

LXXIV МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2017–2018 уч. г.
ОЧНЫЙ ЭТАП
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
11 класс

В зачёт идут только пять задач из шести. Задача с минимальным числом баллов при подсчёте суммы баллов не учитывается.

Задача 1

Как всегда в канун олимпиад у юного химика Васи что-то пошло не так, а вам как обычно предстоит понять, в чем же дело. На этот раз горе-экспериментатор изучал взаимодействие серы с гидроксидом натрия. Однако, помимо обещанных учебником продуктов **A** и **B**, у Васи образовалось еще два продукта **B** и **Г**, причем известно, что вещество **B** состоит из двух элементов, а вещество **Г** из трех. Определите вещества **A-Г** и приведите их названия, если известно, что вещество **A** имеет тот же качественный состав, что и вещество **B**. Что Вася сделал не так в этот раз? Приведите уравнения реакций образования веществ **A-Г**.

Задача 2

Простое газообразное вещество **E** является достаточно недорогим и широко применяется в промышленности и лабораториях. Для химических экспериментов иногда требуется **E** высокой чистоты. Для очистки газ **E** перед использованием последовательно пропускают через две трубки. Первая трубка заполнена молекулярными ситами (пористый алюмосиликат) пропитанными сплавом натрия и калия. Вторая трубка заполнена кусочками слюды с нанесенным на нее оксидом марганца (**II**). В особых случаях, для дополнительной очистки газа **E** можно использовать трубку с раскаленной титановой губкой. Что представляет собой газ **E** и для чего его применяют? Какие процессы проходят в трубках? Запишите уравнения реакций протекающих в каждой трубке. Почему третью трубку используют только в особых случаях?

Задача 3

Органическая соль **I** широко применяется в органическом синтезе в виде своего тригидрата. Долгое время считалось, что в безводном виде соль **I** не существует, так как при нагревании тригидрат **I** разлагается с образованием воды, новой соли **II** и газообразного углеводорода **III**, который вдвое тяжелее азота. Однако в 2005 году обнаружили, что при взаимодействии соли **IV**, содержащей 76,12% C и 10,45% N (по массе) с гексафторбензолом при низкой температуре образуется безводная соль **I** и бинарное соединение **V**, содержащее 36,84% N (по массе). При взаимодействии соли **II** с избытком водного раствора NaOH образуется вода, органическое вещество **VI** (плотность паров по водороду 92,5) и неорганическая соль **VII**, которая часто является компонентом зубной пасты. Определите вещества **I-VII** и напишите уравнения всех упомянутых реакций. Для органических веществ приведите структурную формулу.

Задача 4

Экстракция является важнейшим методом разделения и концентрирования в современной химической технологии. Для количественного описания процесса экстракции вводят понятие коэффициента распределения $D = [F]_{орг.} / [F]_{водн.}$, где $[F]_{орг.}$ – равновесная концентрация экстрагируемого вещества **F** в органической фазе, $[F]_{водн.}$ – равновесная концентрация экстрагируемого вещества **F** в водной фазе. Другим важным количественным параметром экстракции является степень извлечения α , равная отношению количества проэкстрагированного в органическую фазу вещества к исходному количеству вещества в водной фазе. Допустим для некоторого экстракционного процесса коэффициент распределения вещества **F** между фазами равен 1.5. Чему будет равна степень извлечения в ходе однократной экстракции, если объем водной фазы и объем органического экстрагента равны по 1 л? Какой объем органического экстрагента нужно взять, чтобы за одну стадию экстракции степень извлечения вещества **F** из 1 л водной фазы составила 95%? Эффективность экстракции можно существенно увеличить, используя несколько последовательных экстракций небольшими порциями экстрагента. Сколько последовательных экстракций нужно провести для достижения общей степени извлечения вещества **F** $\geq 95\%$ при использовании порций экстрагента равных: а) 1 л; б) 500 мл. Каков суммарный объем использованного органического экстрагента в каждом случае? Объем водной фазы во всех случаях равен 1 л. В решении не забудьте привести выкладки и расчеты.

Задача 5

Бесцветный газ **G** объемом 2.18 л (при 25°C, давление 1 атм) поглотили с помощью 400 мл 20% раствора гидроксида калия (плотность 1.22 г/см³). При этом масса раствора увеличилась на 3.93 г. Полученный раствор упарили досуха и прокалили для удаления следов воды. Масса твердого остатка составила 97.6 г. Определите неизвестный газ **G** и напишите уравнение реакции **G** с раствором щелочи. Где применяется газ **G**?

Задача 6

При анализе продуктов реакции паров калия с угарным газом были выделены три интересные органические соли **Q**, **R** и **S**, причем соль **R** является тримером соли **Q**. Позже соль **S** была получена из соединения **U**, встречающегося во многих фруктах и содержащего шесть асимметрических атомов углерода. Для этого **U** окисляют азотной кислотой, а затем нейтрализуют карбонатом калия в присутствии кислорода. При окислении **U** можно также получить соединение **T**, являющееся продуктом взаимодействия **R** с соляной кислотой. При подкислении **S** можно получить соответствующую органическую кислоту **V**. Раствор этой кислоты со временем окисляется до вещества **W**, которое, фактически, представляет собой гидрат невыделенного соединения **X**, являющегося одним из оксидов углерода. При хранении растворов кислоты **V** в бескислородной атмосфере она выделяет угарный газ и превращается в другую кислоту **Y**, нейтрализация которой двумя молями гидроксида калия дает соль **Z**. Интересно, что соли **Q**, **R**, **S**, и **Z** имеют одинаковый качественный состав, а их **анионы** имеют одинаковую массовую долю углерода равную 42,86%. Натриевая соль кислоты **V** нашла широкое применение в криминалистике, с помощью ее водных растворов обнаруживают остатки свинца после выстрела. Изобразите структурные формулы соединений **Q–Z**. Как натриевая соль **V** помогает обнаружить следы свинца? Приведите пример соли, в которой анион имеет такую же массовую долю углерода и качественный состав, как и в солях **Q**, **R**, **S**, и **Z**.

