;
- в) 1-хлорбутадиена-1,2;
- г) 2,3-дихлорбутадиена-1,3.

**6. Бутадиеновый каучук образуется в результате реакции:**

- а) дегидрирования бутана;
- б) полимеризации бутена-1;
- в) дегидратации и дегидрирования этанола;
- г) полимеризации дивинила.

**7. В результате вулканизации каучука можно получить:**

- а) гуттаперчу;
- б) резину;
- в) эбонит;
- г) фенопласт;
- д) полистирол.

**8. Молярная масса полимера, полученного совместной полимеризацией стирола и бутадиена-1,3 (молярное соотношение 1 : 1), равна  $1,58 \cdot 10^6$  г/моль. Число мономерных звеньев в макромолекуле полимера равно:**

- а)  $1 \cdot 10^2$ ;                      б)  $1 \cdot 10^3$ ;                      в)  $1 \cdot 10^4$ ;                      г)  $1 \cdot 10^5$ .

**9. В форме цис- и транс-изомеров могут существовать:**

- а) продукт полимеризации дивинила;                      г) полиизопрен;  
б) бутен-2;    д) полипропилен.  
в) 2-хлорбутен-2;

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Бутан  $\rightarrow$  этилен  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  бутадиен-1,3  $\rightarrow$  дивиниловый каучук.
2. 1-Хлорпропан  $\rightarrow$  пропен  $\rightarrow$  бутан  $\rightarrow$  бутадиен-1,3  $\rightarrow$  1,4-дибромбутен-2.
3. Метан  $\rightarrow$  этан  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  винилацетилен  $\rightarrow$  хлоропреновый каучук.
4. Метан  $\rightarrow$  пропен  $\rightarrow$  изопентан  $\rightarrow$  изопрен  $\rightarrow$  изопреновый каучук.
5. Пропан  $\rightarrow$  пентан  $\rightarrow$  2-метилбутан  $\rightarrow$  2-метилбутадиен-1,3  $\rightarrow$  изопреновый каучук.
6. Этан  $\rightarrow$  этилен  $\rightarrow$  бутадиен-1,3  $\rightarrow$  бутен-2  $\rightarrow$  2-хлорбутан.

### ЗАДАЧИ

1. При гидрировании бутадиена-1,3 массой 8,1 г получили смесь бутана и бутена-1. При пропускании полученной смеси через раствор брома образовался 1,2-дибромбутан массой 10,8 г. Рассчитайте массовые доли (%) бутана и бутена-1 в смеси.
2. Смесь бутана и бутена-2, полученная при гидрировании 5,4 г бутадиена, обесцвечивает бромную воду массой 80 г с массовой долей брома 4 %. Определите массовую долю (%) бутана в смеси углеводородов.
3. Рассчитайте массу (кг) бутадиена-1,3, который можно получить из 230 дм<sup>3</sup> этанола ( $\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup>), содержащего 5 % воды, если реакция протекает с выходом 60 %.
4. Какой объем (м<sup>3</sup>) спирта, в котором массовая доля воды 4 % ( $\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup>), потребуется для получения 4320 кг дивинила по способу Лебедева при выходе реакции 92 % от теоретического?
5. Смесь пропилена с бутадиеном прореагировала с избытком Br<sub>2</sub>, при этом масса прореагировавшего брома (г) оказалась численно в 10 раз больше объема (н. у.) смеси газов (дм<sup>3</sup>). Рассчитайте соотношение химических количеств бутадиена и пропилена в смеси.
6. Плотность паров алкадиена при давлении, равном 95 кПа, и температуре 20 °С составляет 2,653 г/дм<sup>3</sup>. Определите формулу алкадиена.

**Ответы:** 1. 32,56 %, 67,44 % 2. 80,6 %. 3. 61,56 кг. 4. 10 м<sup>3</sup>. 5. 2 : 3 6. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

## АЛКИНЫ

**Основной объем учебного материала.** Общая формула, гомологический ряд алкинов. Структурная изомерия, номенклатура. Характер химической связи, *sp*-гибридизация, длина и угол связи. Характеристика  $\sigma$ -связи и  $\pi$ -связи. Химические свойства соединений с тройными связями (алкинов): реакции присоединения водорода, галогенов, воды и галогеноводородов. Особые свойства алкинов по сравнению с алкенами: реакции замещения. Получение и применение алкинов.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

**1. Общей формулой  $C_nH_{2n-2}$  выражается состав:**

- а) алкенов;                      в) алкинов;                      д) циклоалкенов.  
б) циклоалканов;              г) алкадиенов;

**2. Укажите молекулярную формулу углеводорода ряда ацетилена, содержащего 5 атомов углерода:**

- а)  $C_5H_8$ ;                      б)  $C_5H_{10}$ ;                      в)  $C_5H_{12}$ ;                      г)  $C_5H_6$ .

**3. В молекуле алкина 14 атомов водорода. Укажите значение молярной массы углеводорода (г/моль):**

- а) 110;                      б) 112;                      в) 114;                      г) 116.

**4. Массовая доля углерода в алкинах с возрастанием молярной массы углеводорода:**

- а) уменьшается;    б) возрастает;    в) не изменяется.

**5. Длина связи С–С в ряду этан – этен – этин:**

- а) увеличивается;  
б) не изменяется;  
в) уменьшается;  
г) сначала увеличивается, затем уменьшается.

**6. Укажите вид гибридизации валентных атомных орбиталей атомов углерода, который используется для объяснения пространственного строения молекулы ацетилена:**

- а) *sp*;                      б) *sp*<sup>3</sup>;                      в) *sp*<sup>2</sup>;                      г) *s*<sup>2</sup>*p*.

**7. Укажите название алкина, в молекуле которого ядра 4 атомов углерода лежат на одной линии:**

- а) пентин-1;                      в) 3-метилбутин-1;  
б) бутин-2;                      г) бутин-1.

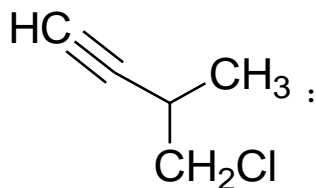
**8. Структуру молекулы 4-метилгексина-2 поддерживают:**

- а) 16  $\sigma$ -связей и 2  $\pi$ -связи;                      в) 18  $\sigma$ -связей и 2  $\pi$ -связи;  
б) 17  $\sigma$ -связей и 2  $\pi$ -связи;                      г) 17  $\sigma$ -связей и 1  $\pi$ -связь.

9. Сумма степеней окисления атомов углерода в молекуле пропина равна:

- а) -2;      б) -3;      в) -4;      г) -5;      д) -6.

10. Назовите по систематической номенклатуре соединение строения



- а) 1-хлор-2-метилбутин-3;  
б) 3-метил-4-хлорбутин-1;  
в) 1-хлор-2-метилпропин;  
г) 2-метил-3-хлорпропин-1.

11. Укажите виды изомерии, возможные для алкинов:

- а) углеродного скелета;  
б) положения тройной связи;  
в) пространственная (цис-, транс-изомерия);  
г) межклассовая.

12. Гомологи ацетилена изомерны гомологам:

- а) метана;      б) этилена;      в) бутадиена;      г) бензола.

13. Изомерами по отношению друг к другу являются:

- а) бутин-1;      в) бутин-2;      д) бутадиен-1,2;  
б) бутадиен-1,3;      г) пропин;      е) циклобутен.

14. Охарактеризуйте вещество строения  $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-C}(\text{CH}_3)_2\text{-CH}_3$ :

- а) 2,2-диметилпентин-3;      в) изомер гептадиена-1,3;  
б) 4,4-диметилпентин-2;      г) гомолог бутина-2.

15. Массовая доля углерода в составе бутина-1 равна массовой доле углерода в составе:

- а) циклобутена;      в) бутина-2;      д) циклобутана.  
б) бутадиена-1,3;      г) бутена-2;

16. Выберите правильные утверждения. В молекуле любого гомолога этина:

- а) возможно формирование только 2  $\pi$ -связей;  
б) возможно наличие только 2 атомов углерода в состоянии  $sp$ -гибридизации;  
в) обязательно присутствуют атомы в состоянии  $sp^3$ -гибридизации;  
г) на одной линии будут лежать ядра не менее 3 атомов углерода.

## Тест 2

1. При взаимодействии между собой молекул ацетилена в присутствии активированного угля при нагревании (450–500 °С) получается:

- а) бензол;      в) винилхлорид;  
б) винилацетилен;      г) изопрен.

2. При тримеризации пропина возможно образование:

- а) 1,2,3-триметилбензола;      в) 1,2,4-триметилбензола;  
б) 1,3,5-триметилбензола;      г) пропилбензола.

**3. Число атомов углерода, лежащих в одной плоскости в молекуле продукта тримеризации пропина, равно:**

- а) 6;                      б) 9;                      в) 10;                      г) 12.

**4. При взаимодействии между собой молекул ацетилена в присутствии катализатора ( $\text{Cu}^+$ ,  $\text{H}^+$ ) и при нагревании получается:**

- а) бензол;                      в) винилхлорид;  
б) винилацетилен;                      г) изопрен.

**5. Укажите формулу винилацетилена:**

- а)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ ;                      в)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$ ;  
б)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$ ;                      г)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ .

**6. Укажите правильные утверждения. Винилацетилен:**

- а) продукт тримеризации ацетилена ( $\text{C}$ , 450–500 °С);  
б) используется для получения хлоропренового каучука;  
в) продукт димеризации ацетилена ( $\text{Cu}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $t$ );  
г) содержит в молекуле 6 электронов, участвующих в формировании  $\pi$ -связей.

**7. При взаимодействии гексина-1 с водородом в количественном соотношении 1 : 1 образуется соединение, межклассовый изомер которого называется:**

- а) гексен-2;                      б) гексен-1;                      в) гексан;                      г) циклогексан.

**8. В результате гидрирования этина:**

- а) степень окисления атомов углерода повышается;  
б) степень окисления атомов углерода понижается;  
в) изменяется тип гибридизации атомов углерода;  
г) длина связи  $\text{C}-\text{C}$  уменьшается.

**9. По реакции Кучерова получают:**

- а) бутадиен-1,3 из этанола;                      в) ацетальдегид из ацетилена;  
б) винилацетилен из ацетилена;                      г) этан из хлорэтана.

**10. При гидратации пропина в присутствии солей  $\text{Hg}^{2+}$  в кислой среде образуется:**

- а) пропандиол-1,2;                      в) пропаналь;  
б) оксид пропилена;                      г) пропанон.

**11. При взаимодействии 3-метилбутина-1 с избыточным количеством бромоводорода возможно образование:**

- а) 1,4-дибром-3-метилбутана;                      в) 2-бром-3-метилбутена-1;  
б) 2,2-дибром-3-метилбутана;                      г) 1,3-дибром-3-метилбутана.

**12. Соединение, которое преимущественно получается при взаимодействии 1 моль пропина и 1 моль бромоводорода, называется:**

- а) 1-бромпропен;                      в) 1,2-дибромпропен;  
б) 2-бромпропен;                      г) все ответы неверны.

**13. И метан, и пропин реагируют:**

- а) с водородом;                      в) кислородом;  
б) бромной водой;                      г) водой.



**14. При действии холодного слабощелочного раствора  $\text{KMnO}_4$  окислению подвергается:**

- а) этан;      б) ацетилен;      в) бутadiен-1,3;      г) гексин-2.

**15. Бутин-1 в отличие от бутина-2 реагирует:**

- а) с аммиачным раствором  $\text{AgNO}_3$ ;      в) раствором  $\text{KMnO}_4$ ;  
б) бромной водой;      г) водородом.

**16. Из ацетилена получают этаналь, бензол и щавелевую кислоту в результате реакций соответственно:**

- а) окисления, тримеризации, гидратации;  
б) гидратации, тримеризации, окисления;  
в) гидрирования, димеризации, окисления;  
г) гидратации, гидрирования, окисления.

**17. Укажите схемы переходов, при которых степень окисления атома (атомов) углерода возрастает:**

- а) ацетилен  $\rightarrow$  этен;      в) ацетилен  $\rightarrow$  1,1-дибромэтан;  
б) ацетилен  $\rightarrow$  этаналь;      г) ацетилен  $\rightarrow$  этан.

**18. Ацетилен можно получить:**

- а) восстановлением этилена водородом;  
б) дегидрированием этана;  
в) взаимодействием карбида кальция с водой;  
г) пиролизом метана;  
д) взаимодействием карбида алюминия с водой;  
е) каталитическим окислением метана кислородом ( $1500\text{ }^\circ\text{C}$ ).

**19. Ацетилен в лаборатории в основном получают:**

- а) крекингом этана;  
б) дегидрированием этилена;  
в) взаимодействием карбида кальция с водой;  
г) прямым синтезом из углерода и водорода.

**20. Ацетилен в промышленности в основном получают:**

- а) с использованием реакции Кучерова;  
б) фракционной перегонкой нефти;  
в) пиролизом метана;  
г) дегидратацией этанола.

### Тест 3

**1. Полимеризация невозможна:**

- а) для этина;      в) пропана;      д) полиэтилена;  
б) пропилена;      г) бутadiена-1,2;      е) хлорвинила.

**2. Бромную воду обесцвечивают:**

- а) полиэтилен;      в) пропин;      д) гексин-2.  
б) этилен;      г) цис-бутен-2;

**3. Только по типу замещения с бромом реагируют:**

- а) 2-метилбутadiен-1,3;      в) 2-метилгексен-2;  
б) 2-метилгексан;      г) пентан.

**4. Взаимодействие с хлором по типу реакций присоединения возможно:**

- а) для 2-метилгексана; г) бутадиена-1,2;  
б) 1,2-диметилциклобутана; д) 2-метил-2-хлоргептина-3.  
в) пропена;

**5. При действии водного раствора  $\text{KMnO}_4$  окислению подвергаются:**

- а) этан; г) изобутан; ж) бутин-2.  
б) бутен-1; д) циклопентан;  
в) этилен; е) цис-пентен-2;

**6. Укажите названия соединений, добавление которых к раствору  $\text{KMnO}_4$  при  $5^\circ\text{C}$  ведет к исчезновению малиновой окраски:**

- а) винилацетилен; в) дивинил; д) гексин-3.  
б) полистирол; г) циклогексен;

**7. Наибольшее количество водорода присоединяет 1 моль:**

- а) пропана; в) пропена; д) дивинила;  
б) бутена-2; г) пропина; е) винилацетилена.

**8. Реакции гидрирования невозможны:**

- а) для алканов; в) алкенов;  
б) циклоалканов; г) алкадиенов.

**9. На полное гидрирование смеси, состоящей из 1 моль ацетилена, 2 моль бутена и 3 моль изопрена, необходимо затратить число молей водорода, равное:**

- а) 8; б) 9; в) 10; г) 11.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Карбид кальция  $\rightarrow$  этин  $\rightarrow$  винилхлорид  $\rightarrow$  бутан  $\rightarrow$  бутадиен-1,3.

2. Ацетилен  $\rightarrow$  этилен  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  бутадиен-1,3  $\rightarrow$  бутадиеновый каучук.

3. Этан  $\rightarrow$  хлорэтан  $\rightarrow$  этен  $\rightarrow$  1,2-дихлорэтан  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  бензол.

4. Карбид кальция  $\rightarrow$  этилен  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  уксусный альдегид.

5. Этилен  $\rightarrow$  винилхлорид  $\rightarrow$  хлорэтан  $\rightarrow$  бутан  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$   $\rightarrow$  1,2-дибромэтен.

6. Пропан  $\rightarrow$  1-бромпропан  $\rightarrow$  пропен  $\rightarrow$  1,2-дихлорпропан  $\rightarrow$  пропин  $\rightarrow$  2,2-дибромпропан.

### ЗАДАЧИ

1. Относительная плотность паров неизвестного алкина по воздуху равна 0,896. Определите, какой объем хлора ( $\text{дм}^3$ ) может прореагировать с этим углеводородом массой 5,2 г.

2. Рассчитайте объем ( $\text{дм}^3$ ) 5%-ного раствора  $\text{Br}_2$  в  $\text{CCl}_4$  ( $\rho = 1,6 \text{ г/см}^3$ ), который может полностью прореагировать со смесью бутена-1, бутадиена-1,3 и бутена-2 массой 5,4 г.

3. Смесью этина и этана объемом  $5 \text{ дм}^3$  гидрировали над никелевым катализатором при повышенной температуре водородом вдвое большего объема, чем объем смеси газов. После реакции объем газов составил  $10 \text{ дм}^3$ . Все объемы измерены при н. у. Найдите объемную долю (%) этина в исходной смеси.

4. К  $0,025$  моль смеси этина и этена добавили водород количеством  $0,06429$  моль. После пропускания полученной смеси над платиновым катализатором ее объем уменьшился на  $33,6 \%$ . Найдите объемный состав ( $\text{дм}^3$ ) исходной смеси.

5. Определите объем ( $\text{дм}^3$ ) водорода, необходимый для полного гидрирования  $1,48 \text{ дм}^3$  (н. у.) смеси газов, которая состоит из этена и этина, если известно, что их массовые доли составляют  $10$  и  $90 \%$  соответственно.

6. Из некоторого количества этина получили винилхлорид, а из него —  $1000 \text{ кг}$  поливинилхлорида со средней молекулярной массой  $20\,000$ . Рассчитайте степень полимеризации поливинилхлорида и объем исходного этина, если процесс происходит с выходом  $80 \%$  от теоретического.

7. Плотность смеси этена, пропена и этина равна  $1,304 \text{ г/дм}^3$  (н. у.). Известно, что  $1 \text{ дм}^3$  этой смеси может присоединить хлор объемом  $1,1 \text{ дм}^3$  (н. у.). Найдите состав исходной смеси (в % по объему).

**Ответы:** 1.  $8,96 \text{ дм}^3$ . 2.  $0,4 \text{ дм}^3$ . 3.  $50 \%$ . 4.  $0,112 \text{ дм}^3$  этина и  $0,448 \text{ дм}^3$  этена. 5.  $2,83 \text{ дм}^3$ . 6.  $320, 448 \text{ м}^3$ . 7.  $80,6 \%$  этилена,  $10 \%$  этина,  $9,4 \%$  пропена.

## АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

*Основной объем учебного материала.* Состав, особенности строения и изомерия ароматических соединений на примере гомологического ряда бензола. Физические свойства. Химические свойства бензола: реакции замещения (галогенирование, нитрование, алкилирование). Реакции присоединения. Производные бензола. Гомологи бензола. Реакции замещения галогенов в ядре и боковой цепи. Окисление гомологов бензола. Стирол и полимеры на его основе. Получение и применение ароматических углеводородов.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

1. К ароматическим соединениям относятся:

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| а) толуол;      | д) винилацетилен; |
| б) гексахлоран; | е) хлороформ;     |

- в) винилбензол; ж) кумол;  
г) метилциклогексан; з) гидроксibenзол.

**2. Укажите формулы веществ, которые могут относиться к гомологам бензола:**

- а)  $C_7H_8$ ; б)  $C_9H_{12}$ ; в)  $C_8H_{12}$ ; г)  $C_{10}H_{14}$ .

**3. Укажите названия гомологов бензола:**

- а) винилбензол; д) гексатриен-1,3,5;  
б) кумол; е) хлорбензол;  
в) изопропилбензол; ж) этилбензол;  
г) 1,2-диметилбензол; з) циклогексан.

**4. Выберите пары веществ, в которых оба вещества по отношению друг к другу являются гомологами:**

- а) стирол и бензол;  
б) ортоксилол и бензол;  
в) толуол и этилбензол;  
г) бутилбензол и 1,2,3,4-тетраметилбензол;  
д) 1-метил-4-этилбензол и 1-метил-2-пропилбензол.

**5. Значение молярной массы гомолога бензола (г/моль), в молекуле которого содержится 7 атомов углерода, равно:**

- а) 92; б) 96; в) 98; г) 100.

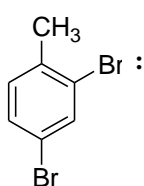
**6. Число электронов  $N$  и число атомов углерода  $n$  в молекулах гомологов бензола связаны формулой:**

- а)  $N = 3n + 2$ ; б)  $N = 3n$ ; в)  $N = 3n - 2$ ; г)  $N = 8n - 6$ .

**7. Охарактеризуйте вещество  $H_3C-C_6H_4-CH_3$ :**

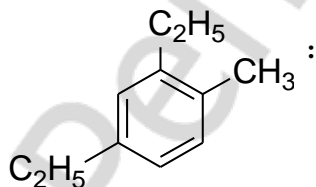
- а) гомолог бензола; в) называется параксилол;  
б) изомер этилбензола; г) в молекуле 18 связей  $\sigma$ -типа.

**8. Назовите по систематической номенклатуре соединение строения**



- а) 1,3-дибром-4-метилбензол;  
б) 4,6-дибром-1-метилбензол;  
в) 4,5-дибром-1-метилбензол;  
г) 2,4-дибром-1-метилбензол.

**9. Укажите название соединения, формула которого**



- а) 4-метил-1,4-диэтилбензол;  
б) 4,6-диэтилтолуол;  
в) 2-метил-5-этилстирол;  
г) 1-метил-2,4-диэтилбензол.

10. Укажите число веществ с молекулярной формулой  $C_9H_{12}$ , принадлежащих к гомологическому ряду бензола:

- а) 5;                                      б) 6;                                      в) 7;                                      г) 8.

11. Число ароматических углеводородов состава  $C_9H_{12}$ , молекулы которых содержат 3 первичных атома углерода, равно:

- а) 2;                                      б) 3;                                      в) 4;                                      г) 5.

12. Число изомерных трихлорбензолов равно:

- а) 2;                                      б) 3;                                      в) 4;                                      г) 5.

13. Число изомерных диметилпроизводных бензола равно:

- а) 0 (изомеров нет);              б) 2;                                      в) 3;                                      г) 4.

14. Выберите правильные утверждения относительно молекулы бензола:

- а) молекула плоская;  
б)  $\pi$ -связь включает 6 электронов;  
в) длина связи между атомами углерода в бензоле меньше, чем в циклогексане, но больше, чем в этилене;  
г) все атомы углерода находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридизации.

15. Толуол отличается от бензола:

- а) числом электронов в  $\pi$ -системе;  
б) химической активностью в реакциях замещения в бензольном кольце;  
в) числом  $\sigma$ -связей в молекуле;  
г) большей стойкостью к действию окислителей.

## Тест 2

1. Укажите справедливые заключения относительно химических свойств бензола:

- а) возможны как реакции замещения, так и реакции присоединения;  
б) легко вступает в реакции присоединения;  
в) с хлором реагирует только по типу реакции замещения;  
г) с нитрующей смесью реагирует с меньшей скоростью, чем толуол.

2. Бензол может реагировать по типу реакции замещения:

- а) с галогенами;                      д) бромоводородом;  
б) кислородом;                      е) этеном;  
в) азотной кислотой;              ж) хлорметаном.  
г) водородом;

3. Выберите процессы, протекающие с разрушением  $\pi$ -системы бензола:

- а) хлорирование на свету;              в) гидрирование;  
б) бромирование в присутствии  $FeBr_3$ ;      г) нитрование.

4. В бензольном кольце сохраняется  $\pi$ -система при реакциях бензола:

- а) с водородом;  
б) хлором в присутствии  $FeCl_3$ ;  
в) хлором при освещении;  
г) азотной кислотой в присутствии серной;  
д) с пропиеном в присутствии  $AlCl_3$ .

**5. Так же, как и ацетилен, бензол способен вступать в реакцию присоединения:**

- а) с бромоводородом;
- б) водой;
- в) хлороводородом;
- г) водородом.

**6. Бензол может быть превращен в циклогексан реакцией:**

- а) гидрирования;
- б) дегидрирования;
- в) гидратации;
- г) дегидратации.

**7. Хлорбензол образуется при взаимодействии бензола:**

- а) с хлороводородом;
- б) хлором при освещении ультрафиолетовым светом;
- в) хлором в присутствии  $\text{FeCl}_3$ ;
- г) натрий хлоридом.

**8. Из бензола образуется нитробензол при действии:**

- а)  $\text{KNO}_3$ ;
- б)  $\text{KNO}_2$ ;
- в)  $\text{HNO}_2$ ;
- г)  $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**9. Укажите ряд (ряды), где перечислены вещества, с каждым из которых при необходимых условиях взаимодействует бензол:**

- а) водород, бром, кислород;
- б) водород, бромоводород, кислород;
- в) натрий бромид, метан, кислород;
- г) хлороводород, хлор, водород.

**10. Как бензол, так и толуол (в соответствующих условиях) реагируют:**

- а) с азотной кислотой;
- б) водородом;
- в) хлором;
- г) водным раствором брома.

**11. Толуол в отличие от бензола реагирует:**

- а) с кислородом;
- б) азотной кислотой;
- в) водным раствором брома;
- г) подкисленным водным раствором перманганата калия.

**12. Основным продуктом реакции бензола с пропеном в присутствии кислоты является:**

- а) изопропилбензол;
- б) метилбензол;
- в) пропилбензол;
- г) этилбензол.

**13. Укажите ряд (ряды) соединений, добавление к каждому из которых раствора перманганата калия при температуре  $5^\circ\text{C}$  приводит к исчезновению малиновой окраски:**

- а) стирол, бензол, полистирол;
- б) изопрен, стирол, винилхлорид;
- в) бутадиен-1,3, хлоропрен, гексан;
- г) толуол, бензол, кумол.

**14. Выберите ряд (ряды) веществ, каждое из которых обесцвечивает бромную воду:**

- а) циклогексан, стирол, циклогексен;

- б) стирол, толуол, гексан;
- в) бензол, кумол, винилацетилен;
- г) бутадиен-1,3, стирол, циклогексен.

**15. И раствор перманганата калия, и бромная вода взаимодействуют:**

- а) с винилбензолом;
- б) толуолом;
- в) бензолом;
- г) этилбензолом.

**16. С наибольшей скоростью щелочному гидролизу подвергается:**

- а) хлорбензол;
- б) 1-хлор-2-этилбензол;
- в) 1-хлор-4-этилбензол;
- г) 1-фенил-2-хлорэтан.

**17. Число атомов углерода в молекуле органического вещества, образующегося при окислении пропилбензола перманганатом калия, равно:**

- а) 9;
- б) 8;
- в) 7;
- г) 6.

**18. Основным продуктом окисления 1,4-диметилбензола раствором перманганата калия (при нагревании в присутствии  $H_2SO_4$ ) является:**

- а) терефталевая кислота;
- б) бензойная кислота;
- в) 2-метилбензойная кислота;
- г) 3-метилбензойная кислота.

**19. При окислении изопропилбензола перманганатом калия в кислой среде при нагревании в качестве основного продукта образуется:**

- а) фенол;
- б) бензол;
- в) 4-изопропилбензойная кислота;
- г) бензойная кислота.

**20. Количество (моль) водорода, которое требуется для полного гидрирования 1 моль винилбензола, равно:**

- а) 2;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 5.

**21. Возможное число органических продуктов взаимодействия избытка металлического натрия и смеси хлорбензола и хлорэтана равно:**

- а) 4;
- б) 3;
- в) 2;
- г) 1.

**22. При нитровании бензола нитрующей смесью преимущественно образуется:**

- а) нитробензол;
- б) 1,2-диаминобензол;
- в) 1,3,5-тринитроциклогексан;
- г) анилин.

**23. При хлорировании бензола в присутствии  $AlCl_3$  образуется:**

- а) хлорбензол;
- б) гексахлоран;
- в) 1,1-дихлорбензол;
- г) 1,2-дихлоциклогесациен-3,5.

### Тест 3

**1. Бензол может быть получен в результате:**

- а) гидрирования циклогексана;
- б) дегидрирования циклогексана;
- в) дегидроциклизации гептана;
- г) тримеризации этина;
- д) сплавления бензоата натрия с гидроксидом натрия.

**2. Бензол не получают:**

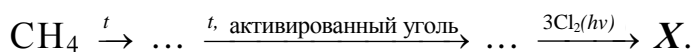
- а) тримеризацией этилена;
- б) дегидроциклизацией гексана;

- в) крекингом метана;  
г) дегидрированием метилциклогексана.
- 3. Взрывчатое вещество тротил образуется в результате нитрования:**  
а) бензола; в) этилбензола;  
б) метилбензола; г) изопропилбензола.
- 4. Бензилхлорид образуется в результате взаимодействия:**  
а) бензола с хлором; в) толуола с хлором;  
б) бензола с хлороводородом; г) толуола с хлороводородом.
- 5. Толуол можно получить:**  
а) дегидрированием метилциклогексана;  
б) дегидрированием гексана;  
в) гидрированием метилциклогексана;  
г) тримеризацией ацетилена.
- 6. При действии избытка натрия на смесь 2-хлорпропана и хлорбензола образуются ароматические вещества:**  
а) бензол и пропилбензол; в) дифенил и изопропилбензол;  
б) бензол и дифенил; г) бензол и кумол.
- 7. Бензол используют:**  
а) в производстве ацетона; г) в производстве полистирола;  
б) в качестве пищевой добавки; д) в производстве красителей;  
в) в качестве хладагента; е) в качестве растворителя.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

- Карбид кальция → метан → ацетилен → бензол → толуол → бензойная кислота.
- Метан → ацетилен → бензол → бромбензол → толуол → 2,4,6-тринитротолуол.
- Этилен → этан → 1,2-дибромэтан → этин → бензол → гексахлорциклогексан.
- Гексан → пропан → гексан → бензол → хлорбензол → толуол.
- Этилен → 1,2-дихлорэтан → ацетилен → бензол → нитробензол → азот.
- Бензол → CO<sub>2</sub> → карбонат кальция → карбид кальция → бензол → циклогексан.
- 1,6-Дихлоргексан → циклогексан → бромбензол → метилбензол → 1-метил-2,4,6-тринитробензол.
- Укажите конечный продукт (X) в следующей цепочке превращений:





## ЗАДАЧИ

1. Углеводород, который является гомологом бензола, массой 13,8 г сожгли, получив оксид углерода (IV) объемом 23,52 дм<sup>3</sup> (н. у.). Найдите состав и структурную формулу углеводорода.

2. При нитровании гомолога бензола массой 4,6 г получили его мононитропроизводное массой 6,85 г. Назовите этот гомолог.

3. Бензол бромировали в присутствии катализатора — бромида железа (III). Бромоводород, который образовался в процессе реакции, пропустили через избыток раствора нитрата серебра. При этом выпал осадок массой 47 г. Вычислите массу (г) продукта бромирования бензола.

4. Вычислите, какой объем (м<sup>3</sup>, н. у.) этина необходимо взять для получения такого количества бензола, при нитровании которого образуется 1,75 дм<sup>3</sup> нитробензола ( $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ ). Массовая доля выхода нитробензола составляет 85 % от теоретически возможного.

5. Вычислите, какую массу (г) этилбензола получают при взаимодействии 1,2 моль бензола и 29,12 дм<sup>3</sup> этена (н. у.) в присутствии безводного хлорида алюминия, если массовая доля выхода этилбензола от теоретического составляет 86 %.

6. Смесь паров бензола с этаном и этеном имеет плотность, равную 1,696 г/дм<sup>3</sup> (н. у.). Такая смесь количеством 0,1 моль может прореагировать с бромом массой 1,6 г, растворенным в хлороформе. Вычислите количественный состав (моль) смеси.

7. При гидрировании бензола получили смесь циклогексена и циклогексана. Полученная смесь обесцвечивает раствор брома в хлороформе массой 200 г с массовой долей брома, равной 20 %. Найдите состав смеси (моль), если количество паров бензола, равное исходному, может целиком прореагировать при действии жесткого УФ-облучения с хлором, полученным из оксида марганца (IV) массой 156,6 г, при действии на него концентрированной соляной кислотой.

8. Газ, который выделился при сгорании смеси бензола и циклогексена, пропустили через избыток баритовой воды. При этом образовалось 35,46 г осадка. Такое же количество данной смеси может обесцветить 50 г бромной воды с массовой долей брома, равной 3,2 %. Вычислите состав (моль) исходной смеси.

9. Бензол является загрязнителем окружающей среды. Он очень медленно разлагается. В сточных водах его предельная концентрация не должна превышать 0,05 г/дм<sup>3</sup>. Вычислите, какой объем бензола (дм<sup>3</sup>) с плотностью 0,88 г/см<sup>3</sup> находится в водном бассейне объемом 500 000 м<sup>3</sup>, куда сбросили промышленные отходы в пределах допустимых норм.

10. Определите строение ароматического углеводорода состава C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>, если известно, что при его окислении перманганатом калия образуется бензолтрикарбоновая кислота, а при бромировании в присутствии бромида железа (III) образуется только одно монобромпроизводное.

**11.** При нитровании гомолога бензола массой 6 г образовалась смесь 4 мононитропроизводных общей массой 8,25 г. Установите структурную формулу гомолога бензола при условии, что нитрогруппа замещает водород у углерода бензольного кольца.

**Ответы:** 1.  $C_6H_5CH_3$ . 2. Толуол. 3. 39,25 г. 4. 1,344 м<sup>3</sup>. 5. 109,4 г. 6. 0,073 моль этана, 0,01 моль этена, 0,017 моль бензола. 7. 0,25 моль циклогексена и 0,35 моль циклогексана. 8. 0,02 моль бензола и 0,01 моль циклогексена. 9. 28,4 м<sup>3</sup>. 10. 1,3,5-Триметилбензол. 11. 1-Метил-2-этилбензол.

## ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ

*Основной объем учебного материала.* Углеводороды в природе: нефть, природные и сопутствующие газы. Основные продукты переработки нефти (бензин, керосин, дизельное топливо и масла). Переработка нефти: перегонка, крекинг, риформинг. Понятие об октановом числе бензина. Рациональное использование природных источников углеводородов. Охрана окружающей среды от загрязнений при переработке углеводородного сырья.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

**1. В состав нефти различных месторождений преимущественно входят:**

- а) алкины;
- б) алканы преимущественно неразветвленного строения;
- в) циклопарафины;
- г) алканы преимущественно разветвленного строения;
- д) алкены;
- е) арены.

**2. Основной компонент природного газа:**

- а) этан;
- б) метан;
- в) пропан;
- г) бензол.

**3. Наиболее существенное отличие попутных нефтяных газов от природного газа по составу заключается:**

- а) в меньшем содержании метана;
- б) высоком содержании полиэтилена;
- в) отсутствии этана;
- г) меньшей мольной доле бутана;
- д) содержании алканов с молярной массой более 56 г/моль.

**4. Укажите названия отдельных фракций попутных нефтяных газов:**

- а) керосин;
- б) газовый бензин;
- в) сухой газ;
- г) лигроин.

**5. Пропан-бутановой фракцией называется:**

- а) одна из фракций, получаемых при перегонке нефти;

- б) одна из составных частей попутного нефтяного газа;
- в) один из продуктов пиролиза каменного угля;
- г) фракция, выделяемая из каменноугольной смолы.

**6. Химическими процессами являются:**

- а) крекинг нефтепродуктов;
- б) фракционная перегонка нефти;
- в) риформинг нефтепродуктов;
- г) пиролиз нефтепродуктов.

**7. Процесс первичной переработки нефти основан:**

- а) на различии в химических свойствах отдельных фракций;
- б) различии в температурах кипения различных фракций;
- в) различном отношении фракций к окислителям;
- г) различной стойкости фракций к детонации.

**8. Фракционная перегонка нефти:**

- а) сопровождается протеканием химических явлений;
- б) относится к вторичным процессам переработки, следуя за крекингом;
- в) приводит к разделению нефти на фракции;
- г) относится к первичным процессам переработки.

**9. При прямой перегонке нефти получают:**

- а) мазут;
- б) лигроин;
- в) керосин;
- г) газовый бензин.

**10. При перегонке мазута при пониженном давлении можно выделить:**

- а) лигроин;
- б) смазочные масла;
- в) пропан-бутановую смесь;
- г) гудрон.

**11. Укажите процессы вторичной переработки нефти:**

- а) фракционная перегонка;
- б) термический крекинг;
- в) каталитический крекинг;
- г) риформинг.

**12. Нефтепродукты подвергают вторичной переработке:**

- а) для увеличения выхода бензина;
- б) получения этилена и его гомологов;
- в) получения углеводородов с разветвленной цепью;
- г) получения ароматических углеводородов;
- д) получения фенолов.

**13. При термическом крекинге нефтепродуктов протекает реакция:**

- а) гидратации;
- б) хлорирования;
- в) разрыва связи C—C;
- г) гидрирования.

**14. Каталитический крекинг отличается от термического тем, что:**

- а) осуществляется при более низкой температуре;
- б) сопровождается изомеризацией углеводородов;
- в) приводит к образованию большего числа непредельных углеводородов;
- г) позволяет получить бензин с более высоким октановым числом.

**15. Риформинг бензина прямой перегонки осуществляется с целью:**

- а) превращения парафинов и циклопарафинов в арены;
- б) повышения устойчивости бензина к детонации;
- в) понижения октанового числа бензина;
- г) получения алканов из аренов.

**16. Бензин, имеющий октановое число 76, допускает такое же сжатие в цилиндре, как:**

- а) 100%-ный изооктан;
- б) смесь из 76 % изооктана и 24 % н-гептана;
- в) смесь из 76 % 2,2,4-триметилпентана и 24 % н-гептана;
- г) 100%-ный гептан.

**17. Наименьшей устойчивостью к детонации обладают:**

- а) алканы разветвленного строения;
- б) арены;
- в) алкены;
- г) алканы нормального строения.

**18. Повышение устойчивости бензина к детонации происходит при добавлении:**

- а) гексана;
- б) пентана;
- в) тетраэтилсвинца;
- г) изооктана.

**19. В отличие от бензина прямой перегонки бензин термического крекинга:**

- а) более устойчив к детонации;
- б) содержит меньше непредельных углеводородов;
- в) менее стоек при хранении;
- г) содержит больше непредельных углеводородов.

**20. В отличие от бензина термического крекинга бензин каталитического крекинга:**

- а) более устойчив к детонации;
- б) менее устойчив при хранении;
- в) содержит меньше непредельных углеводородов;
- г) содержит больше углеводородов разветвленного строения.

**21. Бромную воду обесцвечивает:**

- а) бензин прямой перегонки нефти;
- б) бензин термического крекинга;
- в) газовый бензин;
- г) сухой газ.

**22. Укажите октановое число органического продукта, образующегося при нагревании с кристаллической щелочью сухого остатка продукта реакции 2-изопропил-3,3-диметилмасляной кислоты с гидроксидом натрия.**

- а) 76;
- б) 93;
- в) 100;
- г) 120.

**23. В качестве топлива для автомобильного транспорта используют смесь 2 гомологов, названия которых:**

- а) этиленгликоль и пропандиол-1,2;

- б) пропан и бутан;
- в) формальдегид и пропаналь;
- г) бутадиен и изопрен.

**24. Выберите правильные утверждения:**

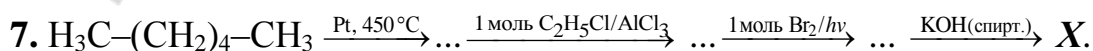
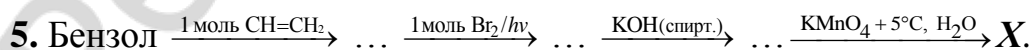
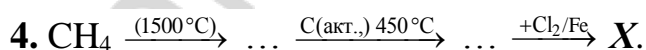
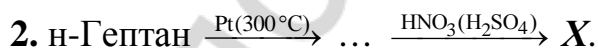
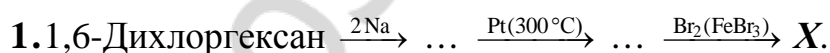
- а) в состав нефти входят парафины (преимущественно неразветвленного строения), циклопарафины и арены;
- б) нефть некоторых месторождений содержит преимущественно алкены, алкины и диеновые углеводороды;
- в) в основе первичной переработки нефти лежат физические свойства ее компонентов;
- г) крекинг и риформинг относятся к вторичным процессам нефтепереработки;
- д) риформинг и каталитический крекинг проводят с целью получения гомологов этилена;
- е) пиролиз нефтепродуктов проводят с целью получения высокомолекулярных гомологов бензола.

**25. Выберите правильные утверждения:**

- а) в отличие от бензина прямой перегонки бензин термического крекинга обесцвечивает бромную воду;
- б) в отличие от бензина термического крекинга бензин каталитического крекинга содержит больше углеводородов разветвленного строения;
- в) крекинг-бензин более устойчив к детонации, чем бензин прямой перегонки;
- г) высокое содержание алканов разветвленного строения понижает октановое число бензина;
- д) смазочное (машинное) масло по химическому составу аналогично растительному.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:



## ЗАДАЧИ

1. Плотность по озону газовой смеси, состоящей из паров бензола и водорода, до пропускания через контактный аппарат для синтеза циклогексана была равна 0,2, а после пропускания стала равна 0,25. Определите объемную долю (%) паров циклогексана в реакционной смеси и процент превращения бензола в циклогексан.

2. Некоторая масса смеси бензола и стирола обесцвечивает раствор брома массой 500 г с массовой долей  $\text{Br}_2$  3,2 %. При сжигании такой же массы смеси получено 2 моль  $\text{CO}_2$ . Определить массовые доли (%) компонентов в смеси.

3. В отсутствие катализатора и без нагревания смесь стирола и этилбензола массой 21 г присоединяет бром массой 16 г. Какой объем ( $\text{дм}^3$ ) водорода присоединит эта смесь при полном каталитическом гидрировании?

4. Газ, выделившийся при получении бромбензола из бензола объемом  $25 \text{ см}^3$  ( $\rho = 0,78 \text{ г/см}^3$ ), ввели в реакцию с бутадиеном-1,3 объемом  $4,48 \text{ дм}^3$ . Установите качественный и количественный (моль) состав полученной при этом смеси, если бромирование бензола прошло с выходом 80 %.

5. Бензол подвергли нитрованию с помощью нитрующей смеси массой 635 кг, содержащей 20 %  $\text{HNO}_3$ . Найти массу (кг) полученного нитробензола, если оставшийся кислый раствор содержит 2 %  $\text{HNO}_3$ .

6. При обработке бензола массой 3,9 кг нитрующей смесью получили нитробензол и 7,75 кг кислого раствора, содержащего по массе 65 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 11 %  $\text{HNO}_3$  и 24 %  $\text{H}_2\text{O}$ . Найти массовые доли (%) веществ в нитрующей смеси.

7. Газ, полученный при дегидрировании смеси гептана с метилциклогексаном массой 1,98 г до толуола, смешали с  $700 \text{ см}^3$  этина. После пропускания смеси над платиновым катализатором ее объем уменьшился до  $868 \text{ см}^3$ . Найти массовые доли (%) компонентов в исходной смеси.

8. Укажите число атомов в молекуле гомолога бензола, если при сгорании этого вещества количество (моль) образовавшегося  $\text{CO}_2$  оказалось в 1,5 раза больше количества (моль)  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Ответы:** 1. 8,3 %, 66,7 %. 2. 60 % и 40 %. 3.  $15,68 \text{ дм}^3$ . 4. 0,2 моль, смесь непредельных бромпроизводных, в основном 1-бромбутен-2. 5. 226,4 кг. 6. 50,4 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 40 %  $\text{HNO}_3$ , 9,6 %  $\text{H}_2\text{O}$ . 7. 50,5 % гептана; 49,5 % бензола. 8. 21.

# КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

## СПИРТЫ

**Основной объем учебного материала.** Классификация, состав, строение и номенклатура спиртов. Физические свойства спиртов. Структурная и пространственная изомерия.

Гомологический ряд насыщенных одноатомных спиртов. Химические свойства этанола: взаимодействие с активными металлами, галогеноводородами; реакции внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации; взаимодействие с кислотами, аммиаком; реакции окисления. Промышленные и лабораторные способы синтеза этанола. Применение спиртов.

Многоатомные спирты. Состав и строение этиленгликоля, глицерина. Физические свойства. Применение этиленгликоля и глицерина. Химические свойства многоатомных спиртов. Качественная реакция на многоатомные спирты. Применение этиленгликоля и глицерина.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

**1. Выберите формулы, которыми можно выразить состав предельных одноатомных спиртов:**

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| а) $C_nH_{2n+1}OH$ ; | в) $C_nH_{2n+2}O$ ;  |
| б) $C_nH_{2n}O$ ;    | г) $C_nH_{2n+2}OH$ . |

**2. Укажите формулы соединений, относящихся к спиртам:**

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| а) $C_6H_5CH_2OH$ ; | в) $CH_3OH$ ;          |
| б) $C_6H_5OH$ ;     | г) $HO-CH_2-CH_2-OH$ . |

**3. Выберите ряды названий, соответствующих только насыщенным одноатомным спиртам:**

- а) этанол, этиленгликоль, пропанол-2;
- б) пропанол-1, метанол, изопропиловый спирт;
- в) изобутиловый спирт, 3-метилпентанол-3;
- г) нашатырный спирт, фенол, глицерин.

**4. Первичным спиртом является каждое из 2 веществ:**

- а) пентанол-1 и бензиловый спирт;
- б) 3-метилбутанол-1 и фенол;
- в) 3-метилпентанол-1 и изобутиловый спирт;
- г) изопропиловый спирт и этанол.

**5. Вторичному спирту соответствует название:**

- а) пропанол-1;
- б) этанол;
- в) 2-метил-пропанол-2;
- г) бутандиол-1,2;
- д) пентанол-2;
- е) 2-метилпропанол-1;
- ж) 3-метилпентанол-3.

**6. Третичному спирту соответствует название**

- а) пентанол-3;
- б) 2-метилбутанол-2;
- в) глицерин;
- г) пропанол-1.

**7. Третичным может быть спирт состава:**

- а)  $\text{CH}_3\text{OH}$ ;
- б)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ ;
- в)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ;
- г)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ .

**8. 2-Метилпропанол-2 — это:**

- а) первичный спирт;
- б) вторичный спирт;
- в) двухатомный спирт;
- г) изомер бутанола-1;
- д) гомолог 2-метилпропанола-1.

**9. Для насыщенного одноатомного спирта с 3 атомами углерода в структуре возможно существование изомеров:**

- а) с различной последовательностью соединения атомов углерода;
- б) с различным положением гидроксильной группы;
- в) не относящихся к гомологическому ряду спиртов;
- г) пространственных.

**10. Число изомерных спиртов, соответствующих формуле  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ :**

- а) 2;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 5.

**11. Укажите число изомерных веществ состава  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ :**

- а) 2;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 5.

**12. Изомерами бутанола-1 являются:**

- а) диэтиловый эфир;
- б) пропанол-1;
- в) бутанол-2 ;
- г) 2-метилпропанол-2;
- д) метилпропиловый эфир.

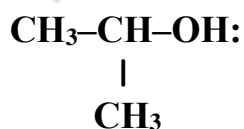
**13. Гомологами бутанола-2 являются все вещества ряда:**

- а) стирол, бензол, фенол;
- б) пропанол-1, бутанол-1, 2-метилбутанол-1;
- в) кумол, 2-метилпропанол-1, бензиловый спирт;
- г) пропанол-1, 2-метилбутанол-1, 2,3-диметилпентанол-3.

**14. По систематической номенклатуре спирт состава  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—C}(\text{CH}_3)(\text{C}_2\text{H}_5)\text{—OH}$  называется:**

- а) 2-метил-3-этилбутанол-3;
- б) 3-метил-2-этилбутанол-2;
- в) 2,3-диметилпентанол-3;
- г) 3,4-диметилпентанол-3.

**15. Название по систематической номенклатуре спирта строения**



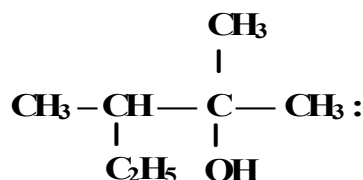
- а) 1-метилэтанол-1;
- б) изопропиловый спирт;
- в) 2-метилэтанол-1;
- г) пропанол-2.



16. Охарактеризуйте спирт строения  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{—CH}_2\text{OH}$ :

- а) вторичный спирт;
- б) называется 2-этилпропанол-1;
- в) гомолог бутанола-1;
- г) называется 2-метилбутанол-1.

17. Выберите название по систематической номенклатуре спирта строения

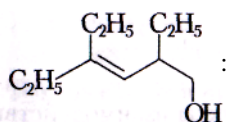


- а) 2-метил-3-этилбутанол-2;
- б) 2,3-диметилпентанол-2;
- в) 2,3-диметилбутанол-2;
- г) 4,4-диметилпентанол-2.

18. Назовите по систематической номенклатуре соединение  $\text{BrCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$ :

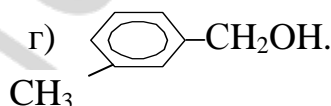
- а) 5-бром-2-метилпентанол-1;
- б) 1-бром-4-метилпентанол-5;
- в) 5-бромпентанол-2;
- г) 5-бромизогексанол-1.

19. Укажите название по систематической номенклатуре соединения, строение которого



- а) цис-2,4-диэтилгексен-3-ол-1;
- б) 2,4,4-триэтилбутен-3-ол-1;
- в) транс-2,4-диэтилгексен-3-ол-1;
- г) 2,4-диэтилгексен-3-ол-1.

20. Укажите формулы ароматических спиртов:



## Тест 2

1. Спирты способны к образованию водородных связей. Следствием этого является то, что:

- а) водные растворы спиртов неэлектропроводны;
- б) имеют более высокую температуру кипения, чем соответствующие углеводороды;
- в) легколетучи;
- г) имеют запах.

2. Водородная связь у спиртов оказывает влияние:

- а) на физические свойства;
- б) изомерию;
- в) строение функциональной группы;
- г) химические свойства.

3. Наиболее высокую температуру кипения имеет:

- а) этан;
- б) этанол;
- в) глицерин;
- г) этиленгликоль.

- 4. Укажите название вещества с самой высокой температурой кипения:**
- а) хлорэтан;                                        в) этанол;
  - б) этан;    г) диметилловый эфир.
- 5. Выберите ряд веществ, в котором они названы в порядке возрастания температуры кипения:**
- а) метан, метанол, хлорметан;                    в) метан, хлорметан, метанол;
  - б) метанол, хлорметан, метан;                    г) хлорметан, метан, метанол.
- 6. Атомы в молекуле этилового спирта соединены:**
- а)  $\sigma$ -связями;                                        в)  $\pi$ -связями;
  - б)  $\sigma$ -связями и  $\pi$ -связями;                    г) водородными связями.
- 7. Валентный угол C–O–H в спиртах:**
- а)  $180^\circ$ ;                                        б) больше  $90^\circ$ ;                                        в)  $90^\circ$ ;                                        г)  $45^\circ$ .
- 8. Наличие функциональной группы у спиртов влияет:**
- а) на строение углеводородного радикала;
  - б) характерные химические свойства;
  - в) температуру кипения;
  - г) растворимость в воде.
- 9. Выберите пары соединений, молекулы которых содержат равное число неподеленных электронных пар:**
- а) этанол и этиленгликоль;
  - б) 1,2-дихлорэтан и глицерин;
  - в) пропанол и аллиловый спирт;
  - г) этиленгликоль и 1,2-дибромэтан.
- 10. С увеличением углеводородного радикала растворимость спиртов в воде уменьшается, так как:**
- а) увеличивается молекулярная масса;
  - б) повышается температура кипения;
  - в) увеличивается неполярная часть молекулы;
  - г) уменьшается полярность связи O–H.
- 11. Невозможно приготовить насыщенный водный раствор:**
- а) метанола;                                        в) пропанола-1;                                        д) гексанола.
  - б) этанола;                                        г) пропанола-2;

### Тест 3

**1. Насыщенные одноатомные спирты вступают в реакции:**

- а) гидролиза;                                        г) полимеризации;
- б) гидратации;                                        д) этерификации;
- в) дегидратации;                                        е) окисления.

**2. Для предельных одноатомных спиртов не характерно:**

- а) горение в кислороде;
- б) взаимодействие с активными металлами;
- в) гидрирование;
- г) взаимодействие с галогеноводородами.

- 3. Алкоголями называются продукты взаимодействия спиртов:**
- а) с галогеноводородами;
  - б) активными металлами;
  - в) карбоновыми кислотами;
  - г) концентрированной серной кислотой.
- 4. Замещение –ОН группы в спиртах происходит при их взаимодействии:**
- а) с натрием;
  - б) бромоводородом;
  - в) уксусной кислотой;
  - г) аммиаком.
- 5. Замещение атома водорода гидроксильной группы в пропаноле-1 происходит при взаимодействии этого спирта:**
- а) с калием;
  - б) хлороводородом;
  - в) водным раствором гидроксида натрия;
  - г) аммиаком.
- 6. Взаимодействие  $C_2H_5OH$  с  $HBr$  приводит к образованию:**
- а)  $CH_3Br$ ;
  - б)  $HOCH_2CH_2Br$ ;
  - в)  $C_2H_5Br$ ;
  - г)  $C_2H_5OBr$ .
- 7. При нагревании предельных одноатомных спиртов с концентрированной серной кислотой в зависимости от температуры образуются:**
- а) карбоновые кислоты;
  - б) простые эфиры;
  - в) алкены;
  - г) алкоголиаты.
- 8. Нагревание этанола с концентрированной серной кислотой может быть использовано для получения в одну стадию:**
- а) пропена;
  - б) диметилового эфира;
  - в) диэтилового эфира;
  - г) этина.
- 9. Укажите название основного продукта, образующегося при нагревании этанола с серной кислотой выше  $140\text{ }^\circ\text{C}$ :**
- а) этен;
  - б) диэтиловый эфир;
  - в) этилсульфат;
  - г) бутин.
- 10. При взаимодействии этанола с серной кислотой при  $0\text{ }^\circ\text{C}$  образуется:**
- а) простой эфир;
  - б) алкен;
  - в) алкоголят;
  - г) сложный эфир.
- 11. Этанол нагревают с концентрированной серной кислотой при  $170\text{ }^\circ\text{C}$  и полученный продукт пропускают в сосуд с бромом. При этом образуется:**
- а)  $CH_2(Br)-CH_2OH$ ;
  - б)  $CH_2(Br)-CH_2(Br)$ ;
  - в)  $CH(Br_2)-CH(Br_2)$ ;
  - г)  $CH_3-CH_2Br$ .
- 12. Укажите возможные продукты, образующиеся при нагревании ( $90\text{ }^\circ\text{C}$ ) смеси метанола и этанола в присутствии серной кислоты:**
- а) этен;
  - б) пропан;
  - в) диметиловый эфир;
  - г) диэтиловый эфир;
  - д) метилэтиловый эфир;
  - е) метиловый эфир этановой кислоты.
- 13. При дегидратации пропанола-1 в присутствии серной кислоты (при температуре  $80-170\text{ }^\circ\text{C}$ ) возможно образование:**
- а) пропилена;
  - б) метилпропилового эфира;
  - в) дипропилового эфира;
  - г) пропанола-2.

- 14. При дегидратации 2-метилбутанола-2 образуется:**  
а) только 2-метилбутен-1;  
б) только 2-метилбутен-2;  
в) только бутен-2;  
г) смесь 2-метилбутена-1 и 2-метилбутена-2.
- 15. Пропанол-1 реагирует с каждым из 2 веществ:**  
а) HCl, K; б) HCl, KCl; в) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH; г) K, KHCO<sub>3</sub>.
- 16. При взаимодействии этанола и оксида углерода (II) в соответствующих условиях получается:**  
а) этаналь; в) пропановая кислота;  
б) пропаналь; г) метилацетат.
- 17. С метанолом реагируют:**  
а) калий и медь (комнатная температура);  
б) гидрокарбонат натрия и метанол;  
в) водный раствор хлорида калия и этин;  
г) оксид меди (II) (нагревание) и уксусная кислота;  
д) аммиак и этанол;  
е) азотная кислота и водород.
- 18. Первичные предельные одноатомные спирты не реагируют:**  
а) с HBr; в) NH<sub>3</sub>; д) Cu(OH)<sub>2</sub>.  
б) KBr; г) NaHCO<sub>3</sub>;
- 19. Укажите формулы веществ, с которыми реагирует этанол в необходимых условиях:**  
а) Cu; г) раствор NaOH; ж) HBr;  
б) CuO; д) CO; з) CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)COOH.  
в) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; е) CH<sub>3</sub>CHO;
- 20. Укажите число веществ из ряда: O<sub>2</sub>, KOH (р-р), HBr, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub> (р-р в CCl<sub>4</sub>), с которыми реагирует этанол:**  
а) 4; б) 5; в) 6; г) 7.
- 21. Окисление первичных одноатомных спиртов приводит к образованию:**  
а) простых эфиров; д) углекислого газа;  
б) альдегидов; е) алкенов;  
в) гликолей; ж) карбоновых кислот.  
г) сложных эфиров;
- 22. Укажите формулы спиртов, при окислении которых можно получить альдегид:**  
а) (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>COH; в) (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CCH<sub>2</sub>OH;  
б) CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>; г) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH.
- 23. Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции горения пропанола-2.**  
а) 24; б) 25; в) 26; г) 27.

**24. Укажите вещества, которые могут образоваться при нагревании смеси этанола и метанола с концентрированной серной кислотой при разных температурах:**

- а) уксусная кислота;
- б) метилэтиловый эфир;
- в) этен;
- г) метилацетат;
- д) диметиловый эфир;
- е) этиловый эфир муравьиной кислоты;
- ж) диэтиловый эфир.

#### Тест 4

**1. При действии водного раствора щелочи на 2-бром-2-метилпропан преимущественно образуется:**

- а) 2-метилпропен;
- б) 2-метилпропанол-2;
- в) 2-метилпропанол-1;
- г) пропанол-2.

**2. Этанол можно получить:**

- а) гидратацией этилена;
- б) гидрированием этилена;
- в) гидратацией ацетилен;
- г) гидрированием этанала;
- д) при гидролизе этилата натрия.

**3. Этанол образуется в результате ферментативного брожения:**

- а) глицерина;
- б) глюкозы;
- в) этиленгликоля;
- г) фенола.

**4. Выберите промышленные способы получения этанола:**

- а) гидратация этилена;
- б) гидролиз крахмала и сбраживание полученной глюкозы;
- в) гидролиз клетчатки и сбраживание полученной глюкозы;
- г) взаимодействие хлорэтана с водным раствором  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

**5. Метанол образуется в результате реакции:**

- а) каталитического окисления метана кислородом;
- б) гидрирования формальдегида;
- в) формальдегида с аммиачным раствором оксида серебра;
- г) гидратации формальдегида;
- д) гидратации соответствующего алкена;
- е) каталитического взаимодействия угарного газа с водородом;
- ж) щелочного гидролиза хлорметана.

**6. При получении метанола из синтез-газа (все вещества газообразные) равновесие химической реакции сместится в сторону образования продуктов реакции:**

- а) при повышении давления;
- б) понижении давления;
- в) добавлении катализатора;
- г) введении в систему дополнительного количества метанола.

**7. Пропанол-1 будет единственным органическим продуктом реакции при взаимодействии:**

- а)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  и  $\text{NaOH}$  (спиртовой р-р);
- б)  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$  и  $\text{KOH}$  (водный р-р);
- г)  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

**8. Абсолютный этиловый спирт получают:**

- а) выпариванием спирта-ректификата;
- б) денатурацией;
- в) обработкой спирта-ректификата активированным углем;
- г) удалением воды с помощью  $\text{CaO}$  или  $\text{CuSO}_4$ .

**9. Метанол широко применяют:**

- а) в синтезе каучуков;
- б) в автогенной резке и сварке металлов;
- в) для получения формальдегида;
- г) для производства этилового спирта.

**10. Физиологическое воздействие  $\text{CH}_3\text{OH}$  на организм:**

- а) включается в обменные процессы как любой продукт питания;
- б) наркотик;
- в) улучшает зрение;
- г) снижает давление;
- д) вызывает тяжелое отравление, потерю зрения, смертельный исход.

**11. Выберите правильные утверждения относительно применения спиртов:**

- а) основная часть получаемого этанола применяется в качестве растворителя;
- б) спирты применяют для производства соответствующих (по числу атомов углерода) алканов;
- в) высшие спирты применяют как сырье для производства моющих средств;
- г) аллиловый спирт применяют в производстве глицерина.

### Тест 5

**1. Многоатомные спирты перечислены в ряду:**

- а) глицерин, пропандиол-1,2, 1,2-дигидроксибензол;
- б) глицерин, этиленгликоль, бутантриол-1,2,3;
- в) этанол, этандиол-1,2, глицерин;
- г) этиленгликоль, этанол, аллиловый спирт.

**2. По систематической номенклатуре глицерин называется:**

- а) этандиол-1,2;
- б) бутантриол-1,2,3;
- в) пропантриол-1,2,3;
- г) пропандиол-1,2.

**3. Гидроксильные группы в этиленгликоле являются:**

- а) первичными;
- б) вторичными;
- в) третичными;
- г) четвертичными.

- 4. Гомологом этиленгликоля является:**
- а) глицерин;
  - б) пропандиол-1,2;
  - в) этанол;
  - г) пропанол-2.
- 5. Сумма коэффициентов в уравнении реакции полного сгорания бутантриола-1,2,3 равна:**
- а) 15;
  - б) 16;
  - в) 17;
  - г) 18.
- 6. При взаимодействии этиленгликоля с избытком бромоводорода образуется:**
- а) бромэтан;
  - б) 1,1-дибромэтан;
  - в) 1,2-дибромэтан;
  - г) 2-бромэтанол.
- 7. Глицерин реагирует по отдельности с каждым веществом в рядах:**
- а) нитрат калия, бромоводород, гидрокарбонат натрия;
  - б) азотная кислота, хлороводород, уксусная кислота;
  - в) натрий, свежеприготовленный гидроксид меди (II), бромид калия;
  - г) хлороводород, азотная кислота, калий.
- 8. Нитроглицерин — это:**
- а) соль;
  - б) простой эфир;
  - в) сложный эфир;
  - г) нитроалкан.
- 9. Этиленгликоль не взаимодействует с каждым веществом пары:**
- а)  $\text{HNO}_3$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;
  - б)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и  $\text{K}$ ;
  - в)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{KCl}$ ;
  - г)  $\text{HBr}$  и  $\text{KBr}$ .
- 10. Укажите формулы веществ, с которыми в необходимых условиях реагирует пропантриол-1,2,3:**
- а)  $\text{Cu}$ ;
  - б)  $\text{HNO}_3$ ;
  - в)  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ ;
  - г)  $\text{HBr}$ ;
  - д)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;
  - е)  $\text{Na}$ ;
  - ж)  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ .
- 11. Качественной реакцией на многоатомные спирты является их взаимодействие:**
- а) с аммиачным раствором оксида серебра (I);
  - б) гидроксидом меди (II);
  - в) бромной водой;
  - г) водным раствором перманганата калия;
  - д) водным раствором сульфата меди (II);
  - е) щелочными металлами.
- 12. Укажите признаки, по которым невозможно отличить водный раствор глицерина от водного раствора пропанола:**
- а) по плотности;
  - б) действию на щелочные металлы;
  - в) цвету;
  - г) действию на гидроксид меди (II).
- 13. Выберите правильные утверждения:**
- а) кислотность многоатомных спиртов выше, чем одноатомных;

б) как для глицерина, так и для этиленгликоля невозможно приготовление насыщенных водных растворов;

в) глицерин в отличие от этиленгликоля не ядовит;

г) в отличие от одноатомных спиртов многоатомные не образуют межмолекулярных водородных связей.

**14. Этиленгликоль может быть получен:**

а) гидратацией этилена;

б) окислением этана в водной среде  $\text{KMnO}_4$ ;

в) гидратацией ацетиленов;

г) окислением этилена в водной среде  $\text{KMnO}_4$ .

**15. Этиленгликоль можно получить непосредственно действуя водным раствором щелочи:**

а) на хлорэтан;

б) 1,2,3-трихлорпропан;

в) 1,2-дихлорэтан;

г) 1,2-дихлорпропан.

**16. Промышленный способ получения этиленгликоля — это:**

а) дегидрирование винилового спирта;

б) гидратация этиленоксида;

в) гидратация ацетиленов;

г) гидрирование этанола.

**17. Глицерин может быть получен:**

а) гидролизом 1,2,3-трихлорпропана;

б) гидратацией пропина;

в) гидролизом жиров;

г) гидрогенизацией жиров.

**18. Укажите правильные утверждения. Глицерин используют:**

а) в качестве мономера при производстве лавсана;

б) для производства лекарств;

в) для синтеза взрывчатых веществ;

г) как компонент косметических средств;

д) в качестве заменителя сахарного сиропа в пищевой промышленности.

**19. Укажите правильные утверждения. Этиленгликоль используют:**

а) в качестве пищевой добавки;

б) в качестве антифриза;

в) при получении лавсана;

г) в качестве реагента в синтезе капрона;

д) в качестве ароматизатора в парфюмерии.

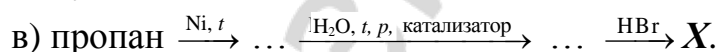
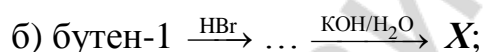
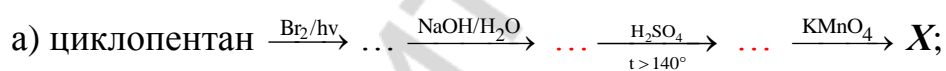
### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Этанол  $\rightarrow$  бромэтан  $\rightarrow$  этен  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  ацетальдегид.



2. Метан → этан → хлорэтан → этанол → уксусная кислота.
3. Этанол → этен → этин → винилхлорид → поливинилхлорид.
4. Хлорэтан → этилен → этанол → хлорэтан → этанол → этилат калия.
5. Пропин → пропанол-1 → пропен → пропанол-2 → 2-хлорпропан.
6. Пропанол-1 → 1-бромпропан → пропанол-1 → пропен → пропанол-2.
7. Бутан → этилен → этанол → диэтиловый эфир → оксид углерода (IV).
8. 1-Хлорпропан → пропанол-2 → пропен → пропанол-1 → метилпропиловый эфир.
9. Метилловый спирт → хлористый метил → этан → этиловый спирт → этилат натрия.
10. Крахмал → глюкоза → этиловый спирт → уксусная кислота → ацетат калия.
11. Этен → этандиол-1,2 → 1,2-дихлорэтан → этилен → этилат натрия.
12. Метан → 1,2-дибромэтан → этиленгликоль → 1,2-дихлорэтан → ацетилен.
13. 3-Хлорпропен-1 → 1,2,3-трихлорпропан → пропантриол-1,2,3 → нитроглицерин.
14. 1,2-Дихлорэтан → этиленгликоль → этилен → этанол → бутадие-н-1,3 → 1,2,3,4-тетрабромбутан.
15. Бутан → бутен-1 → 1,2-дибромбутан → бутандиол-1,2 → 1,2-дихлорбутан.
16. Карбонат кальция → этин → этанол → бутен-2 → 2,3-бутандиол.
17. Укажите конечный продукт (X) в следующих цепочках пре-вращений:



## Задачи

### Одноатомные спирты. Простые эфиры

1. Массовая доля водорода в насыщенном одноатомном спирте 13,64 %. Установите формулу спирта.
2. В водном растворе с массовой долей алканола 40 % соотношение между числом молекул воды и спирта 8 : 3. Установите формулу спирта.
3. При дегидратации гомолога метанола массой 18 г образовалась вода массой 5,4 г и углеводород. Установите формулу спирта.
4. При сгорании органического вещества массой 10,2 г в кислороде получен карбонат натрия массой 7,95 г, углекислый газ объемом 5,04 дм<sup>3</sup> (н. у.) и вода массой 6,75 г. Установите формулу вещества.

5. Газ, образовавшийся при нагревании насыщенного одноатомного спирта объемом  $57,5 \text{ см}^3$  ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ) с концентрированной серной кислотой, присоединяет водород объемом  $17,82 \text{ дм}^3$  (н. у.). Определите молекулярную формулу исходного спирта, если выход углеводорода составляет 80 % от теоретического.

6. Определите массу (кг) метанола, которую можно получить из оксида углерода (II) объемом  $11,2 \text{ м}^3$  и водорода объемом  $40 \text{ м}^3$  (н. у.), если выход продукта реакции равен 75 %.

7. Раствор воды в этаноле объемом  $250 \text{ см}^3$  ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ), в котором массовая доля воды 4,5 %, прореагировал с избытком металлического натрия. Какой объем ( $\text{дм}^3$ ) водорода при этом выделился?

8. В результате взаимодействия насыщенного одноатомного спирта с избытком подкисленного раствора перманганата калия получился продукт с молярной массой в 1,3 раза большей молярной массы исходного спирта. Определите формулы исходного спирта и полученного продукта.

9. При дегидратации вторичного спирта получен алкен массой 201,6 г (выход 80 %), а при взаимодействии такой же массы спирта с избытком натрия выделился водород объемом  $67,2 \text{ дм}^3$  (н. у.). Установите формулу исходного спирта.

10. При взаимодействии одноатомного насыщенного спирта объемом  $30 \text{ см}^3$  ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ) с бромоводородом образуется вторичный бромалкан, а при действии натрия на то же количество спирта выделяется водород, которого достаточно для полного гидрирования дивинила объемом  $2,24 \text{ дм}^3$  (н. у.). Назовите спирт.

11. При межмолекулярной дегидратации спирта получен простой эфир массой 7,4 г, а при внутримолекулярной дегидратации — алкен объемом  $4,48 \text{ дм}^3$  (н. у.). Установите формулу спирта.

12. При межмолекулярной дегидратации смеси 2 предельных одноатомных спиртов, взятых равными химическими количествами, выделилась вода массой 10,8 г и образовалась смесь простых эфиров массой 36 г. Установите формулу исходных спиртов.

13. Какую массу (кг) полиэтилена можно получить из этанола объемом  $1000 \text{ дм}^3$  ( $\rho = 0,78 \text{ г/см}^3$ ) при выходе 70 %?

14. Какой объем ( $\text{см}^3$ ) 100%-го этанола ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ) нужен для получения дивинила (выход 75 %), если выделяющегося при этом водорода достаточно для гидрирования этилена объемом  $5,37 \text{ дм}^3$  (н. у.)?

15. При дегидратации предельного первичного одноатомного спирта выделяется газообразный алкен, объем которого в 3 раза меньше объема углекислого газа, образующегося при сжигании такой же массы спирта. Укажите название спирта.

16. Алкен присоединяет хлороводород объемом  $6,72 \text{ дм}^3$  (н. у.). В результате гидролиза продукта водным раствором щелочи получают предельный одноатомный спирт массой 22,2 г, содержащий 3 метильные группы. Назовите спирт.

17. При внутримолекулярной дегидратации алканола и последующем взаимодействии образовавшегося алкена с хлором был получен дихлорид массой 59,4 г. Обе реакции протекают с количественным выходом. Каково строение исходного спирта, если известно, что при действии на такое же количество спирта избытком натрия может выделиться водород объемом 6,72 дм<sup>3</sup> (н. у.)?

18. Из 89,6 дм<sup>3</sup> (н. у.) бутана с объемной долей примесей 25 % двухстадийным синтезом получен бутанол-2 массой 79,92 г. Найдите выход продуктов (%) на первой и второй стадиях, если он одинаков.

19. Какую массу (г) смеси каких 2 изомерных предельных одноатомных спиртов нужно взять, чтобы при их внутримолекулярной дегидратации с выходом 75 % получить алкен объемом 11,2 дм<sup>3</sup> (н. у.)? Плотность паров каждого спирта по водороду равна 30.

20. Определите третичный предельный спирт, при дегидратации которого получили алкен массой 39,2 г, если объем спирта равен 37 см<sup>3</sup> ( $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$ ).

**Ответы:** 1. C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH. 2. CH<sub>3</sub>OH. 3. C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH. 4. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ONa. 5. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. 6. 12 кг. 7. 52,1 дм<sup>3</sup>. 8. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH и CH<sub>3</sub>COOH. 9. C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH. 10. Пропанол-2. 11. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. 12. CH<sub>3</sub>OH и C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. 13. 332,35 кг. 14. 36,8 см<sup>3</sup>. 15. Пропанол-1. 16. 2-Метилпропанол-2. 17. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. 18. 60 %. 19. 40 г смеси пропанола-1 и пропанола-2. 20. 2-Метилпропанол-2.

### Многоатомные спирты

1. Укажите формулу органического вещества и его объем (дм<sup>3</sup>), если при взаимодействии этого вещества с водным раствором KMnO<sub>4</sub> образуется простейший двухатомный спирт массой 15,5 г.

2. Некоторый алкен массой 14 г может прореагировать в темноте с бромом массой 40 г, а при окислении этого алкена перманганатом калия в нейтральной среде образуется двухатомный спирт симметричного строения. Установите алкен и найдите массу спирта (г), если он получается с выходом 80 %.

3. Смесь этиленгликоля и глицерина массой 24,6 г обработали избытком металлического калия, при этом выделился газ объемом 8,96 дм<sup>3</sup> (н. у.). Определите массовые доли (%) веществ в исходной смеси.

4. Какую массу (г) тринитроглицерина можно получить при действии раствора азотной кислоты массой 120 г (массовая доля HNO<sub>3</sub> 85 %) на глицерин массой 46 г, если выход продуктов реакции составляет 60 % от теоретически возможного?

5. При добавлении избытка натрия к 21,82 г смеси метанола, этанола и глицерина выделился водород объемом 7,168 дм<sup>3</sup> (н. у.). Из такого же количества смеси можно получить 27,24 г вещества, являющегося основой динамита. Определите массы (г) веществ в исходной смеси.

6. Этилен, полученный в 2 стадии из этана, обработали водным раствором перманганата калия и получили 190,6 г этиленгликоля, содержащего 15 % примесей. Найдите объем исходного этана (дм<sup>3</sup>, н. у.), если выход

на первых 2 стадиях составляет 80 и 90 %, соответственно, а на третьей — 75 % от теоретически возможного.

7. Сожгли смесь глицерина и этиленгликоля массой 15,4 г. Полученный газ пропустили через суспензию, содержащую 50 г  $\text{CaCO}_3$  в 12 000 моль воды, и карбонат кальция полностью растворился. Определите объем газа ( $\text{дм}^3$ , н. у.), который выделится при реакции такого же количества смеси спиртов с избытком натрия.

**Ответы:** 1.  $5,6 \text{ дм}^3 \text{ C}_2\text{H}_4$ . 2. Бутен-2, 18 г. 3. 25 % этиленгликоля, 75 % глицерина. 4. 68,1 г. 5. 11,04 глицерина, 5,98 г этанола, 4,80 г метанола. 6.  $108,4 \text{ дм}^3$ . 7.  $5,6 \text{ дм}^3$ .

## ФЕНОЛЫ

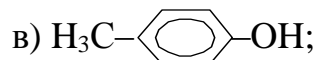
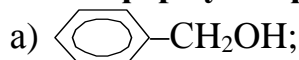
**Основной объем учебного материала.** Состав, строение, взаимное влияние атомов в молекуле фенола. Физические свойства. Химические свойства фенола в сравнении со свойствами спиртов. Получение и применение фенола. Охрана окружающей среды от промышленных отходов, содержащих фенол и его производные.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

1. Укажите формулы фенолов:



2. Укажите число  $\sigma$ -связей в молекуле фенола:

а) 11;

б) 12;

в) 13;

г) 15.

3. Влияние бензольного кольца на свойства фенола проявляется в том, что:

а) повышается электронная плотность в положениях 2, 4, 6 ароматического кольца;

б) атом водорода гидроксильной группы фенола более подвижен, чем атом водорода гидроксильной группы в метаноле;

в) фенол в отличие от предельных одноатомных спиртов реагирует со щелочами;

г) фенол в отличие от бензола реагирует с бромной водой;

д) химическая связь между атомами кислорода и водорода в гидроксильной группе становится более полярной, чем в спиртах.

4. Влияние гидроксильной группы на свойства фенола состоит в том, что:

а) химическая связь между атомами кислорода и водорода в гидроксильной группе становится менее полярной, чем в спиртах;

- б) кислотные свойства фенола выше, чем у метанола;
- в) повышается электронная плотность в положениях 2, 4, 6 бензольного кольца;
- г) реакции замещения в кольце идут в более жестких условиях, чем в молекуле бензола;
- д) реакции замещения в кольце идут в более мягких условиях, чем в молекуле бензола;
- е) фенол в отличие от метанола реагирует со щелочами.

**5. Укажите пары, в которых первое вещество обладает более сильными кислотными свойствами, чем второе:**

- а) вода и этанол;
- б) метанол и диметиловый эфир;
- в) вода и фенол;
- г) угольная кислота и фенол.

**6. Укажите ряд, в котором вещества расположены в порядке возрастания их кислотных свойств:**

- а) 2-метилпропанол-2, бутанол-1, фенол, глицерин;
- б) бутанол-1, 2-метилпропанол-2, глицерин, фенол;
- в) 2-метилпропанол-2, бутанол-1, глицерин, фенол;
- г) бутанол-1, 2-метилпропанол-2, фенол, глицерин.

**7. Укажите число всех возможных изомеров фенолов с молекулярной формулой  $C_7H_8O$ :**

- а) 6;
- б) 5;
- в) 4;
- г) 3.

**8. 0,1 моль гомолога фенола имеет массу, равную 12,2 г. Число изомерных фенолов, соответствующих этому условию, равно:**

- а) 12;
- б) 11;
- в) 10;
- г) 9.

**9. Изомерами по отношению друг к другу являются:**

- а) этанол и диметиловый эфир;
- б) пропанол-1 и изопропиловый спирт;
- в) фенолят натрия и этилат натрия;
- г) 2-метил-пропанол-1 и 2-метил-пропанол-2.

## Тест 2

**1. Фенол взаимодействует с каждым из веществ ряда:**

- а)  $HCOOH$ ,  $CO_2$ ,  $NaBr$ ;
- б)  $Na$ ,  $C_2H_6$ ,  $KCl$ ;
- в)  $HBr$ ,  $NaBr$ ,  $Br_2$ ;
- г)  $NaOH$ ,  $Na$ ,  $Br_2$ .

**2. Фенолят можно получить при взаимодействии:**

- а) фенола и калия;
- б) фенола и гидроксида калия;
- в) ацетата калия и фенола;
- г) фенола и хлорида калия.

**3. Получение пикриновой кислоты из фенола производят с использованием реакции:**

- а) изомеризации;
- б) бромирования;
- в) нитрования;
- г) гидрирования.

**4. Охарактеризуйте реакцию взаимодействия фенола с бромной водой:**

- а) реакция замещения;
- б) сопровождается образованием белого осадка;

- в) продуктами являются кислота и 2,4,6-трибромфенол;
- г) качественная на фенол.

**5. Замещение атома водорода в гидроксильной группе фенола происходит при его взаимодействии:**

- а) с азотной кислотой;
- б) метаном;
- в) гидроксидом натрия;
- г) формальдегидом;
- д) водородом;
- е) бромной водой;
- ж) калием.

**6. Замещение атома водорода в бензольном кольце фенола происходит при его взаимодействии:**

- а) с азотной кислотой;
- б) метаналем;
- в) хлоридом калия;
- г) калием;
- д) бромной водой.

**7. Как фенол, так и бензол реагируют:**

- а) с бромом;
- б) натрием;
- в) водным раствором гидроксида натрия;
- г) нитрующей смесью.

**8. Для обнаружения фенола используются:**

- а) хлороводород;
- б) свежеприготовленный гидроксид меди (II);
- в) хлорид железа (III);
- г) бромная вода.

**9. Как фенол, так и этиловый спирт реагируют:**

- а) с хлороводородом;
- б) калием;
- в) водным раствором гидроксида калия;
- г) гидрокарбонатом натрия.

**10. В отличие от этанола фенол реагирует:**

- а) с калием;
- б) водным раствором КОН;
- в) хлороводородом;
- г) гидросульфатом калия.

**11. Различить пробирки с бензольными растворами фенола и этанола можно с помощью:**

- а) натрия;
- б) гидроксида калия;
- в) бромной воды;
- г) хлороводорода.

**12. Отметьте схемы реакций, в результате которых наблюдается помутнение холодного водного раствора:**

- а) водный раствор фенолята натрия + HCl →;
- б) фенол + бромная вода →;
- в) водный раствор фенолята калия + CO<sub>2</sub> →;
- г) глицерин + свежеприготовленный гидроксид меди (II) →.

### Тест 3

**1. Фенол используют:**

- а) в качестве пищевой добавки;

- б) в качестве подсластителя;
- в) в качестве реагента в производстве лекарственных средств;
- г) в качестве дезинфицирующего средства (водный р-р);
- д) в качестве реагента в синтезе высокомолекулярных соединений;
- е) для синтеза красителей.

**2. Укажите схемы реакций, в которых образуется фенол:**

- а) фенолят калия + соляная кислота  $\rightarrow$ ;
- б) хлорбензол + NaOH  $\xrightarrow{t, p}$ ;
- в) фенолят натрия + водный раствор CO<sub>2</sub>  $\rightarrow$ ;
- г) фенолят натрия + серная разбавленная кислота  $\rightarrow$ .

**3. Выберите названия 2 органических веществ, использующихся для получения фенола в промышленности:**

- а) толуол;                      б) бензол;                      в) этилен;                      г) пропилен.

**4. Укажите схемы реакций, в результате которых получается фенол:**

- а) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-OK + HCl  $\rightarrow$  ;                      в) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub> + KMnO<sub>4</sub>  $\xrightarrow{t, p}$
- б) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-Br + NaOH  $\xrightarrow{t}$  ;                      г) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>  $\xrightarrow{t, \text{катализатор}}$ .

**5. Выберите правильные утверждения относительно диоксина:**

- а) образуется в качестве побочного продукта при промышленном использовании фенола;
- б) широко используется в качестве сырья для производства лекарственных препаратов, в качестве пищевой добавки;
- в) является чрезвычайно ядовитым веществом;
- г) содержит в молекуле 14 неподеленных электронных пар.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

**1.** Метан  $\rightarrow$  этин  $\rightarrow$  бензол  $\rightarrow$  изопропилбензол  $\rightarrow$  фенол  $\rightarrow$  2,4,6-трихлорфенол.

**2.** Гексан  $\rightarrow$  бензол  $\rightarrow$  хлорбензол  $\rightarrow$  фенолят натрия  $\rightarrow$  фенол  $\rightarrow$   $\rightarrow$  2,4,6-трибромфенол.

**3.** Кальций карбонат  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  бензол  $\rightarrow$  кумол  $\rightarrow$  фенол  $\rightarrow$   $\rightarrow$  пикриновая кислота.

**4.** Ацетат натрия  $\rightarrow$  ацетилен  $\rightarrow$  бромбензол  $\rightarrow$  фенол  $\rightarrow$  2,4,6-тринитрофенол.

**5.** Пропан  $\rightarrow$  гексан  $\rightarrow$  хлорбензол  $\rightarrow$  фенолят калия  $\rightarrow$  пикриновая кислота.

### Задачи

**1.** На титрование навески технического фенола массой 36,8 мг был израсходован раствор щелочи объемом 7,42 см<sup>3</sup> с массовой долей NaOH 0,2 % ( $\rho = 1,002$  г/см<sup>3</sup>). Определите содержание (%) фенола в образце.

2. Какой объем ( $\text{см}^3$ ) раствора фенола в бензоле ( $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ , массовая доля фенола 9,4 %) должен прореагировать с натрием, чтобы полученного водорода хватило на полное каталитическое гидрирование ацетилена объемом 1,12  $\text{дм}^3$  (н. у.)?

3. Смесь фенола и гомолога бензола общей массой 14,7 г обработали избытком бромной воды и получили 33,1 г осадка. Количественное (моль) соотношение фенол : арен равно 2 : 1. Определите формулу арена.

4. К спиртовому раствору фенола массой 40 г прибавили избыток бромной воды. После окончания реакции был получен осадок массой 13,24 г. Найдите массовую долю (%) фенола в исходном растворе. Какая масса (г) бромной воды (массовая доля брома 2,5 %), потребовалась для реакции?

5. При сжигании некоторого количества смеси этанола и фенола образовалась вода массой 8,1 г. Такое же количество смеси нейтрализует раствор NaOH объемом 19,8  $\text{см}^3$  с массовой долей щелочи 7 % ( $\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$ ). Найдите массовую долю (%) этанола в смеси.

6. В колбе смешали фенол массой 4,7 г и 150 г водного раствора щелочи с массовой долей NaOH 4 %. Найдите массу (г) соляной кислоты с массовой долей HCl 36,5 %, которая потребуется для реакции с содержимым колбы.

7. При добавлении избытка бромной воды к раствору фенола в этаноле массой 6,48 г образуется 6,62 г осадка. Найдите массу (г) металлического натрия, который мог бы прореагировать с таким же раствором.

8. Раствор фенола в этиловом спирте разделили на 2 равные части. К одной из них прибавили натрий, в результате чего выделился газ объемом 8,96  $\text{дм}^3$  (н. у.), к другой — избыток бромной воды, при этом образовался осадок массой 16,55 г. Определите массы (г) фенола и этанола в исходном растворе.

**Ответы:** 1. 95 %. 2. 222  $\text{см}^3$ . 3.  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ . 4. 9,4 %, 768 г. 5. 61,66 %. 6. 15 г. 7. 2,76 г. 8. Фенола — 9,4 г, этанола — 69 г.

## АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

**Основной объем учебного материала.** Состав и строение алифатических альдегидов. Карбонильная группа. Функциональная альдегидная группа. Физические свойства альдегидов. Химические свойства муравьиного и уксусного альдегидов: окисление, восстановление. Получение и применение муравьиного и уксусного альдегидов. Фенолформальдегидная смола. Ацетон: состав, строение.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.



## Тест 1

1. Состав предельных альдегидов может выражаться формулой:

- а)  $C_nH_{2n+1}O$ ;      г)  $C_nH_{2n}O_2$ ;      ж)  $C_nH_{2n}CO$   
б)  $C_nH_{2n+2}O$ ;      д)  $C_nH_{2n+1}CHO$ ;      з)  $C_nH_{2n+2}CHO$ .  
в)  $C_nH_{2n}O$ ;      е)  $C_nH_{2n}CHO$ ;

2. Укажите формулу функциональной группы альдегидов:

- а)  $-C=O$ ;      б)  $-C \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown OH \end{array}$ ;      в)  $-C \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown H \end{array}$ ;      г)  $-OH$ .

3. Охарактеризуйте строение карбонильной группы:

- а) связь ковалентная полярная;  
б) электронная плотность смещена к атому углерода;  
в) связь двойная, состоит из  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей;  
г) электронная плотность смещена к атому кислорода;  
д) связь короче и прочнее, чем связь  $C=C$ .

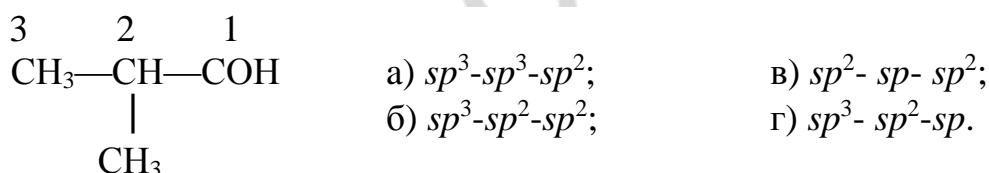
4. Степень окисления атома углерода альдегидной группы одинакова в соединениях:

- а) метаналь;      в) пропаналь;  
б) пентаналь;      г) бутаналь.

5. Охарактеризуйте связи в молекуле этаналь:

- а) 7  $\sigma$ -связей;      в) 6  $\sigma$ - и 1  $\pi$ -связь;  
б) 5  $\sigma$ - и 2  $\pi$ -связи;      г) все связи ковалентные.

6. В молекуле 2-метилпропаналь орбитали атомов углерода под номерами 3, 2 и 1 имеют тип гибридизации соответственно:



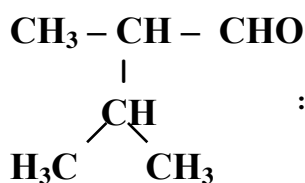
7. При образовании  $\pi$ -связи в молекуле этаналь перекрываются орбитали атомов углерода и кислорода:

- а)  $2s$ -орбиталь углерода и  $2p$ -орбиталь кислорода;  
б)  $2p$ -орбиталь углерода и  $2p$ -орбиталь кислорода;  
в)  $sp^2$ -гибридная орбиталь углерода и  $2p$ -орбиталь кислорода;  
г)  $2s$ -орбиталь углерода и  $3p$ -орбиталь кислорода.

8. Столько же электронов, как и молекула метаналь, содержит молекула:

- а) кислорода;      б) аммиака;      в) сероводорода;      г) хлора.

9. Назовите по систематической номенклатуре альдегид строения



- а) 2-изопропилпропаналь;  
б) 2-изопропилпропионовый альдегид;  
в) 2,3-диметилбутаналь;  
г) 2,3-диметилмасляный альдегид.

- 10. Для предельных альдегидов возможна изомерия:**
- по положению альдегидной группы;
  - углеродного скелета;
  - геометрическая (цис-транс-изомерия);
  - межклассовая (с представителями других гомологических рядов).
- 11. Альдегиды являются межклассовыми изомерами:**
- спиртов;
  - простых эфиров;
  - кетонов;
  - карбоновых кислот.
- 12. Число изомерных альдегидов, соответствующих формуле  $C_4H_8O$ , равно:**
- 2;
  - 3;
  - 4;
  - 5.
- 13. Гомологами метанала являются:**
- этаналь;
  - формалин;
  - бутаналь;
  - этанол.
- 14. Изомером 2-метилпропаналя является:**
- масляный альдегид;
  - валериановый альдегид;
  - бутаналь;
  - пентаналь.
- 15. Укажите формулу изомера пентанала:**
- $(CH_3)_2CH-CHO$ ;
  - $CH_3-CH=C(CH_3)-CHO$ ;
  - $(CH_3)_3C-CHO$ ;
  - $CH_3-CH_2-CHO$ .
- 16. Гексаналь и капроновый альдегид — это:**
- структурные изомеры;
  - гомологи;
  - пространственные изомеры;
  - одно и то же вещество.
- 17. Укажите правильные утверждения. Ацетон:**
- является гомологом метанала;
  - представляет собой изомер пропаналя;
  - образуется при гидратации пропина в условиях реакции Кучерова;
  - является одним из продуктов при получении фенола кумольным способом;
  - образует межмолекулярные водородные связи.
- 18. Ацетон так же, как и бутаналь:**
- содержит 1 атом углерода в состоянии  $sp^2$ -гибридизации в молекуле;
  - при гидрировании образует первичный спирт;
  - не образует межмолекулярных водородных связей;
  - может образоваться при гидратации алкина в условиях реакции Кучерова.
- 19. Невозможно приготовить насыщенный водный раствор:**
- метанала;
  - этанала;
  - пропаналя;
  - бутанала.

## Тест 2

- 1. Альдегиды не взаимодействуют со следующими веществами:**
- $Ag_2O$  ( $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $t$ );
  - $KHCO_3$  (р-р);
  - $H_2$  ( $Ni$ ,  $t$ );
  - $CH_3OH$ ;
  - $Cu(OH)_2$  ( $t$ );
  - $NaCl$ .

- 2. При взаимодействии предельных альдегидов с водородом образуются:**
- а) карбоновые кислоты;
  - б) простые эфиры;
  - в) вторичные спирты;
  - г) первичные спирты.
- 3. Этанол образуется при взаимодействии ацетальдегида:**
- а) с кислородом (в присутствии катализатора);
  - б) водородом (при нагревании, в присутствии катализатора);
  - в) оксидом меди (II) (при нагревании);
  - г)  $\text{LiAlH}_4$ .
- 4. При восстановлении ацетона образуется:**
- а) пропановая кислота;
  - б) пропанол-2;
  - в) пропанол-1;
  - г) изопропиловый спирт.
- 5. При восстановлении 3-метилбутанала образуется:**
- а) третичный бутиловый спирт;
  - б) 2-метилбутанол-1;
  - в) 3-метилбутанол-1;
  - г) 2-метилбутанол-4.
- 6. При окислении этанала в различных условиях возможно образование:**
- а) этанола;
  - б) этановой кислоты;
  - в) углекислого газа;
  - г) пропионовой кислоты.
- 7. Этаналь образует уксусную кислоту, реагируя (при определенных условиях):**
- а) с водой;
  - б) аммиачным раствором оксида серебра (I);
  - в) кислородом;
  - г) гидридом активного металла;
  - д) водородом;
  - е) раствором перманганата калия.
- 8. Реакция превращения альдегида в карбоновую кислоту:**
- а) является процессом окисления альдегида;
  - б) является процессом восстановления альдегида;
  - в) происходит без изменения степени окисления элементов;
  - г) является реакцией замещения.
- 9. При взаимодействии бутанала с гидроксидом меди (II) при нагревании происходит:**
- а) восстановление бутанала и образуется бутанол-1;
  - б) окисление бутанала с образованием бутановой кислоты;
  - в) реакция присоединения с разрушением  $\pi$ -связи карбонильной группы;
  - г) увеличение степени окисления одного из атомов углерода исходного альдегида.
- 10. Выберите ряд (ряды) веществ, с каждым из которых реагирует этаналь:**
- а) хлорид натрия, медь, водород;
  - б) водород, кислород, гидроксид меди (II);

- в) гидроксид калия, оксид меди (II), кислород;
- г) гидроксид калия, хлорид натрия, кальций.

**11. Выберите правильные утверждения:**

- а) при окислении альдегидов получаются карбоновые кислоты;
- б) при восстановлении альдегидов получаются первичные спирты;
- в) качественной реакцией на альдегиды является реакция с гидроксидом меди (II) при нагревании;
- г) между молекулами альдегидов образуются водородные связи.

**12. При гидрировании этанала:**

- а) увеличивается степень окисления углерода альдегидной группы;
- б) уменьшается степень окисления углерода карбонила;
- в) образуется кислота или спирт в зависимости от условий гидрирования;
- г) возможно образование алкена или алкина;
- д) образуется только первичный спирт.

**13. Выберите правильное утверждение, характеризующее реакцию взаимодействия метанала с фенолом с образованием полимера:**

- а) реакция полимеризации;
- б) реакция поликонденсации;
- в) в реакции участвуют гидроксильные группы фенола;
- г) в реакции не участвуют гидроксильные группы фенола.

**14. В качестве продукта взаимодействия метанала с этанолом образуется:**

- а)  $\text{НСОOC}_2\text{H}_5$ ;
- б)  $\text{НО}-\text{CH}_2-\text{OC}_2\text{H}_5$ ;
- в)  $\text{CH}_2(\text{OH})_2$ ;
- г)  $\text{CH}(\text{OH})_3$ .

**15. При взаимодействии метанала с пропанолом-1 происходит:**

- а) реакция замещения и образуется  $\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$ ;
- б) реакция присоединения и образуется  $\text{НО}-\text{CH}_2-\text{OC}_3\text{H}_7$ ;
- в) разрушение  $\pi$ -связи и образуется сложный эфир;
- г) образование гидроксильной группы.

**16. Для обнаружения альдегидной группы используют:**

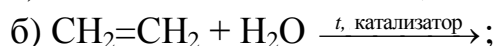
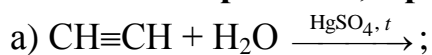
- а) гидроксид меди (II);
- б) оксид меди (II);
- в) хлорид железа (III);
- г) оксид серебра (I) (аммиачный р-р).

**17. Раствор формальдегида можно отличить от раствора глицерина с помощью:**

- а)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при комнатной температуре;
- б) раствора фенолфталеина;
- в) аммиачного раствора  $\text{Ag}_2\text{O}$  при нагревании;
- г) раствора  $\text{FeCl}_3$ .

### Тест 3

1. Укажите схемы реакций, в результате которых получается альдегид:



2. Альдегид образуется при осторожном окислении:

а) 2-метилбутанола-2;

в) пентанола-2;

б) 2-фенилэтанола;

г) гексанола-3.

3. Ацетальдегид можно получить:

а) дегидрированием этанола;

б) окислением этена кислородом в присутствии катализатора (хлоридов палладия и меди);

в) взаимодействием этилена с водой;

г) взаимодействием ацетиленов с водой;

д) окислением уксусной кислоты.

4. Основным промышленным методом получения уксусного альдегида является:

а) гидролиз 1,2-дихлорэтана;

б) окисление этанола перманганатом калия;

в) пиролиз ацетата калия;

г) каталитическое окисление этилена.

5. Пропаналь образуется:

а) при гидратации пропина по реакции Кучерова;

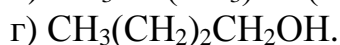
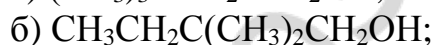
б) нагревании пропанола-1 с  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.);

в) взаимодействии хлорпропана с металлическим магнием (в среде диэтилового эфира);

г) нагревании пропанола-1 с  $\text{CuO}$ ;

д) дегидрировании пропанола-2.

6. Укажите формулу спирта, при дегидрировании которого получается 3,3-диметилбутаналь:



7. Укажите название альдегида, который получится при окислении спирта строения  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)-\text{CH}_2\text{OH}$ :

а) 2-этилпропаналь;

в) пентаналь;

б) 2-метилбутаналь;

г) масляный.

8. Для получения 2,2-диметилпропанола следует окислить:

а) пентанол-1;

в) 2,2-диметилпропанол-1;

б) 2-метилпропанол-1;

г) 2-метилбутанол-1.

9. Формальдегид получается при окислении:

а) муравьиной кислоты;

в) этанола;

б) метанола;

г) метана.

**10. Для сохранения биологических препаратов используется:**

- а) пропаналь;
- б) формалин;
- в) водный раствор этаналь;
- г) водный раствор метаналь.

**11. Формалином называется 35–40%-ный раствор:**

- а) этанола в воде;
- б) метаналь в воде;
- в) муравьиного альдегида в воде;
- г) формальдегида в воде.

**12. Альдегиды используют в производстве:**

- а) пластмасс;
- б) лекарственных средств;
- в) душистых веществ;
- г) алканов;
- д) карбоновых кислот;
- е) спиртов.

**13. Выберите правильные утверждения:**

а) в обычных условиях первые 3 представителя гомологического ряда насыщенных альдегидов газообразные, остальные — жидкости или твердые вещества;

б) в обычных условиях только метаналь находится в газообразном состоянии, остальные представители насыщенных альдегидов — жидкости или твердые вещества;

в) все альдегиды обладают резким и неприятным запахом;

г) высшие альдегиды обладают цветочными запахами и применяются в парфюмерии.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

**Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:**

1. Метан → метаналь → метанол → хлорметан → формальдегид → → фенолформальдегидная смола.

2. Метан → этан → этанол → ацетальдегид → уксусная кислота.

3. Оксид углерода (II) → метанол → бутан → этен → уксусный альдегид.

4. Ацетат натрия → метан → формальдегид → метиловый спирт → → метилат калия.

5. Пропанол-1 → 1-бромпропан → пропен → пропанол-2 → пропанон.

6. Пропан → пропен → пропанол-1 → пропаналь → пропановая кислота.

### Задачи

1. Установите молекулярную формулу насыщенного альдегида, у которого суммарная масса углерода и водорода в 3,5 раза больше массы кислорода.

2. Вычислите массу (кг) карбида кальция, содержащего 20 % примесей, необходимую для двухстадийного синтеза альдегида (выход продук-

тов на каждой стадии 80 %), если требуется получить раствор альдегида массой 20 кг с массовой долей альдегида 20 %.

**3.** Определите, какой объем ( $\text{дм}^3$ ) раствора формальдегида с массовой долей альдегида 40 % ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ) получили при растворении метанала, полученного при каталитическом окислении  $1 \text{ м}^3$  (н. у.) метана кислородом воздуха.

**4.** Из ацетилена химическим количеством 0,5 моль в результате процесса гидратации получили альдегид с выходом продукта реакции 85 %. Определите массу (г) серебра, образовавшегося при окислении полученного альдегида аммиачным раствором оксида серебра.

**5.** Для гидрирования смеси этанала и пропанала массой 21,8 г необходим такой объем водорода, который образуется при взаимодействии 25,6 г метанола с избытком натрия. Найдите массовые доли (%) альдегидов в исходной смеси.

**6.** При частичном окислении метанола получили смесь альдегида и спирта. Массовая доля водорода в этой смеси веществ равна 10 %. Определите массовую долю (%) альдегида в полученной смеси.

**7.** В результате окисления в газовой среде  $80 \text{ см}^3$  метанола ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ) и растворения образовавшегося альдегида в воде массой 112 г был получен раствор формалина с массовой долей альдегида 30 %. Рассчитайте выход продукта реакции (%) окисления.

**8.** Масса смеси спирта и альдегида, содержащих одинаковое число атомов углерода в составе молекул, равна 7,25 г. Массовая доля спирта в смеси — 20 %. При добавлении к этой смеси избытка аммиачного раствора оксида серебра выделился металл массой 21,6 г. Определите формулы спирта и альдегида.

**9.** К смеси пропанола-1 и неизвестного предельного альдегида массой 1,17 г добавили аммиачный раствор, содержащий 5,8 г  $\text{Ag}_2\text{O}$ , и нагрели. Выпавший осадок отфильтровали, а из фильтрата взаимодействием с соляной кислотой получен хлорид серебра массой 2,87 г. Определите взятый альдегид, если молярное отношение альдегида к спирту в исходной смеси равно 3 : 1.

**10.** Смесь метанала и водорода объемом  $11,2 \text{ дм}^3$  (н. у.) и относительной плотностью по воздуху 0,793 пропустили при повышенной температуре над никелевым катализатором. К полученному продукту реакции добавили 5,75 г натрия. Определите, какой объем ( $\text{дм}^3$ ) водорода выделится при этом.

**11.** При сжигании 0,1 моль неизвестного кетона образовалось 5,4 г воды и углекислый газ, который пропустили через раствор массой 740 г с массовой долей кальция гидроксида 2 %. В результате образовались 2 соли в количественном соотношении 1 : 1. Определите формулу кетона.

**Ответы:** 1.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}$ . 2. 11,36 кг. 3.  $3,044 \text{ дм}^3$ . 4. 91,8 г. 5. 20,2 и 79,8 %. 6. 42,86 %. 7. 80 %. 8.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{CHO}$ . 9. Пропаналь. 10.  $1,4 \text{ дм}^3$ . 11.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ .

## КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ

*Основной объем учебного материала.* Классификация. Функциональная карбоксильная группа. Физические свойства карбоновых кислот. Гомологический ряд одноосновных насыщенных кислот: общая их формула, состав, строение, нахождение в природе. Структурная изомерия кислот. Систематическая и тривиальная номенклатура. Физические свойства. Химические свойства уксусной кислоты: электролитическая диссоциация, взаимодействие с металлами, оксидами, щелочами, солями, спиртами, реакция межмолекулярной дегидратации. Сложные эфиры, нахождение в природе. Реакция этерификации. Амиды и галогенангидриды кислот. Получение уксусной кислоты. Олеиновая кислота как представитель ненасыщенных одноосновных карбоновых кислот, ее состав, химическая и структурная формулы. Линолевая и линоленовая кислоты. Применение карбоновых кислот. Связь между углеводородами, спиртами и карбоновыми кислотами. Понятие о полиэфирных волокнах на примере лавсана.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

**1. Укажите правильное утверждение. Карбоновая кислота — это:**

- а) конечный продукт окисления первичных спиртов;
- б) вещество, являющееся производным углеводорода, в молекуле которого содержится одна или несколько карбонильных групп;
- в) любое органическое вещество, которое вследствие диссоциации в водном растворе изменяет цвет лакмуса на синий;
- г) соединение, в котором карбонильный атом углерода непосредственно связан с гидроксильной группой.

**2. Среди приведенных веществ выберите те, которые относятся к классу карбоновых одноосновных кислот:**

- а) адипиновая кислота;
- б) акриловая кислота;
- в) терефталевая кислота;
- г) бензойная кислота.

**3. Выберите верные утверждения, отражающие взаимное влияние карбонильной и гидроксильной групп в функциональной группе карбоновых кислот:**

- а) группа ОН уменьшает положительный заряд на атоме углерода группы СО, что уменьшает способность карбонильной группы к реакциям присоединения;
- б) группа СО способствует уменьшению полярности связи О–Н;
- в) группа СО способствует уменьшению длины связи С–ОН по сравнению с таковой в этаноле;
- г) группа СО способствует уменьшению прочности связи О–Н.



4. Укажите число правильных утверждений из перечисленных:

- все карбоновые кислоты хорошо растворимы в воде;
- сила кислот зависит от длины углеводородного скелета;
- карбоновые кислоты — более сильные кислоты, чем фенолы;
- не все карбоновые кислоты изменяют цвет раствора лакмуса;
- электронодонорные заместители при карбонильной группе увеличивают кислотные свойства этой группы:

а) 5;                      б) 4;                      в) 3;                      г) 2.

5. Полярность связи с участием атома водорода, обозначенного «\*», увеличивается в молекулах ряда



6. Подвижность гидроксильного атома водорода в соединениях последовательно увеличивается в рядах:

- а)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;                      в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  
б)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;                      г)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCOOH}$ .

7. Укажите, какая из предложенных схем наиболее верно отражает процесс электролитической диссоциации карбоновых кислот:

- а)  $\text{R—COOH} \rightarrow \text{R—COO}^- + \text{H}^+$ ;  
б)  $\text{R—COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{R—COO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{R—COOH} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{R—COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ;  
г)  $\text{R—COOH} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{R—CO}^- + \text{H}_2\text{O}$ .

8. Отметьте пары соединений, в которых более сильная кислота приведена первой:

- а) уксусная, муравьиная;                      в) бензойная, карболовая;  
б) фторуксусная, хлоруксусная;                      г) муравьиная, угольная.

9. Для кислот, принадлежащих к одному гомологическому ряду, от сил межмолекулярного взаимодействия зависит:

- а) агрегатное состояние;  
б) строение углеводородного скелета;  
в) наличие или отсутствие запаха;  
г) температура кипения.

10. Выберите ряд, в котором все указанные вещества представляют собой жидкости ( $t = 25^\circ\text{C}$ ), кипящие при температуре более  $100^\circ\text{C}$ :

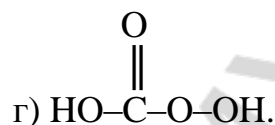
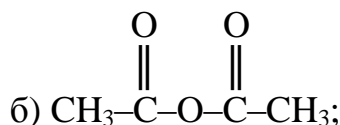
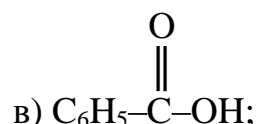
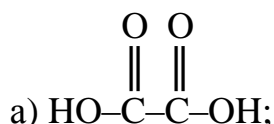
- а) пальмитиновая кислота, валериановая кислота, уксусная кислота;  
б) карболовая кислота, масляная кислота, формальдегид;  
в) щавелевая кислота, этанол, глицерин;  
г) олеиновая кислота, муравьиная кислота, этиленгликоль.

## Тест 2

1. Выберите химические формулы, соответствующие предельным ациклическим одноосновным кислотам:

- а)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ;                      б)  $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2$ ;                      в)  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ ;                      г)  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ .

2. Укажите формулы веществ, относящихся к классу карбоновых кислот:



3. Степень окисления атома углерода в карбонильной группе муравьиной кислоты такая же, как у одного из атомов углерода в молекуле:

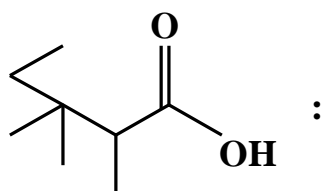
а) уксусной кислоты;

в) уксусного ангидрида;

б) метилформиата;

г) ацетальдегида.

4. Укажите название вещества, которому соответствует приведенная формула



а) 2-метил,3-этилпентановая кислота;

б) 2,3-диметил,3-этилбутановая кислота;

в) 3,3,4-триметилпентановая кислота;

г) 2,3,3-триметилпентановая кислота.

5. Укажите название вещества с формулой строения  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{COOH}$  по систематической номенклатуре:

а) нонановая кислота;

б)  $\alpha,\alpha,\beta,\gamma$ -тетраметилвалерьяновая кислота;

в) 2,2,3,4,4-пентаметилбутановая кислота;

г) 2,2,3,4-тетраметилпентановая кислота.

6. Укажите верное утверждение. Гептановая и капроновая кислоты являются:

а) структурными изомерами;

в) одним и тем же веществом;

б) гомологами;

г) геометрическими изомерами.

7. Укажите число изомерных карбоновых кислот состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$  (с учетом только структурной изомерии):

а) 10;

б) 9;

в) 8;

г) 7.

8. Молекула монокарбоновой предельной кислоты содержит 56  $\pi$  и четвертичный атом углерода. Выберите вещества, которые являются структурными изомерами данной кислоты:

а) валериановая кислота;

в) пентен-2-диол-1,5;

б) метилбутират;

г) 4-гидоксибутаналь.

9. Внутримолекулярная водородная связь не может образоваться в молекуле(-ах):

а) этиленгликоля;

б) терефталевой кислоты;

в) этилформиата;

г) уксусной кислоты.



**18. Укажите правильное утверждение, характеризующее реакцию между  $\text{CH}_3\text{OH}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Эта реакция является реакцией:**

- а) соединения, обратимой;                      в) замещения, необратимой;  
б) дегидратации, необратимой;            г) этерификации, обратимой.

**19. Выберите пары, в которых оба указанных химическими формулами вещества относятся к функциональным производным пропионовой кислоты:**

- а)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—CO—O—CO—C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—CO—NH}_2$ ;  
б)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{—CO—C}_2\text{H}_5$ ,  $\text{CH}_3\text{—CO—O—C}_3\text{H}_7$ ;  
в)  $\text{CH}_3\text{—CO—O—CH}_3$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{—CO—O—CH}_3$ ;  
г)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—CO—Cl}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—CO—O—CH}_3$ .

**20. Выберите верное утверждение. Валериановая кислота и бутилформиат имеют:**

- а) одинаковую молярную массу;  
б) являются геометрическими изомерами;  
в) имеют одинаковую химическую формулу;  
г) являются структурными изомерами.

**21. Продуктами гидролиза изопропилового эфира масляной кислоты в щелочной среде являются вещества, формулы которых:**

- а)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$  и  $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_3$ ;  
б)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa}$  и  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$ ;  
в)  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—COONa}$  и  $\text{CH}_3\text{—CH(ONa)—CH}_3$ ;  
г)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa}$  и  $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH}_3$ .

**22. Выберите возможные варианты продуктов гидролиза ангидрида состава  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ :**

- а) уксусная кислота;  
б) смесь 2-метилпропановой и метановой кислот;  
в) смесь пропионовой и муравьиной кислот;  
г) только масляная кислота.

**23. При растворении в воде 1 моль уксуснопропионового ангидрида в растворе образуется смесь веществ по 1 моль каждого:**

- а)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—COOH}$ ;                      в)  $\text{CH}_3\text{—COOH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—COOH}$ ;  
б)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  и  $\text{CH}_3\text{—COOH}$ ;                      г)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—CH}_2\text{OH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

**24. В результате взаимодействия уксусной кислоты с избытком аммиака и дальнейшего нагревания продукта реакции получили азотсодержащее органическое вещество. Укажите число валентных неподеленных электронных пар в молекуле этого вещества:**

- а) 5;                      б) 3;                      в) 2;                      г) 1.

**25. Укажите правильное название преимущественного продукта взаимодействия 1 моль пропионовой кислоты с эквимолярным количеством хлора (в присутствии красного фосфора):**

- а) хлорангидрид пропионовой кислоты;  
б)  $\alpha$ -хлорпропионовая кислота;

- в)  $\beta$ -хлорпропионовая кислота;
- г) 2,2-дихлорпропионовая кислота.

**26. Укажите систематическое название вещества, которое получается в результате реакции декарбоксилирования натриевой соли  $\alpha,\alpha,\gamma,\gamma$ -тетраметилвалерьяновой кислоты:**

- а) изобутан;
- б) изооктан;
- в) 2,2,4,4-тетраметилпентан;
- г) 2,2,4-триметилпентан.

**27. Выберите правильные утверждения. Ацетат аммония — это вещество:**

- а) водный раствор которого имеет значение  $\text{pH} > 7$ ;
- б) которое в водном растворе практически нацело диссоциирует на ионы;
- в) представляющее собой соль, взаимодействующую как с  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , так и с  $\text{NaOH}$ ;
- г) которое относится к группе амидов карбоновых кислот.

**28. Из ацетата натрия в одну стадию невозможно получить:**

- а) метан;
- б) этилат натрия;
- в) сложный эфир;
- г) уксусный ангидрид.

**29. Выберите утверждение, верно характеризующее физические и химические свойства муравьиной кислоты:**

- а) при внутримолекулярной дегидратации выделяется  $\text{CO}$ ;
- б) в реакции межмолекулярной дегидратации кислоты со спиртами образуются простые эфиры;
- в) кислота может быть получена взаимодействием формиата натрия с угольной кислотой;
- г) при  $25^\circ\text{C}$  является жидкостью и смешивается с водой в любых соотношениях.

**30. Растворы пропионовой и муравьиной кислот можно различить между собой с помощью:**

- а) гидрокарбоната калия;
- б) лакмуса;
- в) аммиачного раствора оксида серебра (I);
- г) цинковых опилок.

### Тест 3

**1. Укажите общую химическую формулу гомологического ряда предельных двухосновных карбоновых кислот:**

- а)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_4$ ;
- б)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_4$ ;
- в)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_4$ ;
- г)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}\text{O}_4$ .

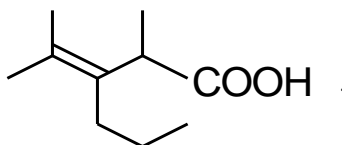
**2. Щавелевая кислота окисляется до  $\text{CO}_2$  перманганатом калия в присутствии серной кислоты (при этом образуются  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{MnSO}_4$ ). Укажите число электронов, перенесенных от восстановителя к окислителю, если в реакцию вступило 0,1 моль  $\text{KMnO}_4$ :**

- а)  $3,01 \cdot 10^{23}$ ;
- б)  $6,02 \cdot 10^{23}$ ;
- в)  $1,505 \cdot 10^{23}$ ;
- г)  $1,204 \cdot 10^{24}$ .

3. Укажите число метиленовых групп в структурной единице вещества, которое получается при гидрировании двойной связи (в углеродном радикале) в молекуле олеиновой кислоты:

- а) 17;                      б) 16;                      в) 15;                      г) 14.

4. Вещество имеет строение



Выберите правильные характеристики этого вещества:

- а) называется 2,4-диметил-3-пропилпентен-3-овой кислотой;  
б) молекула этого вещества имеет такое же число двойных связей, как и молекула линолевой кислоты;  
в) не образует, как и метакриловая кислота, цис- и транс-изомеров;  
г) относится к гомологическому ряду с формулой  $C_nH_{2n-1}COOH$ .

5. Выберите верные утверждения. Акриловая кислота:

- а) в отличие от уксусной реагирует с бромной водой;  
б) как и уксусная, может вступать в реакцию этерификации;  
в) является простейшей одноосновной ненасыщенной ациклической кислотой, состав которой описывается общей формулой  $C_nH_{2n-2}O_2$ ;  
г) вещество, для которого присоединение  $HBr$  и  $H_2O(H^+)$  идет преимущественно против правила Марковникова.

6. В молекуле 2-метилпропеновой кислоты состава  $CH_2=C(CH_3)-COOH$  орбитали атомов углерода под номерами 3, 2, 1 в главной углеродной цепи имеют тип гибридизации:

- а)  $sp^2-sp^2-sp^3$ ;      б)  $sp^2-sp-sp^2$ ;      в)  $sp^3-sp^2-sp^2$ ;      г)  $sp^2-sp^2-sp^2$ .

7. Укажите, в каких процессах в качестве основного продукта образуется вещество, относящееся к классу органических кислот:

- а)  $(CH_3CO)_2O + H_2O \xrightarrow{H^+}$ ;      в)  $CH_3-C(O)-CH_3 \xrightarrow[t]{Ag_2O/NH_3}$ ;  
б)  $HCOONa + H_2SO_4 \rightarrow$ ;      г)  $C_6H_5CH_3 \xrightarrow[t]{KMnO_4/H^+}$ .

8. При окислении пара-ксилола перманганатом калия в кислой среде при нагревании в качестве основного продукта образуется:

- а) бензол;                      в) пикриновая кислота;  
б) бензойная кислота;      г) терефталевая кислота.

9. Укажите число электронов в 2,5 моль ангидрида бензойной кислоты:

- а)  $1,776 \cdot 10^{26}$ ;                      в)  $1,926 \cdot 10^{26}$ ;  
б)  $7,103 \cdot 10^{25}$ ;                      г)  $7,706 \cdot 10^{26}$ .

## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1.  $\text{CO} \rightarrow \text{метанол} \rightarrow \text{метилацетат} \rightarrow \text{метилат натрия} \rightarrow \text{метанол}$ .
2.  $\text{Этаноат натрия} \rightarrow \text{этанол} \rightarrow \text{ацетальдегид} \rightarrow \text{этановая кислота} \rightarrow \text{ацетат аммония} \rightarrow \text{ацетамид}$ .
3.  $\text{Бутан} \rightarrow \text{уксусная кислота} \rightarrow \text{изопропилацетат} \rightarrow \text{пропанол-2} \rightarrow \text{изопропилформиат} \rightarrow \text{формиат натрия}$ .
4.  $\text{Пропанол-1} \rightarrow \text{пропионовая кислота} \rightarrow \text{этан} \rightarrow \text{этен} \rightarrow \text{этановая кислота} \rightarrow \text{ацетилхлорид} \rightarrow \text{ацетамид}$ .
5.  $\text{Хлорангидрид уксусной кислоты} \rightarrow \text{ацетат натрия} \rightarrow \text{уксусный ангидрид} \rightarrow \text{этаноат натрия} \rightarrow \text{этанол} \rightarrow \text{уксуснопропионовый ангидрид} \rightarrow \text{CO}_2$ .
6.  $\text{Ацетилен} \rightarrow \text{уксусная кислота} \rightarrow \text{этаноат натрия} \rightarrow \text{метан} \rightarrow \text{муравьиная кислота} \rightarrow \text{угольная кислота}$ .
7.  $\text{Метан} \rightarrow \text{ацетилен} \rightarrow \text{бензол} \rightarrow \text{толуол} \rightarrow \text{бензойная кислота} \rightarrow \text{бензоат натрия}$ .
8.  $\text{Гексан} \rightarrow \text{толуол} \rightarrow \text{бензилхлорид} \rightarrow \text{бензиловый спирт} \rightarrow \text{бензилпропионат} \rightarrow \text{пропионат натрия}$ .
9.  $\text{Винилацетат} \rightarrow \text{ацетальдегид} \rightarrow \text{этанол} \rightarrow \text{пропилацетат} \rightarrow \text{уксусная кислота} \rightarrow \text{хлоруксусная кислота}$ .
10.  $\text{Олеиновая кислота} \rightarrow \text{стеариновая кислота} \rightarrow \text{этиловый эфир стеариновой кислоты} \rightarrow \text{этанол} \rightarrow \text{хлорангидрид пропановой кислоты}$ .

## Задачи

1. Какой объем ( $\text{см}^3$ ) раствора с массовой долей гидроксида натрия 12 % ( $\rho = 1,131 \text{ г/см}^3$ ) необходимо взять для нейтрализации неизвестной одноосновной насыщенной кислоты массой 13,2 г, плотность паров по воздуху которой равна 3,034? Запишите структурную формулу кислоты.
2. Смешали равные объемы этанола ( $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$ ), глицерина ( $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$ ), раствора этановой кислоты ( $\rho = 1,069 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей кислоты 70 %. Определите, сколько г натрия, взятого в избытке, может прореагировать с 62,58 г такой смеси.
3. Какое количество (моль) уксусного ангидрида необходимо прилить к 350 г водного раствора уксусной кислоты с массовой долей кислоты 75 %, чтобы получить 100%-ную кислоту?
4. Определите, в каких количественных отношениях находятся атомы кислорода и водорода в растворе, полученном при растворении 0,2 моль уксусного ангидрида в 10,2 моль воды.
5. Смесь 2 предельных одноосновных органических кислот массой 26,8 г растворили в воде. Половину раствора обработали аммиачным раствором  $\text{Ag}_2\text{O}$ , при этом выделилось 21,6 г серебра. На нейтрализацию всей смеси кислот потребовалось 0,4 моль гидроксида натрия. Определите, какие кислоты были в смеси и их массовые доли.

**6.** В результате реакции между 5,9 г неизвестной насыщенной кислоты и 2,3 г щелочного металла выделилось 0,00112 м<sup>3</sup> (н. у.) водорода. Относительная молекулярная масса кислоты равна 118. Определите состав и строение кислоты, название щелочного металла.

**7.** На нейтрализацию 114 г смеси этановой кислоты, этанола и фенола в воде необходимо 140 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 20 %. При действии на такую же массу смеси бромной водой выпадает 165,5 г осадка. При действии на 22,8 г аналогичной смеси металлическим натрием выделяется 4,928 дм<sup>3</sup> (н. у.) водорода. Определите количественный состав первоначальной смеси.

**8.** При сжигании 2,04 г неизвестного ангидрида одноосновной насыщенной кислоты получили 3,52 г углекислого газа. На нейтрализацию ангидрида такой же массы затрачено 4 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 40 %. Укажите название ангидрида.

**9.** Укажите название и определите количество (моль) неизвестного вещества, которое после окисления гидроксидом меди (II) полностью прореагировало с 16 г брома в присутствии красного фосфора с образованием 13,9 г монобромзамещенной одноосновной насыщенной кислоты.

**10.** При обработке смеси, состоящей из равного числа молей предельной одноосновной кислоты и первичного одноатомного спирта, имеющих одинаковое число атомов углерода в молекуле, избытком гидрокарбоната натрия выделился углекислый газ, объем которого в 6 раз меньше объема углекислого газа, полученного при сжигании такого же количества смеси. Какие вещества находятся в смеси? Объемы газов измерены при одинаковых условиях.

**11.** Вычислите массу (г) пропионовой кислоты, которую можно получить окислением 56 л (н. у.) гексана с выходом 45 %.

**12.** На гидрирование неизвестной ненасыщенной одноосновной кислоты было затрачено 2,8 дм<sup>3</sup> (н. у.) водорода и получена насыщенная карбоновая кислота массой 35,5 г следующего состава:  $\omega(\text{C})$  — 76 %;  $\omega(\text{H})$  — 12,7 %;  $\omega(\text{O})$  — 11,3 %. Определите формулу неизвестной ненасыщенной кислоты.

**13.** Бензольный раствор, содержащий линолевую кислоту массой 5,6 г, обработали йодом массой 12,7 г. Вычислите массу (г) образовавшегося йодпроизводного.

**14.** При сжигании 62,4 г паров смеси этановой, пропановой и малоновой кислот получено 2 моль углекислого газа. На нейтрализацию такой же массы смеси кислот потребовалось 308 г раствора гидроксида калия с массовой долей щелочи 20 %. Определите, в каких молярных отношениях смешаны кислоты.



**15.** Органическая одноосновная кислота количеством 1 моль может присоединить 1 моль брома. При полном сгорании некоторого количества этой кислоты образовалось 15,84 г углекислого газа и 6,12 г воды. Установите возможную формулу исходной кислоты.

**16.** При обработке избытком аммиачного раствора оксида серебра (I) 5,3 г раствора формальдегида в муравьиной кислоте образовалось 54 г осадка. Вычислите массовую долю элемента кислорода в исходной смеси.

**17.** Смесь молочной и щавелевой кислот растворили в диэтиловом эфире, после чего обработали избытком натрия. Объем выделившегося газа составил 336 мл (н. у.). Вычислите массу (г) смеси образовавшихся солей.

**18.** Какую массу смеси бензойной кислоты, бензилового спирта и о-крезола, в которой массовые доли всех веществ равны между собой, можно нейтрализовать 1 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 12 моль/л?

**19.** При сжигании смеси 2 соседних членов гомологического ряда двухосновных предельных карбоновых кислот образовалось 5,376 л углекислого газа (н. у.). Для нейтрализации такого же количества такой же смеси потребовалось 50 г 22,4%-ного раствора гидроксида калия. Установите, какие вещества и в каком количестве входили в состав смеси.

**20.** Для нейтрализации гомолога акриловой кислоты, находящегося в растворе, потребовалось 20 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 2 моль/л. Масса выделившейся соли оказалась равной 4,96 г. Установите кислоту и предложите возможное строение (3 структурные формулы).

**Ответы:** 1. 44,2 см<sup>3</sup>; C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>COOH. 2. 40,85 г. 3. 4,86 моль. 4. 1 : 2. 5. 34,33 % муравьиной и 65,67 % масляной кислоты. 6. HOOC-(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-COOH; натрий. 7. 0,2 моль CH<sub>3</sub>COOH, 1 моль C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 0,5 моль C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH, 0,5 моль H<sub>2</sub>O. 8. Уксусный ангидрид. 9. 0,1 моль этанала. 10. Пропанол-1, пропионовая кислота. 11. 167 г. 12. C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH. 13. 15,8 г. 14. 1 : 2 : 4. 15. C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub>. 16. 60,4 %. 17. 2,01 г. 18. 2,06 г. 19. 0,06 моль щавелевой, 0,04 моль малоновой кислоты. 20. Винилуксусная, (цис-, транс-) кротоновая, метакриловая.

## СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ. ЖИРЫ

*Основной объем учебного материала. Сложные эфиры.* Строение сложных эфиров. Изомерия и систематическая номенклатура сложных эфиров. Физические свойства. Реакция этерификации, условия ее протекания, обратимость. Гидролиз сложных эфиров. Сложные эфиры на основе неорганических и органических кислот в природе. Полиэфирные волокна: полиэтилентерефталат (лавсан).

*Жиры.* Состав и строение жиров. Триглицериды. Физические свойства жиров. Химические свойства: кислотный и щелочной гидролиз, гидрирование жидких жиров. Мыла. Синтетические моющие средства. Биологическая роль жиров. Применение жиров.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

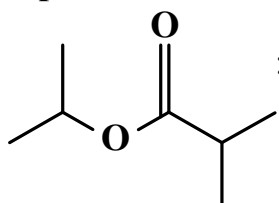
В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### Тест 1

#### 1. Выберите верное утверждение:

- а) сложные эфиры образуются из двух веществ, а простые — всегда из одного;
- б) реакции образования простых и сложных эфиров называются реакциями этерификации;
- в) как при образовании сложных, так и при образовании простых эфиров всегда выделяется вода;
- г) простые эфиры могут иметь симметричное строение, а сложные — нет.

#### 2. Укажите название по систематической номенклатуре вещества строения



- а) изобутиловый эфир пропионовой кислоты;
- б) изопропиловый эфир  $\alpha$ -метилпропионовой кислоты;
- в) изопропиловый эфир 2-метилпропановой кислоты;
- г) пропиловый эфир бутановой кислоты.

#### 3. Укажите число структурных изомеров с общей формулой $C_4H_8O_2$ (учитывать только кислоты и сложные эфиры):

- а) 4;                      б) 6;                      в) 7;                      г) 8.

#### 4. Пары, в которых по отношению к валериановой кислоте одно вещество является гомологом, а другое — изомером, это:

- а) капроновая кислота и изопропилацетат;
- б) стеариновая кислота и 4-гидроксипентаналь;
- в) янтарная кислота и бутилформиат;
- г) масляная кислота и этилпропионат.

#### 5. Выберите ряды, в которых в обеих указанных схемами реакциях могут образоваться сложные эфиры:

- а)  $(CH_3CO)_2O + CH_3CH(OH)CH_3 \rightarrow$  и  $C_6H_5ONa + C_2H_5COCl \rightarrow$ ;
- б)  $CH_2(OH)CH_2(OH) + HCl \rightarrow$  и  $C_6H_5COOH + C_6H_5CH_2OH \rightarrow$ ;
- в)  $CH_2(OH)CH(OH)CH_2(OH) + HNO_3 \rightarrow$  и  $CH_2=CHCOOH + CH_3OH \rightarrow$ ;
- г)  $CH_3CH(OH)COOH + CH_3COOH \rightarrow$  и  $C_2H_5Cl + C_2H_5COOK \rightarrow$ .

#### 6. Отметьте правильные утверждения. Этиловый эфир $\alpha$ -метилмасляной кислоты:

- а) может вступать в реакцию переэтерификации;
- б) в отличие от метилметакрилата не полимеризуется;
- в) как и молочная кислота, содержит в молекуле асимметрический атом углерода;

г) как и метиловый эфир акриловой кислоты, гидролизуеться в кислой среде до гидроксикислоты и альдегида.

**7. Укажите ряды, в которых вещества перечислены в порядке увеличения максимального количества щелочи, вступающей с ними во взаимодействие:**

а) стеариновая кислота, щавелевая кислота, метиловый эфир молочной кислоты;

б) карболовая кислота, фенолацетат, тристеарин;

в) уксусная кислота, адипиновая кислота, этилформиат;

г) бензилацетат, фенолбензоат, тристеарин.

**8. Укажите пары, в которых оба вещества образуют осадок серебра в результате взаимодействия с  $\text{Ag}_2\text{O}$  в аммиачном растворе (при нагревании):**

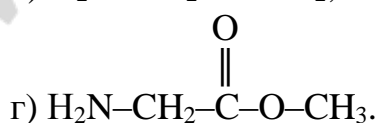
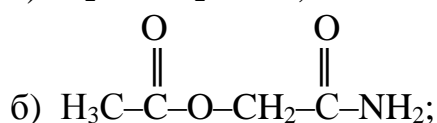
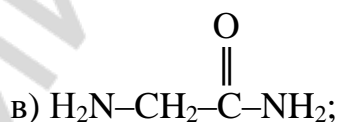
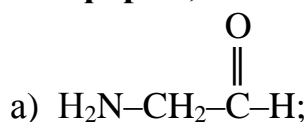
а) бензальдегид и муравьиная кислота;

б) формальдегид и метилацетат;

в) этилформиат и муравьиная кислота;

г) пропиламетаноат и пировиноградная кислота.

**9. Выберите формулу строения вещества, которое является одновременно и эфиром, и амидом:**



**10. Минимальная масса кислорода потребуется для полного сгорания (до углекислого газа и воды) 1 моль:**

а) диэтилового эфира;

в) метилацетата;

б) диметилового эфира;

г) этилэтоноата.

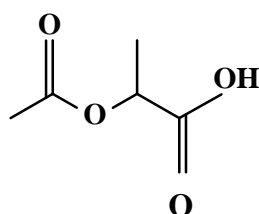
**11. В схеме  $\text{A} \xrightarrow{1} \text{B} \xrightarrow{2} \text{C} \xrightarrow{3} \text{D} \xrightarrow{4} \text{E}$  1 — реакция восстановления органического вещества, 2 — реакция окисления органического вещества, 3, 4 — реакции замещения. Данной схеме отвечает последовательность (последовательности) веществ:**

а) этаналь  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  хлоруксусная кислота  $\rightarrow$  дихлоруксусная кислота;

б) пропиин  $\rightarrow$  пропен  $\rightarrow$  пропанол-2  $\rightarrow$  изопропилацетат  $\rightarrow$  этанол;

в) метилацетат  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  хлорангидрид уксусной кислоты  $\rightarrow$  этан;

г) этаналь  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  ацетат аммония  $\rightarrow$  ацетамид.



12. Соединение строения

является:

- а) смешанным ангидридом уксусной и пропионовой кислот;
- б) сложным эфиром уксусной кислоты и пропандиола-1,2;
- в) сложным эфиром этанола и  $\alpha$ -гидроксипропионовой кислоты;
- г) сложным эфиром уксусной кислоты и 2-гидроксипропановой кислоты.

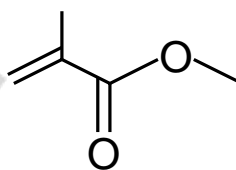
13. В схеме превращений  $A \xrightarrow{+KOH} C_6H_5COOK \xrightarrow{+H_2SO_4} B$  А и В являются веществами, названия которых:

- а) бензойная кислота и бензиловый спирт;
- б) бензилацетат и бензиловый спирт;
- в) этилбензоат и бензойная кислота;
- г) бензойная кислота и бензойная кислота.

14. При кислотном гидролизе винилформиата одно из полученных органических веществ: взаимодействует с аммиачным раствором  $Ag_2O$ ; не изменяет цвет раствора лакмуса; может взаимодействовать с метанолом. Это вещество относится к классу:

- а) спиртов;
- б) солей;
- в) альдегидов;
- г) кислот.

15. Укажите верные характеристики, относящиеся к веществу, имеющему следующую формулу строения:



Данное вещество:

- а) используется для производства плексигласа;
- б) получается при взаимодействии акриловой кислоты с метанолом;
- в) имеет такой же качественный состав, как и винилпропионат;
- г) может существовать в виде цис- и транс-изомеров.

16. Изомерами винилацетата являются:

- а) бутен-3-овая кислота;
- б) бутен-2-диол-4;
- в) аллилформиат;
- г) метиловый эфир акриловой кислоты.

17. Реакция полимеризации, но не поликонденсации лежит в основе получения:

- а) поливинилацетата;
- б) полиэтилентерефталата;
- в) фенолформальдегидных смол;
- г) полиметилметакрилата.

18. Укажите характеристику(-и), общую(-ие) для 3 полимеров — лавсана, поливинилацетата, полиметилметакрилата:

- а) все 3 вещества образуются в результате реакций поликонденсации;
- б) исходными мономерами в синтезе всех 3 полимеров являются кислоты и спирты;

в) в состав элементарных звеньев каждого из полимеров входят сложноэфирные группировки;

г) данные полимеры являются искусственными химическими волокнами.

**19. Выберите пары, в которых второй полимер в своем элементарном звене содержит больше атомов, чем первый полимер:**

а) поливинилацетат и полиэтилентерефталат;

б) поливинилхлорид и поливинилацетат;

в) поливинилацетат и полиметилметакрилат;

г) полиэтилен и поливинилхлорид.

**20. Укажите ряды, в которых вещества перечисляются в порядке увеличения их температур кипения:**

а) масляная кислота, этилацетат, олеиновая кислота, стеариновая кислота;

б) метилформиат, пропионовая кислота, триолеин, тристеарин;

в) этаналь, этанол, этановая кислота, этандиовая кислота;

г) диолеолинолеин, триолеин, тристеарин, трипальмитин.

## Тест 2

**1. Укажите число изомерных триглицеридов, образованных пальмитиновой и олеиновой кислотами (без учета пространственной изомерии):**

а) 2;

б) 6;

в) 3;

г) ни одной.

**2. При полном сгорании 1 моль жира образовалось 50 моль воды. В состав жира могли входить:**

а) остатки только линолевой кислоты;

б) остатки олеиновой, линолевой и линоленовой кислот;

в) 2 остатка линолевой кислоты и 1 остаток олеиновой кислоты;

г) 2 остатка олеиновой кислоты и 1 остаток линолевой кислоты.

**3. О триглицериде известно, что: он образован кислотами с четным числом атомов углерода; молекула содержит 100 атомов водорода; 1 моль триглицерида вступает в реакцию с 3 моль брома. Этим условиям удовлетворяют триглицериды, в состав которых входят:**

а) остатки пальмитиновой, линолевой и олеиновой кислот;

б) 1 остаток линоленовой кислоты и 2 остатка стеариновой кислоты;

в) 2 остатка линолевой кислоты и 1 остаток олеиновой кислоты;

г) остатки пальмитиновой, линоленовой и стеариновой кислот.

**4. При гидролизе 1 моль олеодистеарина избытком раствора гидроксида натрия получают:**

а) 3 кислоты и глицерат натрия;

б) натриевые соли 3 кислот и глицерин;

в) натриевые соли 1 непредельной, 2 предельных кислот и глицерин;

г) натриевые соли 1 непредельной, 1 предельной кислот и пропантриол-1,2,3.

5. Укажите пары, в которых указаны формулы кислоты и спирта, которые могут получиться в результате гидролиза природного жира:

- а)  $C_{18}H_{34}O_2$  и  $C_3H_8O_3$ ;                                  в)  $C_{17}H_{34}O_2$  и  $C_3H_6O_2$ ;  
 б)  $C_{18}H_{32}O_2$  и  $C_3H_5(OH)_3$ ;                              г)  $C_{16}H_{32}O_2$  и  $C_3H_8O_3$ .

6. Укажите число молекул йода, которое может присоединить 1 молекула жира состава  $C_{57}H_{98}O_6$ , образованного глицерином и только одной карбоновой кислотой:

- а) 9;                              б) 6;                              в) 3;                              г) ни одной.

7. Природный триглицерид (жир) имеет в своем составе остатки 3 разных кислот. При гидролизе соединения, образующегося при полном гидрировании этого жира, получилась соль только 1 кислоты. Укажите возможную формулу жира:

- а)  $C_{55}H_{96}O_6$ ;    в)  $C_{55}H_{100}O_6$ ;  
 б)  $C_{57}H_{98}O_6$ ;    г)  $C_{57}H_{110}O_6$ .

8. Отметьте случаи, в которых правильно указаны области практического применения кислотного и щелочного гидролиза в промышленности:

- а) получение глицерина и мыла;  
 б) получение маргарина;  
 в) получение высших карбоновых кислот;  
 г) получение уксусной эссенции.

9. Отметьте схемы реакций, в результате которых образуется мыло:

- а) жир +  $H_2O \xrightarrow[t]{H_2SO_4}$ ;  
 б)  $C_{17}H_{35}-COOH + NaHCO_3(p-p) \longrightarrow$ ;  
 в) жир +  $NaOH(p-p) \xrightarrow{t}$ ;  
 г)  $C_{15}H_{31}-COOH + KOH(p-p) \longrightarrow$ .

10. Выберите вещества, которые могут входить в состав моющих средств:

- а)  $C_{17}H_{35}-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-ONa$ ;                                  в)  $C_{17}H_{35}-\overset{\text{O}}{\parallel}{C}-O-C_2H_5$ ;  
 б)  $C_{17}H_{35}-C_6H_4-O-\overset{\text{O}}{\parallel}{S}-ONa$ ;                              г)  $C_{17}H_{35}-CH_2-O-\overset{\text{O}}{\parallel}{S}-ONa$ .

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Кумол  $\rightarrow$  фенол  $\rightarrow$  фенолят натрия  $\rightarrow$  фенолацетат  $\rightarrow$  уксусный ангидрид  $\rightarrow$  изопропилацетат.

2. Фенилформиат → формиат натрия → муравьиная кислота → → СО → метановая кислота → бензилформиат.

3. Метилметакрилат → полиметилметакрилат → СО<sub>2</sub> → метан → этилформиат → этилат натрия.

4. Оксид этилена → этандиол-1,2 → диацетат этиленгликоля → уксусная кислота → пропилацетат → этанол.

5. Этиловый эфир 2-метилбутановой кислоты → этанол → этен → → оксид этилена → этиленгликоль → полиэтилентерефталат.

6. Ацетат натрия → этилацетат → метилацетат → метанол → толуол → бензилхлорид.

7. Винилпропионат → ацетальдегид → изопропилацетат → ацетат калия → уксусный ангидрид → метилэтанат.

8. Фенилацетат → фенолят натрия → фенилбензоат → бензоат натрия → этилбензоат → этилат натрия.

9. Пропен → 3-хлорпропен-1 → аллиловый спирт → глицерин → → трипальмитин → тринитроглицерин.

10. Триолеин → диолеостеарин → олеодистеарин → тристеарин → глицерин → трипальмитин.

11. Триолеин → тристеарин → глицерин → тристеарин → стеарат натрия → стеарат кальция.

12. Пальмитодиолеин → пальмитоолеостеарин → пальмитодистеарин → пальмитат натрия → пальмитиновая кислота → метан.

### ЗАДАЧИ

1. Определите молекулярную формулу эфира, для омыления 14,8 г которого необходимо взять 40 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 20 %.

2. Метилацетат массой 1,665 г получили при нагревании 1,08 г метанола и 1,62 г этановой кислоты. Определите массовую долю (%) выхода эфира.

3. Относительная молекулярная масса органического вещества, состоящего из углерода, водорода и кислорода, равна 60. При полном сгорании 1,2 г этого вещества (н. у.) образуется 896 см<sup>3</sup> углекислого газа и 0,72 г воды. Установите молекулярную формулу неизвестного вещества.

4. Имеется 148 г смеси 2 органических соединений одинакового состава — С<sub>3</sub>Н<sub>6</sub>О<sub>2</sub>. Определите строение этих соединений и их массовые доли (%) в смеси, если известно, что одно из них при взаимодействии с избытком гидрокарбоната натрия выделяет 22,4 л углекислого газа, а другое не реагирует с карбонатом натрия и аммиачным раствором оксида серебра (I), но при нагревании с водным раствором гидроксида натрия образует спирт и соль кислоты.

5. Для омыления 52 г эфира глицерина и предельной одноосновной кислоты (триглицерида) потребовалось 98,4 мл раствора с массовой долей

гидроксида натрия 20 % ( $\rho = 1,22$  г/мл). Найдите молярную массу сложного эфира. Какой кислотой образован этот эфир?

**6.** При гидролизе неизвестного эфира (молярная масса 116 г/моль) образовались насыщенные карбоновая кислота и спирт. Определите кислоту и спирт, если известно, что натриевая соль кислоты содержит по массе 28,04 % натрия, а спирт не окисляется дихроматом натрия и реагирует с соляной кислотой с образованием алкилхлорида.

**7.** В результате реакции этерификации образуется сложный эфир одноосновной кислоты и одноатомного спирта, имеющий плотность паров по гелию 25,5 и содержащий по массе 58,8 % углерода и 9,8 % водорода. При взаимодействии исходного спирта массой 2,3 г с натрием получили 560 мл водорода. Определите эфир.

**8.** При нагревании 25,8 г смеси этилового спирта и уксусной кислоты в присутствии концентрированной серной кислоты было получено 14,08 г сложного эфира. При полном сгорании исходной смеси спирта и кислоты образовалось 23,4 мл воды. Найдите состав исходной смеси (%) по массе и рассчитайте, с каким выходом протекает реакция этерификации.

**9.** Имеется смесь метилового и пропилового эфиров бензойной кислоты, в которой число атомов кислорода составляет 8,55 % от общего числа атомов и равно числу Авогадро. Вычислите объем (л) воздуха (н. у.), необходимый для сжигания смеси эфиров.

**10.** Массовая доля углерода в сложном эфире, образованном бензойной кислотой и предельным одноатомным спиртом, равна 72 %. Какой объем (мл) 11,2%-ного раствора гидроксида калия ( $\rho = 1,12$  г/мл) необходим для гидролиза 30 г такого эфира?

**11.** В продуктах полного сгорания 0,02 моль жира количество вещества воды составляет 1,02 моль, а углекислого газа — 1,06 моль. Какой объем (л) воздуха (н. у.) был израсходован на горение?

**12.** Какая масса жира, содержащего 81 % тристеина по массе, нужна для двухстадийного синтеза 45,4 г нитроглицерина, если выход продукта равен 100 % на всех стадиях?

**13.** Какая масса жира, представляющего собой трипальмитат глицерина, нужна для получения 100 г туалетного мыла, если массовая доля пальмитата натрия в мыле равна 83,4 %?

**14.** Оливковое масло содержит по массе 80 % триглицерида одноосновной карбоновой кислоты с одной двойной связью. Установите название этого жира, если известно, что 1,105 кг оливкового масла содержит 1 моль этого триглицерида.

**15.** При полном кислотном гидролизе жира образовалось 55,6 г линоленовой кислоты и 9,2 г глицерина. Вычислите массу (г) образовавшейся в ходе гидролиза олеиновой кислоты.



**16.** Растительный жир массой 150 г, содержащий триолеилглицерин и 10 % негидролизующихся примесей, подвергли кислотному гидролизу, который прошел с выходом 75 %. Вычислите продукты реакции и их массу.

**17.** Две одинаковы порции жира, образованного только одной непредельной кислотой гомологического ряда акриловой кислоты, подвергли кислотному (выход 65 %) и щелочному (выход 95 %) гидролизу. Масса полученной кислоты составила 59,5 % от массы полученной калиевой соли. Установите строение жира.

**18.** Образец жира может вступить в реакцию (при определенных условиях) с 0,4 моль водорода. Продукт гидрирования вступает в реакцию гидролиза с 0,6 моль гидроксида натрия, при этом образуется соль только одной кислоты, масса соли равна 183,6 г. Вычислите относительную молекулярную массу жира и приведите одну из его возможных формул.

**19.** Для гидрогенизации некоторого образца жира необходим 1 моль водорода. При нагревании продукта реакции гидрогенизации с водой при 200 °С образуется смесь глицерина и только одной кислоты общей массой 188,8 г. При обработке кислоты избытком карбоната натрия выделяется 6,72 л (н. у.) газа. Вычислите молярную массу жира и приведите одну из его возможных формул.

**20.** Образец жира может вступить в реакцию (при определенных условиях) с 0,05 моль водорода. Продукт гидрирования вступает в реакцию кислотного гидролиза. Масса продуктов гидролиза на 2,7 г больше массы вступившего в эту реакцию вещества. В результате гидролиза образовалась только одна кислота, масса которой равна 38,4 г. Вычислите молярную массу жира и приведите одну из его возможных формул.

**Ответы:** 1.  $C_3H_6O_2$ . 2. 83,33 %. 3.  $C_2H_4O_2$ . 4. 50 %  $C_2H_5COOH$ ; 50 % метилацетата. 5. 260 г/моль; пропановая кислота. 6. Уксусная кислота; 2-метилпропанол-2. 7. Этилпропионат. 8. 46,5 % уксусной кислоты; 53,5 % этанола, выход равен 80 %. 9. 624 л. 10. 89,3 мл. 11. 161 л. 12. 220 г. 13. 80,6 г. 14. Триолеин. 15. 28,2 г. 16. 10,5 г глицерина; 96,9 г олеиновой кислоты. 17. 3 остатка  $C_{15}H_{29}$ . 18. 886; 1 остаток стеариновой, 2 остатка олеиновой кислот. 19. 880 г/моль; 2 остатка линолевой, 1 остаток олеиновой кислот. 20. 804 г/моль; 2 остатка пальмитиновой, 1 остаток пальмитолеиновой кислот.

## УГЛЕВОДЫ

### МОНОСАХАРИДЫ

*Основной объем учебного материала.* Состав и классификация углеводов (моносахариды, дисахариды, полисахариды). Углеводы в природе. Моносахариды. Моносахариды — представители пентоз (рибоза и дезоксирибоза). Состав, строение и биологическая роль. Гексозы: глюкоза и фруктоза. Строение молекул (открытая и циклические формы). Функциональные группы. Нахождение в природе. Физические свойства. Химические свойства моносахаридов: реакции окисления (с гидроксидом ме-

ди (II), с бромной водой, реакция «серебряного зеркала»), восстановления, образования сложных эфиров. Брожение глюкозы (спиртовое, масляное, молочнокислое, лимоннокислое). Получение и применение моносахаридов, их биологическая роль.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

**1. Общая формула углеводов:**

- а)  $(C_6H_{12}O_6)_n$ ;      б)  $C_n(H_2O)_m$ ;      в)  $C_xH_yO_z$ ;      г)  $(CH_2O)_n$ .

**2. Общей формуле углеводов соответствует состав:**

- а) рибозы;      в) уксусной кислоты;  
б) дезоксирибозы;      г) метилформиата.

**3. Выберите формулы, которые могут соответствовать моносахаридам:**

- а)  $C_6H_{12}O_6$ ;      в)  $C_5H_{10}O_4$ ;      д)  $C_3H_6O_3$ .  
б)  $C_5H_{10}O_5$ ;      г)  $C_6H_6O$ ;

**4. Выберите ряд, в котором перечислены только моносахариды:**

- а) лактоза, галактоза, дезоксирибоза;  
б) фруктоза, целлобиоза, глюкоза;  
в) галактоза, фруктоза, рибоза;  
г) глюкоза, мальтоза, сорбит.

**5. По типу функциональных групп углеводы разделяют:**

- а) на альдозы и кетозы;      в) пиранозы и фуранозы;  
б) моносахариды и дисахариды;      г) пентозы и гексозы.

**6. Простейшим углеводом считают:**

- а)  $HOCH_2-CHO$ ;  
б)  $HOCH_2-CH(OH)-CHO$ ;  
в)  $HOCH_2-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CHO$ ;  
г)  $HOCH_2-CH(OH)-CH(OH)-CH_2-CHO$ .

**7. Ряд, в котором углеводы перечислены в порядке уменьшения их молярной массы:**

- а) сахароза, целлюлоза, фруктоза;  
б) амилоза, целлобиоза, рибоза;  
в) глюкоза, лактоза, галактоза;  
г) целлюлоза, дезоксирибоза, глюкоза.

**8. Все альдогексозы имеют одинаковую формулу —  $C_6H_{12}O_6$ . С точки зрения строения молекулы эти вещества отличаются друг от друга:**

- а) числом гидроксильных групп;  
б) взаимным расположением заместителей при асимметрических атомах углерода;  
в) строением углеродного скелета;  
г) расположением альдегидной группы в углеродной цепи.

- 9. Два оптических изомера по отношению друг к другу являются:**
- а) эпимерами;
  - б) энантиомерами;
  - в) диастереомерами;
  - г) цис-транс-изомерами.
- 10. Оптическая изомерия углеводов связана с наличием в их молекулах:**
- а) карбонильной группы;
  - б) нескольких гидроксильных групп;
  - в) асимметрических атомов углерода;
  - г) хиральных центров.
- 11. Оптической изомерией обладают:**
- а) рибоза;
  - б) дезоксирибоза;
  - в) молочная кислота;
  - г) сорбит;
  - д) фруктоза;
  - е) галактоза.
- 12. Экспериментальные исследования, позволяющие доказать, что молекула глюкозы содержит альдегидную группу — это:**
- а) количественный анализ продуктов сгорания глюкозы;
  - б) реакция с аммиачным раствором  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;
  - в) реакция с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при обычной температуре;
  - г) реакция с уксусной кислотой;
  - д) реакция с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при нагревании.
- 13. Глюкоза по отношению к фруктозе является:**
- а) оптическим изомером;
  - б) структурным изомером;
  - в) олигосахаридом;
  - г) гомологом.
- 14. К глюкозе применим каждый термин ряда(-ов):**
- а) моносахарид, гексоза, альдоза;
  - б) углевод, пентоза, кетоза;
  - в) моносахарид, гексоза, восстанавливающий углевод;
  - г) углевод, олигосахарид, невосстанавливающий углевод.
- 15. Глюкоза в водном растворе существует в виде:**
- а) альдегидспирта;
  - б) шестичленного (пиранозного) цикла, содержащего атом кислорода;
  - в) пятичленного (фуранозного) цикла, содержащего атом кислорода;
  - г) гидратированных ионов.
- 16. При взаимодействии в водном растворе альдегидной группы глюкозы с гидроксилом пятого атома углерода:**
- а) формируется циклическая форма глюкозы с 6 атомами в цикле;
  - б) формируется циклическая форма глюкозы с 5 атомами в цикле;
  - в) происходит образование сложноэфирной связи;
  - г) взаимодействие сопровождается отщеплением молекулы воды.
- 17. Образование из ациклической глюкозы шестичленной (пиранозной) циклической формы сопровождается изменением:**
- а) типа гибридизации одного из атомов углерода;
  - б) степени окисления одного из атомов углерода;

- в) числа асимметрических атомов углерода;
- г) общего числа гидроксильных групп;
- д) числа атомов водорода.

**18. Ациклическая и циклическая формы глюкозы являются:**

- а) таутомерами;                      б) энантиомерами;
- в) гомологами;
- г) формами существования одного и того же вещества.

**19. Выберите верные утверждения. При переходе молекулы глюкозы из ациклической формы в циклическую:**

- а) общее число гидроксильных групп в молекуле не изменяется;
- б) изменяется число асимметрических атомов углерода;
- в) образуется только шестичленный цикл;
- г) формируется гидроксильная группа, отсутствовавшая в ациклической форме глюкозы.

**20. Выберите верные утверждения:  $\alpha$ - и  $\beta$ -таутомерные циклические формы глюкозы различаются:**

- а) числом атомов углерода в цикле;
- б) положением гидроксильной группы у первого атома углерода относительно плоскости цикла и гидроксила у второго атома углерода;
- в) наличием у  $\beta$ -формы карбонильной группы;
- г) положением гидроксильной группы у второго атома углерода относительно плоскости цикла и гидроксила у шестого атома углерода;
- д) количественным содержанием в водном растворе глюкозы.

**21. Рибоза в отличие от дезоксирибозы:**

- а) является гомологом глюкозы;
- б) содержит 3 асимметрических атома углерода;
- в) является альдегидоспиртом;
- г) содержит 4 гидроксильные группы;
- д) образует сложные эфиры с фосфорной кислотой;
- е) имеет меньшую молярную массу.

**22. Галактоза, так же как и глюкоза:**

- а) гексоза;
- б) альдоза;
- в) может существовать в  $\alpha$ - и  $\beta$ -формах;
- г) содержит 5 асимметрических атомов углерода в пиранозной циклической форме молекулы;
- д) участвует в образовании лактозы;
- е) имеет молярную массу 180 г/моль.

**23. Выберите правильные утверждения. Фруктоза:**

- а) аллотропная модификация глюкозы;
- б) изомер глюкозы;
- в) гомолог глюкозы;
- г) энантиомер глюкозы.

**24. Фруктоза в отличие от глюкозы:**

- а) альдоза;
- б) входит в состав сахарозы;
- в) кетоза;
- г) существует преимущественно в виде фуранозного цикла;
- д) обладает более сладким вкусом.

**25. Изомеризация фруктозы в глюкозу:**

- а) не происходит ни при каких условиях;
- б) сопровождается процессом кислотного гидролиза сахарозы;
- в) возможна, если рН раствора больше 10;
- г) происходит в условиях проведения реакции с эффектом «серебряного зеркала».

**26. Сорбит может являться продуктом реакции:**

- а) изомеризации галактозы;
- б) восстановления глюкозы;
- в) окисления глюкозы;
- г) восстановления фруктозы.

**27. Фруктовым сахаром называют:**

- а) глюкозу;
- б) сахарозу;
- в) фруктозу;
- г) галактозу.

**28. Натуральный мед содержит смесь:**

- а) глюкозы и галактозы;
- б) лактозы и фруктозы;
- в) фруктозы и сорбита;
- г) глюкозы и фруктозы.

**Тест 2**

**1. Основной продукт окисления глюкозы бромной водой:**

- а) углекислый газ;
- б) сорбит;
- в) глюконовая кислота;
- г) глюкаровая кислота;
- д) молочная кислота.

**2. Общие формулы глюконовой кислоты и сорбита соответственно:**

- а)  $C_6H_{10}O_6$  и  $C_6H_{12}O_5$ ;
- б)  $C_6H_{12}O_7$  и  $C_6H_{14}O_6$ ;
- в)  $C_6H_{10}O_5$  и  $C_6H_{14}O_7$ ;
- г)  $C_6H_8O_4$  и  $C_6H_{16}O_6$ .

**3. Наличие 5 гидроксильных групп в молекуле глюкозы доказывают с использованием реагента:**

- а)  $Cu(OH)_2$ ;
- б)  $Ag_2O (NH_3/H_2O, t)$ ;
- в)  $H_2SO_4$  (конц.);
- г)  $CH_3COOH$ .

**4. Появление ярко-синей окраски при взаимодействии глюкозы со свежеприготовленным  $Cu(OH)_2$  свидетельствует:**

- а) о протекании реакции нейтрализации;
- б) образовании комплексной соли меди;
- в) наличии нескольких гидроксильных групп в молекуле глюкозы;
- г) наличии альдегидной группы в составе молекулы глюкозы.

**5. Ярко-синюю окраску при взаимодействии с  $Cu(OH)_2$  приобретают водные растворы:**

- а) галактозы;
- б) рибозы;

- в) дезоксирибозы;
- г) фруктозы;
- д) сорбита.

**6. С глюкозой не реагирует:**

- а) бромная вода;
- б)  $\text{CaCO}_3$ ;
- в)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;
- г)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ .

**7. Выберите уравнения, описывающие процессы брожения глюкозы:**

- а)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ ;
- в)  $2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- г)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + [\text{O}] = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$ ;
- д)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ .

**8. При взаимодействии 1 моль рибозы с 1 моль фосфорной кислоты происходит:**

- а) образование сложного эфира;
- б) восстановление рибозы;
- в) окисление рибозы;
- г) реакция этерификации.

**9. При полной этерификации дезоксирибозы уксусной кислотой образуется вещество с общей формулой:**

- а)  $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_6$ ;
- б)  $\text{C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{10}$ ;
- в)  $\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}_7$ ;
- г)  $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}_7$ .

**10. Основной продукт взаимодействия фруктозы с  $\text{NaAlH}_4$ :**

- а) содержит карбоксильную группу;
- б) вступает в реакцию с эффектом «серебряного зеркала» ;
- в) реагирует со свежеприготовленным  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;
- г) является гомологом глицерина.

**11. Образованием смеси газов сопровождается:**

- а) молочнокислое брожение глюкозы;
- б) спиртовое брожение глюкозы;
- в) маслянокислое брожение глюкозы;
- г) процесс фотосинтеза.

**12. Молочнокислое брожение глюкозы:**

- а) сопровождается выделением углекислого газа;
- б) является ферментативным процессом;
- в) используется в пищевой промышленности;
- г) сопровождается образованием оксибутановой кислоты;
- д) суммарное количество продуктов брожения вдвое превышает количество исходной глюкозы (при 100 % выходе реакции).

**13. Маслянокислое брожение глюкозы:**

- а) сопровождается выделением различных газов в количественном соотношении 1 : 1;
- б) сопровождается повышением pH смеси;

- в) сопровождается понижением рН смеси;
- г) используется в пищевой промышленности при подготовке продуктов к консервированию.

**14. Спиртовое брожение глюкозы:**

- а) используется как источник промышленного получения углекислого газа;
- б) является экзотермическим процессом и используется микроорганизмами как источник энергии;
- в) происходит только в присутствии соответствующих ферментов;
- г) сопровождается образованием продуктов в количественном соотношении 2 : 1.

**15. Суммы коэффициентов в уравнениях реакций молочнокислого, маслянокислого и спиртового брожений глюкозы соответственно равны:**

- а) 3, 5, 4;
- б) 3, 6, 5;
- в) 2, 4, 3;
- г) 2, 4, 2.

**16. Брожением глюкозы невозможно получить:**

- а) этанол;
- б) диэтиловый эфир;
- в) бутановую кислоту;
- г) 2-гидроксипропановую кислоту.

**17. Укажите ряды, в которых каждое вещество при гидролизе образует только один моносахарид:**

- а) клетчатка, гликоген, лактоза;
- б) амилопектин, мальтоза, гликоген;
- в) гликоген, целлобиоза, амилоза;
- г) крахмал, мальтоза, сахароза.

**18. Определите промежуточное вещество X в схеме превращений  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow X \rightarrow CH_3COOH$ :**

- а)  $CO_2$ ;
- б)  $CH_3CHO$ ;
- в)  $C_2H_5OH$ ;
- г)  $CH_3CH(OH)COOH$ .

**19. Определите промежуточное вещество X в схеме превращений  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow X \rightarrow CH_3COCOOH$ :**

- а)  $CO_2$ ;
- б)  $CH_3CH_2CH_2COOH$ ;
- в)  $C_2H_5OH$ ;
- г)  $CH_3CH(OH)COOH$ .

**20. Дерево при максимальной интенсивности фотосинтеза способно превращать за сутки 50 г углекислого газа в углеводы. При этом выделяется ... дм<sup>3</sup> кислорода (н. у.):**

- а) 51;
- б) 25,5;
- в) 153;
- г) 15,3.

**21. В условиях фотосинтеза зеленые листья сахарного тростника площадью 1 м<sup>2</sup> могут поглотить 4,48 дм<sup>3</sup> (н. у.) оксида углерода (IV). Масса (г) образующейся при этом глюкозы:**

- а) 3;
- б) 3,6;
- в) 6;
- г) 12.

**22. Промышленное получение глюкозы осуществляют с использованием процессов, которые описываются уравнениями;**

- а)  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ ;
- б)  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} = n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;
- в)  $6\text{HCHO} \xrightarrow{\text{Ca(OH)}_2} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;
- г)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

**23. Глюкозу используют:**

- а) как компонент кровезаменяющих противошоковых жидкостей;
- б) в пищевой промышленности;
- в) для получения витамина С;
- г) как сырье для получения каучука;
- д) для получения органического стекла.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Метан → метаналь → глюкоза → этанол → уксусная кислота → метан.

2. Метан → винилацетилен → бутадиен-1,3 → метан → метаналь → глюкоза → этанол → этановая кислота → метан → хлористый метилен.

3. Метилацетат → метанол → глюкоза → этанол → изопропилацетат → углекислый газ → метанол → метаноат калия → углекислый газ.

4. Гептан → толуол → углекислый газ → метан → ацетальдегид → этан → глюкоза → этанол → метилацетат → метилат натрия.

5. Ацетат натрия → метан → хлористый метил → метаналь → глюкоза → углекислый газ → глюкоза → молочная кислота → этиловый эфир молочной кислоты.

### Задачи

1. Найдите массу (г) глюконовой кислоты, образовавшейся при обработке глюкозы массой 160 г бромной водой, если известно, что выход кислоты в реакции оказался равен 85 %.

2. Какая масса (г) молочной кислоты образуется при брожении 300 г глюкозы, содержащей 5 % примесей?

3. Какую массу (г) шестиатомного спирта сорбита можно получить при восстановлении 1 кг глюкозы (выход реакции 80 %)?

4. Глюкозу массой 18 г подвергли спиртовому брожению, после чего выделившийся углекислый газ поглотили известковой водой, содержащей 7,4 г гидроксида кальция. Останется ли раствор прозрачным?

5. Какая масса глюкозы (г), содержащей 2 % примесей, была подвергнута спиртовому брожению, если при этом выделилось столько же углекислого газа, сколько его образуется при полном сгорании 18,4 г этанола.



6. Какая масса (г) глюкозы требуется для получения 11,2 дм<sup>3</sup> этена, полученного в результате двух последовательных процессов (спиртового брожения и дегидратации образовавшегося спирта), если выход этилена составляет 50 % от теоретически возможного?

7. В результате ферментативного брожения 30 г глюкозы образовалось только вещество А, при взаимодействии которого с карбонатом натрия выделилось 3,36 дм<sup>3</sup> газа. Определите соединение А и его выход (в % от теоретического).

8. Определите кислородсодержащее органическое соединение, 18 г которого могут прореагировать с 23,2 г оксида серебра (аммиачный раствор), а объем кислорода, необходимый для сжигания такого же количества этого вещества, равен объему образующегося при его сгорании оксида углерода (IV).

9. Спиртовое брожение сиропа, содержащего 300 г глюкозы в 1 дм<sup>3</sup> раствора, прекращается, когда массовая доля спирта в растворе достигает 16 %. Вычислите количество образовавшегося спирта и количество непрореагировавшей глюкозы в 1 дм<sup>3</sup> сиропа. Изменением объема смеси при брожении пренебречь. Плотность образовавшегося раствора этанола составляет 0,79 г/см<sup>3</sup>.

10. Смесь ацетальдегида и глюкозы массой 2,68 г растворили в воде и полученный раствор прибавили к аммиачному раствору оксида серебра, приготовленному из 35,87 см<sup>3</sup> 34%-ного раствора нитрата серебра ( $\rho = 1,4$  г/см<sup>3</sup>). Выпавший при легком нагревании осадок отфильтровали и к нейтрализованному азотной кислотой фильтрату прибавили избыток раствора хлорида калия. При этом выпало 5,74 г осадка. Рассчитайте массовые доли веществ в исходной смеси. Напишите необходимые уравнения реакций.

**Ответы:** 1. 148 г. 2. 285 г. 3. 808,89 г. 4. Да. 5. 73,5 г. 6. 90 г. 7. 90 %; молочная кислота. 8. Глюкоза. 9. 2,75 моль спирта; 0,3 моль глюкозы. 10. 32,8 %  $\text{CH}_3\text{CHO}$  и 67,2 %  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

## ДИСАХАРИДЫ

**Основной объем учебного материала.** Мальтоза и сахароза как представители дисахаридов. Состав, строение, молекулярная формула, нахождение в природе. Физические и химические свойства мальтозы и сахарозы. Реакция гидролиза дисахаридов. Промышленное получение сахарозы. Лактоза и целлобиоза: состав, молекулярная формула, нахождение в природе.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

**1. Выберите ряды, в которых приведены названия только дисахаридов:**

- а) лактоза, мальтоза, амилоза;      в) лактоза, галактоза, сорбит;  
б) целлобиоза, мальтоза, сахароза;      г) мальтоза, лактоза, целлобиоза.

**2. Реакция образования дисахаридов из соответствующих моносахаридов является реакцией:**

- а) поликонденсации;
- б) межмолекулярной дегидратации;
- в) этерификации;
- г) присоединения.

**3. Остаток галактозы есть в составе:**

- а) мальтозы;
- б) лактозы;
- в) амилопектина;
- г) сахарозы;
- д) целлобиозы.

**4. Только один моносахарид образуется при гидролизе:**

- а) мальтозы;
- б) целлобиозы;
- в) сахарозы;
- г) лактозы.

**5. Общее число гидроксильных групп в молекуле сахарозы равно:**

- а) 5;
- б) 8;
- в) 9;
- г) 10.

**6. Среди перечисленных — мальтоза, лактоза, амилопектин, сахароза, амилоза, целлобиоза, дезоксирибоза, галактоза — общее число веществ, отвечающих одной и той же формуле, равно:**

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

**7. Полуацетальный гидроксил есть в составе:**

- а) мальтозы;
- б) целлобиозы;
- в) сахарозы;
- г) лактозы.

**8. Восстанавливающими называют дисахариды, которые вступают в реакции:**

- а) окисления кислородом;
- б) с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при нагревании;
- в) этерификации;
- г) гидролиза;
- д) с аммиачным раствором оксида серебра (I) при нагревании.

**9. Мальтоза — восстанавливающий дисахарид, так как:**

- а) при гидролизе ее образуется только глюкоза;
- б) в ее молекуле содержится несколько гидроксильных групп;
- в) может вступать в реакцию с эффектом «серебряного зеркала»;
- г) один из остатков глюкозы содержит полуацетальный гидроксил.

**10. Сахароза в отличие от глюкозы не обладает восстановительными свойствами. Причина этого:**

- а) в том, что сахароза — дисахарид;
- б) в отсутствии у сахарозы альдегидной группы;
- в) в наличии у сахарозы гидроксильных групп;
- г) в том, что глюкоза является многоатомным спиртом.

**11. Даны вещества: рибоза, лактоза, фруктоза, мальтоза, амилоза, целлобиоза, сахароза, сорбит. Общее число восстанавливающих дисахаридов среди них равно:**

- а) 2;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 5.

**12. В отличие от рибозы сахароза не реагирует:**

- а) с уксусной кислотой;

- б) свежеприготовленным  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при обычных условиях;
- в) аммиачным раствором оксида серебра (I) с эффектом «серебряного зеркала» ;
- г)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  при нагревании с образованием красного осадка.

**13. Солодовым, тростниковым и молочным сахаром называют соответственно:**

- а) сахарозу, целлобиозу, мальтозу;
- б) целлобиозу, сахарозу, лактозу;
- в) мальтозу, целлобиозу, сахарозу;
- г) мальтозу, сахарозу, лактозу.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Глюкоза  $\rightarrow$  мальтоза  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  бромэтан  $\rightarrow$  этаналь  $\rightarrow$  этаноат натрия  $\rightarrow$  этановая кислота  $\rightarrow$  2-хлорэтановая кислота.
2. Сахароза  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  этен  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  бензилацетат  $\rightarrow$  ацетат натрия  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  хлоруксусная кислота  $\rightarrow$  натриевая соль хлоруксусной кислоты.
3. Сахароза  $\rightarrow$  фруктоза  $\rightarrow$  углекислый газ  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  бутан  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  метан  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  глюконовая кислота.
4. Метан  $\rightarrow$  метаналь  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  углекислый газ  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  молочная кислота  $\rightarrow$  этиловый эфир молочной кислоты.
5. Гептан  $\rightarrow$  толуол  $\rightarrow$  углекислый газ  $\rightarrow$  метан  $\rightarrow$  ацетальдегид  $\rightarrow$  этан  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  метилацетат  $\rightarrow$  метилат натрия.

### Задачи

1. Сахарозу, извлеченную из 5 г сахарной свеклы, подвергли гидролизу и обработали аммиачным раствором оксида серебра. В результате реакции выделилось 0,63 г металла. Какова массовая доля сахарозы в свекле?
2. При гидролизе сахарозы получилось 270 г смеси глюкозы и фруктозы. Какая масса сахарозы подверглась гидролизу?
3. Какую массу сахарозы нужно подвергнуть гидролизу, чтобы из образующейся при этом глюкозы получить 27 г молочной кислоты, если молочнокислое брожение протекает с выходом 50 %?
4. Сколько глюкозы и фруктозы (г) получится при гидролизе сахарозы, если на этот процесс расходуется 252 г воды?
5. Масса глюкозы, образовавшейся при гидролизе мальтозы, оказалась на 27 г больше массы дисахарида. Молочная кислота, образовавшаяся при брожении глюкозы, была обработана избытком натрия, в результате чего выделилось  $89,6 \text{ дм}^3$  (н. у.) газа. Вычислите выход реакции брожения (остальные реакции протекают с выходом 100 %).
6. Масса продуктов гидролиза смеси сахарозы и глюкозы на 0,36 г больше массы исходных веществ. При сгорании такой же массы этой сме-

си выделилось 197,3 кДж теплоты, а образовавшийся газ был пропущен через 400 см<sup>3</sup> раствора NaOH с концентрацией 1,75 моль/дм<sup>3</sup>. В образовавшемся растворе массовые доли карбоната натрия и гидрокарбоната натрия составили 6,65 и 2,63 % соответственно. Вычислите, какое количество теплоты выделяется при сгорании 1 моль глюкозы, если известно, что при сгорании 1 моль сахарозы выделяется 5640 кДж.

**Ответы:** 1. 9,98 %. 2. 256,5 г. 3. 102,6 г. 4. По 2520 г. 5. 66,7 %. 6. 2820 кДж/моль.

## ПОЛИСАХАРИДЫ

**Основной объем учебного материала.** Полисахариды как природные биополимеры. Крахмал. Состав и строение макромолекул крахмала (амилоза и амилопектин). Физические свойства. Химические свойства крахмала: гидролиз, реакция со спиртовым раствором йода. Биологическая роль крахмала.

Целлюлоза. Состав, строение макромолекулы целлюлозы. Физические свойства. Химические свойства целлюлозы: гидролиз, образование сложных эфиров.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

**1. Выберите полимеры с одинаковой общей формулой структурного звена:**

- |               |                |              |
|---------------|----------------|--------------|
| а) крахмал;   | г) пироксилин; | е) лигнин;   |
| б) хитин;     | д) декстрин;   | ж) гликоген. |
| в) целлюлоза; |                |              |

**2. Укажите соединения, структура которых поддерживается практически только 1,4-гликозидными связями:**

- |              |                 |
|--------------|-----------------|
| а) сахароза; | в) целлюлоза;   |
| б) мальтоза; | г) амилопектин. |

**3. Гликозидные связи в молекулах олиго- и полисахаридов образуются в ходе реакции:**

- |                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| а) поликонденсации; | в) межмолекулярной дегидратации; |
| б) полимеризации;   | г) этерификации.                 |

**4. При образовании тетраозы количеством 0,25 моль из моносахарида, выделяется вода массой:**

- |            |           |         |            |
|------------|-----------|---------|------------|
| а) 0,75 г; | б) 4,5 г; | в) 9 г; | г) 13,5 г. |
|------------|-----------|---------|------------|

**5. Крахмал — это:**

- а) природное высокомолекулярное соединение;
- б) натуральное волокно;
- в) форма депонирования глюкозы в животных организмах;
- г) форма депонирования глюкозы в растительных организмах.

- 6. Молекулы крахмала с линейной структурой — это:**
- а) декстрин;
  - б) мальтоза;
  - в) амилоза;
  - г) амилопектин.
- 7. Макромолекула крахмала состоит из остатков:**
- а)  $\alpha$ -фруктозы;
  - б)  $\beta$ -глюкозы;
  - в)  $\alpha$ -глюкозы;
  - г)  $\beta$ -фруктозы.
- 8. Число гидроксильных групп в структурном звене амилозы равно:**
- а) 5;
  - б) 4;
  - в) 3;
  - г) 2.
- 9. Крахмал не обладает восстанавливающей способностью, так как:**
- а) имеет линейную структуру;
  - б) имеет большую молекулярную массу;
  - в) не содержит активных гидроксогрупп, способных преобразовываться в альдегидные;
  - г) не растворяется в воде.
- 10. Качественной реакцией на крахмал является:**
- а) реакция с эффектом «серебряного зеркала»;
  - б) реакция с эффектом «медного зеркала»;
  - в) под действием раствора йода появление синего окрашивания;
  - г) под действием раствора йода появление красного окрашивания.
- 11. Продукт частичного гидролиза крахмала — это:**
- а) глюкоза;
  - б) декстрины;
  - в) солод;
  - г) карамель.
- 12. Крахмал используют для получения:**
- а) пищевого спирта;
  - б) присыпок, паст, таблеток;
  - в) искусственных волокон;
  - г) кондитерских изделий.
- 13. В отличие от крахмала гликоген:**
- а) состоит из остатков  $\beta$ -глюкозы;
  - б) является резервом глюкозы в животных организмах;
  - в) имеет большую степень разветвленности молекул и молекулярную массу;
  - г) не используется для промышленного получения глюкозы.
- 14. Для целлюлозы характерно:**
- а) твердость, волокнистость;
  - б) растворимость в органических растворителях;
  - в) отсутствие растворимости в воде;
  - г) большая механическая прочность.
- 15. Высокая механическая прочность волокон целлюлозы обуславливается:**
- а) линейной структурой молекул;
  - б) плотной упаковкой молекул за счет поворота каждого второго кольца на  $180^\circ$ ;
  - в) межмолекулярными водородными связями между цепями макромолекул;

- г) ориентацией молекул вдоль оси волокна в одном направлении;
- д) разветвленной структурой молекул.

**16. Целлюлоза в отличие от крахмала:**

- а) построена из остатков циклической глюкозы;
- б) образована остатками  $\beta$ -глюкозы;
- в) имеет 3 гидроксила в структурном звене;
- г) имеет в структуре только 1,4-гликозидные связи;
- д) не является резервом глюкозы для растительных организмов.

**17. Средняя молекулярная масса макромолекул целлюлозы хлопкового волокна равна 753 508. Число элементарных звеньев, содержащихся в макромолекуле целлюлозы, равно:**

- а) 9781;                      б) 8956;                      в) 6383;                      г) 4651.

**18. Характерные свойства целлюлозы:**

- это твердое вещество белого цвета;
- растворимость в органических растворителях;
- имеет линейную структуру;
- при полном гидролизе образует глюкозу;
- с кислотами вступает в реакцию этерификации;
- легко получается из нефти;
- служит сырьем для получения декстринов.

**Общее число правильных утверждений равно:**

- а) 3;                              б) 4;                              в) 5;                              г) 6.

**19. Укажите формулы веществ, которые реагируют с целлюлозой:**

- а)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;                      в) аммиачный раствор  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{HNO}_3$ ;                              г)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ .

**20. При нагревании древесины без доступа воздуха образуются:**

- а) древесный уголь;                      д) ацетон;
- б) кокс;                                      е) глюкоза;
- в) метанол;                                      ж) вискоза.
- г) этанол;

**21. Только из остатков молекул глюкозы построены:**

- а) целлюлоза;                              г) мальтоза;
- б) гликоген;                                      д) сахароза;
- в) крахмал;                                      е) лактоза.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Целлюлоза  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  бутадиен  $\rightarrow$  синтетический каучук.
2. Целлюлоза  $\rightarrow$  глюкоза  $\rightarrow$  этанол  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  бромуксусная кислота.

3. Глюкоза → этанол → этилен → этилбензол → стирол.
4. Целлюлоза → глюкоза → пентаацетат глюкозы.
5. Крахмал → глюкоза → этанол → оксид углерода (IV) → крахмал → глюконат кальция.

### Задачи

1. Рассчитайте, сколько звеньев ( $C_6H_{10}O_5$ ) содержится в целлюлозе льняного волокна ( $M_r = 59$  млн).

2. Массовая доля крахмала в картофеле составляет 20 %. Рассчитайте, какую массу глюкозы можно получить из картофеля массой 1620 кг, если выход продукта реакции составляет 75 % от теоретического.

3. Кукурузные зерна содержат 70 % крахмала. Какую массу зерен надо взять для получения раствора спирта объемом  $135 \text{ дм}^3$  с массовой долей спирта 96 % и плотностью  $0,8 \text{ г/см}^3$ , если выход спирта — 75 % от теоретического.

4. При гидролизе крахмала массой 324 г с массовой долей выхода 80 % получили глюкозу, которую подвергли брожению. Выход продукта составил 75 % от теоретически возможного. В результате образовался водный раствор спирта массой 600 г. Определите массовую долю спирта в этом растворе.

5. Вычислите массовую долю целлюлозы в древесине, если из 1 т древесины получили 600 кг триацетата целлюлозы, выход которого составил 80 % от теоретического.

6. Из древесных опилок получено 60 т раствора этанола с его массовой долей 96 %. Определите объем выделившегося оксида углерода (IV) (н. у.).

7. Крахмал состоит из амилозы (20 %) и амилопектина (80 %). Как амилоза, так и амилопектин при гидролизе дают мальтозу, а затем глюкозу. Вычислите массы мальтозы и глюкозы, которые получают из 100 кг крахмала указанного строения.

8. Из 8,1 г крахмала получили глюкозу, выход которой составляет 70 % от теоретически возможного. К глюкозе добавили аммиачный раствор оксида серебра. Какая масса (г) серебра образовалась?

**Ответы:** 1. 364198 звеньев. 2. 270 кг. 3. 347,75 кг. 4. 18,4 %. 5. 42,2 %. 6. 28 049 м<sup>3</sup>. 7. Мальтоза: из амилозы — 21,1 кг, из амилопектина — 84,4 кг; глюкоза: из амилозы — 22,2 кг, из амилопектина — 88,9 кг. 8. 7,56 г.

## ВОЛОКНА. ПРИМЕНЕНИЕ КРАХМАЛА, ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫХ

*Основной объем учебного материала.* Применение крахмала, целлюлозы и производных целлюлозы. Основные направления химической переработки целлюлозы и наиболее важные продукты ее переработки. Ис-

кусственные волокна: ацетатное, медноаммиачное, вискозное. Нитропроизводные целлюлозы: пироксилин, коллоксилин, целлулоид.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

**1. Пироксилин, применяемый как взрывчатое вещество, является компонентом:**

а) черного пороха; б) бездымного пороха; в) тротила; г) динамита.

**2. Средняя степень полимеризации целлюлозы равна 2000. Минимальная масса (г) воды, которая нужна для полного гидролиза целлюлозы химическим количеством 0,001 моль, равна:**

а) 4,5; б) 9; в) 18; г) 36.

**3. Ацетаты целлюлозы получают действием на целлюлозу:**

а) этилового спирта; в) уксусного ангидрида;  
б) уксусного альдегида; г) уксусноэтилового эфира.

**4. Общая формула структурного звена триацетатцеллюлозы:**

а)  $C_8H_{16}O_8$ ; в)  $C_{12}H_{16}O_8$ ;  
б)  $C_6H_{16}O_8$ ; г)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

**5. Ацетаты целлюлозы используются для получения:**

а) этанола; в) вискозы;  
б) ацетатного волокна; г) этина.

**6. Бумагу получают:**

а) из целлюлозы древесины;  
б) из эфиров целлюлозы;  
в) из продуктов гидролиза целлюлозы;  
г) при сбраживании глюкозы.

**7. Общая формула структурного звена тринитроцеллюлозы:**

а)  $C_6H_7O_9N_3$ ; в)  $C_6H_{10}O_9N_3$ ;  
б)  $C_6H_7O_{11}N_3$ ; г)  $C_6H_5O_{11}N_3$ .

**8. В продукте нитрования целлюлозы, имеющем в своем составе 11,1 % азота как элемента, содержится нитрогрупп:**

а) 1; б) 2; в) 3; г) 5.

**9. Продукты нитрования целлюлозы являются:**

а) нитросоединениями; в) простыми эфирами;  
б) сложными эфирами; г) солями.

**10. К искусственным волокнам относят:**

а) ацетатный шелк; в) лавсан;  
б) медноаммиачное волокно; г) вискозу.



## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Целлюлоза → глюкоза → этанол → бутадиен-1,3 → пропен → пропанол-2 → пропен → пропанол-1 → пропен → пропандиол-1,2.

2. Глюкоза → крахмал → глюкоза → этанол → углекислый газ → глюкоза → масляная кислота.

3. Крахмал → глюкоза → бутадиен-1,3 → бутен-1 → 2-бромбутан → изопрен → изопреновый каучук.

4. Крахмал → глюкоза → этанол → ацетилен → хлоропрен → хлоропреновый каучук.

5. Карбонат кальция → ацетилен → углекислый газ → глюкоза → целлюлоза → триацетатцеллюлоза.

## Задачи

1. Приведите уравнения реакций и вычислите, какую массу (кг) искусственного каучука можно получить из 1000 кг древесины, содержащей 50 % чистой целлюлозы.

2. Рассчитайте, сколько кг древесных опилок нужно взять, чтобы в результате ряда последовательных превращений получить 896 дм<sup>3</sup> этилена. Известно, что в древесных опилках содержится 50 % чистой целлюлозы.

3. Какую массу целлобиозы можно получить гидролизом 100 г образца целлюлозы, содержащего 10 % примесей при выходе реакции 90 %?

4. Какую массу триацетата целлюлозы можно получить из древесины массой 162 г с массовой долей целлюлозы 0,5 (выход продукта — 0,8)?

5. Какая масса пироксилина полностью сгорела, если в результате реакции образовалось 140 дм<sup>3</sup> (105 °С, 99 кПа) газообразных продуктов?

**Ответы:** 1. 166,45 кг бутадиена-1,3. 2. 6,48 кг. 3. 85,5 г. 4. 115 г. 5. 119 г.

## АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

### АМИНЫ

*Основной объем учебного материала.* Строение, классификация, функциональная группа аминов. Представление о гомологии аминов. Структурная изомерия. Систематическая номенклатура аминов. Амины как органические основания, взаимодействие с кислотами. Метиламин: строение, физические и химические свойства. Анилин: состав, строение, молекулярная и структурная формулы, физические и химические свойства, получение. Применение аминов.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### Тест 1

#### 1. Укажите формулы аминов:

- |                               |                     |                       |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| а) $C_6H_5NO_2$ ;             | г) $(CH_3)_3N$ ;    | ж) $C_2H_5ONO_2$ ;    |
| б) $C_6H_5NH_2$ ;             | д) $(C_6H_5)_2NH$ ; | з) $CH_3-NH-C_2H_5$ . |
| в) $[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$ ; | е) $CH_3-NO_2$ ;    |                       |

#### 2. Состав аминов, являющихся производными алканов, можно выразить общей формулой:

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| а) $C_nH_{2n+1}NO_2$ ; | в) $C_nH_{2n}NH_2$ ; |
| б) $C_nH_{2n+3}N$ ;    | г) $C_nH_{2n-1}N$ .  |

#### 3. Общая формула третичных насыщенных ациклических аминов:

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| а) $C_nH_{3n}N$ ;   | в) $C_nH_{3n+2}N$ ; |
| б) $C_nH_{3n+3}N$ ; | г) $C_nH_{2n+3}N$ . |

#### 4. К первичным аминам относятся:

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| а) анилин;      | в) третбутиламин; |
| б) дифениламин; | г) изопропиламин. |

#### 5. Третичными аминами являются:

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| а) диметилэтиламин; | в) анилин;        |
| б) трифениламин;    | г) изопропиламин. |

#### 6. Ароматическими аминами являются:

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| а) дифениламин; | в) глицин;              |
| б) анилин;      | г) N,N-диметилэтанамин. |

#### 7. Число $\sigma$ -связей в молекуле метиламина равно:

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| а) 4; | б) 5; | в) 6; | г) 7. |
|-------|-------|-------|-------|

#### 8. Изомерами пропанамина-2 являются:

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| а) этиламин;        | в) аминопропан-1; |
| б) N-метилэтиламин; | г) триметиламин.  |

#### 9. Укажите названия изомеров пентанамина-1:

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| а) пентанамин-2;        | в) 2,2-диметил-пропанамин-1; |
| б) 3-метил-бутанамин-2; | г) N,N-диметилпропанамин.    |

#### 10. Число первичных аминов, отвечающих составу $C_3H_9N$ , равно:

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| а) 1; | б) 2; | в) 3; | г) 4. |
|-------|-------|-------|-------|

#### 11. Укажите число изомерных аминов состава $C_3H_9N$ :

- |       |       |       |                  |
|-------|-------|-------|------------------|
| а) 2; | б) 3; | в) 4; | г) изомеров нет. |
|-------|-------|-------|------------------|

#### 12. Состав насыщенного амина, в котором массовая доля углерода 53,33 %, азота — 31,11 %, может быть описан формулой (формулами):

- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| а) $CH_3NH_2$ ;   | в) $CH_3-NH-CH_3$ ;   |
| б) $C_2H_5NH_2$ ; | г) $CH_3-NH-C_2H_5$ . |

**13. Молярная масса третичного насыщенного ациклического амина равна 73 г/моль. Укажите возможное(-ные) название(-ния) амина:**

- а) триметиламин;
- б) диметилэтиламин;
- в) третбутиламин;
- г) изобутиламин.

**14. Молярная масса насыщенного ациклического амина равна 87 г/моль. Его возможная структурная формула:**

- а)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-N-}\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ;
- б)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-N-}\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ ;
- в)  $\text{CH}_3\text{-N-}\begin{array}{c} \text{C}_4\text{H}_9 \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ;
- г)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-N-}\begin{array}{c} \text{C}_3\text{H}_7 \\ | \\ \text{H} \end{array}$ .

**15. При обычных условиях ( $t \approx 25^\circ\text{C}$ ) в жидком агрегатном состоянии находятся:**

- а) триметиламин;
- б) бутиламин;
- в) пропиламин;
- г) этиламин.

**16. В порядке увеличения температуры их кипения вещества расположены в ряду:**

- а) этан, пропан, триметиламин, пропиламин;
- б) этан, пропан, пропиламин, триметиламин;
- в) этан, триметиламин, пропан, пропиламин;
- г) триметиламин, этан, пропан, пропиламин.

### Тест 2

**1. Укажите формулы частиц, обладающих основными свойствами:**

- а)  $\text{NH}_4^+$ ;
- б)  $\text{N}_2\text{H}_4$ ;
- в)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ;
- г)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ;
- д)  $\text{NH}_3$ .

**2. В синий цвет окрашивают лакмус водные растворы:**

- а) аммиака;
- б) нитробензола;
- в) триэтиламина;
- г) пропанамина-2;
- д) фенола;
- е) ацетата натрия;
- ж) этилата натрия;
- з) анилина.

**3. Слабее, чем у аммиака, основные свойства выражены:**

- а) у анилина;
- б) метиламина;
- в) дифениламина;
- г) гидроксиламина.

**4. Сильнее, чем у аммиака, основные свойства выражены:**

- а) у фениламина;
- б) метиламина;
- в) метилэтиламина;
- г) дифениламина;
- д) гидроксида калия.

**5. Укажите формулу вещества с наиболее выраженными основными свойствами:**

- а)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ;
- б)  $\text{NH}_3$ ;
- в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$ ;
- г)  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ .

**6. Самым слабым основанием из перечисленных ниже является:**

- а) метиламин;
- б) диметиламин;
- в) фениламин;
- г) дифениламин.

**7. Укажите ряд, в котором амины перечислены в порядке возрастания основных свойств:**

- а) анилин, диэтиламин, этиламин;
- б) этиламин, анилин, диэтиламин;
- в) анилин, этиламин, диэтиламин;
- г) диэтиламин, этиламин, анилин.

**8. Основные свойства веществ уменьшаются в рядах:**

- а) этиламин, анилин, дифениламин;
- б) дифениламин, этиламин, анилин;
- в) диметиламин, метиламин, фениламин;
- г) этиламин, аммиак, анилин;
- д) аммиак, фениламин, дифениламин.

**9. Увеличение основных свойств произойдет при замещении атома водорода в аммиаке:**

- а) на фенил;
- б) этил;
- в) гидроксил;
- г) метил.

**10. Наибольшее значение рН в водном растворе (при одинаковой молярной концентрации всех растворов):**

- а) анилина;
- б) аммиака;
- в) метиламина;
- г) диметиламина.

**11. Насыщенный ациклический амин массой 33,75 г нейтрализует 607,5 г 10%-ного раствора  $\text{HBr}$ . Возможное название амина:**

- а) диметиламин;
- б) триметиламин;
- в) этиламин;
- г) метилэтиламин.

### Тест 3

**1. Метиламин реагирует:**

- а) с кислородом;
- б) раствором брома в  $\text{CCl}_4$ ;
- в) хлороводородом;
- г) разбавленным раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**2. Амин образует соль при взаимодействии:**

- а) с гидроксидом натрия;
- б) соляной кислотой;
- в) хлоридом натрия;
- г) водой.

**3. Метиламин в реакции с хлороводородом проявляет себя в качестве:**

- а) донора электронов;
- б) донора протонов;
- в) акцептора электронов;
- г) основания;
- д) восстановителя.

**4. Хлороводород, реагируя с диэтиламином, проявляет себя в качестве:**

- а) донора электронов;
- б) донора протонов;
- в) акцептора электронов;
- г) кислоты;
- д) окислителя.

5. При взаимодействии 1 моль этиламина с 1 моль разбавленной серной кислоты получается:

- а) сульфат диэтиламмония;                      г) гидросульфат этиламмония;  
б) сульфат этиламмония;                      д) основная соль;  
в) средняя соль;                                      е) кислая соль.

6. Основные свойства 2-бутанамина проявляет, реагируя:

- а) с уксусной кислотой;                      в) кислородом;  
б) водой;    г) йодоводородом.

7. Укажите уравнение реакции, протекающей только в присутствии катализатора:

- а)  $4\text{CH}_3\text{NH}_2 + 9\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$ ;  
б)  $4\text{CH}_3\text{NH}_2 + 11\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}$ ;  
в)  $(\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{HBr} = (\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Br}$ ;  
г)  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Br} + \text{KOH} = \text{KBr} + (\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O}$ .

8. В реакции хлорангидрида уксусной кислоты и этиламина при нагревании образуется:

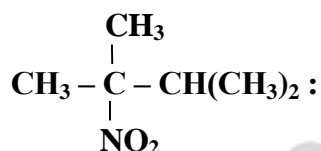
- а)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ;                                      в)  $\text{CH}_3\text{CONHCH}_2\text{CH}_3$ ;  
б)  $\text{CH}_3\text{COONH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ;                      г)  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$ .

#### Тест 4

1. Реагент, при помощи которого можно осуществить переход от нитроэтана к этанамину, — это:

- а) кислород;                                      в) водород;  
б) бромная вода;                              г) хлороводород.

2. Укажите название по систематической номенклатуре амина, который получается при восстановлении нитросоединения



- а) 2,3-диметилбутанамин-3;  
б) 2,3-диметилбутанамин-2;  
в) диметилизопропиламин;  
г) триметилэтиламин.

3. Амин можно получить при взаимодействии:

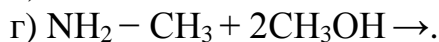
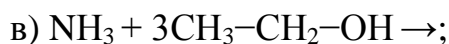
- а) аммиака с хлороводородом;  
б) аммиака с этанолом;  
в) бромида диметилэтиламмония с водным раствором щелочи;  
г) нитроэтана с водородом.

4. Для получения фениламина из бромида фениламмония нужно воспользоваться:

- а) водой;    в) водным раствором щелочи;  
б) водородом;                                      г) бромной водой.

5. Третичный амин образуется в результате реакции (в присутствии  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , при нагревании):

- а)  $\text{NH}_3 + \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3 \rightarrow$ ;  
б)  $\text{NH}_3 + \text{CH}_3 - \text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3) - \text{CH}_3 \rightarrow$ ;



**6. Укажите правильные утверждения. Амины используют:**

- а) для синтеза взрывчатых веществ;
- б) в производстве красителей;
- в) при производстве лекарств;
- г) в производстве ракетного топлива;
- д) в производстве пластмасс.

**Тест 5**

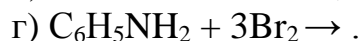
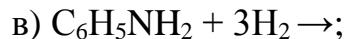
**1. Охарактеризуйте свойства и строение анилина:**

- а) в бензольном кольце его молекулы электронная плотность сопряженной связи распределяется неравномерно;
- б) уменьшение основных свойств  $\text{NH}_2$ -группы в его молекуле объясняется взаимодействием неподеленной электронной пары атома азота с сопряженной  $\pi$ -электронной системой бензольного кольца;
- в) электронная плотность повышена в положениях 2, 4, 6 бензольного ядра;
- г) электронная плотность повышена в положениях 3, 5 бензольного ядра;
- д) плохо растворим в воде при комнатной температуре;
- е) анилин гораздо лучше аммиака растворяется в  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- ж) водный раствор окрашивает лакмус в синий цвет.

**2. Влиянием аминогруппы на бензольное кольцо в молекуле анилина объясняют:**

- а) неравномерное распределение электронной плотности между атомами углерода в цикле;
- б) более слабые по сравнению с аммиаком основные свойства;
- в) способность вступать в реакции электрофильного замещения при более мягких условиях, чем бензол;
- г) токсичное воздействие на организм человека.

**3. Влияние аминогруппы на бензольное кольцо в анилине можно доказать с помощью следующей реакции:**



**4. Влиянием фенильного радикала на аминогруппу в молекуле анилина объясняют:**

- а) способность обесцвечивать бромную воду при обычных условиях и в отсутствие катализатора в отличие от бензола;
- б) неравномерность распределения электронной плотности в ароматическом кольце;
- в) неспособность водных растворов анилина изменять окраску лакмуса;
- г) уменьшение основных свойств его аминогруппы по сравнению с аминогруппой первичных насыщенных аминов.

**5. Выберите правильные утверждения. Реакция взаимодействия бромной воды с анилином:**

- а) является качественной реакцией на анилин;
- б) приводит к образованию белого осадка;
- в) сопровождается замещением на бром атомов водорода в положениях 3, 5 бензольного ядра;
- г) сопровождается замещением на бром атомов водорода в аминогруппе;
- д) приводит к образованию в качестве основного продукта 2,4,6-триброманилина.

**6. Анилин образует соль при взаимодействии:**

- а) с водой;
- б) бромоводородом;
- в) разбавленным раствором серной кислоты;
- г) кислородом.

**7. Анилин проявляет свойства органического основания при взаимодействии с веществами, формулы которых:**

- а)  $O_2$ ;
- б)  $HNO_3$ (конц.);
- в)  $HBr$ ;
- г)  $Br_2$ ;
- д)  $H_2SO_4$ (разб.).

**8. Укажите вещество (вещества), реагируя с которым (которыми) анилин является восстановителем:**

- а)  $HCl$ ;
- б)  $O_2$ ;
- в)  $H_2O$ ;
- г)  $Br_2$ ;
- д)  $H_2$ ;
- е)  $NaOH$ .

**9. В отличие от бензола анилин:**

- а) проявляет слабые основные свойства;
- б) не является гомологом толуола;
- в) реагирует с соляной кислотой;
- г) реагирует с кислородом.

**10. Анилин и бензол можно различить с помощью:**

- а) гидроксида натрия;
- б) гидроксида меди (II);
- в) бромной воды;
- г) аммиака.

**11. Укажите правильные утверждения. Как анилин, так и диметиламин:**

- а) неограниченно растворяются в  $H_2O$ ;
- б) при обычных условиях находятся в жидком агрегатном состоянии;
- в) в водных растворах окрашивают лакмус в синий цвет;
- г) вступают в реакцию соединения с сильными неорганическими кислотами.

**12. Анилин образуется в результате взаимодействий, схемы которых:**

- а)  $C_6H_5NO_2 \xrightarrow{Fe/HCl (изб.)}$ ;
- б)  $C_6H_5NO_2 + NH_3 \rightarrow$ ;
- в)  $C_6H_5NO_2 + H_2 \xrightarrow{t^0, P, кат.}$ ;
- г)  $C_6H_5NO_2 + HBr \rightarrow$ .

**13. Анилин можно получить в результате взаимодействия:**

- а) хлорида фениламмония с гидроксидом натрия;

б) хлорида фениламмония с диметиламином;  
 в) фенола с азотной кислотой;  
 г) хлорбензола с аммиаком (в присутствии катализатора, при нагревании).

**14. N-метилфениламин может реагировать:**

- |  |                        |
|--|------------------------|
| а) с хлороводородом;   | г) сульфатом калия;    |
| б) кислородом;   | д) гидроксидом натрия; |
| в) нитрующей смесью (HNO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ); | е) водородом.          |

**15. Анилин используют:**

- а) в качестве пищевой добавки;  
 б) в качестве антифриза;  
 в) для синтеза взрывчатых веществ;  
 г) в производстве красителей;  
 д) в производстве лекарственных средств.

**ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ**

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. CO → CH<sub>3</sub>OH → CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> → (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>Cl → (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH.
2. CH<sub>4</sub> → CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> → CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> → CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>HSO<sub>4</sub> → (CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>.
3. CaC<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> → (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>NH → (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>N.
4. CaC<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH → C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> → C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>CONHC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>.
5. NH<sub>3</sub> → CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>I → CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> → (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH → (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>N → CO<sub>2</sub>.
6. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH → C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> → (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>NH → (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>Cl → (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>NH → N<sub>2</sub>.
7. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>C≡N → C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub> → C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NH<sub>3</sub>Cl → C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NH<sub>2</sub> → CH<sub>3</sub>CONHC<sub>3</sub>H<sub>7</sub> → N<sub>2</sub>.
8. CaC<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>Cl.
9. CH<sub>4</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Cl → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>.
10. C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Cl → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> → (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> → N<sub>2</sub>.
11. CH<sub>4</sub> → CH<sub>3</sub>Br → CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>Br → CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub>Br-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> → CH<sub>3</sub>-NH-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>.
12. C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub> → NH<sub>3</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>3</sub>HSO<sub>4</sub> → C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>.



## ЗАДАЧИ

### АМИНЫ

1. В результате полного окисления 0,9 г органического азотсодержащего соединения образовалось 1,76 г оксида углерода (IV), 1,26 г воды и 0,224 дм<sup>3</sup> азота (н. у.). Определите возможные формулы неизвестного вещества, плотность паров которого по воздуху равна 1,552.

2. При сгорании метиламина и конденсации воды образовалось 0,7125 моль газообразных продуктов реакции. Определите массу (г) сгоревшего амина.

3. Массовая доля атомов хлора в составе соли, образованной первичным амином и хлороводородом, равна 0,4356. Определите формулу амина.

4. Определите массу (г) соли, полученной при действии 89,6 дм<sup>3</sup> (н. у.) метиламина на 147 г серной кислоты.

5. Смесь метиламина и диметиламина массой 25,6 г прореагировала с 66,6 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты ( $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей кислоты 35 %. Определите количественный состав (моль) смеси аминов.

6. При пропуске смеси метиламина и бутана через склянку с соляной кислотой масса последней увеличилась на 7,75 г. Массовая доля бутана в исходной смеси составляла 25 %. Определите объем (л) исходной газовой смеси (н. у.).

7. Смесь насыщенных амина и одноатомного спирта в количественном соотношении 2 : 1 сожгли. После приведения к нормальным условиям объемная доля азота в газовой смеси после реакции 10 %. Установите молекулярные формулы, если число атомов углерода в молекулах спирта и амина одинаково.

8. В результате реакции алкилирования этиламина хлорметаном получено 2,9 моль вторичного амина. Определите объем (см<sup>3</sup>) раствора соляной кислоты с массовой долей хлороводорода 35 % ( $\rho = 1,174 \text{ г/см}^3$ ), который следует взять для получения хлора, необходимого для хлорирования метана с образованием хлорметана, затраченного на алкилирование этиламина.

9. Низшие алкиламины (от C<sub>1</sub> до C<sub>4</sub>) в промышленности получают при реакции аммиака с одноатомными спиртами. Определите, какой объем (н. у.) займет этиламин, полученный при взаимодействии 215,62 кг раствора этанола (массовая доля спирта 96 %) с аммиаком объемом 150 м<sup>3</sup> (н. у.), если объемная доля выхода амина составляет 90 % от теоретического.

10. Смесь газообразных метиламина и диметиламина пропустили в сосуд с раствором хлороводорода массой 29,2 г и массовой долей 0,05 в присутствии метилоранжа до исчезновения красной окраски. Масса сосуда при этом увеличилась на 1,38 г. Рассчитайте состав (моль) смеси аминов.

11. Смесь предельного диамина и алкина, содержащих в молекулах одинаковое число атомов водорода, имеет в парах плотность по воздуху,

равную 2,138. Какую массу 3%-ной бромной воды может обесцветить такая смесь массой 5 г?

**12.** К 35 дм<sup>3</sup> смеси, состоящей из углекислого газа и метиламина, добавили 25 дм<sup>3</sup> бромоводорода, после чего плотность газовой смеси по воздуху стала равна 1,942. Вычислите объемные доли (%) газов в исходной смеси.

**Ответы:** 1. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH. 2. 14,725 г. 3. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>. 4. 240 г 5. 0,1 моль метиламина, 0,5 моль диметиламина. 6. 6,6 л 7. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O, C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>N. 8. 515,2 см<sup>3</sup>. 9. 90,72 м<sup>3</sup>. 10. 0,03 моль метиламина, 0,01 моль диметиламина. 11. 215 г. 12. 57,1 % CO<sub>2</sub>, 42,9 % CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>.

### Анилин

**1.** При сгорании 13,95 г неизвестного первичного амина образовалось 9,45 г воды и 39,6 г оксида углерода (IV). Определите формулу неизвестного вещества.

**2.** Найдите химическое количество анилина, которое можно получить из 15 г нитробензола (10 % примесей), если массовая доля выхода продукта реакции составляет 0,76.

**3.** Смесь анилина, фенола и бензола массой 120 г обработали соляной кислотой, после реакции масса смеси уменьшилась на 10,695 г. Затем на оставшуюся смесь подействовали раствором гидроксида натрия массой 50 г с массовой долей щелочи 18 %, при этом выпал осадок. Определите массовые доли анилина и фенола в первоначальной смеси.

**4.** Через безводную смесь анилина, фенола и бензола массой 120 г пропустили хлороводород. Образовавшийся при этом осадок массой 62,16 г отфильтровали. Фильтрат, обработанный раствором едкого натра, разделился на 2 слоя. Объем верхнего слоя — 42,5 см<sup>3</sup> ( $\rho = 0,58$  г/см<sup>3</sup>). Определите массовые доли анилина и бензола в первоначальной смеси.

**5.** При взаимодействии смеси анилина, фенола и бензола с раствором брома образовалось 39,68 г осадка. При обработке смеси такой же массы раствором гидроксида калия образовалось 10,56 г соли, а при восстановлении такой же массы смеси водородом получено 42 г циклогексана. Определите количественные отношения веществ в первоначальной смеси и массу смеси.

**6.** При нитровании 0,45 моль бензола смесью концентрированных азотной и серной кислот при 50–80 °С было получено его моонитропроизводное (выход продукта реакции 85 %). Какой объем (см<sup>3</sup>) жидкого амина может быть получен при восстановлении нитропроизводного бензола, если практический выход амина в реакции равен 70 %. Плотность жидкого амина — 1,022 г/см<sup>3</sup>.

**7.** При взаимодействии чугунных стружек с 400 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты, концентрация которой равна 0,25 моль/л, получен водород, который затратили на восстановление нитробензола. Определите массу (г) полученного анилина.

8. Для нейтрализации 20 г спиртового раствора смеси анилина и фенола потребовалось 43 см<sup>3</sup> раствора гидроксида калия ( $\rho = 1,044 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей щелочи 5 %. При добавлении к 10 г аналогичной смеси раствора брома в тетрахлориде метана выпало 15,2 г осадка. Определите количество (моль) анилина и фенола в первоначальном растворе.

9. Смесь фенола, анилина и диэтилового эфира полностью прореагировала с 70 мл 0,3 М раствора гидроксида натрия. Органический слой отделили и пропустили через него избыток хлороводорода, при этом выпало 3,89 г осадка, а масса органического слоя оказалась равной 38,9 г. При добавлении к органическому слою водного раствора нитрата серебра выпало 2,87 г белого осадка. Определите массовые доли веществ в исходной смеси.

10. Бензольный раствор смеси фенола и анилина объемом 18 см<sup>3</sup> ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ) обработали водным раствором щелочи. Масса бензольного раствора уменьшилась на 3,6 г. После отделения бензольного раствора его обработали соляной кислотой, масса его при этом уменьшилась на 5,4 г. Вычислите массовые доли веществ в исходном растворе.

11. Смесь толуола, фенола и анилина массой 12 г обработали избытком 0,1 М раствора соляной кислоты, при этом масса органического слоя уменьшилась на 3,7 г. При обработке высушенного органического слоя металлическим натрием выделилось 537 см<sup>3</sup> газа (при температуре 30 °С и давлении 95 кПа). Определите массовые доли веществ в исходной смеси.

**Ответы:** 1. C<sub>6</sub>H<sub>7</sub>N. 2. 0,08 моль. 3. 8,91 % анилина, 17,625 % фенола. 4. 37,2 % анилина, 20,54 % бензола. 5. 1 : 2 : 12,5, 50,24 г. 6. 24,3 см<sup>3</sup>. 7. 1,55 г. 8. 0,052 моль, 0,04 моль. 9. 4,59 %, 6,5 %; 88,91 %. 10. 50 % C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, 30 % C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>, 20 % C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH. 11. 30,8 % C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>, 31,7 % C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH, 37,5 % C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>.

## АМИНОКИСЛОТЫ

*Основной объем учебного материала.* Состав и строение природных аминокислот. Общая формула  $\alpha$ -аминокислот. Стереоизомерия  $\alpha$ -аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Физические и химические свойства аминокислот. Пептидная связь. Получение и применение аминокислот. Понятие о полиамидных волокнах: капрон. Представление о гетероциклических соединениях.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

### Тест 1

1. Формула  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_2-\text{COOH}$  соответствует:

- а)  $\alpha$ -аминовалериановой кислоте;
- б)  $\beta$ -аминовалериановой кислоте;
- в)  $\gamma$ -аминовалериановой кислоте;
- г)  $\delta$ -аминовалериановой кислоте.

- 2. Тривиальное название  $\alpha$ -аминоизовалериановой кислоты:**  
а) валин; б) лизин; в) цистеин; г) серин.
- 3. При взаимодействии 2-хлорпропановой кислоты с аммиаком образуется:**  
а) глицин; б) аланин; в) валин; г) лизин.
- 4. Соединение, формула которого  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}(\text{NH}_2)\text{—COOH}$ , по систематической номенклатуре называется:**  
а) 2-амино-3-метилбутановая кислота;  
б) лейцин;  
в)  $\alpha$ -амино- $\beta$ -метилмасляная кислота;  
г) валин;  
д)  $\alpha$ -аминоизовалериановая кислота.
- 5. Соединение, формула которого  $\text{NH}_2\text{—}(\text{CH}_2)_5\text{—COOH}$ , — это:**  
а)  $\gamma$ -аминокислота; в) 6-аминогексановая кислота;  
б)  $\varepsilon$ -аминокислота; г) 5-аминогексановая кислота.
- 6. Аланин и 2-аминопропановая кислота являются:**  
а) структурными изомерами;  
б) гомологами;  
в) одним и тем же веществом;  
г) представителями двух различных гомологических рядов.
- 7. Укажите правильные утверждения. Соединение, формула которого  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$ :**  
а) проявляет амфотерные свойства;  
б) входит в состав белков;  
в) является изомером 1-нитробутана;  
г) имеет центр оптической симметрии.
- 8. В виде различных оптических изомеров могут существовать:**  
а) глицин; г) лизин;  
б) аланин; д) фенилаланин;  
в) глутаминовая кислота; е) цистеин.
- 9. Общее число изомерных аминокислот (без учета пространственной изомерии), соответствующих формуле  $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$ , равно:**  
а) 2; б) 3; в) 4; г) 5; д) 6.
- 10. Изомерами аланина являются:**  
а) метилглицинат; в) 1-нитропропан;  
б)  $\beta$ -аминопропионовая кислота; г)  $\gamma$ -аминомасляная кислота.
- 11. В состав природных аминокислот могут входить группы атомов:**  
а) бензольное кольцо; в)  $\text{CH}_3\text{—}$ ; д)  $\text{HO—}$ .  
б)  $\text{SH—}$ ; г)  $\text{CCl}_3\text{—}$ ;
- 12. Укажите правильные утверждения. Природные аминокислоты:**  
а) содержат аминогруппу в  $\alpha$ -положении;  
б) содержат аминогруппу в  $\beta$ -положении;

- в) являются только моноамино- и монокарбоновыми;
- г) образуются в процессе ферментативного гидролиза белков.

**13. Выберите правильные утверждения. Глицин:**

- а) природная аминокислота;
- б) растворим в воде;
- в) имеет сладкий вкус;
- г) жидкость при обычных условиях.

**14. Число электронных пар, осуществляющих химические связи в молекуле глицина, равно:**

- а) 3;                      б) 4;                      в) 9;                      г) 10.

**15. Выберите правильные утверждения. Аланин — это:**

- а) твердое вещество при обычных условиях;
- б) вещество растворимое в воде;
- в) вещество, водный раствор которого практически не изменяет окраску индикатора;
- г) токсичное для человека вещество.

**16. При растворении в воде молекула глицина приобретает главным образом структуру:**

- а)  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$ ;
- б)  $\text{NH}_3^+\text{—CH}_2\text{—COO}^-$ ;
- в)  $\text{NH}_3^+\text{—CH}_2\text{—COOH}$ ;
- г)  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COO}^-$ .

**17. Биполярный ион аминокислоты образуется в результате:**

- а) взаимодействия со щелочами;
- б) взаимодействия с галогеноводородами;
- в) образования полипептидов;
- г) внутренней нейтрализации.

**18. Укажите верные утверждения:**

- а) аминокислоты — амфотерные соединения;
- б) аминокислоты образуют внутренние соли;
- в) в кислых растворах аминокислоты существуют в катионной форме;
- г) в щелочных растворах аминокислоты существуют в катионной форме.

**19. Щелочную среду имеет водный раствор:**

- а) аминоэтановой кислоты;
- б) 2,6-диаминогексановой кислоты;
- в) 2-аминобутандиовой кислоты;
- г) 2-аминопропановой кислоты.

**20. Для водных растворов аминоксусной кислоты и этилглицината характерны соответственно следующие реакции среды:**

- а) нейтральная, щелочная;
- б) кислая, щелочная;
- в) кислая, нейтральная;
- г) нейтральная, кислая.

**21. Укажите соединения, водные растворы которых имеют щелочную среду:**

- |               |                  |           |
|---------------|------------------|-----------|
| а) метиламин; | в) лизин;        | д) серин. |
| б) глицин;    | г) глицилглицин; |           |

**Тест 2**

**1. Глицин в отличие от метиламина:**

- а) в водном растворе не изменяет окраску индикатора;
- б) реагирует с кислотами;
- в) является жидкостью при обычных условиях;
- г) образует межмолекулярные водородные связи.

**2. И глицин, и метиламин реагируют:**

- |           |                                      |                        |
|-----------|--------------------------------------|------------------------|
| а) с CaO; | в) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; | д) KOH;                |
| б) HBr;   | г) O <sub>2</sub> ;                  | е) CH <sub>3</sub> OH. |

**3. Аланин, так же как и глюкоза:**

- а) является гетерофункциональным соединением;
- б) способен образовывать сложные эфиры;
- в) способен образовывать простые эфиры;
- г) практически не изменяет окраску индикатора в водном растворе;
- д) является твердым веществом при обычных условиях;
- е) образует амидные связи при взаимодействии с аминами.

**4. Аланин в отличие от глюкозы реагирует:**

- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| а) с метанолом;               | г) гидрокарбонатом натрия; |
| б) раствором азотной кислоты; | д) хлоридом алюминия;      |
| в) сульфатом натрия;          | е) гидроксидом меди (II).  |

**5. Водные растворы уксусной и аминоуксусной кислот можно различить:**

- а) по цвету;
- б) плотности;
- в) окраске лакмуса;
- г) наличию или отсутствию сухого остатка после выпаривания пробы раствора.

**6. Укажите правильные утверждения. Как глицин, так и аланин:**

- а) способны образовывать межмолекулярные водородные связи;
- б) являются структурными компонентами нуклеиновых кислот;
- в) способны вступать в реакцию поликонденсации с участием карбонильной группы и аминогруппы;
- г) хорошо растворяются в H<sub>2</sub>O.

**7. Как глицин, так и аланин взаимодействуют:**

- |  |  |
|--|--|
| а) с NaOH;   | г) NH <sub>3</sub> ;                       |
| б) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ;                | д) NH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH; |
| в) C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> ; | е) CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub> .       |

- 8. При сгорании аланина в избытке кислорода образуются:**  
а)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$ ;                      в)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$ ;  
б)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$ ;                      г)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ .
- 9.  $\alpha$ -Аминопропионовая кислота взаимодействует:**  
а) с гидроксидом натрия;                      г) бромоводородом;  
б) этанолом;                                      д) аммиаком;  
в) глицином;                                      е) метиламином.
- 10. Укажите соединения, которые взаимодействуют с аминогруппой аминокислоты:**  
а)  $\text{KOH}$ ;      б)  $\text{HCl}$ ;      в)  $\text{HBr}$ ;      г)  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .
- 11. Укажите названия веществ, взаимодействуя с которыми аминокислотная кислота образует пептидные связи:**  
а)  $\alpha$ -аминопропионовая кислота;      г) соляная кислота;  
б) 3-аминопропановая кислота;      д) глицилглицин.  
в) раствор гидроксида натрия;
- 12. Для получения этилового эфира аминокислоты посредством реакции этерификации к глицину следует добавить:**  
а) аммиак;                                      в) этанол;      д) метиламин.  
б) бромоводород;                      г) глицин;
- 13. Аланин образует сложный эфир, реагируя:**  
а) с гидроксидом натрия;                      в) бромоводородом;  
б) этанолом (кислая среда);                      г) лизином.
- 14.  $\gamma$ -Аминомасляная кислота вступает в реакции:**  
а) этерификации;                                      г) нейтрализации;  
б) поликонденсации;                                      д) соединения;  
в) гидролиза;                                      е) замещения.
- 15. Глицин не реагирует:**  
а) с  $\text{NaOH}$ ;                                      г) кислородом;  
б) аланином;                                      д) водным раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .  
в) толуолом;
- 16. Соли образуются при взаимодействии аминокислоты:**  
а) с метанолом;  
б) гидроксидом кальция;  
в) бромоводородом;  
г) с разбавленным раствором серной кислоты.
- 17. При взаимодействии глицина с водным раствором серной кислоты:**  
а) возможно образование как кислых, так и средних солей;  
б) происходит изменение степени окисления атома азота без изменения его валентности;  
в) происходит изменение валентности атома азота без изменения степени окисления;  
г) не происходит изменения ни степени окисления, ни валентности атома азота.

18. Укажите валентность и степень окисления соответственно атома азота в соединении  $\text{CH}_3\text{-CH-COOH}$



- а) V, -4;      б) V, -3;      в) IV, -4;      г) IV, -3.

19. При взаимодействии глицина с метиламином конечным продуктом является вещество состава:

- а)  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$ ;      в)  $\text{NH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COONHCH}_3$ ;  
б)  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONHCH}_3$ ;      г)  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONH}_2$ .

### Тест 3

1. Масса аминокислоты, которую можно получить из 3,2 г карбида кальция, равна:

- а) 1,9 г;      б) 3,75 г;      в) 7,5 г;      г) 15 г.

2. Укажите процессы, в результате которых возможно получение глицина:

- а) разделение продуктов гидролиза белков;  
б) гидролиз глицилаланина;  
в) взаимодействие аммиака с хлоруксусной кислотой;  
г) взаимодействие аммиака с уксусной кислотой;  
д) гидролиз метиламиноацетата.

3. Аминокислоту можно получить при взаимодействии аммиака:

- а) с хлорбензолом;      в) 2-пропанолом;  
б) этилбромидом;      г)  $\beta$ -хлорпропионовой кислотой.

4. Укажите названия веществ, которые при взаимодействии с аммиаком образуют аланин:

- а) 2-хлорпропановая кислота;      в) бромуксусная кислота;  
б) 2-бромпропановая кислота;      г) пропионовая кислота.

5. Аминокислоту (аминокислоты) можно получить при гидролизе:

- а) пептидов;      д) декстринов;  
б) крахмала;      е) нуклеиновых кислот;  
в) белка;      ж) лавсана;  
г) твердого жира;      з) капрона.

6. Аминокислоты используют в качестве:

- а) лекарственных препаратов;  
б) сырья при производстве полимеров;  
в) ароматизаторов в парфюмерии;  
г) красителей.



## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Оксид углерода (II) → метанол → этан → хлоруксусная кислота → аминоуксусная кислота.

2. Этин → бензол → нитробензол → аммиак → 2-аминопропановая кислота.

3. Этен → уксусная кислота → бромуксусная кислота → глицин → натриевая соль аминокислоты.

4. Бутан → этановая кислота → бромэтановая кислота → 2-аминоэтановая кислота → бромид карбоксиметиламмония.

5. Пропаналь → пропановая кислота → 2-хлорпропановая кислота → 2-аминопропановая кислота → метиловый эфир 2-аминопропановой кислоты.

## ЗАДАЧИ

1. Определите молекулярную формулу вещества, массовые доли элементов в котором следующие: С — 32 %; N — 18,7 %; O — 42,7 %; H — 6,7 %.

2. Массовая доля кислорода в составе сложного эфира, образованного 2-аминопропановой кислотой равна 0,2735. Определите формулу эфира.

3. К раствору аминокислоты массой 50 г с массовой долей кислоты 6 % добавили 33,3 г раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 6 %. Определите массовые доли (%) веществ в полученном растворе.

4. Какой объем аммиака (л, н. у.) прореагирует с раствором хлоруксусной кислоты (массовая доля кислоты 10 %) массой 20 г с образованием аминокислоты и хлорида аммония.

5. Со смесью аминокислоты и этиламина массой 12 г прореагировало 7,3 г HCl. Определите массу (г) аминокислоты в смеси.

6. Смесь уксусной и аминокислоты прореагировала с 6,5 г гидроксида натрия. Определите количество (моль) каждой из кислот в смеси, зная, что масса уксусной кислоты в ней в 2 раза меньше, чем аминокислоты.

7. Какая масса (г) глицина будет получена из карбида кальция массой 128 г в 5 стадий? Потери составили 15 %.

8. Со смесью первичного амина и  $\alpha$ -аминокислоты массой 18,1 г прореагировало 0,3 моль HCl. Количество амина в смеси в 2 раза меньше количества аминокислоты. В составе аминокислоты содержится атомов углерода в 2 раза больше, чем в составе амина. Определите массу (г) аминокислоты в смеси.

9. Со смесью предельной одноосновной карбоновой кислоты и  $\alpha$ -аминокислоты массой 19,6 г прореагировало 0,3 моль NaOH. Количество кислоты в смеси в 2 раза меньше количества аминокислоты. В составе

аминокислоты содержится атомов углерода в 2 раза больше, чем в составе кислоты. Определите массу (г) аминокислоты в смеси.

**10.** Смесь массой 20 г, состоящая из метиламина, аминоуксусной кислоты и этилацетата, может прореагировать с хлороводородом объемом 4,93 дм<sup>3</sup> (н. у.). Та же смесь массой 40 г может прореагировать с раствором гидроксида калия объемом 300 см<sup>3</sup> с молярной концентрацией 1,4 моль/л. Вычислите массовые доли (%) веществ в исходной смеси.

**Ответы:** 1. CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>COOH. 2. CH<sub>3</sub>-CH(NH<sub>2</sub>)-CO-O-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>. 3. 4,66 % NH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COONa, 0,48 % NaOH. 4. 0,94 л. 5. 7,5 г. 6. 0,0625 моль, 0,1 моль. 7. 127,5 г. 8. 15 г. 9. 15 г. 10. 15,5 %, 45 %, 39,5 %.

## ПЕПТИДЫ. БЕЛКИ

*Основной объем учебного материала.* Понятие о строении белковых молекул. α-Аминокислоты как структурные единицы белков. Свойства и биологическая роль белков.

### ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

В соответствии с условием тестового задания выберите один или несколько правильных ответов.

#### Тест 1

**1. Пептидной (амидной) называется группа атомов:**

- а) -C-NH-;      б) -CO-NH-;      в) -C≡N;      г) -C=N-.

**2. При образовании пептидной связи:**

- а) от карбоксильной группы отщепляется водород;  
б) от карбоксильной группы отщепляется гидроксил;  
в) от аминогруппы отщепляется водород;  
г) образуется ковалентная полярная связь.

**3. Выберите правильные утверждения, характеризующие пептидную (амидную) группу:**

- а) 4 атома связаны ковалентными полярными связями;  
б) при образовании пептидной связи от кислоты отщепляется протон;  
в) пептидные группы могут образовывать водородные связи между собой;  
г) пептидная группа имеет линейное строение;  
д) взаимодействие пептидных групп поддерживает вторичную структуру белка;  
е) все атомы в пептидной группе лежат в одной плоскости.

**4. Амидные группы присутствуют в макромолекулах:**

- а) гемоглобина;      г) лавсана;  
б) капрона;      е) полиизопрена;  
в) нейлона;      ж) крахмала.

**5. Число различных дипептидов, которые могут быть получены из смеси глицина и аланина, равно:**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

**6. Укажите правильные утверждения, характеризующие глицилфенилаланин:**

- а) это дипептид;  
б) в его молекуле 2 пептидные связи;  
в) является амфотерным соединением;  
г) свободную карбоксильную группу имеет остаток глицина.

**7. Число пептидных связей в тетрапептиде равно:**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

**8. Число аминокислот, образующихся при полном гидролизе соединения  $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-NH-CH(CH}_3\text{)-CO-NH-CH(CH}_2\text{OH)-COOH}$ , равно:**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

**9. Число амидных связей в молекуле соединения, формула которого  $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-NH-CH}_2\text{-CO-NH-CH(CH}_3\text{)-CO-NH-CH(C}_6\text{H}_5\text{)-COOH}$ , равно:**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

### Тест 2

**1. В отличие от любой аминокислоты дипептид (в необходимых условиях) вступает в реакцию:**

- а) циклизации;                      в) окисления;  
б) этерификации;                      г) гидролиза.

**2. При гидролизе глицилаланина в присутствии соляной кислоты образуется:**

- а) соль и аминокислота;  
б) две различные по составу соли;  
в) одна аминокислота;  
г) две различные аминокислоты.

**3. При гидролизе глицилаланина в присутствии щелочи образуется:**

- а) соль и аминокислота;  
б) две различные по составу соли;  
в) одна аминокислота;  
г) две различные аминокислоты.

**4. Необходимое число молекул воды для гидролиза 1 молекулы тетрапептида, равно:**

- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

**5. Число молекул воды, необходимой для гидролиза 3 молекул октапептида равно:**

- а) 7;                      б) 14;                      в) 16;                      г) 21.

**6. И лейцин, и глицилфенилаланин:**

- а) обладают амфотерными свойствами;
- б) содержат пептидную (амидную) группу атомов;
- в) могут вступать в реакцию этерификации;
- г) содержат равное число карбоксильных и аминогрупп.

**7. Соли с бромоводородом образуют:**

- а) аминокусная кислота;
- б) N,N-диметилаланин;
- в) глицилаланин;
- г) гидрохлорид  $\beta$ -аминопропионовой кислоты.

**Тест 3**

**1. Выберите правильные утверждения, характеризующие строение и свойства белков:**

- а) белки — высокомолекулярные природные полимеры, построенные из остатков аминокислот, соединенных пептидной связью;
- б) белки — основной источник энергии для организма;
- в) белки — продукт реакции поликонденсации  $\alpha$ - и  $\beta$ -аминокислот;
- г) при ферментативном гидролизе белки образуют смесь только  $\alpha$ -аминокислот;
- д) каждый индивидуальный белок характеризуется специфической аминокислотной последовательностью и индивидуальной пространственной структурой;
- е) различают первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белков, простые и сложные белки;
- ж) в белках отсутствуют внутримолекулярные водородные связи.

**2. Первичная структура белка (укажите правильные утверждения):**

- а) является последовательностью  $\alpha$ -аминокислотных звеньев в линейной полипептидной цепи;
- б) предопределяет пространственное строение белка;
- в) полностью разрушается при денатурации;
- г) разрушается только при гидролизе.

**3. Первичная структура белка поддерживается связями:**

- а) ионными;
- б) водородными;
- в) пептидными;
- г) ковалентными полярными.

**4. В формировании вторичной структуры белка участвуют связи:**

- а) водородные;
- б) пептидные;
- в) дисульфидные;
- г) сложноэфирные.

**5. Третичная структура белка — это:**

- а)  $\alpha$ -спираль или  $\beta$ -складчатая структура;
- б) последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи;
- в) конфигурация, которую принимает закрученная в спираль полипептидная цепь;
- г) ассоциаты, образованные из нескольких полипептидных цепей.

**6. Третичная структура белка поддерживается связями:**

- а) ионными;
- б) водородными;
- в) дисульфидными;
- г) сложноэфирными;
- д) гликозидными.

**7. Четвертичную структуру имеют:**

- а) любые белки;
- б) белки, состоящие только из одной полипептидной цепи;
- в) белки, состоящие из двух и более полипептидных цепей;
- г) гормоны глутатион и окситоцин;
- д) гемоглобин.

**8. Денатурация белка — это:**

- а) разрушение его первичной структуры;
- б) изменение пространственной структуры молекулы;
- в) термическое разложение его молекул с образованием летучих веществ, обладающих специфическим запахом;
- г) нарушение его третичной структуры;
- д) гидролиз его молекулы под действием ферментов.

**9. Денатурация белка может происходить:**

- а) при растворении белка в воде;
- б) при добавлении к раствору белка больших количеств сильных кислот или щелочей;
- в) при нагревании раствора белка;
- г) под влиянием ионизирующего излучения;
- д) при действии физиологического раствора.

**10. Ксантопротеиновая реакция:**

- а) является универсальной, т. е. присущей любому белку;
- б) наблюдается при добавлении к раствору белка раствора соли двухвалентной меди в щелочной среде;
- в) является качественной реакцией на пептидную связь;
- г) доказывает наличие бензольного кольца в остатках аминокислот белковой цепи.

**11. Обработка белка концентрированной азотной кислотой с появлением желтой окраски указывает на наличие в нем остатков:**

- а) аланина;
- б) фенилаланина;
- в) тирозина;
- г) серина.

**12. Биуретовая реакция является качественной реакцией:**

- а) на наличие остатков ароматических кислот;
- б) пептидную связь;
- в) ионные и сложноэфирные связи;
- г) дисульфидные связи.

**13. Качественной реакцией на пептидную связь является добавление к раствору белка:**

- а) раствора соли двухвалентной меди в щелочной среде;
- б) соединений свинца;
- в) концентрированной азотной кислоты;
- г) аммиачного раствора оксида серебра.

**14. Укажите цвет, в который окрашивается раствор белка при добавлении к нему раствора щелочи и сульфата меди (II):**

- а) красный;
- б) зеленый;
- в) желто-оранжевый;
- г) сине-фиолетовый.

**15. Последовательность аминокислот в цепи полипептида может быть установлена с помощью реакции:**

- а) гидролиза;
- б) хлорирования;
- в) конденсации;
- г) ксантопротеиновой.

### ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Запишите схемы реакций, при помощи которых можно осуществить следующие химические превращения:

1. Пропан  $\rightarrow$  пропанол 2-бромпропановая кислота  $\rightarrow$  2-аминопропановая кислота  $\rightarrow$  аланилглицин.

2. Бутан  $\rightarrow$  уксусная кислота  $\rightarrow$  хлоруксусная кислота  $\rightarrow$  аминоксусная кислота  $\rightarrow$  глицилглицин.

3. Глицилаланин  $\rightarrow$  глицин  $\rightarrow$  натриевая соль аминоксусной кислоты  $\rightarrow$  хлорид карбоксиметиламмония  $\rightarrow$  глицин.

4. Глицилглицин  $\rightarrow$  хлорид аминоксусной кислоты  $\rightarrow$  аминоксусная кислота  $\rightarrow$  метиловый эфир аминоксусной кислоты  $\rightarrow$  метанол.

### ЗАДАЧИ

1. При гидролизе трипептида массой 37,8 г образовалась только одна аминокислота, масса ее равна 45 г. Установите название трипептида.

2. Дипептид массой 44,8 г, образованный из одной  $\alpha$ -аминокислоты, подвергли кислотному гидролизу в присутствии соляной кислоты. В результате гидролиза получили 70,28 г соли  $\alpha$ -аминокислоты. Определите состав и строение аминокислоты.

3. При щелочном гидролизе дипептида массой 48 г образовалось только одно вещество — натриевая соль одной аминокислоты. Масса этой соли равна 66,6 г. Установите дипептид.

4. Из навески аминокислоты массой 1,65 г под действием метанола и сухого хлороводорода было получено соединение Б, имеющее молекулярную формулу  $C_{10}H_{14}NO_2Cl$  и выход в этой реакции составил 75 %. Рассчитайте массу (г) соединения Б, образующегося в результате этой реакции.

5. Хлоруксусную кислоту массой 3 г обработали аммиаком и получили аминокислоту, в раствор которой затем пропустили хлороводород. Сколько граммов продукта образовалось, если известно, что его выход составил 80 % от теоретически возможного.

6. Определите, чему может быть равна относительная молекулярная масса белковой молекулы, массовая доля серы в которой равна 0,4 %. При расчетах исходите из того, что в молекуле белка имеются 2 остатка аминокислот, содержащих по 1 атому серы.

**Ответы:** 1. Глицилглицилглицин. 2. Аланин. 3. Аланилаланин. 4. 1,62 г. 5. 2,83 г. 6. 16000.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Малыхина, З. В.* Тестовые задания для проверки знаний учащихся по органической химии / З. В. Малыхина. Москва : ТЦ Сфера, 2001.

2. *Штремплер, Г. И.* Тесты, вопросы и ответы по химии / Г. И. Штремплер. Москва : Просвещение, 2001.

3. *Гобунцова, С. В.* Тесты и ЕГЭ по основным разделам школьного курса / С. В. Гобунцова. Москва : ВАКО, 2006.

4. *Артемов, А. В.* Тесты по химии. Органическая химия / А. В. Артемов. Москва : Айрис-пресс, 2005.

5. *Корощенко, А. С.* Контроль знаний по органической химии / А. С. Корощенко. Москва : ВЛАДОС, 2003.

6. *Болтроеук В. В.* Тестовые задания, цепочки превращений и задачи для подготовки к тестированию по химии / В. В. Болтроеук, Л. В. Добрынина. Гродно, 2007.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
Общая характеристика органических соединений .....	4
Насыщенные углеводороды .....	5
Алканы .....	5
Галогенопроизводные алканов .....	12
Циклоалканы .....	14
Ненасыщенные углеводороды .....	17
Алкены .....	17
Алкадиены .....	24
Алкины .....	29
Ароматические углеводороды .....	34
Природные источники углеводородов .....	41
Кислородсодержащие функциональные производные углеводородов .....	46
Спирты .....	46
Фенолы .....	59
Альдегиды и кетоны .....	63
Карбоновые кислоты и сложные эфиры .....	71
Сложные эфиры. Жиры .....	80
Углеводы .....	88
Моносахариды .....	88
Дисахариды .....	96
Полисахариды .....	99
Волокна. Применение крахмала, целлюлозы и ее производных .....	102
Азотсодержащие функциональные производные углеводородов .....	104
Амины .....	104
Аминокислоты .....	114
Пептиды. Белки .....	121
Список использованной литературы .....	126



Учебное издание

**Атрахимович** Галина Эдуардовна  
**Болбас** Ольга Платоновна  
**Казюлевич** Светлана Ричардовна  
**Барченко** Светлана Викторовна

# ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практикум

*6-е издание*

Ответственный за выпуск В. В. Хрусталёв  
Редактор Н. В. Оношко  
Компьютерная верстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 16.05.18. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 5,82. Тираж 150 экз. Заказ 401.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.