

**11 класс****Задача 1. Качественный анализ**

В пяти пронумерованных пробирках находятся 10% водные растворы следующих веществ: ацетата свинца (II), нитрата серебра, перхлората натрия, формиата натрия и хлорида цинка. Для установления содержимого пробирок провели серию качественных реакций. Сначала из каждой пробирки взяли по 1 мл раствора и добавили по 5 капель 10% раствора гидроксида натрия, при этом в пробирках **1**, **2** и **3** выпали осадки (*реакции 1, 2, 3*), в других пробирках видимых изменений не произошло. Осадки, выпавшие в пробирках **1** и **2**, легко растворились в избытке гидроксида натрия (*реакции 4, 5*). Затем из каждой пробирки снова взяли по 1 мл раствора и прилили к ним по 1 мл 10% раствора иодида калия, при этом в пробирках **2**, **3** и **5** выпали осадки (*реакции 6, 7, 8*), в других пробирках видимых изменений не произошло. Осадок, выпавший в пробирке **2**, растворился в избытке иодида калия (*реакция 9*).

**1.** Напишите формулы веществ, находящихся в пронумерованных пробирках. На основании проведенных экспериментов установите номер пробирки для каждого вещества.

**2.** Запишите уравнения *реакций 1–9*. Учтите, что ни одна из данных реакций не является окислительно-восстановительной. Назовите цвета осадков в *реакциях 3, 6* и *7*. Для *реакции 3* запишите полное и сокращенное ионно-молекулярные уравнения.

**3.** Растворимость ацетата свинца (II) при 10°C составляет 29 г на 100 г воды, а при 25°C – 55 г на 100 г воды. При кристаллизации из воды ацетат свинца (II) выпадает в виде кристаллогидрата, содержащего 29.55% кислорода по массе. Установите формулу кристаллогидрата и рассчитайте массу осадка, который выпадет из 200 г насыщенного при 25°C раствора при охлаждении его до 10°C.

**Задача 2. Шифровка**

В лаборатории были найдены три вещества, содержащие азот и неизвестные элементы **X**, **Y**, **Z**. Для каждого вещества известны брутто-формулы и массовая доля азота: соединение **A** –  $\text{NXY}_3$  ( $\omega(\text{N}) = 13.86\%$ ), соединение **B** –  $\text{N}_2\text{ZY}_6$  ( $\omega(\text{N}) = 15.56\%$ ), соединение **B** –  $\text{N}_3\text{ZY}_9$  ( $\omega(\text{N}) = 17.36\%$ ). Все три вещества являются термически нестабильными и разлагаются при нагревании. При разложении **A** (*реакция 1*) выделяется газ **Г**, а при разложении **B** и **B** (*реакции 2* и *3*) образуется смесь газов **Г** и **Д** и одинаковый по составу твердый остаток. При действии концентрированной азотной кислоты (*реакция 4*) **B** превращается в **B**. При добавлении гидроксида натрия к раствору **B** (*реакция 5*) образуется вещество **Е**, которое на воздухе постепенно окисляется и превращается в **Ж** (*реакция 6*). Если же к веществу **Ж** добавить избыток гидроксида натрия и бром, то образуется фиолетовое вещество **З** (*реакция 7*).

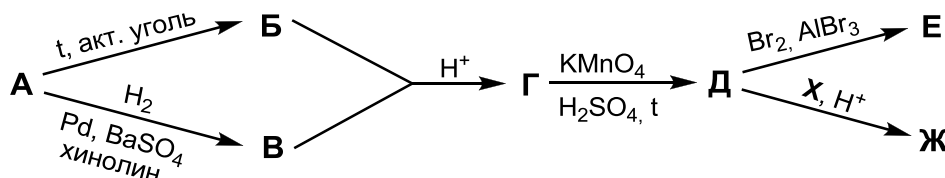
**1.** Установите элементы **X**, **Y**, **Z** и формулы веществ **A–З**, вывод формул **A–B** подтвердите расчетом, формулы запишите в «привычном» виде. Для элемента **Z** приведите электронную формулу в виде  $1s^2\ldots$

**2.** Запишите уравнения *реакций 1–7*. Опишите признаки *реакций 5* и *6*. Для *реакции 7* приведите схему электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.

**3.** В одном из опытов при разложении 72 г **B** выделилось 10.08 л (н.у.) газовой смеси. К полученному твердому остатку прилили 240 г 10% раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массу полученного осадка **Е** и массовые доли веществ (%) в полученном растворе.

**Задача 3. Органическая цепочка**

Углеводороды **А**, **Б** и **В** являются простейшими представителями соответствующих гомологических рядов. Молярные массы **А** и **Б** различаются ровно в три раза. Вещества **Б** и **В** могут быть получены в одну стадию из **А** (реакции 1, 2). При нагревании смеси **Б** и **В** в присутствии кислоты (реакция 3) образуется углеводород **Г**, который при окислении подкисленным раствором перманганата калия при нагревании (реакция 4) превращается в кислоту **Д**. При бромировании **Д** (реакция 5) образуется вещество **Е**, а при нагревании смеси **Д** и спирта **Х** в присутствии кислоты (реакция 6) можно выделить соединение **Ж**. Все описанные превращения отображены на схеме:



1. При сжигании навески 15 г вещества **Ж** в избытке кислорода образовалось 20.16 л (н.у.) углекислого газа и 9 г воды. Установите истинную брутто-формулу **Ж**, если плотность паров этого вещества по воздуху равна 5.172. Напишите уравнение реакции сгорания **Ж**.

2. Изобразите структурные формулы веществ **Х** и **А–Ж**. Назовите вещества **Е** и **Ж** по номенклатуре ИЮПАК.

3. Изобразите структурную формулу хинолина. Какую роль играет это соединение при гидрировании **А**?

4. Напишите полные уравнения реакций 1–6, используя структурные формулы органических веществ.

**Задача 4. Одинаковые простейшие формулы**

Вещества **Х<sub>1</sub>**, **Х<sub>2</sub>**, **Х<sub>3</sub>** и **Х<sub>6</sub>** содержат 40.00% углерода, 6.67% водорода и 53.33% кислорода по массе, а их молярные массы относятся как 1 : 2 : 3 : 6. Вещество **Х<sub>1</sub>** является газом при комнатной температуре, его водный раствор применяется для хранения анатомических препаратов и дубления кожи. Вещество **Х<sub>2</sub>** – жидкость, распространенный консервант, который можно найти практически на каждой кухне. Вещество **Х<sub>1</sub>** можно получить при реакции спирта **С<sub>1</sub>** с оксидом меди (II) при нагревании (реакция 1), а жидкость **Х<sub>2</sub>** – при окислении спирта **С<sub>2</sub>** раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты (реакция 2). Вещество **Х<sub>6</sub>** – один из продуктов процесса фотосинтеза, в присутствии определенного вида бактерий оно превращается в **Х<sub>3</sub>** (реакция 3), а в присутствии дрожжей – в **С<sub>2</sub>** (реакция 4).

При нагревании растворов **Х<sub>1</sub>** и **Х<sub>6</sub>** с аммиачным раствором оксида серебра (I) на стенках пробирок появляется зеркальный налет (реакции 5 и 6), а при добавлении в растворы **Х<sub>2</sub>** и **Х<sub>3</sub>** пищевой соды наблюдается выделение газа (реакции 7 и 8).

1. Выведите простейшую формулу для веществ **Х**. Приведите структурные формулы **Х<sub>1</sub>**, **Х<sub>2</sub>**, **Х<sub>3</sub>** и **Х<sub>6</sub>** (для вещества **Х<sub>6</sub>** изобразите открытую форму в проекции Фишера и циклическую форму в проекции Хеуорса), приведите их тривиальные названия.

2. Установите спирты **С<sub>1</sub>** и **С<sub>2</sub>**. Напишите полные уравнения реакций 1–8, используя сокращенные структурные формулы органических веществ.

3. Рассчитайте, какой объем (при н.у.) газа **Х<sub>1</sub>** следует растворить в 150 мл воды, чтобы получить 40% раствор **Х<sub>1</sub>**. Как называется данный раствор?

### Задача 5. Синтез-газ

Синтез-газ, представляющий собой смесь монооксида углерода и водорода, имеет большое значение в промышленном органическом синтезе. Для его получения обычно используют конверсию метана с водяным паром (*реакция 1*) или реакцию угля с водяным паром (*реакция 2*). В 1923 году компания BASF разработала процесс превращения синтез-газа в метанол (*реакция 3*) при температуре 250–300°C и под давлением 5–10 МПа в колонне синтеза, содержащей катализатор на основе оксидов меди и цинка.

1. Запишите уравнения *реакций 1* и *2* и рассчитайте их тепловые эффекты ( $Q$ ), если теплоты образования метана, газообразной воды и угарного газа составляют 74.8, 241.8 и 110.5 кДж/моль, соответственно.

2. При получении 8 кг метанола по описанному методу выделяется 22.7 МДж теплоты. Рассчитайте тепловой эффект реакции синтеза метанола (в кДж/моль) и запишите термохимическое уравнение *реакции 3*.

3. В колонну синтеза метанола был введен синтез-газ с начальными концентрациями водорода и угарного газа 0.7 моль/л. После установления равновесия выход метанола составил 20%. Рассчитайте равновесные концентрации всех веществ в колонне синтеза и значение константы равновесия, выраженной через молярные концентрации.

4. Как повлияет на выход метанола в данном процессе: а) понижение давления; б) понижение температуры; в) увеличение количества катализатора? Ответы аргументируйте, используя принцип Ле Шателье.

5. Рассчитайте, во сколько раз увеличится скорость реакции синтеза метанола, при повышении температуры синтеза от 250 до 350°C, если температурный коэффициент Вант-Гоффа равен 2.5.

*Каждая задача оценивается в 20 баллов*

Старайтесь решать и оформлять все предложенные задачи. Решение каждой задачи начинайте со слова «Задача №...». Каждый правильно выполненный пункт задачи оценивается отдельно. При наличии численных данных, приводите полные выводы формул, или хотя бы подтверждайте свои догадки проверкой (при отсутствии расчетов вы можете получить неполный балл).

Решения заданий олимпиады и критерии оценивания будут опубликованы на сайте Республиканского Лицея во вкладке «Химия» <https://rlc.education/chemistry.html>

Желаем удачи!