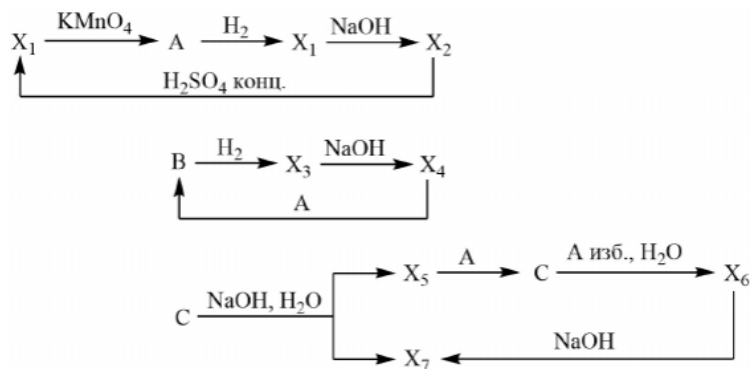


Задания Всероссийской олимпиады школьников по химии
(муниципальный этап)

11 класс

2025-2026 учебный год

Задача 11-1. Даны простые вещества: А – желто-зеленый газ, ядовит; В – красно-бурая жидкость, ядовита, С – темно-серые кристаллы с металлическим блеском. Для каждого из этих веществ предложены схемы превращений. Определите вещества А, В, С, X₁-X₇ и дайте им названия.



(20 баллов)

Задача 11-2. Закись азота N₂O представляет собой бесцветный негорючий газ с приятным сладковатым запахом и привкусом, который более 170 лет применяется в анестезии при проведении хирургических операций. В настоящее время его обычно применяют в смеси с кислородом в сочетании с более сильным анестетиком. Плотность смеси закиси азота с кислородом по воздуху равна 1,393.

Вопросы.

1. Определите массовую, объёмную и мольную долю закиси азота в смеси.
2. Напишите уравнение реакции, которое применяют для получения закиси азота из нитрата аммония в лаборатории.
3. Какую массу нитрата аммония необходимо взять для получения 100 г смеси, применяемой для анестезии на основе закиси азота. При расчётах используете данные, полученные в пункте 1?
4. Рассчитайте объём, занимаемый 100 г смеси для анестезии на основе закиси азота при 20°C и давлении 150 кПа.

(20 баллов)

Задача 11-3. В качестве консерванта в шампунях часто применяют парабены. Они проявляют антисептические и фунгицидными (противогрибковыми) свойства. Поэтому в промышленности осуществляют масштабный синтез парабенов и контроль качества готовой продукции.

При оценке химического состава парабена А сначала провели его элементный анализ: массовая доля углерода составила 65,06%. Затем соединение А подвергли кислотному гидролизу. В результате образовались гидроксикислота В и вещество С. При окислении вещества С перманганатом калия в присутствии серной кислоты при нагревании в продуктах реакции было обнаружено органическое вещество Д.

При обработке вещества С раствором гидроксида натрия образовалась соль монокарбоновой кислоты – **пара-гидроксибензоат натрия**.

Вещество Д, имеющее специфический кислый запах продуктов брожения, выделили из смеси. При добавлении к его водному раствору спиртового раствора метилоранжа раствор приобрёл красный цвет. При добавлении к веществу Д гидрокарбоната натрия выделился газ без цвета и запаха, не поддерживающий горение.

В промышленности парабен А получают 2 основными способами:

1) реакцией этерификации соответствующей гидроксикислоты в присутствии концентрированной серной кислоты;

2) карбоксилированием фенолята натрия (или калия) углекислым газом с обработкой продукта реакции раствором соляной кислоты (метод Кольбе-Шмитта), в результате чего получается смесь 2-х изомеров и последующей этерификацией.

Вопросы.

1. Напишите структурную формулу парабена (вещество **A**), о котором идёт речь в задаче.

2. Составьте уравнения реакций образования веществ **B**, **C**, **D** и **пара-гидроксибензоата натрия**.

3. Приведите уравнения реакций, применяемые для синтеза вещества **A** 2-мя указанными способами.

4. Какую массу вещества **A** можно получить из 1 кг фенола по методу Кольбе-Шмитта? Приведите соответствующие расчёты, принимая выход на каждом этапе – 80%.

(20 баллов)

Задача 11-4. Вещество **X** представляет собой вязкую прозрачную густую сиропообразную жидкость со сладким вкусом. Первоначально на этапе его открытия в начале XVIII в. учёные относили его к сахарам, к которым, как выяснилось позже, оно не имеет отношения. Похожие свойства проявляет белый кристаллический порошок вещества **Z**, обнаруженный гораздо позже в водорослях и некоторых плеснях, не имеющий запах, но также обладающий сладким вкусом, из-за чего вещество **Z** иногда применяют в пищевой промышленности в качестве диетического подсластителя. Вещество **Z** также не является сахаром.

В начале XIX в. химический состав углеводов начали описывать в форме гидрата углерода ($C_n(H_2O)_m$) с разной степенью гидратации, например, глюкозу (молекулярная формула – $C_6H_{12}O_6$) представляли так: $C_6(H_2O)_6$. Соотношение $n : m$ в составе веществ **X** и **Z** близко к 1:1, но не соответствует данному соотношению. Вещества **X** и **Z** подвергаются легко подвергаются обезвоживанию при действии соответствующих реагентов. Так, при нагревании вещества **X** со жжёной магнезией (обезвоживающее вещество) выделяется газ **Y** с характерным резким удушающим запахом. При прокаливании порошка вещества **Z** в присутствии серной кислоты также образуется продукт дегидратации.

Вещества **X** и **Z** не дают реакции «серебряного зеркала», а элементный состав показывает, что массовая доля углерода в обоих соединениях равна и составляет 39,13%. При добавлении свежеосаждённого гидроксида меди (II) к водному раствору каждого из них осадок растворяется, а растворы окрашиваются в васильковый цвет.

Молярные массы данных веществ соотносятся друг к другу как: $M(Z):M(X) = 1,33$.

Вопросы.

1. Назовите вещества **X** и **Z**. Напишите их структурные формулы. Ответ подтвердите расчётами.

2. Из 36,51 мл вещества **X** (плотность – $1,26 \text{ г/см}^3$ при 20°C) при дегидратации в присутствии жжёной магнезии образуется 18 г паров воды. Напишите структурную формулу вещества **Y** и определите объём данного вещества (при н.у.), который при этом выделяется.

3. Составьте уравнения реакций дегидратации вещества **X** и его взаимодействия со свежеосаждённым гидроксидом меди (II).

(20 баллов)

Задача 11-5. После проведения опыта по сжиганию серы и угля в кислороде на химическом кружке у учащегося остались 4 грязные пробирки, который использовались для получения одного из веществ. Ученик заполнил пробирки водой, из-за чего раствор приобрёл зелёный цвет. Он стал тщательно мыть пробирки ёршиком, но оставшийся на

них налёт грязно-коричневого цвета отчистить не удалось. Тогда ученик добавил в пробирки следующие реактивы, которые оказались рядом: в 1-ую – раствор соляной кислоты, во 2-ую – раствор щавелевой кислоты, в 3-ью – раствор пероксида водорода, в 4-ую – раствор гидроксида натрия. Содержимое всех пробирок ученик осторожно нагрел. В результате в 1-й и 2-й пробирках постепенно осадок растворился. В 3-й наблюдалось образование пузырьков газа. В 4-й пробирке изменений не произошло.

Вопросы.

1. Исходя из информации о проводимом на кружке эксперименте, предположите, что представляют собой вещества, оставшиеся в пробирке после проведения опыта. Напишите их химические формулы
2. Напишите уравнение химической реакции, которое соответствует опыту, который проводили на кружке в пробирках для получения одного вещества, после чего пробирки долго и тщательно отмывать от продуктов реакции.
3. Поясните процессы, происходящие во всех пробирках с веществом тёмно-коричневого цвета при добавлении химических реактивов, которые ученик применил для мытья пробирок. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций.
4. Рассчитайте массу кристаллов дигидрата щавелевой кислоты, которая необходима для того, чтобы растворить 0,10 г вещества тёмно-коричневого цвета, находящегося на поверхности пробирки в описанной ситуации.

(20 баллов)