

О. И. Сечко

# ХИМИЯ

ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

В двух частях

---

Часть 2

ОРГАНИЧЕСКАЯ  
ХИМИЯ



И.О. Сечко

# ХИМИЯ

## ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

В 2-х частях

Часть 2  
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 54(075.4)+547(075.4)  
ББК 24я729+24.2я729  
С28

Рекомендовано ученым советом  
факультета доуниверситетского образования  
10 ноября 2011 г., протокол № 9

Р е ц е н з е н т ы:  
учитель высшей категории *С. Г. Мельникова*;  
директор учебного центра  
подготовительных курсов  
факультета доуниверситетского образования БГУ  
*Е. Н. Андриянова*

**Сечко, О. И.**  
С28 Химия : дидактические материалы. В 2 ч. Ч. 2. Органиче-  
ская химия / О. И. Сечко. – Минск : БГУ, 2013. – 119 с.  
ISBN 978-985-518-800-2.

Представлены задания и задачи, охватывающие практически весь учебный материал, необходимый для подготовки к вступительным экзаменам в высшие учебные заведения.

Предназначено для абитуриентов, учащихся старших классов средней общеобразовательной школы и учреждений, обеспечивающих получение общего среднего образования, а также учителей.

УДК 54(075.4)+547(075.4)  
ББК 24я729+24.2я729

ISBN 978-985-518-800-2 (ч. 2)  
ISBN 978-985-518-637-4

© Сечко О. И., 2013  
© БГУ, 2013

## ПРЕДИСЛОВИЕ

На экзамене абитуриенты должны показать знания основных теоретических положений химии, уметь применять их при рассмотрении классов органических и неорганических веществ; раскрывать зависимость свойств веществ от состава и строения; выполнять типовые расчеты и решать составленные на их основе задачи.

В предлагаемом издании, включающем в себя пять тем, соответствующих основным разделам школьного курса органической химии, и приложения, представлены дидактические материалы, использование которых позволит абитуриентам, учащимся и учителям реализовать в процессе обучения несколько функций: обобщить и систематизировать учебный материал, организовать тематический контроль качества усвоения учебного материала, уровня обученности, степени подготовленности к экзамену.

В каждой теме кратко изложены изучаемые понятия, вопросы и задания текстового характера, тесты. Каждое текстовое задание состоит из упражнений и расчетных задач разных уровней сложности. Число заданий в теме зависит от ее содержания и специфики, тесты предлагаются в вариантах А, В. Тесты в части А состоят из тестовых заданий с вариантами ответов, из которых необходимо выбрать только один верный. Задания части В даны с открытым ответом. В конце каждой темы приводятся задачи с ответами, при выполнении которых необходимо оформить решение.

В приложении дано пять тестов по органической химии с методическими указаниями и образцами решения расчетных задач, а также пять тестов для самоконтроля.

Абитуриенты должны уметь применять следующие таблицы: «Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева» (короткопериодный или длиннопериодный вариант), «Растворимость оснований, кислот и солей в воде» и «Электрохимический ряд напряжений металлов».

При выполнении заданий следует использовать округленные целые числа значений относительных атомных масс элементов (кроме хлора, для которого  $A_r = 35,5$ ). Постоянная Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>, атомная единица массы а. е. м. =  $1,66 \cdot 10^{-24}$  г.

# **УГЛЕВОДОРОДЫ**

## **Т е м а 1. УГЛЕВОДОРОДЫ. АЛКАНЫ. АЛКЕНЫ. АЛКАДИЕНЫ**

### **Содержание темы**

Теория химического строения органических веществ. Зависимость свойств органических веществ от химического строения. Структурная и пространственная изомерия. Электронная природа химических связей в молекулах органических соединений.

Гомологический ряд насыщенных углеводородов (алканов), электронное и пространственное строение их молекул. Номенклатура алканов. Физические и химические свойства алканов (реакции замещения и окисления на примере метана и этана).

Алкены и их номенклатура. Строение молекул. Химические свойства алкенов: реакции присоединения водорода, галогенов, окисление. Реакции присоединения воды и галогеноводородов на примере этилена. Получение этилена.

Понятие о сопряженных диеновых углеводородах.

### **Понятия, определения, формулы, свойства**

**Углеводороды** – органические соединения, молекулы которых состоят только из атомов углерода и водорода. Существуют алифатические и циклические углеводороды. К углеводородам относятся насыщенные углеводороды (алканы), ненасыщенные углеводороды (алкены, алкадиены, алкины) и ароматические углеводороды (арены).

**Алканы** – алифатические насыщенные углеводороды, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой простой (одинарной)  $\sigma$ -связью.

1. Алканы, как и вещества других классов органических соединений, образуют ряд, в котором каждый последующий член отличается от предыдущего на группу атомов  $\text{—CH}_2\text{—}$ , называемую гомологической разностью, а ряд называется гомологическим. Отдельные члены ряда называются гомологами. Общая формула для гомологического ряда алканов  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .

2. Простейшим представителем алканов является метан  $\text{CH}_4$ . В молекуле метана все связи  $\text{C—H}$  одинаково удалены друг от друга (так как атом углерода находится в состоянии  $sp^3$ -гибридизации) и углы между связями одинаковы и равны  $109^\circ 28'$ . В пространстве молекула метана имеет тетраэдрическую форму.

3. У углеводородов, начиная с  $\text{C}_3\text{H}_8$  (пропана), атомы углерода в молекулах расположены зигзагообразно. Длина  $\text{C—C}$ -связи в молекулах алканов равна  $0,154$  нм.

4. Для ациклических насыщенных углеводородов (алканов) возможна только изомерия цепи (структурная изомерия). Метан, этан, пропан изомеров не имеют.

5. Алканы химически малоактивны. Невысокая реакционная способность этих углеводородов обусловлена малой полярностью связей  $\text{C—C}$  и  $\text{C—H}$ .

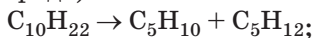
а) Для нециклических насыщенных углеводородов (алканов) наиболее характерны реакции замещения водорода:

– галогенирование при облучении светом ( $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ );

– нитрование ( $\text{CH}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

б) Термические превращения алканов:

– крекинг (происходит с разрывом связей  $\text{C—C}$  в молекулах алканов с образованием алканов и алкенов с меньшим числом атомов углерода):



– дегидрирование ( $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$ );

– дегидроциклизация ( $n$ -алканы с шестого и более углеродных атомов в присутствии катализатора способны к циклизации с образованием бензола и его производных:  $\text{C}_6\text{H}_{14} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 4\text{H}_2$ ).

в) Реакции окисления:

– полное окисление с образованием углекислого газа и воды ( $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ );

– неполное каталитическое окисление кислородом воздуха протекает с образованием альдегидов, спиртов, карбоновых кис-

лот и др. в зависимости от условий окисления ( $2C_4H_{10} + 5O_2 \rightarrow 4CH_3COOH + 2H_2O$ ).

6. Способы получения:

- переработка нефти и попутных газов нефти;
- в лаборатории синтез алканов с увеличенным числом атомов углерода при взаимодействии галогеналканов с натрием (реакция Вюрца:  $2R-Br + 2Na \rightarrow R-R + 2NaBr$ );

- гидрирование ненасыщенных углеводородов, сплавление солей карбоновых кислот с твердой щелочью ( $CH_3COONa + NaOH \rightarrow CH_4 \uparrow + Na_2CO_3$ );

- гидролиз карбида алюминия с образованием метана ( $Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 \downarrow + 3CH_4 \uparrow$ ).

**Алкены (олефины)** – ненасыщенные углеводороды, в молекулах которых имеется одна двойная связь  $C=C$ .

1. Алкены так же, как и алканы, образуют гомологический ряд, в котором каждый последующий член ряда отличается от предыдущего на гомологическую разницу  $-CH_2-$ . Общая формула алкенов  $C_nH_{2n}$ .

В алкенах длина связи  $C=C$  равна 0,133 нм, угол связи  $C=C$  равен  $120^\circ$ . Молекула этена (этилена)  $C_2H_4$  имеет плоское строение, все  $\sigma$ -связи лежат в одной плоскости. Атомы углерода соединены между собой одной  $\sigma$ -связью и одной  $\pi$ -связью.

2. Для алкенов характерна структурная изомерия (изомерия цепи, положения двойной связи) и пространственная (*цис*-, *транс*-) изомерия.

Между алкенами и циклоалканами существует межклассовая изомерия.

3. Температуры плавления и кипения алкенов при нормальных условиях в гомологическом ряду возрастают с увеличением относительной молекулярной массы.

4. Для алкенов характерны реакции присоединения:

- гидрирование ( $C_3H_6 + H_2 \rightarrow C_3H_8$ );
- галогенирование растворами  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $I_2$  в  $CCl_4$  с образованием дигалогеналканов ( $Br_2 + CH_2=CH_2 \rightarrow CH_2Br-CH_2Br$ );

- гидратация в кислой среде с образованием спиртов ( $CH_2=CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-OH$ ), ( $CH_2=CH-CH_3 + H_2O \rightarrow CH_3-CH(OH)-CH_3$ );

- гидрогалогенирование с образованием моногалогеналканов ( $CH_2=CH_2 + HCl \rightarrow CH_3-CH_2Cl$ ).

Присоединение галогеналканов к несимметричным алкенам происходит по правилу Марковникова ( $CH_3-CH=CH_2 + HBr \rightarrow CH_3-CHBr-CH_3$ ).



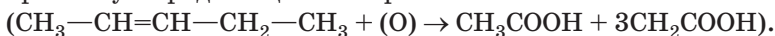
## 5. Реакции окисления:

– полное окисление (горение) и неполное окисление кислородом воздуха ( $\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$ );

– неполное окисление под действием окислителей (перманганата калия и др.) с образованием диолов ( $3\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$ );

– каталитическое окисление кислородом с образованием оксида этилена ( $2\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2(\text{CH}_2)_2\text{O}$ );

– окисление перманганатом калия в присутствии серной кислоты с разрывом углеродной цепи и образованием кислот



Качественные реакции: обесцвечивание бромной воды и раствора перманганата калия. Эти реакции используются для обнаружения двойной связи в молекулах углеводородов.

6. Реакции полимеризации ( $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ ,  $n\text{CH}_2=\text{CHCl} \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$ ).

## 7. Получают алкены:

– при дегидратации одноатомных насыщенных спиртов в присутствии концентрированной серной кислоты происходит отщепление галогеноводорода от моногалогенпроизводных алканов спиртовым раствором щелочи ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{KOH}_{\text{спирт}} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ );

– при отщеплении галогенов от дигалогеналканов с атомами галогенов у соседних атомов углерода цинком или магнием ( $\text{H}_3\text{C}-\text{CHCl}-\text{CHCl}-\text{CH}_3 + \text{Zn} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{ZnCl}_2$ ).

**Алкадиены (диеновые углеводороды)** – это углеводороды, в молекулах которых между атомами углерода имеются две двойные связи. Общая формула диеновых углеводородов  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ , где  $n \geq 3$ .

1. В зависимости от расположения в молекуле алкадиенов двух двойных связей относительно друг друга различают диены с кумулированными связями ( $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$  – пропadiен), с сопряженными связями ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  – бутадиен-1,3), изолированными связями ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$  – пентадиен-1,4).

2. Наибольшее практическое значение имеют диеновые углеводороды с сопряженными связями бутадиен-1,3 (дивинил) и 2-метилбутадиен-1,3 (изопрен).

3. Наличие сопряженных связей в молекулах диеновых углеводородов определяет их реакционную способность:

– реакции присоединения ( $2\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ );

– реакции полимеризации, в результате которых образуются синтетические каучуки:  $n\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$  – полибутадиен и  $n\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$  – полиизопрен.

В результате вулканизации каучуков серой получается резина, которая имеет большое промышленное значение.

#### 4. Получение алкадиенов:

– дегидратация и дегидрирование этанола (реакция Лебедева:  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ )

– дегидрирование бутана ( $\text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2$ ;

– дегидрирование 2-метилбутана ( $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2$ ).

## Вопросы и задания

1. Укажите общие формулы гомологических рядов алкенов и алканов. Запишите структурные формулы третьих гомологов.

2. Составьте структурные формулы всех возможных изомеров веществ состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ , назовите их по систематической номенклатуре.

3. Какие из веществ: 2-метил-бутен-1, 2,2-диметилбутан, этин, бутадиен-1,3 – обесцвечивают бромную воду? Составьте уравнения возможных реакций, назовите продукты реакций по систематической номенклатуре.

4. Составьте формулу углеводорода, название которого 2,3-диметил-4-пропил-3-этилоктан.

5. Какие из веществ, формулы которых  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ , могут образовывать полимеры? Приведите примеры структурных звеньев этих полимеров, дайте названия.

6. Составьте уравнения реакций, характеризующих химические свойства бутена-2.

7. Запишите уравнения реакций Коновалова, Семенова, Кучерова.

8. Укажите виды гибридизации электронных облаков атомов углерода в молекулах пропана, пропена, пентадиена-1,4.

9. Составьте уравнения химических реакций 1,2-дихлорбутана, 1,4-дихлорбутана со спиртовым раствором щелочи.

10. Назовите продукты внутримолекулярной дегидратации пентанола-2; 2,3-диметилгексанола-3; гептандиола-2,5.

11. Составьте уравнения химических реакций получения этена тремя способами.

12. Составьте уравнения химических реакций получения бутадиена-1,3 двумя способами.

13. Перечислите возможные марки каучуков, составьте уравнения их получения. Назовите вещества по систематической номенклатуре.

14. Смесь бутана и бутена-2 массой 5,28 г обесцветила раствор брома в четыреххлористом углероде массой 32 г массовой долей брома 10 %. Найдите массу бутана (г) в смеси.

15. Какой объем водорода (н.у.) выделится при каталитическом дегидрировании метилциклогексана массой 24,5 г, если реакция протекает с выходом 75 % от теоретически возможного?

## Тестовые задания

### Часть А

1. Вещество, формула которого  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ , называется:

- а) 2,3-диметилбутан;      б) 2-метил-3-этилпентан;  
в) 3,3-диметилпропан;    г) 2,2-диметилбутан.

2. Реакции замещения характерны для веществ, формулы которых записаны в ряду:

- а)  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;      б)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ;  
в)  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ;    г)  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

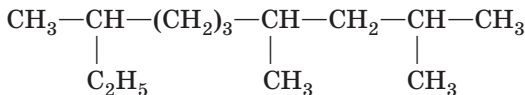
3. Продуктами хлорирования пропана по первой стадии являются:

- а) 1-хлорпропан, хлороводород;  
б) 2-хлорпропан, водород;  
в) 1-хлорпропан, 2-хлорпропан, хлороводород;  
г) водород, 1-хлорпропан.

4. Масса смеси пропана и метана, взятых соответственно количеством 0,8 и 1,3 моль, равна (г):

- а) 44;      б) 50;  
в) 56;      г) 60.

5. Назовите по систематической номенклатуре:



- а) 3,4-диметил-8-этилнонан;  
б) 3,4-диметил-8-этаннонан;  
в) 2-этил-6,7-диметилнонан;  
г) 2,4,8-триметилдекан.

6. Алкены в отличие от алканов взаимодействуют:
- а) с хлором при освещении;
  - б) хлором;
  - в) азотной кислотой (конц.);
  - г) раствором перманганата калия при  $t = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
7. С этеном взаимодействуют все вещества ряда:
- а) вода, хлороводород, углекислый газ;
  - б) пропен, водород, азот;
  - в) бром, водород, бромоводород;
  - г) кислород, вода, серебро.
8. В молекуле пентана:
- а) цепь углеродных атомов – линейная;
  - б) цепь углеродных атомов – зигзагообразная, валентный угол  $109^{\circ}27'$ ;
  - в) все атомы лежат в одной плоскости;
  - г) цепь углеродных атомов – зигзагообразная, валентный угол  $90^{\circ}$ .
9. Полимеры можно получить из всех веществ ряда:
- а) тетрафторэтена, пропена, хлорэтена;
  - б) пропена, пропана, тетрафторэтена;
  - в) бутена, этандиола, этана;
  - г) этена, этанола, этиленоксида.
10. Объем хлороводорода, полученного при хлорировании бутана массой 116 г до монохлорзамещенного углеводорода, равен ( $\text{дм}^3$ , н. у.):
- а) 22,4;
  - б) 44,8;
  - в) 67,2;
  - г) 33,5.
11. Алканы вступают в реакции с ..., но не вступают в реакции с ...:
- а) водородом, хлором;
  - б) кислородом, водородом;
  - в) хлором, кислородом;
  - г) натрием, хлором.
12. Форма молекулы этилена:
- а) плоская;
  - б) тетраэдрическая;
  - в) цилиндрическая;
  - г) линейная.
13. Угол связи в молекулах алкенов при двойной связи равен:
- а)  $60^{\circ}$ ;
  - б)  $90^{\circ}$ ;
  - в)  $120^{\circ}$ ;
  - г)  $180^{\circ}$ .

**14.** Для алкенов наиболее характерны реакции:

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

**15.** Формула и класс вещества, соответствующего описанию: «Газ, обесцвечивает бромную воду, относительная плотность по кислороду равна 1,75» относится:

- а) к  $C_3H_6$ , углеводородам;
- б)  $C_2H_4$ , ненасыщенным углеводородам алканам;
- в)  $C_4H_8$ , ненасыщенным углеводородам алкенам;
- г)  $C_5H_{10}$ , насыщенным углеводородам.

**16.** Этилен массой 14 г (н. у.) занимает объем ( $дм^3$ ):

- а) 12,6;
- б) 11,2;
- в) 7,8;
- г) 8,4.

**17.** Продуктом окисления этена кислородом воздуха на серебряном катализаторе является:

- а) пропен;
- б) оксид этена;
- в) этандиол;
- г) этановая кислота.

**18.** В виде *цис*-, *транс*-изомеров может существовать и не может существовать :

- а) пропен, бутен-2;
- б) бутен-2, 2-хлорпентен-1;
- в) пентен-1, гексен-1;
- г) этен, пентин-2.

**19.** При нагревании этана до 550–650 °С в присутствии катализатора образуется:

- а) этилен;
- б) оксид этилена;
- в) ацетилен;
- г) бензол.

**20.** Гомологами пропена являются все вещества ряда:

- а) бутен-2, этен, этан;
- б) циклобутан, бутен, гексен;
- в) 2-метилпропен, бутадиен, пентен;
- г) пентен, бутен, этен.

**21.** Гомологом бутена-1 является ... , но не является ... :

- а) пропин, гексен;
- б) пентен-2, бутен-2;
- в) 2-метилпропан, этен;
- г) бутан, пропен.

- 22.** Наименьшей температурой кипения обладает:  
а) мазут; б) бензин;  
в) керосин; г) газойль.
- 23.** Массовая доля углерода наибольшая:  
а) в декане; б) пропане;  
в) 2-метилоктане; г) нонане.
- 24.** Циклобутан и циклопентан в отличие от алканов вступают в реакцию:  
а) замещения; б) горения;  
в) присоединения; г) дегидрирования.
- 25.** Тетраэтилсвинец добавляют в бензин:  
а) для улучшения смазки двигателя;  
б) снижения токсичности выхлопных газов;  
в) повышения октанового числа;  
г) уничтожения запаха.
- 26.** В результате обработки циклогексена раствором брома в четыреххлористом водороде в качестве основного продукта образуется:  
а) 1,2-дибромциклогексан;  
б) 1,1,6,6-тетрабромгексан;  
в) 1,3-дибромгексен-1;  
г) 1,4-дибромгексан.
- 27.** Смесь 2 моль бутадиена-1,3 и 1 моль 2-метилпропена способна присоединить максимальное химическое количество водорода (моль):  
а) 1; б) 3;  
в) 5; г) 7.
- 28.** Неверным является утверждение «Бутадиен можно получить из ...»:  
а) бутана; б) винилацетилена;  
в) ацетальдегида; г) этанола.
- 29.** Продуктами вулканизации каучуков являются:  
а) полиизопрен, тефлон;  
б) резина, полистирол;  
в) полиэтилентерефталат, эбонит;  
г) эбонит, резина.
- 30.** Гомолог вещества, образующегося при реакции 2-бромпропана и натрия:  
а) 2-метилпентан; б) 3-метилпентан;  
в) 2,3-диметилбутан; г) пентан.

## Часть В

*Вариант 1. Установить соответствие:*

а) между названием вещества и характеристиками его строения:

Название вещества	Характеристики строения
а) бутadiен	1) в молекуле только три $\sigma$ -связи
б) пропен	2) молекула имеет линейную форму
в) пропан	3) содержится две $\pi$ -связи
г) метан	4) в молекуле все $\sigma$ -связи
	5) угол связи между атомами углерода $180^\circ$
	6) в молекуле одна двойная связь

б) между схемой реакции и ее типом:

Схема реакции	Тип реакции
а) $C_2H_6 + Cl_2 \rightarrow$	1) гидрирование
б) $C_3H_6 + Cl_2(CCl_4) \rightarrow$	2) дегидратация
в) $C_2H_5OH + H_2SO_{4(к.)} \rightarrow$	3) изомеризация
г) $C_8H_{18} + (AlCl_3) \rightarrow$	4) гидрогалогенирование
	5) замещение
	6) присоединение

*Вариант 2. Укажите последовательность цифр, соответствующих полному правильному ответу.*

а) Реакция галогенирования алканов:

- 1) относится к реакциям присоединения;
- 2) протекает по свободно-радикальному механизму;
- 3) возможна только в присутствии солнечного света;
- 4) приводит к образованию различных галогензамещенных алканов;
- 5) возможна с хлорной водой;
- 6) относится к реакциям замещения.

б) В реакции полимеризации:

- 1) могут вступать алканы;
- 2) вступают вещества, имеющие кратные связи;
- 3) образуются высокомолекулярные вещества – полимеры;

- 4) число атомов углерода в мономере (мономеров) равно числу атомов углерода в структурном звене полимера;  
5) образуются полимеры с числом структурных звеньев меньше 100;  
6) происходит отщепление молекул воды.

## Задачи

1. В газовой смеси метана и оксида углерода(II) число атомов углерода в три раза больше числа атомов кислорода. К этой смеси добавили неизвестный газ объемом, равным объему метана, при этом плотность смеси возросла на 48 %. Определите молярную массу (г/моль) добавленного газа.

*Ответ:* 44 г/моль.

2. При пропускании алкена через избыток раствора перманганата калия масса выпавшего осадка оказалась в 2,07 раза больше массы алкена. Чему равно число атомов углерода в алкене?

*Ответ:* 2.

3. При полном сжигании смеси двух ближайших гомологов алканов массой 6,0 г было получено 18,304 г углекислого газа. Укажите массовую долю алкана с меньшей молярной массой в исходной смеси.

*Ответ:* 23 %.

4. Массовая доля (%) углерода в алкане на 1,504 единицы меньше, чем в алкене с тем же числом атомов углерода в молекуле. Укажите сумму молярных масс (г/моль) алкена и алкана.

*Ответ:* 226 г.

5. Продукт взаимодействия алкена с хлором имеет относительную плотность по водороду, равную 56,5. Определите молекулярную формулу алкена.

*Ответ:*  $C_3H_6$ .

6. При гидрировании смеси этана и этена объемом 1 дм<sup>3</sup> (н.у.) водородом, объем которого также равен 1 дм<sup>3</sup> (н. у.), получили новую смесь газов. Объем этой смеси равен 1,8 дм<sup>3</sup>. Определите объемную долю (%) этена в первоначальной смеси.

*Ответ:* 20 %.

7. При термическом расщеплении галогеналкана массой 0,314 г образовались галогеноводород и алкен. При пропускании галогеноводорода через раствор нитрата серебра образовался осадок темно-жел-



того вещества количеством 0,002 моль. Определите молекулярную формулу галогеналкана.

*Ответ:*  $C_2H_5I$ .

8. Определите массовую долю (%) пентена-2 в растворе, если известно, что при обработке бромом 10,0 г раствора пентена-2 в хлороформе получено 2,3 г 2,3-дибромпентана.

*Ответ:* 7 %.

9. Относительная плотность углеводорода по водороду равна 35. Массовая доля углерода в молекуле равна 85,71 %. Углеводород не обесцвечивает раствор перманганата калия, а при гидрировании в присутствии платины дает смесь двух веществ. Назовите вещество.

*Ответ:* этилциклопропан.

10. Определите объем этиленоксида, который получается при окислении смеси этилена и этана объемом 0,4 дм<sup>3</sup> (н. у.). Известно, что массовая доля этена в смеси 0,5, а практический выход этиленоксида равен 80 %.

*Ответ:* 0,16 дм<sup>3</sup>.

## **Т е м а 2. УГЛЕВОДОРОДЫ. АЛКИНЫ. АРЕНЫ**

### **Содержание темы**

Алкины и их номенклатура. Химические свойства алкинов: реакции присоединения водорода, галогенов. Реакции присоединения воды и галогеноводородов на примере ацетилена. Получение ацетилена.

Бензол. Особенности электронного строения молекулы бензола и его химические свойства (реакции замещения и присоединения).

Углеводороды в природе. Переработка нефти: перегонка и крекинг. Применение углеводородов. Понятие об октановом числе бензина.

### **Понятия, определения, формулы, свойства**

**Алкины** – ненасыщенные углеводороды, в молекулах которых имеется одна тройная связь  $C\equiv C$ . Общая формула алкинов  $C_nH_{2n-2}$ .

1. Первым представителем гомологического ряда алкинов является ацетилен (этин). Молекулярная формула ацетилена  $C_2H_2$ ,

а структурная  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ . Атомы углерода в молекуле расположены линейно и соединены между собой одной  $\sigma$ -связью и двумя  $\pi$ -связями. Расстояние между центрами атомов углерода 0,120 нм, угол связи  $180^\circ$ .

Изомерия алкинов зависит от строения углеродной цепи (изомерия цепи) и положения тройной связи в углеродной цепи (изомерия положения связи). Оба вида относятся к структурной изомерии.

2. Между алкинами и алкадиенами существует межклассовая изомерия.

3. Для ацетилен (алкинов), как и для алкенов, характерны реакции присоединения (гидрирование, гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация).

а) Галогенирование с образованием галогеналкенов и галогеналканов может протекать по схеме: этин  $\rightarrow$  1,2-дибромэтен  $\rightarrow$  1,1,2,2-тетрабромэтан. Реакция с бромной водой является качественной на алкины.

б) Реакция гидратации:

– ацетилен в присутствии солей ртути образует альдегид. Эта реакция носит название реакции Кучерова ( $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHO}$ );

– в условиях реакции Кучерова в реакцию с водой вступают гомологи ацетилена, с образованием кетонов ( $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ ).

4. Реакции окисления:

– полное окисление – горение ацетилена – реакция экзотермическая. Выделяющееся тепло используется для ацетиленовой сварки металлов ( $2\text{CH}\equiv\text{CH} + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$ );

– неполное окисление растворами  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Конечным продуктом реакции являются карбоновые кислоты ( $\text{CH}\equiv\text{CH} + (\text{O}) \rightarrow \text{HOOC}-\text{COOH}$  – щавелевая кислота).

5. Ацетилен взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра с образованием осадка ацетиленида серебра. Часто эту реакцию рассматривают как качественную реакцию на ацетилен. Реакция с раствором  $\text{KMnO}_4$  также является качественной на алкины.

6. Получение ацетилена:

– в промышленности ( $6\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HC}\equiv\text{CH} + 2\text{CO} + 10\text{H}_2$ );

– в лаборатории гидролизом карбида кальция

( $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

**Арены** – ароматические углеводороды, органические соединения, молекулы которых содержат одно или несколько бензольных колец.

1. Бензол (эмпирическая формула  $\text{C}_6\text{H}_6$ ) является простейшим представителем моноциклических аренов, общая формула которых  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ , где  $n > 6$ .

Молекула бензола представляет собой правильный плоский шестиугольник (формула Кекуле), где все связи в бензольном кольце имеют одинаковую длину 0,140 нм, а угол между связями у каждого атома углерода равен 120°. Все три  $\sigma$ -связи каждого атома углерода находятся в одной плоскости. Шесть  $p$ -орбиталей атомов углерода находятся в плоскости, перпендикулярной плоскости  $\sigma$ -связей. Каждое  $p$ -облако перекрывается двумя соседними  $p$ -облаками (боковое перекрывание). В результате такого перекрывания шести  $p$ -облаков образуется единая  $\pi$ -система, т. е. осуществляется круговая делокализация электронов. Такое электронное строение бензола объясняет особенности его свойств.

2. Бензол – легкокипящая ( $t_{\text{кипения}} 80^\circ\text{C}$ ) бесцветная нерастворимая в воде жидкость со своеобразным запахом. Бензол сильно токсичное вещество. При охлаждении он легко кристаллизуется в белую массу с температурой плавления 5,5 °C.

3. Для бензола и его гомологов характерны реакции замещения и реакции присоединения.

4. Реакции замещения:

– галогенирование (в присутствии катализаторов Fe, FeBr<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub> и др.) при комнатной температуре ( $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 (\text{FeBr}_3) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$ );

– нитрование (роль катализатора в данном случае играет концентрированная серная кислота  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HONO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ );

– алкилирование (с образованием гомологов бензола  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ).

5. Реакции присоединения:

– гидрирование ( $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$  – циклогексан);

– хлорирование при ультрафиолетовом облучении с образованием гексахлорциклогексана ( $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ ).

6. Реакции окисления: полное окисление ( $2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ).

Бензольное кольцо устойчиво к действию окислителей KMnO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

7. Получение бензола:

– в промышленности – перегонкой каменноугольной смолы, переработкой продуктов ректификации нефти;

– тримеризацией ацетилена ( $3\text{HC}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$ ).

– в лаборатории – перегонкой фенола с порошком цинка ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Zn} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + \text{ZnO}$ );

– декарбоксилированием соли бензойной кислоты ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{NaOH}_{\text{ТВ}} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

8. Другие гомологи данного гомологического ряда:  $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}_3$  – метилбензол (толуол),  $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{C}_2\text{H}_5$  – этилбензол,  $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  – изо-

пропилбензол (кумол) сходны с бензолом по физическим и некоторым химическим свойствам: нитрование, гидрирование, горение. В то же время они отличаются большей реакционной способностью и механизмом протекания некоторых реакций: галогенирование в боковой цепи (на свету), окисление перманганатом калия в кислой среде с образованием бензойной кислоты и др. Реакции замещения в более мягких условиях в положении 2,4,6.

9. Из кумола окислением получают фенол и ацетон (пропанон).

10. Для получения полимеров в химии широко используется стирол (винилбензол) – вещество, состав которого не соответствует общей формуле аренов, так как является более ненасыщенным, содержит в боковой цепи двойную связь:  $C_6H_5 \cdot CH=CH_2$ .

## Вопросы и задания

1. Укажите общие формулы гомологических рядов аренов и алкинов и структурные формулы первых гомологов.

2. Составьте структурные формулы всех возможных изомеров веществ состава  $C_8H_{10}$ ; назовите их по систематической номенклатуре.

3. Какие из веществ: 2-метил-бутен-1, винилбензол, этин, фенилпропен, бутadiен -1,3, бензол обесцвечивают бромную воду? Составьте уравнения возможных реакций; назовите продукты реакций по систематической номенклатуре.

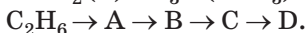
4. Какие из веществ, формулы которых  $C_2H_2$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_6H_5-C_2H_3$ ,  $C_4H_6$ ,  $C_3H_6$ , могут образовывать полимеры? Приведите примеры структурных звеньев этих полимеров, дайте названия.

5. Запишите уравнения реакций Зелинского, Кучерова.

6. Укажите виды гибридизации электронных облаков атомов углерода в молекулах бензола, пропина.

7. Получите метилбензол двумя способами.

8. Укажите формулы веществ, представленных в схеме превращений:



Назовите вещества по систематической номенклатуре.

9. Какой объем водорода (н.у.) выделится при каталитическом дегидрировании метилциклогексана массой 24,5 г, если реакция протекает с выходом 75 % от теоретически возможного?

10. Какой объем ( $cm^3$ ) раствора фенола в бензоле с массовой долей 9,4 % (плотность  $0,9 \text{ г}/cm^3$ ) должен прореагировать с металлическим

натрием, чтобы выделившегося водорода хватило на полное гидрирование ацетилена объемом  $1,12 \text{ дм}^3$  (н.у.).

11. Предложите два способа, при помощи которых путем множественных превращений можно из метана получить бензойную кислоту.

12. Из перечисленных веществ: бромная вода, металлический калий, водород в присутствии платины, аммиачный раствор оксида серебра, раствор перманганата калия – выберите те, с которыми будут взаимодействовать как бутин-1, так и бутен-2. Составьте уравнения химических реакций.

## Тестовые задания

### Часть А

1. Общая формула, отражающая состав аренов:

- а)  $C_nH_{2n+2}$ ;                      б)  $C_nH_{2n-6}$ ;  
в)  $C_nH_{2n}$ ;                        г)  $C_nH_{2n+2}O$ .

2. По систематической номенклатуре вещество строения  $CH_3CH_2CH(C_2H_5)C\equiv CH$  называют:

- а) 3-этилпентин-1;              б) 3-этилгексин-1;  
в) 3-пропил-пентин-4;        г) 3-этил-пентин-1.

3. Укажите формулу вещества, у которого тип гибридизации электронных облаков атомов углерода при кратных связях отличается от трех других предложенных веществ:

- а)  $CH_2=CH-CH=CH_2$ ;  
б)  $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$ ;  
в)  $CH_2=CH-CH_3$ ;  
г)  $CH\equiv CH$ .

4. Изомером бутина-1 является вещество строения:

- а)  $CH_3-CH_2-C\equiv CH_3$ ;  
б)  $CH\equiv C-CH_3$ ;  
в)  $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ ;  
г)  $CH_2=CH-CH=CH_2$ .

5. Альдегид можно получить при взаимодействии следующих веществ:

- а)  $CH_4 + H_2O$ ;  
б)  $CH_2=CH_2 + H_2O$ ;  
в)  $CH\equiv CH + H_2O(HgSO_4)$ ;  
г)  $CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2$ .

6. Веществу состава  $C_5H_8$  соответствует (без учета пространственных) число изомеров:

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

7. Кетон можно получить при соответствующих условиях в результате взаимодействия следующих веществ:

- а)  $HC\equiv C-CH_3 + H_2O$ ;  
б)  $CH_2=CH_2 + H_2O$ ;  
в)  $CH\equiv CH + H_2O$ ;  
г)  $CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2$ .

8. Бензол не реагирует, а ацетилен реагирует:

- а) с бромной водой;                      б) хлором;  
в) азотной кислотой;                      г) водородом.

9. В промышленности ацетилен получают по реакции:

- а)  $C_2H_4 + H_2$ ;                      б)  $CH_2=CH_2 + O_2$ ;  
в)  $CH_4 + O_2$ ;                      г)  $BaC_2 + H_2O$ .

10. Тетрахлорэтан получают в результате реакции:

- а)  $C_2H_2 + 2Cl_2$ ;                      б)  $C_2H_4 + HCl$ ;  
в)  $C_2H_6 + Cl_2$ ;                      г)  $C_6H_6 + Cl_2$ .

11. Кратные связи имеются в молекулах веществ:

- а) изопрена и этина;                      б) бутадиена-1,3 и метана;  
в) бензола и бутана;                      г) пропadiens и пропана.

12. Схема реакции замещения:

- а)  $n(CH_2=CH-CH=CH_2)$ ;                      б)  $CH\equiv CH + HCl$ ;  
в)  $CH\equiv CH + Ag_2O$ ;                      г)  $C_6H_6 + H_2$ .

13. Общие молекулярные формулы, отражающие соответственно состав алкинов и аренов, записаны в ряду:

- а)  $C_nH_{2n-2}$  и  $C_nH_{2n-2}$ ;  
б)  $C_nH_{2n}$  и  $C_nH_{2n-2}$ ;  
в)  $C_nH_{2n-2}$  и  $C_nH_{2n-6}$ ;  
г)  $C_nH_{2n}$  и  $C_nH_{2n}$ .

14. Бензол при определенных условиях взаимодействует с водородом так же, как и:

- а) метан;                      б) гексан;  
в) резина;                      г) этилен.

**15.** В настоящее время в промышленности бутадиен получают:

- а) дегидрированием и дегидратацией этанола;
- б) дегидрированием бутана;
- в) дегидрированием 2-метилбутана;
- г) полимеризацией этилена.

**16.** В результате реакции  $\text{CH}_4 + \text{O}_2$  образуются:

- а)  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ;
- б)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ;
- в)  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ;
- г)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ .

**17.** В результате реакции дегидроциклизации 1 моль гексана образуются:

- а) циклогексан и водород химическим количеством 4 моль;
- б) циклогексан и 3 моль водорода химическим количеством 4 моль;
- в) бензол и водород химическим количеством 5 моль;
- г) бензол и водород химическим количеством 4 моль.

**18.** Бутин-2 вступает в реакцию гидрирования, как и:

- а) пентан и 2-метилбутан;
- б) бутан и метан;
- в) циклобутан и 2,3-диметилпентен-1;
- г) хлорэтан и этин.

**19.** Неверно записано следующее уравнение:

- а)  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}_2\text{—CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{—CH=CH}_2 + \text{H}_2$ ;
- б)  $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2$ ;
- в)  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} + \text{HBr}$ ;
- г)  $\text{R—C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{R—CH=CH}_2$ .

**20.** Бензол используют для получения:

- а) стирола, фенола, этилбензола;
- б) резины, ацетилена, кумола;
- в) нитробензола, анилина, гексана;
- г) циклогексана, ацетилена, углерода.

**21.** Укажите неверное утверждение:

- а) тримеризация ацетилена протекает на активированном угле;
- б) в отличие от алкенов, для протекания реакции присоединения галогенов бензолом необходимо облучение светом;
- в) алкины в реакциях гидратации всегда образуют альдегиды;
- г) в промышленности ацетилен получают из метана.

**22.** Ацетилен вступает в реакции присоединения так же, как и все вещества ряда:

- а) бутадиен-1,3, этен, пентан;
- б) бензол, пропен, изопрен;
- в) этилен, бутен-2, циклогексан;
- г) бутин, циклогексан, гептан.

**23.** Бензол так же, как и метан, реагирует, а ацетилен – нет с веществом, формула которого:

- а)  $O_2$ ;
- б)  $HCl$ ;
- в)  $Cl_2$ ;
- г)  $HNO_3$ .

**24.** В реакцию полимеризации могут вступать все вещества ряда:

- а) стирол, пропен, 2-метилбутан;
- б) бутадиен-1,3, хлорэтен, бромэтан;
- в) бутадиен-1,2, пропилен, бензол;
- г) стирол, этилен, изопрен.

**25.** Формулы веществ, которые реагируют последовательно с бензолом, ацетиленом, бутадиеном-1,3, записаны в ряду:

- а)  $H_2$ ,  $C_2H_2$ ,  $Br_2$ ;
- б)  $HNO_3$ ,  $H_2$ ,  $CH_3I$ ;
- в)  $NaCl$ ,  $HCl$ ,  $C_2H_4$ ;
- г)  $H_2O$ ,  $Cl_2$ ,  $C_2H_2$ .

**26.** Число  $\sigma$ -связей в молекуле винилбензола (стирола) равно:

- а) 13;
- б) 8;
- в) 14;
- г) 16.

**27.** Число реагентов из перечисленных: натрий, раствор перманганата калия, бромная вода, гидроксид натрия, оксид серебра, с которыми может взаимодействовать ацетилен, равно:

- а) 2;
- б) 3;
- в) 4;
- г) 5.

**28.** При взаимодействии спиртового раствора щелочи с хлорсодержащим соединением образовался бутин-1. Название исходного вещества:

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

**29.** Формулы веществ  $A_1$  и  $A_3$ , которые можно получить в результате следующих одностадийных превращений:  $CH_4 \rightarrow A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3$ , записаны в ряду:

- а)  $C$  и  $CH_3OH$ ;
- б)  $C_2H_4$  и  $CH_3CHO$ ;
- в)  $C_2H_2$  и  $CH_3COOH$ ;
- г)  $C_2H_4$  и  $C_2H_5OH$ .



## Часть В

*Вариант 1. Установить соответствие:*

а) между формулой состава алкинов или аренов и числом их изомерных моноклорпроизводных:

Название вещества	Число изомерных моноклорпроизводных:	
а) $C_4H_5Cl$	1) 1	2) 5
б) $C_7H_7Cl$	3) 7	4) 4
в) $C_2HCl$	5) 2	6) 3
г) $C_6H_5Cl$		

б) между схемой реакции и названием ее продуктов:

Схема реакции	Названия продуктов
а) $C_2H_2 + HCl \rightarrow$	1) пропин
б) $C_3H_4 + 2Cl_2(CCl_4) \rightarrow$	2) альдегид
в) $C_3H_5Cl + KOH_{\text{спирт}} \rightarrow$	3) 1,1,2,2, тетрахлорпропан
г) $C_2H_2 + HON(Hg^{2+}) \rightarrow$	4) винилхлорид
	5) 1,2,3,3 тетрахлорпропан
	6) кетон

*Вариант 2. Укажите последовательность цифр, соответствующих полному правильному ответу.*

а) Для проведения реакций  $CH_3COONa \rightarrow CH_4 \rightarrow X \rightarrow ClHC=CH_2$  нужно использовать последовательно на этапах 1, 2, 3 следующие вещества и условия:

- 1)  $NaOH(p-p)$ ;    2)  $t — 1500\text{ }^\circ C$ ;  
 3)  $t$ ;    4)  $O_2$ ;  
 5)  $NaOH_{\text{ТВ}}, t$ ;    6)  $HCl$ .

б) Общая формула состава  $C_nH_{2n-2}$  может соответствовать:

- 1) алканам; 2) аренам;  
 3) циклоалкенам; 4) алкадиенам;  
 5) циклоалкинам; 6) алкинам.

## Задачи

1. Плотность паров некоторого соединения по воздуху равна 1,862. Массовая доля углерода в молекуле составляет 88,88 %. Определите молекулярную формулу соединения.

*Ответ:*  $C_4H_6$ .

2. При нитровании гомолога бензола массой 4,6 г получили мононитросоединение массой 6,85 г. Определите формулу гомолога, в ответе приведите его название.

*Ответ:* толуол.

3. Какой объем ацетилена (н.у.) понадобится для получения поливинилхлорида массой 1 кг, если выход продукта реакции равен 89 % ?

*Ответ:* 402,7 дм<sup>3</sup>.

4. Смесь этана и ацетилена объемом 250 дм<sup>3</sup> (н.у.) присоединяет водород объемом 268 дм<sup>3</sup>, причем ацетилен гидрируется полностью. Какова объемная доля (%) ацетилена в исходной смеси?

*Ответ:* 53,6 %.

5. Вычислите, какой объем этина необходимо взять для получения такого количества бензола, при нитровании которого образуется нитробензол объемом 1,75 дм<sup>3</sup> (плотность 1,2 г/см<sup>3</sup>). Массовая доля выхода нитробензола составляет 85 % от теоретически возможного.

*Ответ:* 1,334 м<sup>3</sup>.

6. К смеси этина и этена химическим количеством 2,5 моль добавили водород количеством 6,4 моль. После пропускания смеси над платиновым катализатором объем ее уменьшился на 33,6 %. Найдите объемный состав получившейся смеси.

*Ответ:* 11,2 дм<sup>3</sup> – этин; 44,8 дм<sup>3</sup> – этен.

7. После сгорания и приведения к нормальным условиям смеси газов, которая состоит из 150 см<sup>3</sup> ненасыщенного углеводорода и 375 см<sup>3</sup> кислорода, объем газов стал равным 300 см<sup>3</sup>. Определите формулу исходного ненасыщенного углеводорода, если известно, что кислород вступил в реакцию полностью. В ответе приведите его название.

*Ответ:* этин.

8. Для сжигания смеси этана и ацетилена объемом 10 дм<sup>3</sup> (н.у.) израсходовано 138,1 дм<sup>3</sup> воздуха. Определите объемную долю (%) ацетилена в смеси.

*Ответ:* 40 %.

9. В результате тримеризации ацетилена, входящего в состав смеси ацетилена и водорода объемом  $55 \text{ дм}^3$  (н.у.), получен бензол, объем которого  $22 \text{ см}^3$  (плотность  $0,8 \text{ г/см}^3$ ). Определите объемную долю (%) ацетилена в смеси.

*Ответ:* 27,6 %.

10. Смесь паров бензола с этаном и этеном имеет плотность, равную  $1,696 \text{ г/дм}^3$ . Такая смесь количеством 1 моль взаимодействует с  $12,6 \text{ г}$  брома, растворенного в хлороформе. Вычислите количественный состав смеси.

*Ответ:* 0,073 моль этана, 0,01 моль этена, 0,017 моль бензола.

## Т е м а 3. СПИРТЫ. ФЕНОЛЫ

### Содержание темы

Насыщенные одноатомные спирты. Строение молекул и номенклатура. Химические свойства одноатомных спиртов (реакции замещения, дегидратации и окисления). Получение и применение этанола.

Понятие о многоатомных спиртах. Этиленгликоль. Глицерин: взаимодействие с гидроксидом меди(II) и азотной кислотой. Применение этиленгликоля и глицерина.

Понятие о фенолах. Фенол, строение молекулы. Химические свойства фенола: взаимодействие со щелочами, щелочными металлами и бромной водой. Применение фенола и его производных. Опасность загрязнения окружающей среды промышленными отходами, содержащими фенол.

### Понятия, определения, формулы, свойства

1. **Спиртами** называются производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу OH.

2. В зависимости от числа гидроксильных групп, замещающих атомы водорода в углеводородах, различают спирты одноатомные и многоатомные.

К **многоатомным** спиртам относят спирты, в молекулах которых содержится несколько гидроксильных групп. Существуют спирты

двухатомные ( $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ), трехатомные ( $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHON}-\text{CH}_2\text{OH}$ ), четырех-, пяти-, шестиатомные.

В соответствии со строением углеводородной группы различают спирты: насыщенные ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), ненасыщенные ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ), ароматические ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ ).

3. Общая формула одноатомных спиртов  $\text{R}-\text{OH}$ , где  $\text{R}$  означает углеводородную группу. Химический состав и строение спиртов выражается общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ , общая молекулярная формула  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ .

Насыщенные одноатомные спирты содержат в молекуле две полярные связи:  $\text{C}-\text{O}$  и  $\text{O}-\text{H}$ . Полярность связи  $\text{O}-\text{H}$  выше, чем связи  $\text{C}-\text{O}$ , поэтому атом водорода гидроксильной группы отличается от всех остальных атомов водорода алкильной группы большей подвижностью.

4. Некоторые физические свойства первичных спиртов, такие как агрегатное состояние, температуры кипения и плавления, относительная плотность, заметно отличаются от свойств алканов в связи с наличием межмолекулярных водородных связей. Низшие спирты хорошо растворимы в воде, так как молекулы спирта легко образуют водородные связи с молекулами воды.

5. Реакции спиртов в зависимости от реагента и условий проведения могут протекать с разрывом связи  $\text{O}-\text{H}$  или  $\text{C}-\text{O}$ .

6. К реакциям, протекающим с разрывом связи  $\text{O}-\text{H}$ , относятся реакции замещения:

- реакции с активными металлами с образованием алкоголятов металлов ( $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$ ), алкоголяты подвергаются гидролизу ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH}$ );

- реакции с минеральными или органическими кислотами с образованием сложных эфиров ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ).

7. К реакциям, протекающим с разрывом связи  $\text{C}-\text{O}$ , относятся также реакции замещения:

- реакции с галогеноводородами с образованием галогеналканов ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ );

- реакции с аммиаком с образованием аминов ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

8. К реакциям отщепления относятся:

- внутримолекулярная дегидратация спиртов с образованием алкенов в присутствии концентрированной серной кислоты при нагревании реакционной смеси выше  $140^\circ\text{C}$  ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ );

- дегидрирование первичных спиртов с образованием альдегидов ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2$ ).

## 9. Окисление спиртов:

– неполное окисление первичных спиртов под действием окислителей ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{O}_2$  в присутствии катализатора) приводит к образованию альдегидов ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ );

– при горении происходит образование углекислого газа и воды ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + Q$ ).

## 10. Получение спиртов:

– в промышленности спирты получают присоединением воды к алкенам ( $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R}-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ );

– гидрированием  $\text{CO}$  ( $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ );

– в лаборатории – щелочным гидролизом галогеналканов ( $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{KOH}_{\text{водн}} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ );

– гидрированием карбонильных соединений ( $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ).

**Многоатомные спирты:** гликоли  $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{OH})_2$ , глицерины  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}(\text{OH})_3$  – это спирты, содержащие в молекуле две и более гидроксильных группы, находящихся при разных атомах углерода.

1. Представителем двухатомных спиртов (гликолей) является этиленгликоль (этандиол 1,2):  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ . Это бесцветная густая жидкость, ядовитая, с водой смешивается в любых соотношениях. Простейшим представителем гомологического ряда трехатомных насыщенных спиртов (глицеринов) является глицерин  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$  (пропантриол-1,2,3).

2. Химические свойства этиленгликоля и глицерина аналогичны свойствам насыщенных одноатомных спиртов. Они реагируют с активными металлами, галогеноводородами, кислотами.

В отличие от одноатомных спиртов взаимодействуют с гидроксидами некоторых металлов. Реакция с гидроксидом меди(II) рассматривается как качественная реакция на обнаружение многоатомных спиртов. В реакциях гликолей и глицеринов со свежеосажденным гидроксидом меди (II) образуется раствор ярко-синего цвета.

3. Получают глицерин при гидролизе жиров и синтетическим способом из пропена.

**Фенолы** относят к гидроксилпроизводным органическим соединениям, содержащим одну или несколько гидроксильных групп, связанных непосредственно с бензольным кольцом. Первым представителем этого класса является фенол:  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , где  $\text{C}_6\text{H}_5$  – фенильная группа:

1. Под влиянием фенильной группы неподеленная электронная пара атома кислорода гидроксильной группы оказывается как бы втянутой в бензольное кольцо. В силу этого химическая связь  $\text{O}-\text{H}$

более полярна, чем в спиртах. Поэтому атом водорода в гидроксильной группе становится более подвижным и реакционно-способным и его отрыв в процессе химических реакций становится легче.

2. Фенол проявляет слабокислотные свойства (его иногда называют «карболовая кислота»). Взаимодействует с активными металлами с образованием фенолятов ( $2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$ ), со щелочами также образуются феноляты ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ ). Феноляты легко разлагаются при действии кислот, даже такой слабой кислоты, как угольная кислота ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaHCO}_3$ ).

3. Гидроксильная группа также оказывает влияние на бензольное кольцо. Поэтому реакции замещения в кольце идут в наиболее активных положениях 2, 4, 6 и в более мягких условиях, чем бензола. Реакции в бензольном кольце фенола протекают легче, чем у бензола. Реакции галогенирования (замещения), в частности бромирование, происходят легко даже при действии раствора брома в четыреххлористом углероде ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_3\text{ONBr}_3 + 3\text{HBr}$ ). Эта реакция часто используется для качественного определения фенола. При действии на фенол концентрированной азотной кислоты три атома водорода в бензольном кольце замещаются на нитрогруппу ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_3\text{ON}(\text{NO}_2)_3$ ). Фенол так же, как и бензол, вступает в реакцию гидрирования (реакция присоединения) с образованием циклогексанола ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$ ).

4. Фенол получают из продуктов коксования каменного угля, синтетическим путем из хлорбензола ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ), окислением изопропилбензола (кумола) ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2 + (\text{O}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ ).

## Вопросы и задания

1. Составьте максимально возможное число изомеров, имеющих формулу  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ .

2. Составьте уравнения реакций окисления пропанола-1 и пропанола-2. Назовите продукты окисления.

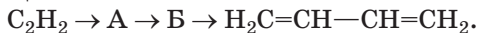
3. Укажите общие формулы насыщенных одно-, двух- и трехатомных спиртов. Приведите примеры первых гомологов каждого ряда.

4. Почему все спирты являются жидкостями? Как изменяется плотность спиртов с возрастанием числа групп  $\text{OH}$  в молекуле? Почему?

5. Приведите доказательства того, что спирты проявляют более слабые кислотные свойства, чем вода.

6. Составьте уравнения возможных химических реакций при нагревании смеси пропанола и этанола с концентрированной серной кислотой, назовите продукты реакций.

7. Приведите формулы возможных веществ А и Б в схеме превращений:



8. Составьте уравнения химических реакций, при помощи которых путем множественных превращений из метана можно получить фенолят натрия.

9. Массовая доля насыщенного одноатомного спирта в растворе равна 0,32, а молярное соотношение спирта и воды 1:3,77. Определите формулу спирта.

10. Из предложенных веществ  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{FeCl}_3$  выпишите отдельно формулы тех, с которыми взаимодействуют: а) этанол; б) этиленгликоль; в) фенол.

11. Составьте формулы веществ с 8 атомами углерода и приведите названия, если их общие формулы:  $\text{C}_n\text{H}_{2n-8}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}\text{O}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ .

12. Предложите по три способа получения одноатомных, двухатомных спиртов, одноатомного фенола.

## Тестовые задания

### Часть А

1. Общая формула, отражающая химическое строение насыщенных одноатомных спиртов:

- а)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ ;
- б)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ;
- в)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ ;
- г)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{OH})_2$ .

2. К насыщенным одноатомным спиртам относится:

- а) глицерин;
- б) этиленгликоль;
- в) 3-метилбутанол-1;
- г) 2-метилпентен-2.

3. По систематической номенклатуре спирт строения  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$  называют:

- а) 2-метилпентанол-5;
- б) 2,3-диметилбутанол-1;
- в) 3-изопропилпропанол-1;
- г) 4-метилпентанол-1.

4. По отношению к этанолу бутанол является:
- а) изомером спиртов;
  - б) гомологом;
  - в) изомером другого класса веществ;
  - г) веществом другого класса.
5. Веществу состава  $C_4H_{10}O$  (без учета пространственных изомеров) отвечает число изомерных спиртов:
- а) 2;
  - б) 3;
  - в) 4;
  - г) 5.
6. С помощью свежееосажденного гидроксида меди(II) при обычных условиях можно определить:
- а) этанол и пропанол;
  - б) бензол и фенол;
  - в) глицерин и этиленгликоль;
  - г) этиленгликоль и метанол.
7. Гомологом бутанола-1 не является одно из веществ следующей пары:
- а) этанол и этиленгликоль;
  - б) метанол и 2-метилпропанол-1;
  - в) глицерин и фенол;
  - г) амиловый спирт и пропанол.
8. Функциональную (-ные) группу (-ы) —ОН содержат:
- а) фенол и бензол;
  - б) фенол и этиленгликоль;
  - в) пропанол и этилен;
  - г) бутан и глицерин.
9. Фенол взаимодействует, а этанол практически не взаимодействует с веществом, формула которого:
- а)  $Na$ ;
  - б)  $KOH$ ;
  - в)  $HNO_3$ ;
  - г)  $CH_4$ .
10. Только метанол в промышленности получают реакцией:
- а) присоединения воды к алкенам;
  - б) гидролизом галогеналканов;
  - в) гидрированием оксида углерода(II);
  - г) гидрированием альдегида.
11. Формулы той пары веществ, с которыми реагирует этанол:
- а)  $HCl$  и  $H_2$ ;
  - б)  $CH_3COOH$  и  $HBr$ ;
  - в)  $HNO_3$  и  $H_2O$ ;
  - г)  $Na$  и  $KOH$ .



**12.** Вещество, из которого можно получить фенол не более, чем в две стадии:

- а) пропен; б) циклогексан;  
в) этин; г) метан.

**13. Реакция внутримолекулярной дегидратации невозможна для веществ:**

- а) этанола и бутанола;  
б) глицерина и пропанола;  
в) фенола и бутанола-1;  
г) метанола и фенола.

**14. В результате реакций:**

1)  $\text{R}-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH}_{\text{водн}}$  и 2)  $\text{R}-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH}_{\text{спирт}}$  возможно получить:

- а) 1) алкен, 2) насыщенный одноатомный спирт;  
б) 1) двухатомный спирт, 2) алкен;  
в) 1) насыщенный одноатомный спирт, 2) алкен;  
г) 1) алкен, 2) алкан.

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

- а) с калием и азотной кислотой;  
б) уксусной кислотой и натрием;  
в) гидроксидом меди(II) и водой;  
г) гидроксидом натрия и бромной водой.

**16. Неверно записано уравнение реакции:**

- а)  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$ ;  
 б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} + 3\text{HBr}$ ;  
 в)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OBr} + \text{H}_2$ ;  
 г)  $\text{CH}_3\text{ONa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaOH}$ .

17. Глицерин и этанол взаимодействуют, а фенол – нет с веществом, формула которого:

- а)  $\text{HNO}_3$ ; б)  $\text{HCl}$ ;  
в)  $\text{Br}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; г)  $\text{Na}$ .

**18. Реакции замещения возможны между веществами ряда:**

- а)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{Na}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ;  
 б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{Br}_2$  и  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + \text{HCl}$ ;  
 в)  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2$  и  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH}$ ;  
 г)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HBr}$  и  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

**19.** В реакции замещения вступают все вещества ряда:

- а) метанол, фенол, бензол;  
б) этанол, пропен, метан;  
в) глицерин, этиленгликоль, полиэтилен;  
г) фенол, 2-метилпропанол-1, бутен-2.

**20.** Фенол реагирует с тремя из четырех веществ, записанных в ряду:

- а) гидроксид калия, калий, этан, гидроксид меди(II);
- б) вода, калий, оксид магния, метанол;
- в) бромная вода, азотная кислота, натрий гидроксид, гидроксид меди(II);
- г) натрий, метан, серная кислота, этанол.

**21.** Насыщенные одноатомные спирты реагируют со всеми веществами, формулы которых записаны в ряду:

- а)  $C_3H_7COOH$ ,  $O_2$ ,  $HBr$ ;
- б)  $Br_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_2=CH_2$ ;
- в)  $HCl$ ,  $Na$ ,  $C_2H_6$ ;
- г)  $HBr$ ,  $H_2$ ,  $HCOOH$ .

**22.** Реакцией отщепления по классификации органических реакций является реакция:

- а) гидратации алкенов;
- б) дегидратации спиртов;
- в) гидролиза галогенпроизводных;
- г) хлорирования алканов.

**23.** Укажите название пикриновой кислоты по систематической номенклатуре:

- а) 3-нитробензойная кислота;
- б) 2,4,6-тринитрофенол;
- в) пентанитрофенол;
- г) 1,3,5-тринитрофенол.

**24.** Даны реагенты: натрий, бромоводород, оксид меди(II), раствор бихромата натрия, метанол, этановая кислота. Число веществ, которые при соответствующих условиях могут реагировать с бензиловым спиртом, равно:

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

**25.** Укажите основной продукт реакции бутанола-1 количеством 2 моль с серной кислотой количеством 1 моль при температуре до  $5^\circ C$ :

- а)  $CH_3CH_2CH_2CH_2OSO_3H$ ;
- б)  $(CH_3CH_2CH_2CH_2O)_2SO_2$ ;
- в)  $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ ;
- г)  $(CH_3CH_2CH_2CH_2OH)_2SO_2$ .

26. Число изомерных веществ с молекулярной формулой  $C_4H_{10}O$  равно:

- а) 3  
в) 5;  
б) 4;  
г) 7.

27. Изомером бутанола-1 не является:

- а) 2,2-диметилбутанол-1;  
б) бутанол-2;  
в) *трет*-бутиловый спирт;  
г) 2-метилпропанол-2.

28. Глицерин не реагирует:

- а) с сульфатом калия;  
в) азотной кислотой;  
б) натрием;  
г) гидроксидом меди(II).

29. При нагревании пропанола-1 с концентрированной серной кислотой при температуре до  $140^{\circ}C$  образуется вещество, формула которого:

- а)  $H_3C-CH=CH_2$ ;  
б)  $H_3C-O-C_2H_5$ ;  
в)  $H_3C-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$ ;  
г)  $H_3C-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_3$ .

30. Укажите молярную массу (г/моль) органического вещества X, являющегося конечным продуктом цепочки превращений  $C_2H_5OH + Na \rightarrow \dots + HCl \rightarrow \dots + HCl \rightarrow X$ :

- а) 55,5;  
в) 64;  
б) 64,5;  
г) 58.

## Часть В

*Вариант 1.* Установить соответствие:

а) между формулой вещества и названием продукта реакции его дегидратации:

Формулы веществ	Названия продуктов реакции дегидратации
а) $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$	1) бутен-1
б) $CH_3CH(CH_3)CH_2OH$	2) смесь бутена-1 и бутена-2
в) $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	3) кетон (бутанон)
г) $CH_3CH_2CH_2OH$	4) пропандиол-1,2
	5) пропен
	6) 2-метилпропен

б) между формулой простого эфира и названиями спиртов, из которых они получены:

Формулы простых эфиров	Названия спиртов
а) $C_2H_5OCH_2CH_3$ б) $C_3H_5OC_6H_5$ в) $CH_3OCH_2C_6H_5$ г) $CH_3OCH_3$	1) бензиловый спирт и метанол 2) метанол 3) этаноат и метиловый спирт 4) пропенол и фенол 5) этанол 6) аллиловый спирт и бензол

*Вариант 2.* Укажите последовательность цифр, соответствующих полному правильному ответу.

а) Фенол в лаборатории и промышленности получают:

- 1) окислением толуола;
- 2) окислением кумола;
- 3) взаимодействием хлорбензола с гидроксидом натрия;
- 4) вытеснением из фенолята натрия углекислым газом;
- 5) из каменноугольной смолы;
- 6) гидролизом фенолфталеина.

б) Вещества, которые реагируют с пропанолом, записаны в рядах:

- 1) кислород, оксид меди, серная кислота;
- 2) цинк, этанол, карбонат калия;
- 3) хлор, гидроксид натрия, оксид магния;
- 4) кислород, бутанол, хлороводород;
- 5) сульфат натрия, тристеарин, кислород;
- 6) натрий, аммиак, пятихлористый фосфор.

## Задачи

1. В составе неизвестного органического вещества массовые доли углерода и водорода соответственно равны 52,2 и 13,0 %. Масса 1 дм<sup>3</sup> газа (н.у.) равна 2,05 г. Установите молекулярную формулу вещества, если известно, что оно не взаимодействует с металлическим натрием.

*Ответ:*  $CH_3OCH_3$  (диметиловый эфир).

2. Определите массу фенола, полученного гидролизом 34,54 кг бромбензола, считая, что выход продукта реакции равен 60 %.

Ответ: 12,408 кг.

3. При взаимодействии насыщенного одноатомного спирта с бромоводородом образуется соединение, массовая доля брома в составе которого равна 0,5298. Определите молекулярную формулу спирта.

Ответ:  $C_5H_{11}OH$ .

4. При действии избытка бромной воды на раствор фенола в этаноле массой 29,02 г выпал осадок массой 82,75 г. Определите, сколько (по массе) металлического натрия необходимо взять для реакции с аналогичным раствором такой же массы.

Ответ: 8,51 г.

5. Какой объем пропана образуется при нагревании масляной кислоты массой 22 г с избытком гидроксида натрия?

Ответ: 3,36 дм<sup>3</sup>.

6. Газ, образовавшийся при действии избытка раствора оксида серебра на раствор муравьиной кислоты массой 150 г с массовой долей кислоты 15 %, пропустили через раствор гидроксида кальция. Определите массу образовавшегося осадка.

Ответ: 48,9 г.

7. Определите молекулярную формулу органического вещества, состоящего из углерода, водорода и кислорода, если известно, что на полное сгорание вещества потребуется 120,96 дм<sup>3</sup> (н. у.) кислорода, при этом образуются углекислый газ массой 158,4 г и вода массой 86,4 г.

Ответ:  $C_3H_7OH$ .

8. Массовая доля одноатомного насыщенного спирта в растворе равна 0,32, а молярное отношение спирта и воды равно 1:3,77. Определите молекулярную формулу спирта.

Ответ:  $CH_3OH$ .

9. Избытком металлического калия подействовали на смесь метанола и пропанола-1, взятой массой 10,6 г. Водород, выделившийся в процессе реакции, смешали с угарным газом, объем которого равен 3,36 дм<sup>3</sup> (н. у.) Плотность смеси газов равна 0,786 г/дм<sup>3</sup> (н. у.). Определите количественное соотношение спиртов в первоначальной смеси.

Ответ: 1 : 3.

10. Калий массой 585 мг полностью растворили в смеси метанола и этанола. Укажите объем газа (см<sup>3</sup>, н.у.), который выделился при этом.

Ответ: 168 см<sup>3</sup>.

## **Тема 4. АЛЬДЕГИДЫ. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ**

### **Содержание темы**

Альдегиды и их номенклатура. Особенности строения карбонильной группы. Химические свойства (реакции окисления и присоединения). Получение и применение уксусного альдегида.

Карбоновые кислоты. Их номенклатура. Строение карбоксильной группы. Химические свойства: взаимодействие с металлами, основаниями, солями, спиртами. Представители карбоновых кислот: уксусная, стеариновая, олеиновая. Получение уксусной кислоты. Применение уксусной, стеариновой и олеиновой кислот.

Сложные эфиры и их номенклатура. Строение молекул. Получение сложных эфиров и их гидролиз. Применение сложных эфиров.

Жиры как представители сложных эфиров, их роль в природе и свойства. Химическая переработка жиров. Мыла.

### **Понятия, определения, формулы, свойства**

**Альдегиды** относятся к органическим соединениям, молекулы которых содержат карбонильную группу, связанную с атомом водорода. Группа атомов называется альдегидной и является функциональной группой альдегидов.

1. Общая формула альдегидов  $R-CHO$ . В соответствии со строением углеводородной группы различают альдегиды: насыщенные ( $CH_3CHO$ ), ненасыщенные ( $H_2C=CH-CHO$ ), ароматические ( $C_6H_5CHO$ ).

2. Изомерия насыщенных альдегидов в пределах класса представлена структурной изомерией. Первые три члена гомологического ряда метаналь, этаналь, пропаналь изомеров не имеют. Названия насыщенных альдегидов по систематической номенклатуре образуются от названий соответствующих алканов с добавлением суффикса *-аль*.

Альдегиды и кетоны с одинаковым числом углеродных атомов являются изомерами (пропаналь-пропанон).

3. Альдегиды чрезвычайно реакционно-способные вещества. Многие реакции протекают без нагревания и повышения давления. Особенно характерны для альдегидов реакции, которые протекают с участием карбонильной группы. Для альдегидов характерны реакции присоединения и окисления.

4. Присоединение водорода (гидрирование) с образованием первичных спиртов. Реакцию присоединения водорода к альдегидам называют восстановлением ( $RCHO + H_2 \rightarrow R-CH_2OH$ ).

5. Альдегиды окисляются до карбоновых кислот окислителями: – бихроматом калия, перманганатом калия, кислородом воздуха в присутствии катализатора ( $CH_3CHO + O \rightarrow CH_3COOH$ );

– аммиачным раствором оксида серебра(I). Взаимодействие с аммиачным раствором оксида серебра(I) – «реакция серебряного зеркала» – протекает при нагревании. Это качественная реакция на альдегиды ( $CH_3CHO + Ag_2O \rightarrow CH_3COOH + 2Ag\downarrow$ );

– взаимодействием со свежеприготовленным гидроксидом меди(II) при слабом нагревании. Данная реакция также считается качественной на альдегидную группу ( $CH_3-CHO + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_3-COOH + Cu_2O + 2H_2O$ ).

6. Формальдегид при нагревании в щелочной среде реагирует с фенолом с образованием высокомолекулярных фенолформальдегидных смол. В результате реакции поликонденсации образуются высокомолекулярный продукт и низкомолекулярный – вода ( $nC_6H_5OH + nHCHO \rightarrow (-C_6H_5(OH)-CH_2-)_n + nH_2O$ ).

7. Получают альдегиды:

– реакциями окисления алкенов в присутствии катализатора солей палладия ( $2CH_2=CH_2 + O_2 \rightarrow 2CH_3-CHO$ );

– каталитическим дегидрированием первичных спиртов в присутствии меди или платины ( $R-CH_2OH \rightarrow R-CHO$ );

– гидролизом дигалогеналканов, содержащих атомы галогена при первичном атоме углерода ( $R-CHCl_2 + H_2O \rightarrow RCHO + 2NaCl$ );

– окислением спиртов, гидратацией ацетилена в присутствии солей ртути(II):  $CH\equiv CH + H_2O \rightarrow CH_3-CHO$  (реакция Кучерова).

**Карбоновые кислоты** – это органические вещества, в молекулах которых содержится одна или несколько функциональных групп (карбоксильных  $-COOH$ ), соединенных с углеводородной группой (или с водородом в случае муравьиной кислоты  $HCOOH$ ).

1. Разнообразие кислот обусловлено как строением углеводородной группы, так и числом функциональных групп в молекуле. Карбоновые кислоты бывают насыщенные, ненасыщенные, ароматические. В зависимости от числа карбоксильных групп в молекуле, карбоновые кислоты, как и неорганические, подразделяются на одноосновные, двухосновные и трехосновные.

2. Насыщенные одноосновные карбоновые кислоты – это органические вещества, в молекулах которых содержится одна функциональная карбоксильная группа  $-COOH$ , соединенная с алкильной группой или водородом (в случае муравьиной кислоты ( $HCOOH$ )).

3. Химический состав насыщенных кислот  $C_nH_{2n}O_2$ , строение кислот выражается общей формулой  $C_nH_{2n+1}COOH$  (или  $R-COOH$ ). Функциональная группа кислот сочетает в себе карбонильную (CO) и гидроксильную (OH) группы.

4. Кислоты проявляют как общекислотные свойства за счет ионов водорода (с металлами, основными оксидами, основаниями, солями), так и присущие только карбоновым кислотам (реакции со спиртами, галогенирование).

5. Муравьиная кислота. В составе муравьиной кислоты можно также выделить альдегидную группу наряду с карбоксильной, поэтому она вступает не только в реакции, характерные для карбоновых кислот, но и для альдегидов. Она легко окисляется аммиачным раствором оксида серебра(I) и гидроксидом меди(II) до углекислого газа ( $HCOOH + Ag_2O \rightarrow 2Ag\downarrow + CO_2 + H_2O$ ). Муравьиная кислота под действием концентрированной серной кислоты разлагается на оксид углерода(II) и воду.

6. Получают кислоты:

- в промышленности окислением алканов кислородом воздуха в присутствии катализатора ( $2C_4H_{10} + 5O_2 \rightarrow 4CH_3COOH + 2H_2O$ );
- окислением альдегидов и первичных спиртов;
- карбонилированием метанола ( $CH_3OH + CO \rightarrow CH_3COOH$ );
- в лаборатории окислением первичных спиртов и альдегидов;
- гидролизом галогензамещенных углеводородов, содержащих три атома галогена у одного атома углерода;
- гидролизом сложных эфиров;
- гидратацией ангидридов кислот.

**Сложные эфиры** образуются в результате взаимодействия органических или минеральных кислородсодержащих кислот со спиртами ( $RCOOH + H-O-R \rightarrow RCOOR_1 + H_2O$ ). Жиры можно рассматривать как частный пример сложных эфиров.

1. Сложные эфиры изомерны насыщенным одноосновным кислотам и имеют общую формулу состава  $C_nH_{2n}O_2$ . Названия сложных эфиров состоят из сочетания названий спиртов и соответствующих кислот: изопропилэтанат, метилбутанат, этилбензоат и т. д.

2. Сложные эфиры, образованные низшими карбоновыми кислотами, летучи, малорастворимы или практически нерастворимы в воде. Многие имеют приятный запах. Сложные эфиры, образованные высшими насыщенными карбоновыми кислотами, – воскообразные вещества, без запаха, в воде нерастворимы.

3. Важнейшее химическое свойство сложных эфиров – *гидролиз*:

- в присутствии разбавленных кислот образуются исходные кислоты и спирты ( $RCOOR_1 + H_2O \rightarrow RCOOH + H-O-R$ );



– в результате щелочного гидролиза образуются соль карбоновой кислоты и спирт ( $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ );

– ферментативный гидролиз, например, жиров приводит к образованию спирта (глицерина) и карбоновых кислот.

4. Восстанавливаются сложные эфиры водородом и другими восстановителями ( $\text{LiAlH}_4$ ,  $\text{NaBH}_4$ ) до соответствующих спиртов ( $\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7 + \text{LiAlH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ).

5. Жиры можно рассматривать как сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот. В образовании молекул триглицеридов могут участвовать как одинаковые, так и разные карбоновые кислоты, в основном с неразветвленной углеродной цепью, и, как правило, содержащей четное число атомов углерода от 4 до 26.

В жирах наиболее часто встречаются остатки таких кислот, как стеариновая, пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая.

6. Триглицериды обычно являются твердыми веществами или вязкими жидкостями. Все жиры легче воды и в ней не растворяются. Температуры плавления жиров зависят от содержания в них остатков насыщенных кислот, длины и пространственного строения углеводородной группы.

7. Для жиров характерна реакция гидролиза. Гидролиз может быть водный – при высоких температуре и давлении; щелочной – под действием щелочей; кислотный – в присутствии неорганической кислоты в качестве катализатора, ферментативный. В зависимости от условий осуществления гидролиза получают или карбоновые кислоты и глицерин, или соли карбоновых кислот и глицерин.

8. Для жидких жиров, содержащих остатки ненасыщенных кислот, характерны реакции присоединения: гидрирование и галогенирование. Жидкие жиры окисляются на воздухе.

9. Натриевые или калиевые соли высших карбоновых кислот называются мылами:  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$  (стеарат натрия, твердое мыло)  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOK}$  (стеарат калия, жидкое мыло).

## Вопросы и задания

1. Составьте структурную формулу вещества, название которого: 2-метил-3-этил-пентаналь.

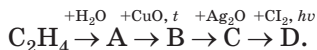
2. Предложите план распознавания веществ: этанол, пропантриол, этаналь, уксусная кислота. Приведите уравнения реакций.

3. С какими из веществ: цинк, медь, натрий гидроксид, натрий сульфат, натрий карбонат, метанол, хлор – будет взаимодействовать уксусная кислота? Составьте уравнения реакций.

4. Составьте формулы и дайте названия: а) высшей ненасыщенной кислоты; б) двухосновной кислоты.

5. Составьте структурные формулы уксусного ангидрида, ацетата магния, бензоата натрия.

6. Составьте структурную формулу вещества D в схеме превращений:



7. Составьте уравнение реакций по схеме превращений:

бутан → уксусная кислота → ацетат натрия → метан → хлорметан → этан → этин → ацетальдегид.

8. При окислении спирта массой 7,4 г получили кислоту с тем же числом углеродных атомов. Для нейтрализации кислоты понадобился раствор гидроксида натрия объемом 36,4 см<sup>3</sup> с массовой долей 10 % плотностью 1,1 г/см<sup>3</sup>. Определите формулу кислоты.

9. Какая масса уксусного альдегида потребуется для получения путем соответствующих превращений этилацетата объемом 55 см<sup>3</sup> (плотность 0,8 г/см<sup>3</sup>), если все реакции будут протекать с выходом 90 % ?

10. При взаимодействии уксусной кислоты массой 30 г с избытком этанола получен продукт реакции массой 33 г. Определите массовую долю выхода этого продукта в процентах.

11. Эквимолекулярная смесь ацетилен и формальдегида полностью взаимодействует с 69,6 г оксида серебра(I). Определите массовую долю формальдегида в смеси.

12. Дайте названия эфирам, которые можно получить из CH<sub>3</sub>COOH, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH, CH<sub>3</sub>OH.

13. Объясните, почему большинство сложных эфиров нерастворимы в воде и часто являются летучими веществами.

14. Запишите уравнение реакции щелочного гидролиза сложного эфира бутил-формиата. Назовите продукты гидролиза, укажите условия его протекания.

15. Какие из перечисленных веществ: этен, тристеарин, ацетилен, пропен, метилацетат подвергаются реакциям гидролиза, а какие – гидратации? Составьте уравнения соответствующих реакций.

## Тестовые задания

### Часть А

1. Молекула какого вещества содержит столько же электронов, как и молекула метаналя?

- а) O<sub>2</sub>;                      б) NH<sub>3</sub>;  
в) H<sub>2</sub>S;                     г) Cl<sub>2</sub>.

2. По систематической номенклатуре вещество строения  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$  называют:

- а) 3,4-диметилпентановая кислота;
- б) 2-метил-3-пропилбутановая кислота;
- в) 2,3-диметилгептановая кислота;
- г) 2,3-диметилбутаналь.

3. Выберите неверное утверждение, касающееся реакции метанала с фенолом:

- а) продуктом реакции является высокомолекулярное соединение;
- б) реакция полимеризации;
- в) реакция поликонденсации;
- г) одним из продуктов реакции является низкомолекулярное соединение.

4. Изомером *n*-пентановой кислоты является:

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

5. Реакцией Кучерова называется реакция получения из алкинов:

- а) альдегидов и кетонов;
- б) только формальдегида;
- в) только ацетальдегида;
- г) любого альдегида, кроме ацетальдегида.

6. Уксусная кислота не реагирует, а муравьиная кислота реагирует:

- а) с бромом;
- б) хлорной водой;
- в) оксидом серебра(I) в аммиачном растворе;
- г) гидрокарбонатом натрия.

7. Изомером уксусной кислоты является вещество, формула которого:

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

8. В процессе щелочного гидролиза сложных эфиров можно получить:

- а) соли карбоновых кислот;
- б) карбоновые кислоты;
- в) насыщенные альдегиды;
- г) только насыщенные одноатомные спирты.

9. Общие молекулярные формулы, отражающие соответственно только состав насыщенных карбоновых кислот и насыщенных альдегидов, записаны в ряду:

- а)  $C_nH_{2n+1}COOH$  и  $C_nH_{2n}O_2$ ;
- б)  $C_nH_{2n+2}O$  и  $C_nH_{2n+1}COOH$ ;
- в)  $C_nH_{2n}O_2$  и  $C_nH_{2n}O$ ;
- г)  $C_nH_{2n}O$  и  $C_nH_{2n+1}CHO$ .

10. Получить уксусную кислоту в одну стадию можно из веществ, записанных в ряду:

- а)  $C_2H_5OH$  и  $C_2H_2$ ;
- б)  $C_4H_{10}$  и  $CH_3CHO$ ;
- в)  $C_2H_2$  и  $C_2H_6$ ;
- г)  $CH_3COONa$  и  $C_6H_6$ .

11. Укажите пару веществ, для которой характерна реакция гидрирования:

- а) тристеарин и масляный альдегид;
- б) уксусная кислота и метанол;
- в) уксусно-этиловый эфир и бутанол;
- г) олеиновая кислота и ацетальдегид.

12. Укажите все вещества, с которыми уксусная кислота реагирует, образуя соли – ацетаты: 1) этанол; 2) фенолят натрия; 3) карбонат натрия; 4) сульфат натрия; 5) бромоводород; 6) оксид цинка:

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

13. Укажите вещество, которое при соответствующих условиях реагирует с триолеином и пропиловым эфиром уксусной кислоты:

- а)  $CuO$ ;            б)  $H_2O$ ;
- в)  $NaCl$ ;            г)  $Ag_2O$  (в аммиачном растворе).

14. Уксусная кислота реагирует с... , но не реагирует с ... веществами, формулы которых:

- а)  $Mg$ ,  $K_2SO_4$ ;
- б)  $NaOH$ ,  $KHSO_3$ ;
- в)  $Mg$ ,  $C_2H_5OH$ ;
- г)  $CH_3OH$ ,  $Mg$ .

15. Реакция «серебряного зеркала» характерна для веществ ряда:

- а) метаналь и этанол;
- б) этаналь и глицерин;
- в) муравьиная кислота и пропаналь;
- г) масляный альдегид и уксусная кислота.

**16.** Соль карбоновой кислоты можно получить в результате:

а) щелочного гидролиза сложного эфира и восстановления альдегида;

б) щелочного гидролиза тристеарида и реакции уксусной кислоты с карбонатами;

в) реакции пропановой кислоты с хлоридом натрия и реакции «серебряного зеркала»;

г) гидрирования жидких жиров и реакции уксусной кислоты с магнием.

**17.** Неверно записано уравнение:

а)  $\text{CH}_3\text{—CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ ;

б)  $\text{HCOOH} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ ;

в)  $\text{HCHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ ;

г)  $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ .

**18.** Получение насыщенного одноатомного спирта возможно в результате следующих реакций:

а)  $\text{R—CHO} + \text{Ag}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2$ ;

б)  $\text{R—CHO} + \text{CuO}$  и  $\text{R—CH}_2\text{—CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH}$ ;

в)  $2\text{H}_2 + \text{CO}$  и  $\text{RCOOH} + \text{ROH}$ ;

г)  $\text{R—CHO} + \text{H}_2$  и  $\text{R—Cl} + \text{NaOH}_{\text{водн}}$ .

**19.** В реакцию гидролиза вступают:

а) тристеарин и пропаналь;

б) стеариновая кислота и пальмитиновая кислота;

в) ацетат натрия и муравьиный альдегид;

г) пропиловый эфир муравьиной кислоты и триолеин.

**20.** Метаналь реагирует с веществами, формулы которых записаны в ряду:

а)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ;      б)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu(OH)}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;

в)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CuO}$ ;      г)  $\text{Cu(OH)}_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ .

**21.** В процессе химических реакций возможно замещение в молекуле этановой кислоты атома:

а) водорода карбоксильной группы и алкильной группы на атом натрия;

б) водорода карбоксильной группы и алкильной группы на атом хлора;

в) водорода карбоксильной группы на атом магния и атома водорода алкильной группы на атом хлора;

г) водорода карбоксильной группы на атом калия, а атом водорода алкильной группы нельзя заменить на атом другого элемента.

**22. Схема реакции восстановления:**

- а)  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ;      б)  $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{LiAlH}_4$ ;  
в)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO}$ ;      г)  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH} + \text{Br}_2$ .

**23. Альдегиды не взаимодействуют:**

- а) с  $\text{Ag}_2\text{O}(\text{NH}_3, \text{H}_2\text{O})$ ;      б)  $\text{Cu}(\text{OH})_2(t)$ ;  
в)  $\text{H}_2(\text{Ni})$ ;      г)  $\text{KHCO}_3$ .

**24. Кислотность соединений последовательно увеличивается в ряду:**

- а)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ ;  
б)  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ;  
в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ ;  
г)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

**25. Укажите правильные утверждения. Этилацетат можно получить при взаимодействии этанола: 1) с уксусным ангидридом; 2) хлорангидридом уксусной кислоты; 3) хлоруксусной кислотой; 4) ацетатом натрия**

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

**26. Используя в качестве реагента только гидроксид натрия, можно осуществить превращение:**

- а)  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$ ;      б)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}$ .  
в)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$ ;      г)  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$ .

**27. Реакцию «серебряного зеркала» дает продукт гидролиза:**

- а) этилацетата;  
б) метилформиата;  
в) этилового эфира уксусной кислоты;  
г) этилпропаноата.

**28. Число изомерных сложных эфиров, имеющих молекулярную формулу  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ , равно:**

- а) 4;      б) 6;      в) 9;      г) 11.

**29. Число соединений из приведенного перечня:  $\text{Br}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca}$ , с которыми реагирует метилакрилат, равно:**

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

**30. При полном гидролизе 0,3 моль триолеата в присутствии 32 г гидроксида натрия образуется:**

- а) 0,9 моль олеата натрия;  
б) 0,9 моль олеиновой кислоты;  
в) 0,8 моль олеиновой кислоты и 0,1 моль олеата натрия;  
г) 0,8 моль олеата натрия и 0,1 моль олеиновой кислоты.

## Часть В

*Вариант 1. Установить соответствие:*

а) между формулой вещества и названием продукта реакции его окисления:

Формулы веществ	Названия продуктов реакции окисления
а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$	1) альдегид (бутаналь)
б) $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_3$	2) альдегид (пропаналь)
в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	3) кетон (бутанон)
г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$	4) пропандиол-1,2
	5) пропионовая кислота
	6) масляная кислота

б) между формулой сложного эфира и продуктами его гидролиза (условия указаны в скобках):

Формулы сложных эфиров	Продукты гидролиза
а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OOCCH}_2\text{CH}_3(\text{H}^+)$	1) бензиловый спирт и формат
б) $\text{C}_3\text{H}_5\text{OOCSC}_6\text{H}_5(\text{OH}^-)$	2) метанол и уксусная кислота
в) $\text{HCOOCH}_2\text{C}_6\text{H}_5(\text{OH}^-)$	3) этаноат и метиловый спирт
г) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3(\text{H}^+)$	4) пропановая кислота и этанол
	5) бензойная кислота и пропаноат
	6) аллиловый спирт и бензоат

*Вариант 2. Укажите последовательность цифр, соответствующих полному правильному ответу.*

- а) Верно описывают свойства жиров следующие утверждения:
- 1) жидкие жиры называют маслами;
  - 2) жиры относят к классу сложных эфиров;
  - 3) при гидролизе жиров в щелочной среде получают глицерин и высшие карбоновые кислоты;
  - 4) масла плохо растворимы в воде, но хорошо в неполярных растворителях;
  - 5) из жиров получают жидкие и твердые мыла;
  - 6) из жиров получают синтетические моющие средства.

б) Названия веществ, которые реагируют с уксусной кислотой, записаны в рядах:

- 1) водород, пропаналь, соляная кислота;
- 2) цинк, пропанол, карбонат калия;

- 3) хлор, гидроксид натрия, оксид магния;
- 4) кислород, бутанол, гидрокарбонат калия;
- 5) сульфат натрия, тристеарин, кислород;
- 6) железо, аммиак, пятихлористый фосфор.

## Задачи

1. Из смеси этановой кислоты с этанолом, взятых в равных количествах, в реакции этерификации получили 17,6 г эфира. Практический выход эфира 80 %. Определите массовую долю (%) кислоты в первоначальной смеси.

*Ответ:* 56,6 %.

2. Сколько уксусного ангидрида необходимо растворить в 100 г раствора кислоты с массовой долей уксусной кислоты, равной 30 %, чтобы получить раствор с массовой долей кислоты, равной 80 %?

*Ответ:* 132,8 г.

3. Смесь метаналя с водородом объемом 13,44 дм<sup>3</sup> (н. у.) и относительной плотностью по водороду, равной 5,665, пропустили над никелевым катализатором при повышенной температуре. К полученному в реакции продукту добавили 5,06 г натрия. Определите, какой объем водорода (н. у.) при этом выделился.

*Ответ:* 2,24 дм<sup>3</sup>.

4. На нейтрализацию раствора смеси двух насыщенных одноосновных кислот массой 12 г было затрачено 5,6 г гидроксида калия. При взаимодействии исходной смеси с избытком аммиачного раствора оксида серебра образовался осадок массой 10,8 г. Определите массовые доли кислот в исходном растворе, если известно, что число атомов углерода в кислотах относится как 1: 3.

*Ответ:* 19,2 % HCOOH; 30,8 % C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>COOH.

5. К смеси пропанола-1 и неизвестного насыщенного альдегида массой 1,17 г добавили аммиачный раствор, содержащий 5,8 г оксида серебра, и нагрели. Выпавший осадок отфильтровали, а из фильтрата в реакции с соляной кислотой получено 2,87 г хлорида серебра. Определите строение взятого альдегида, если молярное отношение альдегида к спирту в исходной смеси равно 3:1.

*Ответ:* пропаналь.

6. Какой объем раствора с массовой долей гидроксида натрия 12 % (плотность 1,131 г/см<sup>3</sup>) необходимо взять для нейтрализации неиз-



вестной одноосновной насыщенной кислоты массой 13,2 г, плотность паров по воздуху которой равна 3,034? Запишите формулу кислоты.

*Ответ:* 44,2 см<sup>3</sup>, C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>COOH.

7. Какое количество уксусного ангидрида необходимо добавить к раствору уксусной кислоты массой 350 г с массовой долей кислоты 75 %, чтобы получить 100 % кислоту?

*Ответ:* 4,86 моль.

8. Органическая одноосновная кислота может присоединить бром количеством 1 моль. При полном сгорании некоторого количества этой кислоты образовался углекислый газ массой 15,84 г и вода массой 6,12 г. Установите формулу кислоты.

*Ответ:* C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub>.

9. Определите молекулярную формулу сложного эфира, для омыления 14,8 г которого необходимо взять раствор массой 40 г с массовой долей гидроксида натрия 20 %.

*Ответ:* C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>.

10. Метилацетат массой 1,665 г получили при нагревании 1,08 г метанола и 1,62 г этановой кислоты. Определите массовую долю практического выхода сложного эфира.

*Ответ:* 83,33 %.

## **Т е м а 5. УГЛЕВОДЫ. АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА**

### **Содержание темы**

Углеводы, их классификация. Моносахариды. Глюкоза, строение молекулы и получение. Физические и химические свойства (реакции окисления и восстановления). Спиртовое брожение глюкозы.

Сахароза, ее гидролиз. Сахароза в природе.

Крахмал и целлюлоза, строение молекул, химические свойства. Применение крахмала, целлюлозы и производных целлюлозы.

Азотсодержащие органические соединения. Амины – органические основания. Физические и химические свойства аминов. Анилин. Получение и применение анилина и аминов. Понятие об амидных волокнах. Аминокислоты – органические амфотерные соединения. Химические свойства, получение аминокислоты. Понятие о белках как высокомолекулярных веществах. Строение и свойства белков. Качественные реакции на белки.

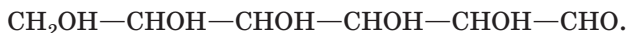
## Понятия, определения, формулы, свойства

**Углеводы** – природные многофункциональные органические соединения. Углеводы в зависимости от строения можно разделить на моносахариды, дисахариды, полисахариды.

**Моносахариды** – это такие углеводы, которые не могут гидролизаться с образованием более простых углеводов. Общая формула моносахаридов  $C \cdot nH_2O$ .

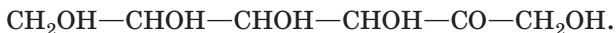
1. Моносахариды по числу атомов углерода делятся на тетразы  $C_4H_8O_4$ , пентозы  $C_5H_{10}O_5$  (рибоза), гексозы  $C_6H_{12}O_6$  (глюкоза, фруктоза).

2. Глюкоза  $C_6H_{12}O_6$  существует в ациклической (линейной) и циклической формах. Структурная формула глюкозы линейной формы имеет вид:



В состав такой молекулы входят пять гидроксильных и одна альдегидная группа. Такая форма глюкозы существует только в растворе. В твердом состоянии глюкоза существует в циклической  $\alpha$ - и  $\beta$ -формах. Глюкоза в  $\alpha$ - и  $\beta$ -формах является пространственным изомером.

3. Молекулярная формула  $C_6H_{12}O_6$  соответствует изомеру глюкозы – фруктозе, которая отличается от глюкозы наличием кетонной группы:



Фруктоза входит в состав меда, сладкая на вкус, как и глюкоза хорошо растворима в воде.

4. Химические свойства глюкозы обусловлены наличием карбонильной группы в молекулах линейной формы и гидроксильных групп как в линейной, так и циклической формах:

– *гидрирование* – реакция с участием альдегидной группы происходит с образованием многоатомного спирта ( $CH_2OH-CHON-CHON-CHON-CHON-CHO + H_2 \rightarrow CH_2OH-CHON-CHON-CHON-CHON-CH_2OH$  – сорбит);

– как бромная вода, оксид серебра(I) в аммиачном растворе при нагревании, с гидроксидом меди(II) в щелочной среде при нагревании. В результате окисления такими окислителями образуется глюконовая кислота ( $CH_2OH-CHON-CHON-CHON-CHON-CHO + Ag_2O \rightarrow 2Ag\downarrow + CH_2OH-CHON-CHON-CHON-CHON-COON$  – глюконовая кислота);

– *окисление* глюкозы под действием сильных окислителей (азотная кислота и др.) проходит с окислением атома шестого углерода

и образованием двухосновной глюкаровой кислоты ( $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHO} + (\text{O}) \rightarrow \text{COOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$ );

– взаимодействие глюкозы с гидроксидом меди(II) без нагревания является качественной реакцией на глюкозу как многоатомный спирт. В результате реакции образуется темно-синий раствор;

– *брожение* – процесс расщепления глюкозы под влиянием ферментов. Для глюкозы возможно спиртовое, маслянокислое, молочнокислое, лимоннокислое брожение.

5. В природе глюкоза образуется в результате важнейшего процесса – фотосинтеза.

**Дисахариды.** Дисахариды при гидролизе образуют две молекулы моносахаридов.

1. Важнейшие дисахариды – сахароза, мальтоза, лактоза. Они имеют одинаковую молекулярную формулу  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , но различное строение и являются изомерами.

2. Сахароза (свекловичный или тростниковый сахар) – важнейший представитель дисахаридов, так же, как лактоза (молочный сахар) и мальтоза (солодовый сахар). Молекула сахарозы состоит из циклических форм остатков глюкозы и фруктозы. В составе молекулы имеется 8 гидроксильных групп (ОН).

3. Гидролиз происходит при нагревании в присутствии разбавленной серной кислоты или под действием ферментов ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ).

4. С гидроксидом меди(II) растворы дисахаридов дают синее окрашивание, что подтверждает наличие гидроксогрупп в составе молекулы, взаимодействуют с взвесью гидроксида кальция (обесцвечивает известковое молоко), образуя в растворе молекулярные комплексы.

5. Дисахариды, как и все углеводы, обугливаются концентрированной серной кислотой.

**Полисахариды** при гидролизе дают большое число молекул моносахаридов. Важнейшие природные полисахариды – крахмал и целлюлоза. Они имеют одинаковый состав  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ , но различное строение.

1. Крахмал – это природное высокомолекулярное соединение. Молекулярная формула крахмала  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . Его молекулы состоят из многократно повторяющихся элементарных звеньев остатков циклической формы  $\alpha$ -глюкозы  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ .

Макромолекулы крахмала имеют разветвленное и линейное строение. Относительная молекулярная масса крахмала от 100 тыс. до 1 млн.

2. Растительный крахмал образован крахмальными зернами, которые набухают и разрушаются в воде с образованием крахмального клейстера. Животный крахмал гликоген имеет разветвленные молекулы, содержится в клетках печени.

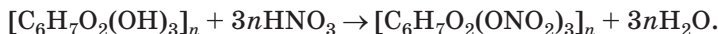
3. Гидролиз происходит при каталитическом действии серной кислоты или под воздействием ферментов. В результате гидролиза получается глюкоза ( $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$ ).

Гидролиз крахмала идет постепенно: сначала образуются продукты с меньшим числом структурных звеньев, чем у крахмала (декстрины), затем дисахарид мальтоза, и конечным продуктом является  $\alpha$ -глюкоза. При действии раствора иода на крахмал образуется соединение сине-фиолетового цвета. Эта реакция является качественной реакцией на крахмал.

4. Целлюлоза, как и крахмал, природное высокомолекулярное соединение. Молекулярная формула целлюлозы  $(C_6H_{10}O_5)_n$  – как у крахмала. Ее молекулы состоят из многократно повторяющихся элементарных звеньев – остатков циклической формы  $\beta$ -глюкозы, соединенных в пространстве иначе, чем остатки  $\alpha$ -глюкозы в молекуле крахмала. Несмотря на одинаковый молекулярный состав, целлюлоза и крахмал – разные вещества.

5. Целлюлоза хорошо горит на воздухе с выделением теплоты ( $(C_6H_{10}O_5)_n + 6nO_2 \rightarrow 6nCO_2 + 5nH_2O$ ). Гидролиз целлюлозы протекает ступенчато в присутствии разбавленной серной кислоты ( $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$ ). Взаимодействие с неорганическими и органическими кислотами приводит к образованию сложных эфиров.

6. Практическое значение среди таких реакций этерификации имеют реакции целлюлозы с уксусной кислотой (или ангидридом уксусной кислоты) с образованием триацетатцеллюлозы (искусственный шелк) и с азотной кислотой с образованием тринитроцеллюлозы (пироксилин).



**Амины** – это органические соединения, которые можно рассматривать как производные аммиака, в молекулах которого атомы водорода (один, два или три) замещены на углеводородные группы.

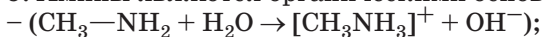
1. Различают амины первичные  $NH_2CH_3$ , вторичные  $(CH_3)_2NH$ , третичные  $(CH_3)_3N$  – по числу углеводородных групп, замещающих атомы водорода в молекуле аммиака. В случае первичных аминов одновалентный остаток аммиака  $-NH_2$  называется аминогруппой.

2. Общая формула первичных аминов  $R-NH_2$ . В зависимости от строения углеводородной группы различают амины: насыщенные ( $C_2H_5NH_2$ ), ароматические ( $C_6H_5NH_2$ ).

3. Изомерия насыщенных алифатических аминов зависит от строения углеродной цепи и положения функциональной группы. Оба вида изомерии относятся к структурной изомерии. Существует также изомерия между типами аминов. Например, вторичный амин  $C_2H_5-NH-C_2H_5$  изомерен первичному  $CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2$ .

4. Химические свойства аминов обусловлены прежде всего наличием неподеленной электронной пары у атома азота функциональной группы.

5. Амины являются органическими основаниями:



– из солей аммония щелочи вытесняют амины, являясь более сильными основаниями ( $CH_3NH_3Cl + NaOH \rightarrow CH_3NH_2 + NaCl + H_2O$ );

– амины горят на воздухе ( $4CH_3NH_2 + 9O_2 \rightarrow 4CO_2\uparrow + 10H_2O + 2N_2\uparrow$ ).

6. Ароматический амин фениламин (анилин) проявляет основные свойства. Он взаимодействует с неорганическими кислотами, образуя соли фениламмония ( $C_6H_5NH_2 + HCl \rightarrow C_6H_5NH_3Cl$ ). Анилин – более слабое основание, чем насыщенные ациклические амины, в силу влияния бензольного кольца на аминогруппу.

7. Анилин легко бромруется даже бромной водой, образуя при этом белый осадок 2,4,6-триброманилина. В этом случае проявляется влияние аминогруппы на бензольное кольцо.

8. Получение аминов:

– аминирование спиртов ( $R-CH_2OH + NH_3 \rightarrow R-CH_2NH_2 + H_2O$ );

– восстановление ароматических нитросоединений (реакция Зинина:  $C_6H_5NO_2 + 6H \rightarrow C_6H_5NH_2 + 2H_2O$ );

– аминирование галогеналканов ( $CH_3Br + 2NH_3 \rightarrow CH_3NH_2 + NH_4Br$ ).

**Аминокислоты** (моноаминокарбоновые) – это производные углеводов, содержащие аминогруппы ( $-NH_2$ ) и карбоксильные группы:  $CH_3CHNH_2CH_2COOH$  – 3-аминобутановая кислота,  $CH_2NH_2CH_2CH_2COOH$  – 4-аминобутановая кислота.

1. Химическое строение аминокислот выражается общей формулой  $R-COOH$ .

2. Аминокислоты относят к амфотерным веществам, так как они взаимодействуют:

– с основаниями с образованием солей ( $CH_2NH_2-COOH + NaOH \rightarrow CH_2NH_2-COONa + H_2O$ );

– кислотами с образованием солей ( $CH_2NH_2-COOH + HCl \rightarrow ClNH_3CH_2-COOH$ ).

3. Аминокислоты взаимодействуют друг с другом с образованием пептидов. Группа атомов  $\text{NH}-\text{CO}$  называется пептидной (или амидной) группой, а связь между атомами углерода и азота называется пептидной связью.

4. Получают аминокислоты гидролизом белков или замещением атома галогена на аминогруппу в  $\alpha$ -галогензамещенных карбоновых кислотах ( $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ).

**Белки** – высокомолекулярные природные полимеры, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот.

1. Остатки  $\alpha$ -аминокислот соединены между собой пептидными связями. Белковые молекулы могут содержать от ста до нескольких сотен, а иногда и более тысячи аминокислотных остатков. Белки – сложные органические образования. Различают четыре уровня организации белковых молекул. В органической химии их называют первичной, вторичной, третичной и четвертичной структурами белков.

2. Белки вступают в различные химические реакции: этерификации, алкилирования, нитрования, образуют соли как с кислотами, так и с основаниями, благодаря разнообразному составу аминокислотных остатков аминокислот, из которых они построены.

3. Белки подвержены гидролизу. Кислотный, щелочной и ферментативный гидролиз белков в итоге приводит к получению аминокислот. Денатурация белков проходит под действием сильных кислот и щелочей, солей тяжелых металлов, радиоактивного излучения, при сильном нагревании. В процессе денатурации происходит разрушение третичной структуры белков, и они теряют свойственные им качества.

4. Цветные реакции на белки. Белки дают ряд цветных реакций, обусловленных наличием в их составе определенных аминокислотных остатков или химических группировок. К важнейшим цветным реакциям относятся:

– универсальная биуретовая реакция. Она указывает на наличие в белках пептидной связи:

белок +  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \rightarrow$  сине-фиолетовое окрашивание;

– ксантопротеиновая реакция, указывающая на наличие ароматических колец в остатках аминокислот:

белок +  $\text{HNO}_3$  конц  $\rightarrow$  желтое окрашивание;

– реакция на определение остатков аминокислот, содержащих серу:

белок +  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{NaOH} \rightarrow$  черное окрашивание.

## Вопросы и задания

1. Назовите известные вам гексозы. Составьте структурные формулы циклической и нециклической (альдегидной) форм глюкозы.
2. Составьте уравнения реакций трех видов брожения глюкозы.
3. Чем отличается по строению целлюлоза от крахмала?
4. При помощи каких реакций можно распознать глюкозу, крахмал, целлюлозу? Составьте уравнения возможных реакций.
5. Составьте уравнения химических реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:
  - а)  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{глюкоза} \rightarrow \text{крахмал} \rightarrow \text{глюкоза} \rightarrow \text{этанол} \rightarrow \text{этаналь} \rightarrow \text{уксусная кислота}$ ;
  - б)  $\text{целлюлоза} \rightarrow \text{глюкоза} \rightarrow \text{этанол} \rightarrow \text{сложный эфир (по выбору)}$ .
6. Глюкоза массой 90 г подвергнута спиртовому брожению. Выход реакции составил 80 %. Образовавшийся спирт окислили в кислоту. Какая масса натрия гидроксида с массовой долей щелочи 20 % потребуется для нейтрализации полученной кислоты?
7. Какие моносахариды можно получить при гидролизе: а) сахарозы; б) лактозы; в) целлобиозы?
8. Приведите доказательства того, что амины являются органическими основаниями.
9. Расположите этиламин, N-пропилэтиламин, тирметиламин, фениламин, аммиак в порядке возрастания основных свойств.
10. Предложите план распознавания анилина, хлорида аммония, гидросульфата этиламмония, аммиака.
11. Какой будет окраска лакмуса в растворах кислот: глицина, аланина, глутаминовой, лизина? Ответ обоснуйте.
12. Составьте формулы и назовите вещества, имеющие формулу  $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ . Почему амины называют органическими основаниями?
13. Составьте уравнения химических реакций, при помощи которых можно доказать, что аминокислоты обладают амфотерными свойствами.
14. При помощи какой реакции можно доказать, что белки образованы остатками аминокислот?
15. Составьте уравнения химических реакций, которые необходимо осуществить, чтобы из метана получить анилин.
16. Укажите продукты гидролиза: а) белков; б) жиров; в) крахмала.
17. Сколько трипептидов можно получить, имея в своем распоряжении анилин, фенилаланин, глутаминовую кислоту, цистеин? Составьте уравнение реакции получения одного из них.

## Тестовые задания

### Часть А

1. К моносахаридам относится:  
а) сахароза;                      б) фруктоза;  
в) мальтоза;                      г) лактоза.
2. В состав циклической  $\alpha$ -формы глюкозы входит функциональная группа:  
а) гидроксильная;              б) сложноэфирная;  
в) карбонильная;              г) карбоксильная.
3. По отношению к фруктозе глюкоза является:  
а) гомологом;  
б) структурным изомером;  
в) пространственным изомером;  
г) веществом другого класса.
4. С помощью свежеосажденного гидроксида меди(II) можно при нагревании определить:  
а) ацетальдегид и фруктозу (линейной формы);  
б) сахарозу и целлюлозу;  
в) глицин и глюкозу (линейной формы);  
г) метановую кислоту и глюкозу (линейной формы).
5. Макромолекулы крахмала состоят из остатков молекул ..., а макромолекулы целлюлозы состоят из остатков молекул ...:  
а) глюкозы в нециклической форме; фруктозы в нециклической форме;  
б) глюкозы в циклической  $\alpha$ -форме; глюкозы в циклической  $\beta$ -форме;  
в) глюкозы в нециклической форме; глюкозы в циклической  $\alpha$ -форме;  
г) фруктозы в нециклической форме; рибозы в циклической форме.
6. К реакции восстановления относится реакция, схема которой:  
а)  $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{CHO} + \text{Br}_2$ ;  
б)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4-\text{CHO} + \text{H}_2$ ;  
г)  $(-\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5-)_n + n\text{H}_2\text{O}$ .



7. При взаимодействии раствора глюкозы с бромной водой образуется:

- а) крахмал;
- б) сахароза;
- в) глюконовая кислота;
- г) многоатомный спирт.

8. Функциональную группу —СНО содержат следующие вещества:

- а) фруктоза в нециклической форме и сахароза;
- б) глюкоза в нециклической форме и этаналь;
- в) глицерин и рибоза в нециклической форме;
- г) дезоксирибоза в нециклической форме и глюкоза в  $\beta$ -форме.

9. Глюкоза в нециклической форме взаимодействует, а глюкоза в циклической  $\alpha$ -форме не взаимодействует с веществом, формула которого:

- а)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;
- б)  $\text{HCl}$ ;
- в)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;
- г)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

10. Формулы пары веществ, с которыми взаимодействует целлюлоза:

- а)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ;
- б)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$ ;
- в)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ;
- г)  $\text{Br}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

11. Для глюкозы нециклической формы характерны реакции:

- а) только с участием альдегидной группы;
- б) только с участием гидроксильных групп;
- в) с участием как гидроксильных групп, так и альдегидной группы;
- г) только окисления.

12. Укажите неверное утверждение:

- а) моносахариды гидролизуются с образованием двух остатков моносахаридов;
- б) моносахариды – это соединения со смешанными функциями;
- в) крахмал и целлюлоза – природные полимеры, мономерами которых является глюкоза;
- г) молекулы целлюлозы состоят из остатков  $\beta$ -глюкозы.

13. Вещества и условия протекания реакций, применяемые для получения из глюкозы глюконовой кислоты:

- а)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;
- б)  $\text{Ag}_2\text{O}$  ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $t$ );
- в)  $\text{H}_2$ ,  $\text{Ni}$ ;
- г)  $\text{CO}$ ,  $t$ .

**14.** Глюкоза в нециклической форме реагирует с ... так же, как ацетальдегид, и с ... так же, как глицерин:

- а)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $t$ ;  $\text{Ag}_2\text{O}$  ( $\text{NH}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ );
- б)  $\text{H}_2$ ,  $\text{Ni}$ ;  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;
- в)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCl}$ ;
- г)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2$ .

**15.** При восстановлении глюкозы образуется ..., а при восстановлении этанала ... :

- а) одноатомный спирт, сложный эфир;
- б) глюконовая кислота, этановая кислота;
- в) глюконовая кислота, этанол;
- г) многоатомный спирт, одноатомный спирт.

**16.** Схемы реакций гидролиза записаны в ряду:

- а)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}_2$  и  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2$ ;
- б)  $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O}$  ;
- в)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  и  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + \text{H}_2\text{O}$  ;
- г)  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{HNO}_3$  и  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{CH}_3\text{COOH}$  .

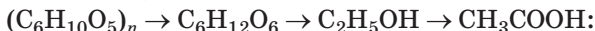
**17.** Различие в свойствах крахмала и целлюлозы можно подтвердить реакцией с ... , а сходство – реакцией с ... :

- а) спиртовым раствором иода, гидролиза;
- б) уксусной кислотой, аммиачным раствором оксида серебра;
- в) азотной кислотой, полимеризации;
- г) ангидридом уксусной кислоты, поликонденсации.

**18.** Формулы веществ, которые реагируют последовательно с глюкозой, этиловым эфиром метановой кислоты, целлюлозой, записаны в ряду:

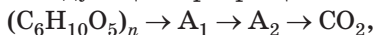
- а)  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ;
- б)  $\text{Br}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $\text{H}_2$ ,  $\text{NaOH}_{\text{водн}}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;
- г)  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ .

**19.** Реагенты и условия проведения реакций используются на этапах 1, 2, 3 (последовательно) в следующей схеме превращений:

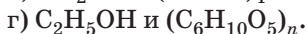
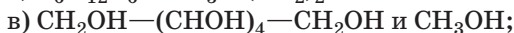
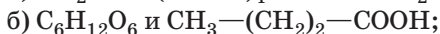
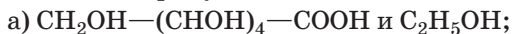


- а)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $t$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{Ag}_2\text{O}$ ;
- б)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $t$ ; ферменты;  $\text{O}_2$ ,  $t$ , кат.;
- в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KMnO}_4$ ;  $\text{O}_2$ ,  $t$ ;
- г)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;  $\text{O}_2$ .

**20.** Формулы веществ  $A_1$  и  $A_2$ , которые можно получить в результате следующих превращений:



записаны в ряду:



**21.** Вещество строения  $C_2H_5NHCH_3$  называют:

а) первичный амин;

б) пропиламин;

в) N-метиламин;

г) N-метилэтиламин.

**22.** Универсальной качественной реакцией на белки является реакция:

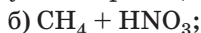
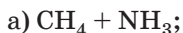
а) биуретовая;

б) ксантопротеиновая;

в) Зинина;

г) Вюрца.

**23.** Метиламин можно получить в реакции, схема которой:



**24.** Капрон относят к группе полиамидных волокон, потому что макромолекула:

а) образуется в результате реакции поликонденсации;

б) содержит остатки аминокaproновой кислоты;

в) содержит остатки  $\varepsilon$ -аминокaproновой кислоты, связанные амидными группами;

г) содержит остатки молекул аминокaproновой кислоты, связанные амидными (пептидными) группами.

**25.** Основными свойствами обладают:

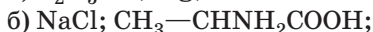
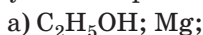
а) этилен и аминокусная кислота;

б) метиламин и анилин;

в) нитробензол и нитрометан;

г) анилин и фенол.

**26.** Аминокислоты можно отнести к амфотерным веществам, потому что они реагируют с веществами, формулы которых:



**27.** Неверно записано следующее уравнение реакции:

- а)  $\text{CH}_2\text{ClCOOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- б)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ ;
- в)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH} + 3\text{HBr}$ ;
- г)  $\text{CH}_2\text{NH}_2\text{COOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{HOOC}-\text{CH}_2\text{NH}_3\text{Cl}$ .

**28.** В результате каких реакций, схемы которых приведены, возможно получение метиламина:

- а)  $\text{CH}_3\text{Br} + \text{NH}_3$  и  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{NH}_3$ ;
- б)  $\text{CH}_3\text{NO}_2 + \text{H}_2$  и  $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{HNO}_3$ ;
- в)  $\text{CH}_3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{NH}_3$ ;
- г)  $\text{C} + \text{NH}_3$  и  $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{NH}_3$ .

**29.** Укажите неверное утверждение:

- а) анилин – более слабое основание, чем насыщенные ациклические амины;
- б) первичная структура белка определяет порядок повторяемости аминокислотных остатков и их число;
- в) растворимые амины – более слабые основания, чем аммиак;
- г) дипептиды характеризуются наличием пептидной группы.

**30.** Белки подвергаются гидролизу, как и вещества ряда:

- а) сахароза, глюкоза, анилин;
- б) целлюлоза, фруктоза, амины;
- в) анилин, метиламин, этиламин;
- г) трипептиды, крахмал, жиры.

## Часть В

*Вариант 1.* Установить соответствие:

а) между названиями веществ и названием продуктов их гидролиза:

Названия веществ	Названия продуктов гидролиза
а) белок	1) аминоксесановая кислота
б) крахмал	2) $\alpha$ - и $\beta$ -глюкоза
в) лактоза	3) $\alpha$ -глюкоза
г) капрон	4) галактоза и $\alpha$ -глюкоза
	5) одна аминокислота
	6) различные амнокислоты

б) между названиями мономера (мономеров) и высокомолекулярными соединениями:

Название мономера (мономеров)	Название высокомолекулярного соединения
а) этиленгликоль и терефталевая кислота	1) капрон
б) акрилонитрил	2) каучук
в) дивинил и изопрен	3) лавсан
г) аминогексановая кислота	4) тефлон
	5) нитрон
	6) нейлон

*Вариант 2.* Укажите последовательность цифр, соответствующих полному правильному ответу.

а) Аминокислоты:

- 1) относятся к органическим амфотерным соединениям;
- 2) вступают в реакции полимеризации;
- 3) могут связываться между собой пептидными связями;
- 4) образованы только тремя химическими элементами: углеродом, водородом, кислородом;
- 5) всегда содержат в составе нитрогруппу  $-\text{NO}_2$ ;
- 6) образуют белки.

б) Формулы веществ, при помощи которых можно последовательно осуществить следующие превращения:  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{ClCH}_2\text{COOH} \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ , записаны в рядах:

- 1)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , Ca,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  ( $h\nu$ ),  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , CuO, NO;
- 2) Ba, CuO,  $\text{H}_2\text{O}$ , брожение,  $\text{KMnO}_4$  (p-p),  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  t,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ;
- 3) Mg,  $\text{H}_2\text{SO}_{4(k)}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (свет), фермент, CuO,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ;
- 4)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $h\nu$ ), CO, HCl, CuO,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{O}_2$ , Mg;
- 5) Ca,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  ( $h\nu$ ), брожение,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , [O],  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ;
- 6)  $\text{O}_2$ , NO, брожение, HCl, C,  $\text{H}_2\text{O}$  ( $h\nu$ )  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{NH}_3$ .

## Задачи

1. Массовая доля крахмала в картофеле составляет 20 %. Определите, сколько глюкозы (кг) можно получить из картофеля массой 2000 кг, считая, что выход продукта реакции равен 75 %.

Ответ: 333,45 кг.

2. Смесь глюкозы и этаноля массой 20,8 г в водном растворе прореагировала при нагревании с оксидом серебра(I) (в аммиачном растворе). При этом выделилось 64,8 г серебра. Определите массу глюкозы в первоначальной смеси.

*Ответ:* 18 г.

3. Определите строение кислородсодержащего органического соединения, 18 г которого могут прореагировать с оксидом серебра(I) (в аммиачном растворе) массой 23,3 г, а объем кислорода, необходимый для сжигания такого количества этого вещества, равен объему образующегося при его сгорании оксида углерода(IV).

*Ответ:* глюкоза.

4. Напишите химические уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:



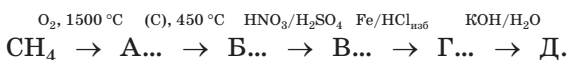
Укажите массу конечного продукта химическим количеством 2 моль.

*Ответ:* 186 г.

5. 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 два слоя. Объем верхнего слоя 42,5 см<sup>3</sup> (плотность 0,58 г/см<sup>3</sup>). Определите массовую долю (%) анилина в первоначальной смеси.

*Ответ:* 37,2 %.

6. Укажите число всех атомов в молекулярной формуле конечного органического продукта Д цепочки превращений:



*Ответ:* 14.

7. В результате реакции алкилирования этиламина хлорметаном получено 2,2 моль вторичного амина. Определите, какой объем раствора соляной кислоты с массовой долей HCl 35 % (плотность 1,174 г/см<sup>3</sup>) следует взять для получения хлора в реакции с MnO<sub>2</sub>, необходимого для хлорирования метана с образованием хлорметана, затраченного на алкилирование этиламина.

*Ответ:* 781,7 см<sup>3</sup>.

8. Смесь аминокислотной и пропановой кислот прореагировала с раствором щелочи массой 95,24 г с массовой долей гидроксида на-

трия 42 %. Определите количество аминокислотной кислоты в смеси, зная, что масса аминокислотной кислоты в 1,76 раза меньше, чем пропановой.

*Ответ:* 0,4 моль.

9. Определите, какой объем (н. у.) займет этиламин, полученный при взаимодействии 575 кг раствора этанола (с массовой долей спирта 96 %) с аммиаком объемом 295,68 м<sup>3</sup> (н. у.), если объемная доля выхода амина составляет 92 % от теоретического.

*Ответ:* 247,296 м<sup>3</sup>.

10. Амин алифатического ряда массой 13,5 г сожгли, а продукты сгорания пропустили при комнатной температуре через раствор щелочи. При этом со щелочью не прореагировало 0,15 моль газа от общего количества газообразных продуктов сгорания. Определите молекулярную формулу амина.

*Ответ:* C<sub>2</sub>H<sub>7</sub>N.

11. Дипептид массой 44,8 г, образованный из α-аминокислоты, подвергли кислотному гидролизу в присутствии соляной кислоты. В результате гидролиза получили соль α-аминокислоты массой 70,28 г. Определите молекулярную формулу аминокислоты.

*Ответ:* C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>2</sub>.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. Тестовые задания с решениями

#### Тест 1

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	Формула мономера поливинилхлорида – это	1) CH <sub>2</sub> Cl—CH <sub>2</sub> Cl 2) CHCl=CHCl 3) CH <sub>2</sub> =CHCl 4) CCl <sub>2</sub> =CHCl
A2	Волокно, получаемое из триацетилцеллюлозы, относится к волокнам	1) искусственным 2) синтетическим 3) природным 4) низкомолекулярным
A3	Общая формула первичных аминов	1) C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> NO <sub>2</sub> 2) C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> NH <sub>2</sub> 3) (C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> ) <sub>2</sub> NH 4) R—CH(NH <sub>2</sub> )—COOH

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A4	Гомологом уксусной кислоты не является кислота	1) гексановая 2) стеариновая 3) олеиновая 4) масляная
A5	Веществу состава $C_5H_{10}O_2$ соответствует ... структурных изомеров внутри класса насыщенных одноосновных карбоновых кислот	1) 3 2) 5 3) 4 4) 6
A6	Длина углеродной цепи увеличивается при получении насыщенных углеводородов по реакции	1) Вюрца 2) Зинина 3) Кучерова 4) Лебедева
A7	Из бензола не получают такой продукт, как	1) красители 2) нитробензол 3) полистирол 4) мыла
A8	В реакции каталитической изомеризации одного из указанных алканов образуется единственный продукт. Назовите этот алкан	1) пропан 2) бутан 3) пентан 4) этан
A9	Какое уравнение неправильно описывает химические свойства этена?	1) $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ 2) $C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_6O$ 3) $C_2H_4 + HCl \rightarrow C_2H_5Cl$ 4) $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_3Br + HBr$
A10	С этиленгликолем взаимодействуют оба вещества ряда	1) бромоводород и медь 2) бром и хлор 3) натрий и гидроксид меди(II) 4) серебро и цинк
A11	Уксусная кислота не взаимодействует с веществом, формула которого	1) Al 2) $Na_2SO_4$ 3) MgO 4) $KHCO_3$
A12	Укажите формулу вещества А в схеме превращений $Hg^{2+}, H^+$ $A \rightarrow CH_3CHO$	1) $C_2H_2$ 2) $C_2H_4$ 3) $C_2H_6$ 4) $C_2H_5OH$
A13	1 моль триглицерида состава $C_{57}H_{106}O_6$ может присоединить ... моль брома	1) 4 2) 1 3) 2 4) ни одного



№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A14	Формулы обоих веществ, с которыми при соответствующих условиях взаимодействуют и пропиловый эфир масляной кислоты, и триолеин, записаны в ряду	1) $H_2$ и $NaCl$ 2) $H_2O$ и $NaOH$ 3) $C_2H_2$ и $Br_2$ 4) $Cu(OH)_2$ и $Ag_2O$
A15	Глюкоза нециклической формы, так же как и глицерин, взаимодействует с веществом, формула которого	1) $H_2$ 2) $HCl$ 3) $Ag_2O/NH_3 \cdot H_2O$ 4) $Cu(OH)_2$
A16	Молекулярная формула дипептида, образованного остатками глицина и аланина, это	1) $C_5H_{10}N_2O_3$ 2) $C_5H_{12}N_2O_4$ 3) $C_5H_{10}N_2O_4$ 4) $C_4H_{10}N_2O_3$
A17	Белки подвергаются гидролизу, как и все вещества ряда	1) метиламин, триолеин, фруктоза 2) крахмал, этен, фенол 3) трипептиды, целлюлоза, триглицериды 4) глицерин, этиленгликоль, этанол
B1	Запишите молекулярную формулу вещества, которое можно получить в результате следующих превращений: $PdCl_2 [O] P_{\text{красный}}$ $CH_2=CH_2 \rightarrow \dots \rightarrow \dots \rightarrow \dots \rightarrow \dots +$ $+ O_2 + Cl_2 + NH_3 + HCl$	
B2	Определите и запишите молекулярную формулу алкана, на сгорание которого израсходовано $56 \text{ дм}^3$ (н.у.) кислорода, а в результате реакции образовался углекислый газ объемом $33,6 \text{ дм}^3$ (н.у.)	
B3	При взаимодействии смеси фенола, анилина и бензола неизвестной массы с раствором гидроксида калия образовалась соль массой $7,92 \text{ г}$ . В реакции с бромом аналогичной смеси образовался осадок массой $26,46 \text{ г}$ . При действии водорода на такую же смесь получен циклогексан массой $33,6 \text{ г}$ . Определите массу исследуемой смеси веществ	

## Решения

### A1

Мономером называют вещество, из которого в результате реакции полимеризации (или поликонденсации) образуется полимер.

Мономером поливинилхлорида  $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$  является вещество – производное этена  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$  – винилхлорид.

*Ответ: 3).*

### A2

При обработке природного высокомолекулярного вещества целлюлозы уксусной кислотой получают триацетилцеллюлозу, из которой и формируют волокна. Следовательно, искомое волокно относят к искусственным.

*Ответ: 1).*

### A3

При ответе на вопросы, требующие поиска общей формулы какого-либо класса веществ, возможен следующий порядок действий:

- дается определение классу веществ, в данном случае аминам;
- анализируются варианты ответов и исключаются те, которые не подходят под определение аминов, это ответы 1) и 4);
- общие формулы под номерами 2) и 3) относятся к аминам; но необходимо уточнить, что определяется как первичные амины;
- в составе первичных аминов содержится в качестве функциональной группы одновалентный остаток аммиака –  $\text{NH}_2$ , следовательно, общая формула первичного амина записана под номером 2).

*Ответ: 2).*

### A4

При ответе на данный вопрос необходимо искать различие в строении веществ. Для этого записываются краткие структурные формулы веществ, указанных в ответе, и рядом с формулой записывается общая формула гомологического ряда. Эти формулы сравниваются с общей химической формулой гомологического ряда, к которому относится уксусная кислота –  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ . Гексановая, стеариновая и масляная кислоты относятся к одному и тому же гомологическому ряду насыщенных одноосновных кислот. Олеиновая кислота относится к другому гомологическому ряду карбоновых кислот и описывается иной формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$ .

*Ответ: 3).*

### A5

Для того чтобы определить верное число изомеров кислоты состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ , необходимо последовательно составлять структурные

формулы изомеров кислоты и давать им названия. Если по отношению к нескольким, казалось бы различным составленным формулам, относятся одинаковые названия, значит, записана формула неизомерного вещества.

Для вещества указанного состава можно записать формулы четырех изомерных кислот: пентановая кислота, 2-метилбутановая кислота, 3-метилбутановая кислота и 2,2-диметилпропановая кислота.

*Ответ: 3).*

### **A6**

Только по реакции Вюрца (взаимодействия галогеналканов с металлическим натрием) можно получить насыщенный углеводород с большим числом атомов углерода. В результате реакции Зинина можно получить анилин из бензола, реакции Кучерова – альдегид из ацетилена, реакции Лебедева – бутadiен из этанола.

*Ответ: 1).*

### **A7**

Бензол (ароматический углеводород) используется для получения многих веществ, в состав которых входит бензольное кольцо. Красители, нитробензол, полистирол получают на основе бензола. Мыла – это соли высших карбоновых кислот. Следовательно, это и будет правильный ответ.

*Ответ: 4).*

### **A8**

Анализ вариантов ответов показывает:

- у этана и пропана нет изомерных соединений;
- для пентана возможно в реакции изомеризации получение нескольких изомеров;
- только из бутана можно в реакции изомеризации получить один изомер – 2-метилпропан.

*Ответ: 2).*

### **A9**

Этен – представитель ненасыщенных углеводородов, в молекулах которых имеется одна двойная связь. В силу этого для этена характерны реакции присоединения. В предлагаемых вариантах ответов три уравнения реакций присоединения (с водородом, водой, хлороводородом). Уравнение реакции бромирования этена записано неверно, в виде реакции замещения.

*Ответ: 4).*

### A10

Этиленгликоль относится к многоатомным спиртам. Поэтому ему свойственны не только реакции одноатомных спиртов, но и характерная реакция с гидроксидом меди(II). В ответах под номерами 1), 2), 4) указаны названия веществ, которые или вообще не взаимодействуют со спиртами, или взаимодействует одно из двух приведенных.

Следовательно, веществами, взаимодействующими с многоатомным спиртом, являются натрий и гидроксид меди(II).

*Ответ:* 3).

### A11

При поиске ответа с отрицанием возможных химических свойств конкретного вещества можно идти таким путем. Сначала определяем, с каким из перечисленных веществ взаимодействует уксусная кислота.

Анализ ответов показывает, что с активными металлами, оксидами и солями кислота взаимодействует согласно перечню общих химических свойств карбоновых кислот. Но среди формул солей указана формула соли более сильной кислоты, чем уксусная ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), и менее сильной, чем уксусная ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Известно, что возможны реакции карбоновых кислот с солями более слабых неорганических кислот. Следовательно, ответ –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

*Ответ:* 2).

### A12

В предложенной схеме показан процесс получения уксусного альдегида из неизвестного вещества, но именно при указанных условиях его проведения.

Одним из вариантов ответа указан ацетилен ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ). Известно, что получение уксусного альдегида при указанных условиях возможно из ацетилена (реакция Кучерова).

*Ответ:* 1).

### A13

В задании предлагается молекулярная формула триглицерида. Следовательно, прежде следует определить, остатки каких высших карбоновых кислот входят в состав данного триглицерида.

В состав остатка глицерина входит три атома углерода, значит, в состав трех остатков карбоновых кислот входит 54 атома углерода. Предположим, что остатки карбоновых кислот соответствуют одной кислоте. Тогда в состав остатка кислоты входит 18 атомов углерода, 17 из них входит в углеводородный остаток кислоты.

Если предположить, что это остаток насыщенной стеариновой кислоты  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ , то число атомов водорода в триглицериде

будет равно 110, а в задании указано, что их 106, следовательно, в триглицериде в остатках кислот имеется две двойные связи.

В таком случае на реакцию потребуется 2 моль  $\text{Br}_2$ .

Ответ: 3).

#### A14

Последовательный анализ ответов показывает что:

– только одно вещество (в первом ряду), а именно водород, взаимодействует с двумя указанными в задании веществами;

– вещества, указанные во втором ряду ответов, взаимодействуют и со сложным эфиром, и триолеином в реакции гидролиза;

– из четырех оставшихся вариантов ответов, только одно вещество (бром) взаимодействует с триглицеридом жидкого масла.

Следовательно, правильный ответ указан во втором ряду.

Ответ: 2).

#### A15

Для того чтобы верно ответить на вопрос задания, необходимо определить, что общего есть в строении казалось бы таких непохожих друг на друга веществ.

В составе глюкозы нециклической формы имеются пять гидроксильных групп. В составе глицерина – три гидроксильные группы.

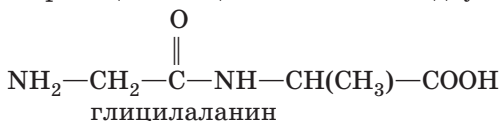
Характерной качественной реакцией на наличие нескольких гидроксильных групп является реакция со свежеосажденным гидроксидом меди(II). В результате реакции образуется прозрачный раствор ярко-синего цвета.

Ответ: 4).

#### A16

Молекулярная формула показывает только, атомы каких элементов входят в состав вещества и их число.

В данном случае поиск правильного ответа будет достаточно быстрым, если записать структурную формулу дипептида, образованного в реакции глицина и аланина – двух  $\alpha$ -аминокислот:



Данному дипептиду соответствует молекулярная формула  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3$

Ответ: 1).

#### A17

Гидролиз – обменная реакция между каким-либо веществом и водой.

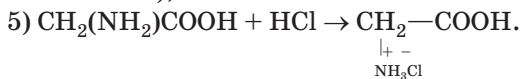
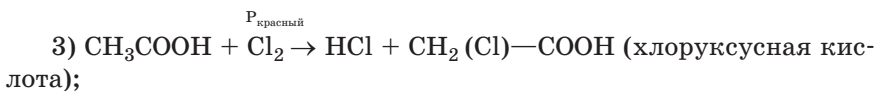
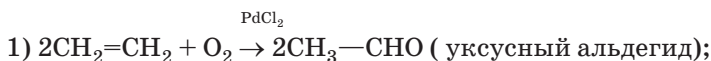
Только в третьем ряду ответов приведены названия всех веществ, которые так же, как и белки, подвергаются гидролизу по схеме:

- трипептиды → аминокислоты
- целлюлоза → глюкоза
- триглицерид → глицерин, карбоновая кислота (или ее соль).

Ответ: 3).

## В1

Анализ данного генетического ряда, условий протекания химических реакций и реагентов показывает, что в процессе последовательных реакций получают вещество карбоксиметиламмоний хлорид:

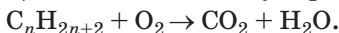


Молекулярная формула вещества  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2\text{NCl}$ .

Ответ:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2\text{NCl}$ .

## В2

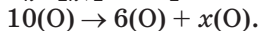
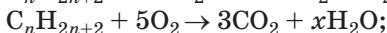
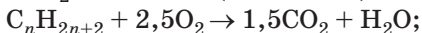
1) Записываем схему горения неизвестного алкана:



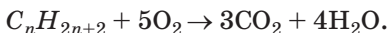
2) Определяем количество кислорода и углекислого газа, подставляем полученные значения в схему горения алкана и анализируем количественные соотношения реагентов и продуктов реакции:

$$n = V/V_m; n\text{O}_2 = 2,5 \text{ моль (56: 22,4);}$$

$$n\text{CO}_2 = 1,5 \text{ моль (33,6 ; 22,4);}$$



Следовательно,  $x = 4$ , тогда:



Если  $n_{\text{CO}_2} = 3$ , то  $n_{\text{C}} = 3$  моль,  
если  $n_{\text{H}_2\text{O}} = 4$  моль, то  $n_{\text{H}} = 8$  моль.

Формула алкана  $\text{C}_3\text{H}_8$ .

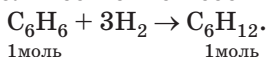
Ответ:  $\text{C}_3\text{H}_8$ .

### В3

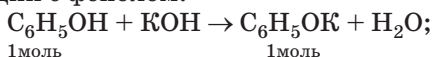
Анализ текста задачи показывает, что прежде всего следует определить количество и массу бензола, затем количество и массу фенола и, наконец, количество и массу анилина. На основе этих данных вычисляется масса смеси.

1)  $n = m/M$ ;  $n_{\text{C}_6\text{H}_{12}} = 0,4$  моль ( $84 : 33,6$ );  $n_{\text{C}_6\text{H}_6} = 0,4$  моль;

$m = 31,2$  г, т. к. согласно уравнению реакции процесс проходил в количественном соотношении 1:1:

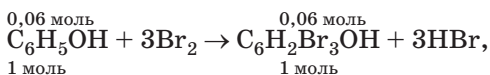


2) Образование соли при прибавлении щелочи шло только в реакции с фенолом:



$n_{\text{соли}} = 0,06$  моль ( $7,92:132$ ), следовательно,  $n_{\text{фенола}} = 0,06$  моль, а  $m = 5,64$  г ( $0,06 \cdot 94$ ).

3) В реакцию бромирования вступали два вещества: фенол и анилин, поэтому сначала определяется масса трибромфенола, затем триброманилина и после этого количество и масса анилина в смеси:



$n_{\text{соли}} = 0,06$  моль, а  $m = 19,86$  г, тогда масса триброманилина равна  $6,6$  г ( $26,46 - 19,86$ ), а количество  $0,02$  моль ( $6,6 : 330$ ).

Согласно уравнению реакции анилина с бромом количество триброманилина ( $0,02$  моль). Масса анилина в смеси равна  $1,86$  г ( $0,02 \cdot 93$ ).

4) Зная массы всех компонентов в смеси, определяем массу смеси:  
 $31,2 + 5,64 + 1,86 = 38,7$  г.

Ответ:  $38,7$  г.

### Тест 2

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	К природным высокомолекулярным веществам не относят вещество	1) капролактамы 2) целлюлозу 3) белки 4) крахмал

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A2	Вискозное волокно относят к волокнам	1) химическим синтетическим 2) природным (хлопок) 3) природным (шерсть) 4) химическим искусственным
A3	Укажите функциональную карбоксильную группу	1) $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)$ 2) $\text{C}=\text{O}$ 3) $-\text{CHO}$ 4) $-\text{COOH}$
A4	Органические вещества, состав которых отражает общая формула $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ , относятся к	1) насыщенным одноатомным спиртам 2) насыщенным одноосновным карбоновым кислотам 3) фенолам 4) насыщенным алифатическим альдегидам
A5	Изомером глюкозы является	1) фруктоза 2) сахароза 3) целлюлоза 4) лактоза
A6	Углеводород, относительная плотность которого по гелию равна 14,5, относится к	1) алкадиенам 2) алкенам 3) алканам 4) алкинам
A7	Бромбензол можно получить в реакции, схема которой	1) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{AlCl}_3}$ 2) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HBr} \rightarrow$ 3) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow$ 4) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$
A8	С помощью реакции, схема которой $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{ , в промышленности получают}$	1) $\text{CH}_3\text{CHO}$ 2) $\text{C}_2\text{H}_2$ 3) $\text{CH}_3\text{OH}$ 4) $\text{C}_2\text{H}_4$
A9	2-метилбутадиен-1,3 взаимодействует со всеми веществами, записанными в ряду	1) кислород, азот 2) вода, натрий гидроксид 3) изопрен, водород 4) этиленгликоль, азотная кислота
A10	Два вещества какого ряда взаимодействуют с натрием?	1) этиленгликоль и метан 2) фенол и этан 3) этанол и бензол 4) хлорметан и пропанол



№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A11	Метановая кислота взаимодействует с обоими веществами, а уксусная ни с одним в ряду	1) $\text{CH}_3\text{OH}$ ; $\text{NaOH}$ 2) $\text{Ag}_2\text{O}$ ; $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 3) $\text{Zn}$ ; $\text{KHSO}_3$ 4) $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; $\text{KHCO}_3$
A12	При окислении одноатомного насыщенного спирта массой 18 г получили 22,2 г одноосновной насыщенной кислоты с тем же числом атомов углерода, что и у спирта. Формула карбоновой кислоты	1) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ 2) $\text{CH}_3\text{COOH}$ 3) $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ 4) $\text{HCOOH}$
A13	Гидролизу подвержены вещества ряда	1) формалин и уксусная кислота 2) сахароза и олеиновая кислота 3) триолеин и этиловый эфир пропановой кислоты 4) тристеарин и этанол
A14	Жидкие жиры можно превратить в твердые в результате реакции	1) гидрирования 2) гидролиза 3) дегидрирования 4) гидратации
A15	Шестиатомный спирт сорбит можно получить в реакции, схема которой	1) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ 2) $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow$ 3) $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow$ 4) $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_4\text{CHO} + \text{Br}_2/\text{H}_2\text{O} \rightarrow$
A16	Сколько трипептидов можно получить из трех различных аминокислот, если в пептиде содержится по одному остатку каждой из аминокислот?	1) один 2) три 3) шесть 4) девять
A17	Цветными реакциями на белки являются реакции	1) Зинина и Лебедева 2) биуретовая и ксантопротеиновая 3) серебряного зеркала и обесцвечивания бромной воды 4) Вюрца и Прилежаева
B1	Запишите молекулярную формулу органического вещества $\text{X}_5$ , которое можно получить в результате следующих превращений: $\text{CaO} \xrightarrow{+\text{C}} \text{X}_1 \xrightarrow{+\text{H}_2} \text{X}_2 \xrightarrow{+\text{NH}_3} \text{X}_3 \xrightarrow{+\text{HCl}} \text{X}_4 \xrightarrow{+\text{NaOH}} \text{X}_5$	

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В2	Смесь пропена и метана прогидрировали и получили новую смесь газов. Относительная плотность по гелию гидрированной смеси равна 9,25. Определите молярное соотношение пропена и метана в первоначальной смеси газов	
В3	При сгорании неизвестного алкана массой 26,1 г получили углекислый газ массой 79,2 г. Определите формулу неизвестного алкана	

## Решения

### A1

Среди названий веществ в ответах три относятся к природным высокомолекулярным веществам: целлюлоза, белки, крахмал.

Капролактam – низкомолекулярное вещество, оно является мономером для синтеза волокна капрон.

*Ответ:* 1).

### A2

Волокна классифицируют на природные и химические. Химические волокна получают, используя продукты органического синтеза (низкомолекулярные вещества), а также в результате обработки химическими веществами природного высокомолекулярного вещества целлюлозы. Вискозное волокно относят к химическим искусственным волокнам, так как его получают при обработке природного высокомолекулярного вещества целлюлозы уксусной кислотой.

*Ответ:* 4).

### A3

Анализируются предлагаемые в тесте ответы и уточняется, что только в трех случаях: 2), 3), 4) записаны функциональные группы. К определению «карбоксильная функциональная группа содержит карбонильную и гидроксильную группы» подходит ответ под номером 4).

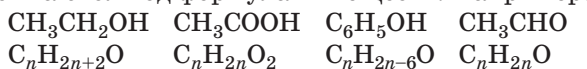
*Ответ:* 4).

### A4

Общая формула  $C_nH_{2n}O$  не отражает химическое строение веществ и в этом заключается сложность поиска ответа. В данном случае возможно использовать один из двух путей поиска правильного ответа.

В первом случае записываются общие молекулярные формулы указанных классов веществ и сравниваются с приведенной в задании. Это более сложный путь поиска правильного ответа.

Во втором случае записываются формулы конкретных веществ указанных классов, на их основе выводятся общие формулы и записываются под формулами веществ. Например:



Искомая формула соответствует альдегидам.

Ответ: 4).

### A5

Прежде определяется, к какому классу органических веществ принадлежит глюкоза, а затем он соотносится с классом веществ в приведенных ответах.

Глюкоза – моносахарид. Сахароза и лактоза – дисахариды, а целлюлоза – полисахарид. Следовательно, изомером глюкозы является фруктоза, они имеют одинаковый состав  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , но различное строение: в молекуле фруктозы содержится карбонильная группа, а в молекуле глюкозы – альдегидная.

Ответ: 1).

### A6

Для правильного ответа на вопрос необходимо определить молекулярную формулу углеводорода.

1) Определяем молярную массу вещества:

$$D_{\text{He}} = M_{\text{вещества}} / M_{\text{He}}; M_{\text{вещества}} = 58 \text{ г/моль } (14,5 \cdot 4 = 58).$$

2) Исходя из общих формул классов указанных веществ, находим верный ответ:

$$\text{– алкадиены } \text{C}_n\text{H}_{2n-2} \rightarrow 12n + 2n - 2 = 58, \text{ где } n = 4,28;$$

$$\text{– алкены } \text{C}_n\text{H}_{2n} \rightarrow 12n + 2n = 58, \text{ где } n = 4,14;$$

$$\text{– алканы } \text{C}_n\text{H}_{2n+2} \rightarrow 12n + 2n + 2 = 58, \text{ где } n = 4;$$

$$\text{– алкины } \text{C}_n\text{H}_{2n-2} \rightarrow 12n + 2n - 2 = 58, \text{ где } n = 4,28.$$

Ответ: 3).

### A7

Бензол не взаимодействует с бромоводородом и бромной водой. Реакция бензола с бромом в обычных условиях не происходит. При наличии катализаторов хлорида алюминия, железа, бромида железа(III) бензол вступает в реакцию замещения с образованием бромбензола.

Ответ: 1).

### A8

Известно, что в реакции метана с кислородом в зависимости от условий процесса получаются вещества различных классов. Указанные в тексте задания условия течения реакции говорят о том, что продуктом реакции будет ацетилен.

*Ответ:* 2).

### A9

Вещество 2-метилбутадиен-1,3 (или изопрен) относится к диеновым углеводородам, т. е. к веществам, в молекулах которых имеются кратные связи.

Для таких веществ характерны реакции полимеризации и гидрирования.

*Ответ:* 3).

### A10

Анализ названий веществ, приведенных в ответах, показывает, что там указаны спирты и фенол, которые взаимодействуют с натрием. Реакции метана, этана и бензола с натрием нам не известны.

Следовательно, ответы под номерами 1), 2), 3) не могут быть искомыми.

Хлорметан взаимодействует с натрием (реакция Вюрца) с образованием этана. Это лабораторный способ получения алканов.

*Ответ:* 4).

### A11

В составе молекулы муравьиной кислоты, в отличие от всех остальных кислот гомологического ряда насыщенных одноосновных кислот, есть альдегидная группа.

Вот поэтому муравьиная кислота, в отличие от уксусной кислоты, взаимодействует с оксидом серебра в аммиачном растворе и гидроксидом меди(II).

*Ответ:* 2).

### A12

В реакции  $R-CH_2OH \rightarrow R-COOH$  получили кислоту, масса которой больше, чем масса взятого для реакции спирта на 4,2 г (22,2–18).

В данном случае молярная масса карбоновой кислоты ( $C_nH_{2n}O_2$ ) больше молярной массы одноатомного насыщенного спирта ( $C_nH_{2n+2}$ ) на 14.

Используя формулу  $n = \Delta m / \Delta M$ , определяем количество спирта и кислоты, которые равны друг другу согласно известному вам химическому процессу окисления спирта в соответствующую кислоту.

$n = 0,3$  моль (4,2 : 14).

По формуле  $n = m/M$  определяем молярную формулу кислоты. Она равна 74 г/моль. Далее по общей формуле насыщенных одноосновных кислот  $C_nH_{2n}O_2$  определяем химическую формулу  $C_2H_5COOH$ .  
*Ответ: 1).*

### **A13**

Реакция гидролиза характерна для дисахаридов, полисахаридов, жиров, эфиров.

Только в ряду под номером 3) в ответах указаны два вещества, которые подвержены гидролизу. Во всех остальных случаях ответ не соответствует вопросу.

*Ответ: 3).*

### **A14**

В состав жидких жиров входят остатки ненасыщенных высших карбоновых кислот.

В твердые жиры жидкие превращаются в процессе реакции гидрирования.

Следовательно, ответ – гидрирование.

*Ответ: 1).*

### **A15**

Шестиатомный спирт-сорбит – это вещество, производное глюкозы. Реагентами в ответах под номерами 1) и 2) являются сахароза и альдегид. Следовательно, они не могут быть объектами нашего анализа. Следующие две схемы 3) и 4) в ответах на вопрос относятся: одна – к восстановлению глюкозы, другая – к ее окислению.

Шестиатомный спирт образуется при восстановлении глюкозы.

*Ответ: 3).*

### **A16**

Предположим, что были три аминокислоты АБВ. Составим варианты ответов: АБВ (1), АВБ (2), БАВ (3), ВБА (4), ВАБ (5), ВБА (6).

Из трех различных аминокислот можно составить шесть трипептидов.

*Ответ: 3).*

### **A17**

В вариантах ответов приведены четыре именные реакции, но ни одна из них не связана с белками.

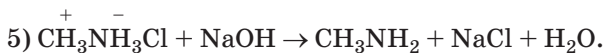
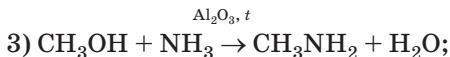
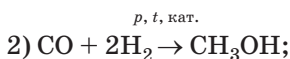
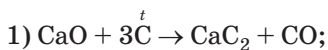
Реакция «серебряного зеркала» является характерной реакцией на наличие альдегидной группы.

К цветным реакциям белков относят биуретовую реакцию (универсальная реакция на белки) и ксантопротеиновую (доказывает наличие ароматического кольца в остатках аминокислот).

Ответ: 2).

## В1

Анализ указанных в ряду условий проведения реакции и используемых реагентов показывает, что возможно проведение следующих реакций:



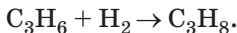
Следовательно, вещество – метиламин  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ , молекулярная формула метиламина  $\text{CH}_5\text{N}$ .

Ответ:  $\text{CH}_5\text{N}$ .

## В2

В условии задачи не указано, какое количество смеси взято для гидрирования. Поэтому будем исходить из предположения, что было взято 1 моль смеси метана и пропена.

Исходя из относительной плотности смеси, по формуле  $D = M_{\text{смеси}} / M_{\text{He}}$  определяем молярную массу новой смеси. Она равна 37 г/моль ( $9,25 \cdot 4$ ). Гидрированию подвергался только пропен по реакции



1 моль      1 моль      1 моль

Далее предполагаем, что в первоначальной смеси было  $x$  моль пропена, следовательно, пропана в полученной смеси газов также было  $x$  моль.

Масса пропана в смеси равна  $44x$ . В первоначальной и конечной смеси количество метана равно  $(1 - x)$  моль массой  $(1 - x) \cdot 16$ .

Составляем алгебраическое уравнение:

$$44x + (1 - x) \cdot 16 = 37, \text{ где } x = 0,75 \text{ (моль)}.$$

Следовательно, в 1 моль первоначальной смеси газов пропена было 0,75 моль, а метана 0,25 моль.

Отношение количества газов пропена и метана 0,75 : 0,25 или 3:1.

Ответ: 3 : 1.

### В3

Запишем схему горения неизвестного алкана и проанализируем ее:



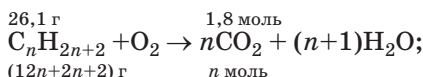
1 моль

$n$  моль

Далее определим количество образовавшегося углекислого газа по формуле:

$n = m/M$ ;  $n(CO_2) = 1,8$  моль (79,2 : 44), следовательно, количество углерода также равно 1,8 моль.

Используя общую формулу алканов и исходя из приведенной выше схемы, выражаем математически следующую зависимость между количеством алкана и количеством углерода в углекислом газе:



$$26,1/C_n H_{2n+2} = 1,8/n \text{ или } 26,1/14n + 2 = 1,8/n,$$

где  $n = 4$ .

Следовательно, формула алкана  $C_4H_{10}$ .

Ответ:  $C_4H_{10}$ .

### Тест 3

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	Волокно лавсан относят к волокнам	1) натуральным 2) искусственным 3) полиамидным 4) полиэфирным
A2	К природным высокомолекулярным веществам относят	1) целлюлозу и нитроглицерин 2) лавсан и полиформальдегид 3) белки и крахмал 4) нитроцеллюлозу и капрон
A3	Веществу строения $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH-COOH \\   \quad   \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array}$ по систематической номенклатуре соответствует название	1) изопентановая кислота 2) 2,2-диметилбутановая кислота 3) 2,3-диметилбутановая кислота 4) гептановая кислота

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A4	Изомером β-аминобутановой кислоты является кислота	1) α-аминобутановая 2) 3-аминобутановая 3) β-аминопропановая 4) 3-хлорбутановая
A5	Веществу строения $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ соответствует ... структурных изомеров	1) 6 2) 5 3) 4 4) 3
A6	Алканы в отличие от алкенов не вступают в реакции	1) гидрирования 2) каталитического окисления 3) дегидрирования 4) галогенирования
A7	Формула вещества, с которым взаимодействует бензол, но не взаимодействует пропан	1) $\text{Cl}_2$ 2) $\text{H}_2$ 3) $\text{HNO}_3$ 4) $\text{Br}_2$
A8	Для получения алканов в лаборатории не используют реакцию, схема которой	1) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{Cl} + \text{Na} \xrightarrow{t}$ 2) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} \xrightarrow{t}$ 3) $\text{RCOONa}_{\text{ТВ}} + \text{NaOH}_{\text{ТВ}} \xrightarrow{t}$ 4) $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
A9	В реакции, схема которой $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Ag}}$ , получают	1) спирт одноатомный 2) спирт двухатомный 3) этиленоксид 4) альдегид
A10	Глицерин так же, как и бензол, может взаимодействовать с веществом, формула которого	1) $\text{CH}_3\text{COOH}$ 2) $\text{HNO}_3$ 3) $\text{HCl}_{\Gamma}$ 4) $\text{Cl}_2$
A11	Альдегид можно получить в реакции, схема которой	1) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{CO} + \text{H}_2 \xrightarrow{p, t, \text{кат.}}$ 2) $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{p, t, \text{кат.}}$ 3) $\text{R}-\text{CH}_2-\text{CCl}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}, \text{OH}^-}$ 4) $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{p, t, \text{кат.}}$



№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A12	Вещество строения $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$ может быть продуктом синтеза веществ	1) $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ и $\text{CH}_4 \rightarrow$ 2) $\text{C}_2\text{H}_2$ и $\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow$ 3) $2\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow$ 4) $2\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{t}$
A13	Уксусную кислоту в одну стадию получают при обработке оксидом углерода в соответствующих условиях вещество, формула которого	1) $\text{CH}_3\text{CHO}$ 2) $\text{CH}_3\text{OH}$ 3) $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ 4) $\text{C}_2\text{H}_4$
A14	В результате щелочного гидролиза этилового эфира пропановой кислоты получают	1) пропановую кислоту и этиловый спирт 2) этиловый спирт и этановую кислоту 3) соль пропановой кислоты и этиловый спирт 4) пропановую кислоту и пропановый спирт
A15	Формулы веществ, которые взаимодействуют последовательно с целлюлозой и глюкозой	1) $\text{I}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{HNO}_3$ и $\text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{H}_2\text{O}$ и $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 4) $\text{CH}_3\text{COOH}$ и $\text{HNO}_3$
A16	Какое максимальное количество (моль) гидроксида натрия может прореагировать с 5 моль трипептида, образованного глицином?	1) 10 2) 15 3) 5 4) 8
A17	Формулы веществ, которые последовательно могут реагировать с этанолом, целлюлозой, метановой кислотой	1) $\text{HCl}$ , $\text{Br}_2/\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$ 2) $\text{HCl}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 3) $\text{NH}_3$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{Ag}_2\text{O}/\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{NaOH}$ , $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
B1	<p>Определите класс органического вещества В в схеме превращений, которое возможно получить в результате последовательных реакций:</p> $\text{A} \xrightarrow{\text{PdCl}_2 \quad [\text{O}]} \text{B} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, \quad t} \text{Г} \xrightarrow{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{В}} \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{В}$ <p>В ответе укажите общую формулу класса</p>	

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В2	Укажите молярную массу продукта реакции гидрирования неизвестного алкена массой 62,44 г водородом, взятым объемом 49,952 дм <sup>3</sup> (н.у.)	
В3	В реакции окисления неизвестного альдегида насыщенного ряда свежесажженным гидроксидом меди(II) получили оксид меди(I) массой 38,88 г. Полученную карбоновую кислоту использовали в реакции этерификации с пропанолом и получили сложный эфир массой 21,924 г, что составило 70 % от теоретически возможного. Определите молекулярную формулу карбоновой кислоты и укажите в ответе ее относительную молекулярную массу	

## Р е ш е н и я

### A1

Волокно лавсан относится к химическим синтетическим волокнам. Оно также классифицируется как синтетическое полиэфирное волокно, так как его получают из полиэфира, образованного в реакции этерификации двухосновной карбоновой кислоты и двухатомного спирта.

*Ответ:* 4).

### A2

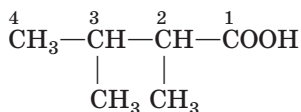
Среди перечня веществ к природным высокомолекулярным веществам относятся белки и крахмал.

*Ответ:* 3).

### A3

При ответе на вопросы, требующие поиска правильного названия вещества, возможен следующий порядок действий:

- определяется самая длинная неразветвленная цепь углеродных атомов и выполняется соответствующая запись формулы;
- нумеруется цепь углеродных атомов, для карбоновых кислот нумерация начинается с атома углерода карбоксильной группы:



– называются алкильные группы и записывается правильное название с указанием номера атома углерода при алкильной группе: 2,3-диметилбутановая кислота;

– это название соответствует названию под номером 3).

*Ответ: 3).*

#### **A4**

Анализ предлагаемых ответов показывает:

– одно из веществ – 3-хлорбутановая кислота – не имеет отношения к аминокислотам;

– 3-аминобутановая кислота и  $\beta$ -аминобутановая кислота – это названия одной и той же кислоты;

–  $\beta$ -аминопропановая кислота является гомологом  $\beta$ -аминобутановой кислоты;

– следовательно, искомым изомером является  $\alpha$ -аминобутановая кислота.

*Ответ: 1).*

#### **A5**

В задании приведена формула сложного эфира, производного насыщенной одноосновной карбоновой кислоты и насыщенного одноатомного спирта. Молекулярная формула вещества  $C_4H_8O_2$ , а общая  $C_nH_{2n}O_2$ .

Для эфиров существуют структурные изомеры внутри класса и межклассовая изомерия эфиров и одноосновных карбоновых кислот.

Составляются все возможные структурные формулы изомеров. Их пять: метиловый эфир пропановой кислоты, пропиловый эфир муравьиной кислоты, изопропиловый эфир муравьиной кислоты, бутановая кислота, 2-метилпропановая кислота.

*Ответ: 2).*

#### **A6**

Для алканов характерны (возможны) реакции замещения, к которым в данном случае относится реакция галогенирования. Алканы окисляются, вступают в реакции дегидрирования (реакция отщепления). В реакции присоединения, к которым относится реакция гидрирования, алканы не вступают.

*Ответ: 1).*

#### **A7**

В данном случае следует определить перечень веществ, с которыми взаимодействует бензол и пропан, а затем сравнить их.

Из указанного перечня веществ бензол взаимодействует со всеми (при определенных условиях).

Пропан взаимодействует с хлором, бромом и азотной кислотой (реакции замещения), но будучи насыщенным углеводородом, не взаимодействует с водородом.

*Ответ: 2).*

#### **A8**

Известно, что в лаборатории алканы можно получить: по реакции Вюрца, при сплавлении солей карбоновых кислот с твердой щелочью, из карбида алюминия.

В процессе крекинга фракций нефти в промышленных целях получают смесь алканов. Следовательно, ответ – крекинг алканов.

*Ответ: 2).*

#### **A9**

При каталитическом окислении этилена в зависимости от катализатора получают разные продукты реакции. Окисление этилена в присутствии серебра в качестве катализатора в результате дает этиленоксид или эпоксид. Эта реакция носит название реакции Прилежаева.

*Ответ: 3).*

#### **A10**

Анализ химических свойств глицерина (многоатомного спирта) и бензола (ароматического углеводорода) показывает, что веществом, которое взаимодействует с указанными веществами, может быть азотная кислота.

В реакции глицерина с азотной кислотой получают нитроглицерин, а в реакции бензола с азотной кислотой получают нитробензол.

*Ответ: 2).*

#### **A11**

Анализ предложенных схем химических реакций показывает следующее.

В реакции этилена с водой получают этанол, при гидролизе галогензамещенного углеводорода, содержащего три атома галогена, у одного атома углерода в щелочной среде получают карбоновую кислоту, из синтез-газа получают метанол.

Схема, приведенная в ответе под номером 1) неизвестна из содержания школьного учебника химии, но, если исходить из положения, что один ответ из четырех верный, то это ответ под номером 1). Эта реакция классифицируется как прямое карбонилирование и указана в сборнике задач по химии для 11 класса.

*Ответ: 1).*

### A12

Если вещество  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$  результат синтеза, то вещества под номером 2) исключаем сразу же из ответа, т. к. не совпадает число атомов водорода.

Сравнивая состав веществ, формулы которых приведены под номерами 1), 2), 4), и формулу вещества, указанную в задании, приходим к выводу, что правильный ответ обозначен под номером 4).

Ответ: 4).

### A13

Два из четырех веществ, формулы которых указаны в ответе, могут использоваться для получения уксусной кислоты, это ацетальдегид и этен. Масляная кислота не является реагентом для получения уксусной кислоты.

В процессе карбонилирования метанола под давлением в присутствии катализатора  $\text{Rh}/\text{I}_2$  получают уксусную кислоту.

Ответ: 2).

### A14

Гидролиз сложного эфира карбоновой кислоты и одноатомного спирта является процессом, обратным реакции этерификации. Если гидролиз кислотный, то образуются карбоновая кислота и спирт. Если же проводят щелочной гидролиз, то в результате реакции получают соль карбоновой кислоты и спирт. Следовательно, правильный ответ – это соль пропановой кислоты и этиловый спирт.

Ответ: 3).

### A15

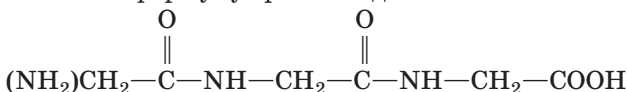
Последовательный анализ формул веществ, записанных в рядах 1)–4), показывает следующее:

- вещества в первом ряду не взаимодействуют с веществами, записанными с заданной последовательностью;
- во втором ряду: азотная кислота взаимодействует с целлюлозой, но вода не взаимодействует с глюкозой;
- не известны нам и реакции с веществами, указанными в ряду 3);
- целлюлозу обрабатывают уксусной кислотой для получения искусственных волокон, и глюкоза окисляется азотной кислотой с образованием глюкаровой кислоты.

Ответ: 4).

### A16

Запишем формулу трипептида:



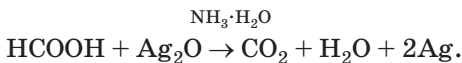
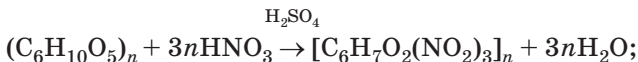
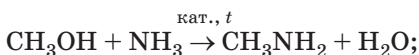
При щелочном гидролизе на 1 моль трипептида расходуется 3 моль щелочи. Следовательно, на 5 моль трипептида требуется 15 моль щелочи.

Ответ: 2).

### A17

Последовательный анализ каждого из веществ, формулы которых приведены в четырех рядах, показывает, что правильным ответом следует считать вещества, формулы которых находятся в третьем ряду.

Убедимся в этом, составив уравнения соответствующих реакций:



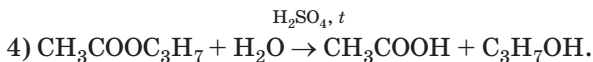
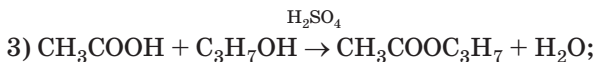
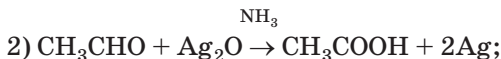
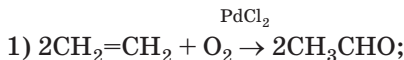
Ответ: 3).

### B1

Для того чтобы определить искомое вещество В, рассмотрим последовательно возможные варианты получения веществ в ряду справа налево и слева направо.

Если исходить из предположения, что вещество Г – это эфир, то в результате его гидролиза образуется указанный спирт и В – это карбоновая кислота.

Исходным веществом в рассматриваемом ряду очевидно был алкен, например, этилен. В таком случае можно предположить, что проходили следующие процессы:

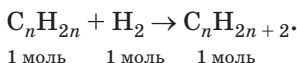


Следовательно, вещество В – это карбоновая кислота.

Ответ:  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ .

## В2

Гидрирование алкенов идет с образованием алканов в реакции по схеме



Определив количество водорода, мы узнаем и количество вступившего в реакцию алкена, а далее по формуле  $n = m/M$  определим молярную массу алкена.

$$n(\text{H}_2) = 2,23 \text{ моль} (49,952 : 22,4) \quad n = V/V_m;$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 28 \text{ г/моль} (62,44 : 2,23), \quad \text{C}_n\text{H}_{2n} = 28, \text{ где } n = 2.$$

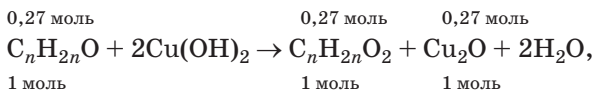
Формула алкена  $\text{C}_2\text{H}_4$ , это этен.

В реакции гидрирования этена образуется этан. Молярная масса этана  $\text{C}_2\text{H}_6$  равна 30 г/моль.

Ответ: 30.

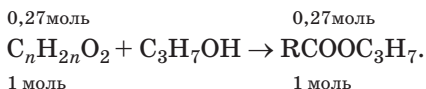
## В3

Составим схему окисления альдегида в карбоновую кислоту с тем же числом атомов углерода в молекуле, что и у альдегида, и проанализируем ее:



$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,27 \text{ моль} (38,88 : 144).$$

Анализ схемы реакции этерификации показывает, что в результате должно образоваться (теоретически) 0,27 моль эфира:



Определяем массу эфира при выходе продукта 100 %, ,

$$m = 31,32 \text{ г} (21,924 : 0,7), \text{ эта масса эфира составляет } 0,27 \text{ моль}.$$

Находим молярную массу сложного эфира и далее число атомов углерода в алкильной группе карбоновой кислоты:

$$M(\text{эфира}) = 116 \text{ г/моль} (31,2 : 0,27).$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOC}_3\text{H}_7 = 116;$$

$$14n + 1 + 87 = 116;$$

$14n = 28, n = 2$ , следовательно, формула кислоты  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  или  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ . Относительная молекулярная масса пропановой кислоты равна 74.

Ответ: 74.

### Тест 4

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	В реакцию полимеризации может вступать вещество	1) пропан 2) стирол 3) бензол 4) 2-хлорпропан
A2	Натуральный каучук синтезируется в природе из вещества, формула которого	1) $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ 2) $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_3)$ 3) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 4) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$
A3	Кратные химические связи имеются в молекуле	1) бутана 2) бутадиена-1,3 3) этиламина 4) глюкозы в циклической форме
A4	Изомером вещества 2,4-диметилбутан является	1) 3-этилпентан 2) 3,4-диэтилпентан 3) 2,4-диметилпентан 4) 2-метилпентан
A5	Гомологом глицина является	1) аланин 2) метиламин 3) формальдегид 4) дезоксирибоза
A6	Этан в одну стадию можно получить из вещества, формула которого	1) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 2) $\text{CH}_3\text{COONa}$ 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}$ 4) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$
A7	Бромную воду не обесцвечивает	1) фенол 2) этилен 3) бензол 4) ацетилен
A8	Метан в лаборатории можно получить в реакции гидролиза карбида	1) алюминия 2) кальция 3) магния 4) железа
A9	В результате одностадийных процессов из этилена можно получить вещества, формулы которых	1) $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ , $\text{C}_4\text{H}_6$ 2) $\text{CH}_3\text{CHO}$ , $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ 3) $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_6$ 4) $\text{CH}_3\text{OH}$ , $\text{HCOOH}$
A10	Молярная масса насыщенного альдегида отличается от молярной массы соответствующей ему одноосновной насыщенной карбоновой кислоты на	1) 16 2) 14 3) 12 4) 1



№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A11	В результате какой реакции образуется насыщенный одноатомный спирт?	$\text{NaOH/H}_2\text{O}$ $1) \text{R}-\text{CH}_2\text{CHCl}_2 \rightarrow$ $\text{NaOH}_{\text{спирт}}$ $2) \text{R}-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow$ $\text{Zn}$ $3) \text{R}-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow$ $\text{NaOH/H}_2\text{O}$ $4) \text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow$
A12	Названия веществ, из которых возможно в одну стадию получить одну и ту же насыщенную одноосновную карбоновую кислоту, записаны в ряду	$1) \text{этаналь, этен, метаналь}$ $2) \text{метаналь, ацетат натрия, этанол}$ $3) \text{бутан, метанол, этаналь}$ $4) \text{пропан, пентаналь, этанол}$
A13	Сложный эфир карбоновой кислоты можно получить в результате реакции следующих веществ	$1) \text{C}_2\text{H}_5\text{OH и Na}$ $2) \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH и Cl}_2$ $3) \text{CH}_3\text{COOH и NH}_3$ $4) \text{C}_3\text{H}_7\text{OH и CH}_3\text{COOH}$
A14	Вещество состава $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ может быть отнесено к	$1) \text{сложным и простым эфирам}$ $2) \text{простым эфирам и альдегидам}$ $3) \text{сложным эфирам и насыщенным одноосновным карбоновым кислотам}$ $4) \text{жирам и сложным эфирам}$
A15	В реакции гидрирования глюкозы получают вещество того же класса органических соединений, что и в реакции, схема которой	$1) \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $2) \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow$ $3) \text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{кат., } t$ $4) \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow$
A16	Аминоуксусная кислота, в отличие от уксусной кислоты, взаимодействует с веществом, формула которого	$1) \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ $2) \text{NaOH}$ $3) \text{HCl}$ $4) \text{Mg}$
A17	Анилин, в отличие от ..., легко вступает в реакцию с ...	$1) \text{этена, бромом в CCl}_4$ $2) \text{бензола, бромной водой}$ $3) \text{фенола, бромной водой}$ $4) \text{метана, азотной кислотой}$
B1	Укажите число атомов водорода в молекуле органического вещества, которое можно получить в результате следующих превращений: $\text{C}_6\text{H}_{14} \xrightarrow{-\text{H}_2} \text{X}_1 \xrightarrow{-3\text{H}_2} \text{X}_2 \xrightarrow{+\text{Cl}_2} \text{X}_3 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{X}_4 \xrightarrow{+\text{Br}_2} \text{X}_5$	

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В2	Крахмал массой 2000,8 г подвергли полному гидролизу до глюкозы с выходом продукта реакции 75 %. Далее глюкозу подвергли спиртовому брожению, реакция протекала с выходом продукта равным 82 %. Из полученного спирта получили его водный раствор объемом 2000 см <sup>3</sup> . Определите молярную концентрацию раствора.	
В3	Для гидрирования неизвестного алкена массой 15,68 г затрачен водород, полученный в реакции с водой кальция массой 11,2 г. Определите молекулярную формулу алкена, а в ответе укажите число, показывающее общее число атомов в молекуле искомого вещества.	

## Решения

### A1

Запись формул веществ в вариантах ответов:  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH=CH}_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{CH}_3\text{—CHCl—CH}_3$ , указывает на наличие кратной связи только у стирола.

Из стирола в результате реакции полимеризации получают полимер полистирол.

Ответ: 2).

### A2

Каучуки – это продукт реакции полимеризации диеновых углеводов.

Следовательно, винилхлорид и пропен не могут рассматриваться как варианты ответа.

Установлено, что макромолекулы природного каучука состоят из остатков 2-метилбутадиена-1,3. Следовательно, природный каучук синтезируется из вещества 2-метилбутадиена -1,3, формула которого указана под номером 4).

Ответ: 4).

### А3

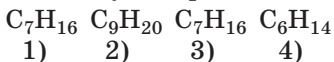
Для определения правильного ответа можно выбрать один из двух вариантов. В первом случае записываются структурные формулы всех веществ и чисто визуально выбирается ответ.

Во втором случае анализируются названия веществ. Наличие в названии вещества записи «диен-1,3» является прямым указанием на правильный ответ, так как в молекуле бутадиена-1,3 имеется две двойные связи.

Ответ: 2).

### А4

Для выявления названия вещества, которое является изомером 2,4-диметилбутана, прежде всего записывается его молекулярная формула  $C_6H_{14}$ . Далее по отношению к каждому из названий, приведенных в ответе, составляется молекулярная формула, сопоставляемая с молекулярной и структурной формулами 2,4-диметилбутана; там, где молекулярная формула совпадает и не совпадает структурная, ответ будет правильным.



Следовательно, изомер искомого вещества – 2-метилпентан.

Ответ: 4).

### А5

Для определения гомолога глицина необходимо прежде для всех приведенных названий веществ составить химические формулы и выявить класс веществ.

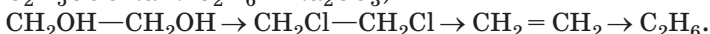
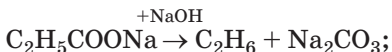
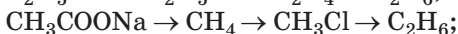
Глицин – это  $\alpha$ -аминокислота. Названия трех из четырех приведенных в ответе веществ не относятся к аминокислотам: метиламин – амин, формальдегид – альдегид, дезоксирибоза – моносахарид.

Аланин так же, как и глицин, относится к  $\alpha$ -аминокислотам, он гомолог глицина.

Ответ: 1).

### А6

Анализ веществ, из которых можно было бы получить этан, показывает, что процесс получения возможно представить следующим образом:



Следовательно, этан можно получить при прокаливании соли карбоновой кислоты с тремя атомами углерода с твердой щелочью.

*Ответ: 3).*

#### **A7**

Обесцвечивание бромной воды свидетельствует о том, что происходит реакция. Отсутствие обесцвечивания бромной воды показывает, что не происходит реакции искомого вещества с бромом, растворенным в воде.

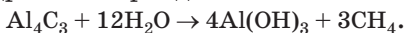
Этилен и ацетилен – ненасыщенные углеводороды. Они взаимодействуют с бромом (реакции присоединения), фенол также взаимодействует с бромной водой.

Бензол не только не взаимодействует с бромной водой, он не реагирует даже с бромом при обычных условиях.

*Ответ: 3).*

#### **A8**

В результате гидролиза карбидов некоторых металлов в лаборатории можно получить углеводороды. Метан образуется в процессе гидролиза карбида алюминия:



*Ответ: 1).*

#### **A9**

При ответе на данный вопрос желательно вспомнить химические свойства этилена, обращая внимание на то, вещество какого класса образуется в результате реакции.

Анализ предлагаемых формул веществ показывает, что вещества, указанные в ответе 4), вообще не могут быть продуктами одностадийной реакции этилена, так как они являются производными метана.

Из оставшихся шести случаев только два: этаналь и полиэтилен – могут быть продуктами одностадийных процессов превращения этилена.

*Ответ: 2).*

#### **A10**

Анализ вариантов ответов показывает, что веществами, взятыми для получения продукта реакции, во всех четырех случаях являются галогеналканы.

В трех из четырех случаев – это дигалогеналканы.

Известно, что в лаборатории можно получить насыщенные одноатомные спирты из соответствующих моногалогеналканов в щелочной водной среде. Под такое определение подходит только один ответ – четвертый.

*Ответ: 4).*

### A11

Поиски ответа на данный вопрос связаны с анализом общих молекулярных формул рассматриваемых классов веществ: альдегидов ( $C_nH_{2n}O$ ) и насыщенных одноосновных карбоновых кислот ( $C_nH_{2n}O_2$ ).

Поскольку альдегиды и карбоновые кислоты соответствуют друг другу по числу атомов углерода, то, следовательно, все различия заключаются в числе атомов кислорода. Следовательно, молярная масса любой насыщенной одноосновной кислоты отличается от соответствующего ей альдегида на 16.

Проверим, верны ли были рассуждения. Для этого сравним молярные массы конкретных веществ:

а) $CH_3CHO$	$CH_3COOH$	
$M = 44 \text{ г/моль}$	$M = 60 \text{ г/моль}$	$\Delta M = 16 \text{ г/моль}$
б) $C_4H_9CHO$	$C_4H_9COOH$	
$M = 86 \text{ г/моль}$	$M = 102 \text{ г/моль}$	$\Delta M = 16 \text{ г/моль}$

Ответ: 1).

### A12

В ответах на вопрос задания приведено большое число объектов. В этом случае рациональнее всего определить верный ответ исходя из теоретических знаний.

Рассматривая способы получения насыщенных одноосновных карбоновых кислот, определим, что веществами, из которых можно в одну стадию получить уксусную кислоту, являются бутан (частичное окисление в присутствии соли марганца и кобальта), метанол (карбонилированные под давлением в присутствии смешанного иод-родиевого катализатора) и этаналь (каталитическое окисление кислородом).

Ответ: 3).

### A13

Известно, что сложные эфиры карбоновых кислот можно получить в результате реакции этерификации, т. е. реакции карбоновой кислоты и спирта.

Формулы карбоновой кислоты (уксусной) и спирта (пропилового) приведены в четвертом ряду ответов.

Ответ: 4).

### A14

Анализ состава вещества  $C_2H_4O_2$ , общая формула которого  $C_nH_{2n}O_2$ , показывает, что ему могут соответствовать прежде всего, одноосновные насыщенные карбоновые кислоты:  $CH_3-COOH$  (ук-

сусная кислота). Другим веществом может быть сложный эфир (метиловый эфир муравьиной кислоты).

Ответ: 3).

### A15

Прежде всего, определимся, вещество какого класса органических соединений образуется в реакции гидрирования глюкозы. Результатом такой реакции является многоатомный спирт.

Анализ вариантов ответов показывает, что в реакции этиленоксида с водой образуется двухатомный спирт этиленгликоль. Он относится к многоатомным спиртам.

Ответ: 1).

### A16

В составе аминокусусной кислоты, в отличие от уксусной, имеется еще одна функциональная группа: аминогруппа  $\text{—NH}_2$ . Для этой группы характерны основные свойства. Следовательно, аминокусусная кислота взаимодействует с соляной с образованием соли.

Ответ: 3).

### A17

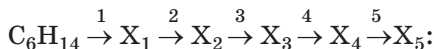
Последовательный анализ названий веществ, приведенных для выбора правильного ответа, показывает, что сравнение анилина, очевидно, проводится с веществами, в состав которых входит бензольное кольцо.

Таковыми веществами являются бензол и фенол. Вторая часть ответа – бромная вода. Но фенол легко вступает в реакцию с бромной водой. В таком случае ответом будет запись ряда 2): бензол, бромная вода.

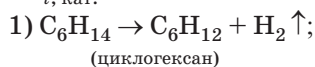
Ответ: 2).

### B1

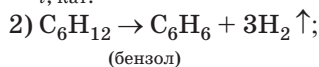
Анализ указанных в ряду условий проведения реакций и используемых реагентов показывает, что возможно выполнить следующие реакции:

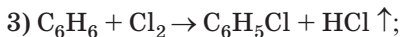


$t$ , кат.

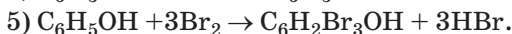
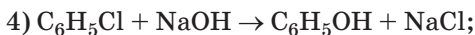


$t$ , кат.





*t, p, \text{кат.}*



$\text{H}_2\text{O}$

Получено органическое вещество 2,4,6-трибромфенол, в молекуле которого содержится 3 атома водорода.

*Ответ: 3.*

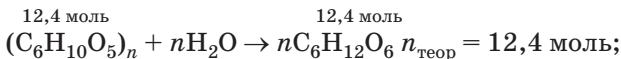
## В2

При решении данной задачи будем использовать следующие общие формулы для проведения расчетов:

$$\eta \% = \frac{m_{\text{прак}}}{m_{\text{теор}}} \cdot 100 \%, n = \frac{m}{M}, c = \frac{n}{V}.$$

Определяем количество мономерных звеньев в крахмале, далее по схеме его гидролиза – количество глюкозы (теоретический выход), а затем по общей формуле определяем практический выход глюкозы в первой реакции:

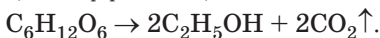
$$n(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5) = 12,4 \text{ моль } (2008,8 : 162);$$



$$N_{\text{прак глюкозы}} = 9,3 \text{ моль } (12,4 \cdot 0,75).$$

При спиртовом брожении 9,3 моль глюкозы при стопроцентном выходе продукта теоретически можно получить 18,6 моль этанола согласно реакции

9,3 моль ферменты 18,6 моль



Практический же выход этанола равен 15,25 моль  $(18,6 \cdot 0,82)$ .

Объем полученного раствора спирта равен  $2000 \text{ см}^3$  или  $2 \text{ дм}^3$ .

Определяем по формуле  $c = n/V$  молярную концентрацию раствора:

$$c = 7,626 \text{ моль/л } (15,25 : 2).$$

*Ответ: 7,626 моль/дм<sup>3</sup>.*

## В3

В реакции кальция с водой получено 0,28 моль водорода:

0,28 моль

0,28 моль

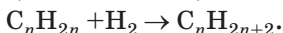


$$n(\text{Ca}) = 0,28 \text{ моль } (11,2 : 40).$$

Согласно схеме гидрирования алкена, количество водорода, затраченного на гидрирование, равно количеству алкена. Следовательно,

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 0,28 \text{ моль};$$

$$\begin{matrix} 0,28 \text{ моль} & 0,28 \text{ моль} \\ \text{C}_n\text{H}_{2n} + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} \end{matrix}$$



По формуле  $n = m/M$  определяем молярную массу вещества, а далее по общей формуле алкенов определяем молекулярную формулу алкена:

$$M\text{C}_n\text{H}_{2n} = 56 \text{ г/моль} (15,68 : 0,28)$$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n} = 56,14n = 56, \text{ откуда } n = 4.$$

Следовательно, формула  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

Число атомов в молекуле: равно 12 ( $4 + 8 = 12$ ).

Ответ: 12.

### Тест 5

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	Кратные связи имеются в молекулах вещества	1) метан 2) метанол 3) метаналь 4) циклобутан
A2	При нормальных условиях агрегатное состояние муравьиного альдегида такое же, как и	1) $\text{C}_4\text{H}_{10}$ 2) $\text{C}_6\text{H}_{14}$ 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 4) $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$
A3	Химическое строение $\alpha$ -аминокислот выражается общей формулой	1) $\text{R}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_2\text{COOH}$ 2) $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ 3) $\text{R}-\text{CH}(\text{Cl})-\text{COOH}$ 4) $\text{R}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
A4	По отношению к пентанолу-3, гексанол-3 является	1) мономером 2) изомером 3) гомологом 4) веществом другого класса
A5	Веществу состава $\text{C}_4\text{H}_8$ соответствует ... структурных изомеров	1) 5 2) 4 3) 3 4) 6
A6	Метан не реагирует ни при каких условиях с веществом, формула которого	1) $\text{H}_2\text{O}$ 2) $\text{Cl}_2$ 3) $\text{O}_2$ 4) $\text{HBr}$



№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A7	В промышленности одним из способов получения бензола является его синтез из	1) пропана 2) ацетилена 3) этана 4) этилена
A8	При дегидрировании алканов образуются	1) изомерные вещества 2) альдегиды 3) алкены 4) карбоновые кислоты
A9	Ацетилен взаимодействует только с одним из двух веществ ряда	1) вода, водород 2) этин, кальция карбид 3) бром, хлор 4) хлороводород, вода
A10	Укажите ряд веществ, где одно из веществ взаимодействует с бромной водой, а другое – нет	1) фенол, бензол 2) фенол, фениламин 3) глицерин, этиленгликоль 4) метанол, этанол
A11	В реакции $C_2H_5OH + CuO \rightarrow$ можно получить ..., в реакции $C_2H_5OH \xrightarrow{Cu, t} \rightarrow$ получают ...	1) уксусную кислоту; этен 2) этаналь; этен 3) этаналь; этаналь 4) этаналь; метаналь
A12	Из каких двух веществ можно получить в одну стадию одно и то же кислородсодержащее вещество?	1) $C_2H_6$ и $C_6H_6$ 2) $CH_4$ и $CH_3COOH$ 3) $C_2H_2$ и $C_2H_4$ 4) $CH_3COONa$ и $C_2H_5COONa$
A13	К мылам можно отнести вещества	1) этилэтаноат и пропилметаноат 2) тристеарин и триолеин 3) магниевые соли уксусной и масляной кислоты 4) натриевые соли пальмитиновой и стеариновой кислот
A14	Отличить метиловый эфир уксусной кислоты от этилового эфира муравьиной кислоты можно с помощью реакции	1) гидролиза 2) Лебедева 3) Кучерова 4) серебряного зеркала
A15	Реакция среды в водном растворе аланина	1) кислая 2) сильнощелочная 3) нейтральная 4) слабощелочная

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A16	Реакция глюкозы нециклической формы с веществом, формула которого ... , указывает, что в составе молекулы имеется функциональная группа ...	1) I <sub>2</sub> , карбонильная 2) Cu(OH) <sub>2</sub> , при нагревании альдегидная 3) Ag <sub>2</sub> O, гидроксильная 4) Br <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> O, карбоксильная
A17	В реакцию с соляной кислотой могут вступать все вещества ряда	1) ацетальдегид, метан, аланин 2) дипептид (глицинлаланин), анилин, аминокислота 3) пальмитиновая кислота, бензол, гептан 4) метиламин, фенол, фруктоза
B1	Укажите число, равное суммарному количеству всех продуктов реакции горения 1 моль вещества, которое можно получить в результате следующих превращений: $\text{CH}_4 \xrightarrow[t, \text{кат.}, \text{LiAlH}_4]{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{X}_1 \xrightarrow{+\text{O}_2} \text{X}_2 \rightarrow \text{X}_3 \rightarrow \dots$	
B2	Относительная плотность по гелию смеси метиламина и этиламина равна 9,85. Данную смесь объемом 100 дм <sup>3</sup> (н.у.) сожгли в кислороде. Укажите, какое количество кислорода (моль) потребовалось для реакции	
B3	Сожгли пары неизвестного углеводорода массой 3,9 г. В результате образовался углекислый газ объемом 6,72 дм <sup>3</sup> (н.у.). Относительная плотность паров вещества по воздуху равна 2,689. Определите молекулярную формулу вещества, а в ответе укажите суммарное число протонов всех атомов в молекуле неизвестного вещества	

## Решения

### A1

Химическую связь, осуществляемую более чем одной парой электронов, называют кратной. Следовательно, к кратным относят двойные и тройные связи.

Метан и циклобутан относятся к классу насыщенных углеводородов, где все химические связи одинарные ( $\sigma$ -связи). В молекулах одноатомных спиртов (метанол) также отсутствуют двойные связи.

Только в молекуле альдегида (метаналь) имеется двойная  $C=O$ -связь.

*Ответ: 3).*

## **A2**

При нормальных условиях муравьиный альдегид – газообразное вещество.

Среди перечисленных в вариантах ответов веществ, два (гексан и этанол) являются жидкостями, стеариновая кислота – твердое вещество.

Бутан при нормальных условиях является газообразным веществом.

*Ответ: 1).*

## **A3**

Анализ вариантов ответов показывает, что формула 2) не относится к группе формул, отражающих химическое строение веществ. Эта формула отражает только состав веществ, не содержащих азот.

Сравнивая формулы 1), 3), 4), отмечаем, что формула 3) отражает химическое строение хлорзамещенной кислоты. Из формул 1) и 4) только последняя подходит под определение  $\alpha$ -аминокислот.

*Ответ: 4).*

## **A4**

Пентанол-3 – это одноатомный насыщенный спирт  $C_5H_{11}OH$ , гексанол также относится к классу одноатомных насыщенных спиртов  $C_6H_{13}OH$ . Состав молекул одного спирта от другого отличается на группу  $-CH_2-$  гомологическую разность. Следовательно, эти вещества гомологи.

*Ответ: 3).*

## **A5**

В задании приведена формула циклобутана, общая молекулярная формула которого  $C_nH_{2n}$ . Аналогичная общая формула соответствует веществам класса алкены. Поэтому для указанного вещества следует составлять структурные формулы циклоалканов и алкенов. Таких изомерных веществ можно назвать четыре: метилциклопропан, бутен-1, бутен-2, 2-метилпропен-1.

*Ответ: 2).*

### **A6**

Анализ формул веществ в ответах показывает, что метан:

- вступает в реакцию с галогенами;
- окисляется, с образованием различных продуктов;
- взаимодействует с парами воды;
- не вступает в реакции присоединения с бромоводородом.

*Ответ:* 4).

### **A7**

Анализ названий веществ в ответах показывает, что:

– пропан и этан, как и все насыщенные углеводороды, не способны к полимеризации;

- этилен в результате реакции полимеризации дает полиэтилен;
- в процессе циклотримеризации ацетиленов получается бензол.

*Ответ:* 2).

### **A8**

В результате реакции дегидрирования происходит процесс отщепления водорода. Следовательно, в реакции дегидрирования алканов не могут образоваться кислородсодержащие вещества, такие как альдегиды и карбоновые кислоты.

В реакции изомеризации не происходит отщепления водорода. Следовательно, речь идет об алкенах.

*Ответ:* 3).

### **A9**

При поиске ответа на вопрос необходимо последовательно рассмотреть возможности осуществления реакции с ацетиленом, отмечая рядом с названием вещества любой знак, например, «+», или слово «да». В этом случае вы будете иметь следующий результат своих поисков:

Вода «+»	Водород «+»
Этин «+»	Кальций карбид «-»
Бром «+»	Хлор «+»
Хлороводород «+»	Вода «+»

Ответ на вопрос становится очевидным.

*Ответ:* 2).

### **A10**

Вещества, указанные под номерами 3) и 4), не взаимодействуют с бромной водой.

Фенол и фениламин легко реагируют с бромной водой с образованием осадков. Остаются только вещества фенол и бензол, которые не реагируют с бромной водой.

*Ответ:* 1).

### A11

При окислении этанола (насыщенный одноатомный спирт) и каталитическом дегидрировании спирта в обоих случаях образуются альдегиды (этаналь).

*Ответ: 3).*

### A12

Последовательный анализ каждого из веществ, формулы которых приведены в ответе, показывает, что из ацетилен в реакции

$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+}$  можно получить ацетальдегид при применении в качестве катализатора сульфата ртути(II). Из этилена в реакции  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow$  также получают ацетальдегид, применяя в качестве катализатора  $\text{PdCl}_2$ .

*Ответ: 3).*

### A13

При поиске ответа на вопрос задания в данном случае лучше исходить из определения: «Мыла – это соли высших карбоновых кислот, в основном пальмитиновой, стеариновой, олеиновой. Натриевые соли – это твердые мыла, калиевые – жидкие».

После этого поиск правильного ответа происходит легко, это ответ под номером 4) – натриевые соли пальмитиновой и стеариновой кислот.

*Ответ: 4).*

### A14

В результате гидролиза (кислотного) этилового эфира муравьиной кислоты образуются этиловый спирт и муравьиная кислота.

В составе муравьиной кислоты имеется альдегидная группа. Вот поэтому продукты гидролиза, а именно муравьиная кислота, дает реакцию «серебряного зеркала».

Продуктами кислотного гидролиза метилового эфира уксусной кислоты будут метиловый спирт и уксусная кислота, для которых не характерна ни одна из указанных реакций.

*Ответ: 4).*

### A15

Аланин – это  $\alpha$ -аминопропановая кислота. В составе этой кислоты одна карбоксильная группа и одна аминогруппа.

Водные растворы моноаминокарбоновых кислот нейтральны.

*Ответ: 3).*

### A16

В составе молекулы моносахарида глюкозы имеется альдегидная группа и пять гидроксильных групп.

Реакция при нагревании со свежееосажденным гидроксидом меди(II), в результате которой образуется красный осадок гидроксида меди(II), указывает на наличие в веществе альдегидной группы.

Ответ: 2).

### A17

В реакцию с соляной кислотой вступают вещества, обладающие основными свойствами.

К таким веществам из перечисленных вариантов ответа относятся амины, аминокислоты, пептиды.

Благодаря наличию в составе молекул функциональной аминогруппы, они обладают основными свойствами.

Следовательно, ответ представлен веществами: дипептид, анилин, аминокусная кислота.

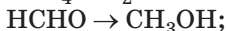
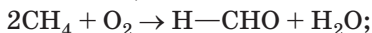
Ответ: 2).

### B1

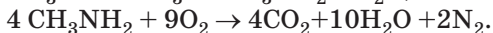
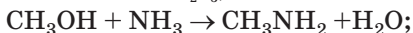
Анализ указанных в ряду условий проведения реакций и используемых реагентов показывает, что возможно проведение следующих реакций:



*t, \text{кат.}*



*\text{Al}\_2\text{O}\_3, t*



Ответ: 16.

### B2

Чтобы определить количество или объем каждого из аминов в смеси, следует высчитать, в каких количественных соотношениях они находятся. Для этого высчитаем количественное соотношение веществ в 1 моль смеси.

$M(\text{смеси}) = 39,4 \text{ г/моль}$  ( $9,85 \cdot 4$ ), по формуле  $D_{\text{He}} = M_{\text{смеси}} / M_{\text{He}}$ .

Пусть в 1 моль смеси  $x$  моль метиламина и  $(1-x)$  моль этиламина, тогда:

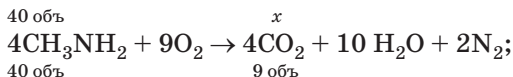
$$x \cdot 31 + (1-x)45 = 39,4, \text{ где } x = 0,4 \text{ моль, } n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 0,4 \text{ моль.}$$

Тогда  $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2) = 0,6 \text{ моль}$  и молярные отношения  $4 : 6$  или  $2 : 3$ .

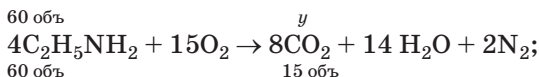
Поскольку для газов молярные отношения веществ и объемные отношения совпадают, то можно легко вычислить объемы аминов в первоначальной смеси:

$$V(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 40 \text{ дм}^3 (100 \cdot 2/5), \text{ а } V(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2) = 60 \text{ дм}^3 (100 \cdot 3/5).$$

Составляем уравнения горения аминов и определяем суммарное количество кислорода, затраченного на их сжигание:



$$x = 90 \text{ (дм}^3\text{)};$$



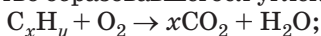
$$y = 225 \text{ (дм}^3\text{)}.$$

Для реакции горения потребуется 315 дм<sup>3</sup> (225 + 90) кислорода или 14,0625 моль (315 : 22,4) кислорода.

Ответ: 14,0625 моль.

### В3

Составим схему горения паров углеводорода, затем определим количество образовавшегося углекислого газа и молярную массу вещества



$$n = V/V_m, n(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль (6,72:22,4)};$$

$$n(\text{C}) = 0,3 \text{ моль, } M_{\text{вещ}} = 78 \text{ г/моль (2,689} \cdot 29\text{)}.$$

Для того чтобы определить молекулярную формулу вещества при данных условиях, необходимо знать количественные отношения углерода и водорода в молекуле вещества.

Поэтому прежде необходимо определить количество водорода в данной массе вещества.

$$m(\text{C}) = 3,6 \text{ г (0,3} \cdot 12\text{)}, m(\text{H}) = 0,3 \text{ г (3,9} - 3,6\text{)}, n(\text{H}) = 0,3 \text{ моль.}$$

Следовательно,  $\text{C}_x\text{H}_y = \text{C}_{0,3}\text{H}_{0,3}$  или  $\text{C}_1\text{H}_1$  – это эмпирическая формула вещества.

Молекулярная формула вещества  $(\text{CH})_x = 78$ , где  $x = 6$ , значит формула  $\text{C}_6\text{H}_6$  это бензол.

Общее число протонов всех атомов равно 42 ( $6 \cdot 6 + 1 \cdot 6 = 42$ ).

Ответ: 42.

## 2. Тестовые задания для проверки уровня усвоения учебного материала

### Тест 1

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	К химическим искусственным волокнам относят	1) капрон и нейлон 2) лавсан и капрон 3) вискозное и ацетатное волокно 4) нейлон и вискозное волокно

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A2	В составе молекул анилина, как и в составе молекул фенола, имеется	1) бензольное кольцо 2) гидроксильная группа 3) аминогруппа 4) пептидная группа
A3	По систематической номенклатуре одноатомный спирт строения $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ называют	1) 3-метилгексанол-3 2) 4-метил-2-этилбутанол-2 3) 2-этилпентанол-2 4) 3,5-диметилпентанол-3
A4	Общая формула $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ соответствует веществу	1) метиловый эфир пропеновой кислоты 2) уксусная кислота 3) бутанол-2 4) этиленгликоль
A5	Веществу строения $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$ соответствует следующее число структурных изомеров	1) 2 2) 4 3) 3 4) 5
A6	Какое минимальное число реакций необходимо провести, чтобы получить из метана его ближайший гомолог?	1) 4 2) 1 3) 3 4) 2
A7	Бензол не взаимодействует с	1) водородом 2) бромной водой 3) азотной кислотой 4) бромом
A8	Алканы состава ... имеют температуру кипения ниже комнатной (при н.у.)	1) $\text{C}_1 - \text{C}_{15}$ 2) $\text{C}_{16} - \text{C}_{21}$ 3) $\text{C}_5 - \text{C}_{15}$ 4) $\text{C}_1 - \text{C}_4$
A9	Укажите формулу вещества, с которым взаимодействуют этен, этан и этин	1) $\text{O}_2$ 2) $\text{H}_2$ 3) $\text{HCl}$ 4) $\text{H}_2\text{O}$



№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A10	Различие в химических свойствах глицерина и этанола проявляется в реакции глицерина с	1) бромной водой 2) оксидом меди(II) 3) гидроксидом меди(II) 4) бромоводородом
A11	С водородом взаимодействуют	1) бензол и пальмитиновая кислота 2) метаналь и сорбиновая кислота 3) этанол и этаналь 4) глицерин и пропанол-2
A12	Укажите формулу вещества А в схеме превращений $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \xrightarrow{\text{Rh/I}_2} \text{A}$	1) $\text{CH}_3\text{CHO}$ 2) $\text{CH}_3\text{COOH}$ 3) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$ 4) $\text{CH}_4$
A13	В результате щелочного гидролиза твердых жиров получают	1) глицерин и сложные эфиры 2) этиленгликоль и мыла 3) глицерин и карбоновые кислоты 4) соли карбоновых кислот и глицерин
A14	В результате кислотного гидролиза пропилового эфира этановой кислоты можно получить	1) этанол 2) соль пропановой кислоты 3) пропановую кислоту 4) уксусную кислоту
A15	Сахароза подвергается гидролизу так же, как и	1) глюкоза и дезоксирибоза 2) крахмал и фруктоза 3) белки и целлюлоза 4) фруктоза и глюкоза
A16	Укажите формулу вещества X в схеме превращений: $\text{бензол} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{анилин}$	1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ 2) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 3) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ 4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
A17	С металлическим натрием вступают в реакцию все вещества ряда	1) $\text{C}_2\text{H}_4$ , $\text{CH}_3\text{CHO}$ , $\text{C}_6\text{H}_6$ 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ , $\text{CH}_3\text{OH}$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ , $\text{C}_2\text{H}_6$ 4) $\text{CH}_3\text{COOH}$ , $\text{C}_6\text{H}_6$ , $\text{C}_2\text{H}_4$
B1	Укажите относительную молекулярную массу вещества, которое можно получить в результате следующих превращений: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{ферменты}} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{B} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{B} \xrightarrow{\text{KMnO}_4 + 2\text{HCl}} \text{Г}$	$\text{CH}_3\text{Cl}$

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В2	При частичном гидрировании смеси метана и этена (относительная плотность по кислороду 0,725) относительная плотность полученной смеси по водороду стала равна 12. Определите долю этена, подвергшегося гидрированию	2/3
В3	При сжигании 0,01 моль неизвестного альдегида насыщенного ряда образовался оксид углерода(IV), который полностью поглотился раствором гидроксида натрия массой 12 г с массовой долей NaOH 20 %. В результате реакции образовалась средняя соль. Определите молекулярную формулу альдегида	$C_3H_6O$

### Тест 2

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	Полиизопрен – это	1) органическое стекло 2) резина 3) каучук 4) пластмасса
A2	Карбонильная группа входит в состав молекулы	1) $C_2H_5NH_2$ 2) $CH_3-O-CH_3$ 3) $C_2H_5OH$ 4) $CH_3COOH$
A3	Мономерное звено поливинилхлорида записано под номером	1) $(-CH_2-CHCl-)_n$ 2) $-CH_2-CHCl-$ 3) $CH_2=CHCl$ 4) $CH_2=CH-$
A4	Структурная формула гомолога этена	1) $CH_2=CH-CH=CH-CH_3$ 2) $CH_3-CH_2-CH=CH_2$ 3) $CH_3-C\equiv CH$ 4) $CH_2=CH-CH=CH_2$

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A5	Изомерами пропановой кислоты являются	1) 2-метилбутановая кислота и 2-хлорпропановая кислота 2) метиловый эфир этановой кислоты и уксусная кислота 3) бутановая и гексановая кислоты 4) метиловый эфир этановой кислоты и этиловый эфир муравьиной кислоты
A6	В реакции этана с азотной кислотой можно получить	1) аминокислоту 2) этиламин 3) нитроэтан 4) нитропропан
A7	Реакцию нитрования бензола относят к реакциям	1) замещения 2) присоединения 3) алкилирования 4) поликонденсации
A8	В реакцию замещения с хлором вступают оба вещества, формулы которых	1) $C_3H_6$ и $CH_3COOH$ 2) $C_2H_6$ и $C_6H_6$ 3) $C_3H_8$ и $C_4H_8$ 4) $CH_4$ и $C_2H_2$
A9	Неправильно записано уравнение реакции	$H_2SO_4$ 1) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$ ( $t < 140^\circ C$ ) 2) $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$ $Hg^{2+}/H^+$ 3) $C_2H_2 + H_2O \rightarrow C_2H_4O$ 4) $C_2H_2 + 2H_2 \xrightarrow{Ni} C_2H_6$
A10	При дегидратации одноатомных насыщенных спиртов образуются	1) алкины 2) алкадиены 3) алкены 4) алканы
A11	Соль не образуется в реакции уксусной кислоты с	1) гидросульфитом натрия 2) магнием 3) гидроксидом калия 4) пропанолом

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A12	Волокно лавсан относится к волокнам	1) синтетическим полиамидным 2) искусственным полиэфирным 3) синтетическим полиэфирным 4) природным
A13	Сколько различных дипептидов может быть получено из глицина и аланина	1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
A14	Основные свойства фениламина по сравнению с метиламином выражены	1) так же, как у аммиака 2) одинаково 3) сильнее 4) слабее
A15	Макромолекула крахмала состоит из сотни тысяч	1) остатков молекул глюкозы 2) молекул глюкозы 3) остатков молекул сахарозы 4) молекул фруктозы
A16	Жидкие жиры, в отличие от твердых, могут взаимодействовать с	1) водой и щелочью 2) гидроксидами натрия и калия 3) водородом и бромом 4) солями и серной кислотой
A17	Аминоуксусную кислоту в одну стадию можно получить при действии ... на ...	1) $\text{HNO}_3$ ; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 2) $\text{NH}_3$ ; $\text{CH}_3\text{CHO}$ 3) $\text{NH}_3$ ; $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ 4) $\text{NO}_2$ ; $\text{CH}_3\text{COOH}$
B1	Укажите относительную молекулярную массу вещества Д $\text{CH}_3\text{COONa} \xrightarrow{+\text{NaOH}_{\text{тв}} \quad 1500^\circ \text{ (C)}} \text{A}_1 \xrightarrow{+\text{Br}_2 \quad +\text{NaOH}_{\text{р-р}}} \text{B} \rightarrow \text{V} \rightarrow \text{Г} \rightarrow \text{Д}$	94
B2	При сжигании X моль этиламина получена газовая смесь объемом 67,2 дм <sup>3</sup> при нормальных условиях. Определите количество амина	1,2 моль

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В3	К смеси, состоящей из фенола и неизвестного ароматического углеводорода (гомолога бензола) массой 5,56 г, прилили избыток бромной воды. При этом выпал осадок массой 6,62 г. Определите молекулярную формулу неизвестного ароматического углеводорода, если известно, что в исходном растворе его было 0,04 моль. В ответе укажите число, соответствующее числу атомов водорода в молекуле неизвестного ароматического углеводорода	8

### Тест 3

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	Процесс синтеза в природе молекул крахмала относят к реакциям	1) этерификации 2) полимеризации 3) поликонденсации 4) изомеризации
A2	Ацетатное волокно относят к волокнам	1) химическим синтетическим 2) химическим искусственным 3) природным 4) нехимическим
A3	Веществу состава $C_3H_7O_2N$ соответствует следующее число изомеров внутри класса	1) 3 2) 2 3) 1 4) 4
A4	Основными природными источниками насыщенных углеводородов являются	1) керосин и бензин 2) нефть и природный газ 3) нефть и алкены 4) каменный уголь и болотный газ

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A5	Бензол используют в промышленности как исходное сырье для получения	1) пропена 2) ацетилена 3) циклогексана 4) фенола
A6	Укажите формулу вещества X в схеме превращений: этан $\rightarrow$ X $\rightarrow$ бутан	1) C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> 2) C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 3) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br 4) C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
A7	Алкены взаимодействуют с водородом так же, как и оба вещества ряда	1) 2-метилбутадиен-1,3 и пропиен 2) бензол и нонан 3) метаналь и бромэтан 4) циклогексан и декан
A8	Гомологом этиленгликоля является	1) этанол 2) глицерин 3) пропандиол-1,2 4) этилен
A9	Укажите формулу вещества A в схеме превращений: $\begin{array}{c} \text{PdCl}_2 \\ \text{A} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \\ \text{O}_2 \end{array}$	1) C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH 2) C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 3) C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 4) C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
A10	При нагревании с концентрированной серной кислотой муравьиная кислота отщепляет .... , и образуется	1) углекислый газ; водород 2) водород; угольная кислота 3) водород; углекислый газ 4) воду; оксид углерода(II)
A11	Схема реакции этерификации – это	1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{спирт}}$ 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ 3) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH} + \text{H}_2 \rightarrow$ 4) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
A12	Сходство в химических свойствах этанола и фенола проявляется в реакции с веществом, формула которого	1) Br <sub>2</sub> 2) NaOH 3) Na 4) Cu(OH) <sub>2</sub>

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A13	В реакции между собой образуют сложный эфир вещества, формулы которых	1) $\text{CH}_3\text{OH}$ и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ 3) $\text{CH}_3\text{OH}$ и $\text{CH}_3\text{CHO}$ 4) $\text{CH}_3\text{NH}_2$ и $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
A14	В составе триглицеридов твердых жиров преобладают остатки карбоновой кислоты	1) масляной 2) стеариновой 3) линолевой 4) линоленовой
A15	Простые белки (протеины) состоят только из	1) триглицеридов 2) неаминокислотных компонентов 3) остатков аминокислот 4) молекул аминокислот
A16	Глюконовую кислоту можно получить в реакции	1) глюкозы с оксидом серебра(I) 2) крахмала с иодом 3) глюкозы с водой 4) гексаналя с водородом
A17	В состав следующих веществ входит функциональная группа $\text{NH}_2$ :	1) нитроглицерин и анилин 2) нитробензол и нитрометан 3) N-метилэтиламин и метиламин 4) анилин и пропиламин
B1	Запишите название по систематической номенклатуре вещества, которое можно получить в результате следующих превращений: $\text{CaC}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{X}_1 \xrightarrow{+\text{H}_2} \text{X}_2 \xrightarrow{+\text{HCl}} \text{X}_3 \xrightarrow{+\text{KOH}_{\text{спирт}}} \text{X}_4$	Этен
B2	В процессе гидролиза смеси двух эфиров : этилового эфира муравьиной кислоты и этилового эфира уксусной кислоты массой 11,8 г израсходовали раствор гидроксида натрия объемом $54,1 \text{ см}^3$ с массовой долей 10% (плотность $1,109 \text{ г/см}^3$ ). Определите массу этилового эфира муравьиной кислоты	7,4

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В3	В насыщенном одноатомном спирте, взятом в объеме 20 см <sup>3</sup> (плотность 0,729 г/см <sup>3</sup> ), растворили металлический натрий массой 4,6 г. Массовая доля алкоголята натрия равна 53,89 %. Определите молекулярную формулу насыщенного одноатомного спирта	CH <sub>4</sub> O

#### Тест 4

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	Эмпирическая формула крахмала такая же, как у полимера	1) целлюлозы 2) капрона 3) триацетилцеллюлозы 4) лавсана
A2	Вещество, у которого в молекуле нет кратных связей	1) изопрен 2) дивинил 3) пропин 4) нонан
A3	Реакцию получения сложных эфиров относят к реакциям	1) гидратации 2) этерификации 3) поликонденсации 4) дегидрирования
A4	Пропен не является гомологом	1) пропадиену 2) 2-метилбутену-1 3) этену 4) пентену
A5	Изомером по отношению к веществу строения CH <sub>3</sub> CHO является	1) эпоксид 2) этановая кислота 3) валериановый альдегид 4) этанол
A6	Основным процессом получения алканов с разветвленным углеродным скелетом является	1) перегонка нефти 2) каталитический крекинг фракций нефти 3) термический крекинг фракций нефти 4) коксование угля



№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A7	В промышленности бензол получают в процессе дегидроциклизации из вещества, формула которого	1) $C_3H_8$ 2) $C_7H_{16}$ 3) $C_6H_{14}$ 4) $C_2H_6$
A8	Синтез-газ получают в реакции паров воды в присутствии никелевого катализатора с	1) этиленом 2) ацетиленом 3) этаном 4) метаном
A9	В промышленности ацетилен получают по реакции, схема которой	1) $Mg_2C_3 + H_2O \rightarrow$ 2) $C_2H_4 \xrightarrow{t}$ 3) $CH_4 + O_2 \xrightarrow{1500\text{ }^\circ C}$ 4) $C_6H_6 \xrightarrow{t}$
A10	Способ получения одноатомных насыщенных спиртов не отражает схема реакции	1) $R-CH_2-CH_2Cl \xrightarrow{KOH/H_2O}$ 2) $CH_2=CH-CH_3 + H_2O \xrightarrow{H_3PO_4}$ 3) $2H_2 + CO \xrightarrow{P, t \text{ кат.}}$ 4) $R-CHCl-CH_2Cl \xrightarrow{NaOH_{\text{спирт}}}$
A11	Для гидрирования линолевой кислоты химическим количеством 2 моль необходимо взять водорода (дм <sup>3</sup> , н.у.):	1) 44,8 2) 89,6 3) 22,4 4) 67,2
A12	Этаналь вступает в реакцию восстановления так же, как	1) этанол и гексан 2) ацетилен и бутан 3) глюкоза и изопрен 4) уксусная кислота и метан
A13	В реакции анилина с бромной водой образуется	1) синий осадок, 2,4-диброманилин 2) раствор, 1-броманилин 3) раствор, 2,4,6-триброманилин 4) белый осадок, 2,4,6-триброманилин

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A14	Вещество состава $C_2H_4O_2$ может относиться к	1) сложным эфирам и карбоновым одноосновным насыщенным кислотам 2) альдегидам и насыщенным двухатомным спиртам 3) простым эфирам и альдегидам 4) насыщенным одноосновным и ненасыщенным одноосновным кислотам
A15	Волокно лавсан получают в реакции поликонденсации таких веществ, как	1) фенол и метанол 2) этанол и глицин 3) этиленгликоль и терефталевая кислота 4) глицерин и пальмитиновая кислота
A16	Рибозу и дезоксирибозу относят последовательно к	1) пентозам и пентозам 2) гексозам и гексозам 3) гексозам и пентозам 4) тетрозам и гексозам
A17	Наличием пептидной связи характеризуются все вещества ряда	1) ацетатное волокно, белки, тристеарин 2) жиры, лавсан, нейлон 3) капрон, трипептид, белок 4) нитроглицерин, мыла, аминокислоты
B1	Запишите молекулярную формулу органического вещества, которое можно получить в результате следующих превращений: кат. (Rh) $(H_2O)$ $(t)$ $1500\text{ }^\circ\text{C}$ $O_2$ $CO$ $+NaOH$ $+NaOH_{тв}$ $+O_2$ $CH_4 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma \rightarrow D$	$C_2H_2$
B2	Смесь, состоящую из ацетальдегида и ацетона массой 14,6 г, гидрировали. Для реакции потребовался водород объемом 6,72 дм <sup>3</sup> (н.у.). Определите массу ацетальдегида в первоначальной смеси	8,8 г

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В3	Определите массу уксусного ангидрида, который необходимо добавить к раствору уксусной кислоты массой 180 г с массовой долей кислоты 25 %, чтобы раствор кислоты стал с массовой долей 30 %	10,2 г

### Тест 5

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A1	Волокно капрон относят к волокнам	1) полиэфирным 2) полиамидным 3) искусственным 4) природным
A2	Число электронов в молекуле пропина, не участвующих в образовании химической связи, равно	1) 22 2) 18 3) 6 4) 12
A3	Веществу состава $C_4H_{10}O$ соответствует следующее число структурных изомеров внутри класса спиртов	1) 4 2) 5 3) 3 4) 6
A4	Получить этан в одну стадию нельзя из вещества	1) пропионат калия 2) этиленгликоль 3) иодметан 4) бутан
A5	Бензол не взаимодействует с веществами, формулы которых	1) $Br_2$ и $H_2$ 2) $H_2$ и $Cl_2$ 3) $Br_2/H_2O$ и $HBr$ 4) $HNO_3$ и $Br_2$
A6	Укажите формулу вещества в схеме превращений $\xrightarrow{NaOH}$ $X \rightarrow CH_4$	1) $CH_3COOH$ 2) $CH_3COONa$ 3) $Al_4C_3$ 4) $CaC_2$

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A7	В реакции, схема которой $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{O}},$ получают	1) этаналь 2) этанол 3) этиленоксид 4) этиленгликоль
A8	Метанол взаимодействует с веществами, формулы которых	1) Na; Zn(OH) <sub>2</sub> 2) H <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH 3) NH <sub>3</sub> ; CH <sub>3</sub> COOH 4) HCl ; Ag
A9	Метановая кислота так же, как и муравьиный альдегид, взаимодействует с	1) водородом 2) оксидом серебра в аммиачном растворе 3) фенолом 4) медью
A10	Молярная масса насыщенного альдегида отличается от молярной массы соответствующего ему спирта на	1) 2 2) 12 3) 14 4) 16
A11	1 моль триглицерида состава C <sub>57</sub> H <sub>104</sub> O <sub>6</sub> может присоединить .... моль водорода	1) 6 2) 3 3) 2 4) 1
A12	В результате щелочного гидролиза триамина получают	1) этиленгликоль и стеариновую кислоту 2) глицерин и соль олеиновой кислоты 3) глицерин и олеиновую кислоту 4) глицерин и стеариновую кислоту
A13	Бутен-1 является гомологом ..., но не гомолог ...	1) пропадиену; этену 2) ацетилену; метану 3) пропену; гептену 4) гексену-2; бутену-2
A14	Ответьте, при действии какого реактива на сахарозу и глюкозу появляется окрашивание одинакового цвета	1) Br <sub>2</sub> 2) Ag <sub>2</sub> O 3) Cu(OH) <sub>2</sub> 4) I <sub>2</sub>

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
A15	Первичные амины горят на воздухе с образованием таких газообразных продуктов, как	1) $N_2$ , $CO_2$ 2) $NH_3$ , $CO$ 3) $N_2$ , $CO$ 4) $NO_2$ , $CO_2$
A16	В реакции метанола с $CO$ , $HCl$ , $NH_3$ можно получить последовательно	1) альдегид, хлорангидрид муравьиной кислоты, аминокислоту 2) двухатомный спирт, моногалогенпроизводный алкен, амин 3) карбоновую кислоту, хлорангидрид муравьиной кислоты, аминокислоту 4) карбоновую кислоту, моногалогенпроизводный алкан, амин
A17	Условиями осуществления следующих превращений: а) $R-CH_2-CH_2Cl \rightarrow R-CH=CH_2$ б) $\rightarrow R-CH_2-CH_3$ являются	1) а) $t$ ; б) $t$ 2) а) $KOH$ и $H_2O$ ; б) кат. и $t$ 3) а) $NaOH$ и $C_2H_5OH$ ; б) кат., $H_2$ 4) а) $H_2O$ и $C_2H_5OH$ ; б) кат., $H_2$
B1	Определите относительную плотность по гелию (н.у.) вещества, которое является исходным для осуществления следующих превращений: $+H_2O + HCl + Cl_2 + NaOH_{\text{тн}} + HCl$ $A \rightarrow B \rightarrow V \rightarrow \Gamma \rightarrow D \rightarrow CH_2=CHCl$	7
B2	Определите, какой объем азотной кислоты (в $dm^3$ ) с массовой долей кислоты равной 96 % (плотность – $1,495 \text{ г/см}^3$ ) необходимо взять для получения тринитроцеллюлозы массой 8820,9 г, если выход продукта реакции равен 85 % от теоретически возможного	$4,601 \text{ dm}^3$

№ п/п	Содержание задания	Вариант ответа
В3	<p>Установите молекулярную формулу неизвестного амина, если известно, что на сгорание вещества химическим количеством 4 моль требуется кислород количеством 27 моль. В результате сгорания вещества образовался оксид углерода(IV) количеством 16 моль, вода количеством 22 моль и азот количеством 2 моль</p>	$\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$

## ЛИТЕРАТУРА

*Волков, А. И.* Химия. Тестовые задания / А. И. Волков, О. Н. Компилова. Минск, 2007.

*Врублевский, А. И.* Сборник конкурсных задач и упражнений по общей и неорганической химии / А. И. Врублевский. Минск, 2002.

*Врублевский, А. И.* Тестовый тренажер по химии / А. И. Врублевский, Н. М. Кузьменок. Минск, 2008.

*Егоров, А. С.* Химия. Пособие-репетитор для поступающих в вузы / А. С. Егоров. 7-е изд. Ростов н/Д, 2003.

*Ельницкий, А. П.* Органическая химия для школьников и абитуриентов / А. П. Ельницкий. Минск, 2004.

*Кузьменко, Н. Е.* Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы / Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремин, В. А. Попков. М., 1999.

*Семенов, И. Н.* Задачи по химии повышенной сложности (для абитуриентов) / И. Н. Семенов. Л., 1991. Вып. 1–4.

*Сечко, О. И.* Химия. Пособие для подготовки к экзамену и централизованному тестированию / О. И. Сечко, Е. И. Шарапа. Минск, 2006.

*Хвалюк, В. Н.* Сборник задач по химии : 10 кл. / В. Н. Хвалюк, В. И. Резяпкин. Минск, 2002.

Химия : полный сб. тестов ЦТ. Минск, 2011.

Химия. Тематические тесты, задачи и упражнения / В. Н. Бурдь [и др.]. Минск, 2009.

Химия : учеб. пособие для 10 кл. / под ред. И. Е. Шимановича. Минск, 2006.

Централизованное тестирование. Химия : сб. тестов / УО РИКЗ. Минск, 2010.

*Шарапа, Е. И.* Сборник задач по химии : 11 кл. / Е. И. Шарапа, А. П. Ельницкий. Минск, 2003.

*Шарапа, Е. И.* Химия : 10–11 кл. Тесты и проверочные работы / Е. И. Шарапа, Г. С. Романовец, О. И. Сечко. Минск, 2004.

*Шарапа, Е. И.* Химия : учеб. пособие для 11 кл. / Е. И. Шарапа, А. П. Ельницкий. Минск, 2006.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
Т е м а 1. Углеводороды. Алканы. Алкены. Алкадиены.....	5
Т е м а 2. Углеводороды. Алкины. Арены .....	16
Т е м а 3. Спирты. Фенолы .....	26
Т е м а 4. Альдегиды. Карбоновые кислоты. Сложные эфиры .....	37
Т е м а 5. Углеводы. Азотсодержащие органические вещества.....	48
Приложения .....	62
Литература .....	118



Учебное издание

**Сечко Ольга Ивановна**

**ХИМИЯ**  
**ДИДАКТИЧЕСКИЕ**  
**МАТЕРИАЛЫ**

**В ДВУХ ЧАСТЯХ**

**Часть 2**  
**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Редактор *Н. Ф. Акулич*

Художник обложки *Т. Ю. Таран*

Технический редактор *Т. К. Раманович*

Компьютерная верстка *О. Н. Сырель, Г. И. Василевской*

Корректор *Т. Н. Крюкова*

Подписано в печать 25.03.2013. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 6,97.

Уч.-изд. л. 7,49. Тираж 150 экз. Заказ

Белорусский государственный университет.

ЛИ № 02330/0494425 от 08.04.2009.

Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Республиканское унитарное предприятие

«Издательский центр Белорусского государственного университета».

ЛП № 02330/0494178 от 03.04.2009.

Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.