

Материалы заданий олимпиады 2024–2025 учебного года

1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

1.1 Задания Отборочного теоретического тура

1.1.3. Задания 10 класса

Задача №10-1

Минерал **А** желтого цвета состоит из двух элементов, атомные массы которых отличаются на 43 г/моль. Образец минерала **А** массой 24,6 г растворили в концентрированном растворе карбоната натрия (*реакция 1*). В результате выделился газ **Б** объемом 6,72 л (н.у.), вызывающий помутнение баритовой воды. Кроме газа образовались в равных мольных отношениях две соли **В** и **Г**, при чём молекулярная масса **В** на 48 г/моль больше молекулярной массы **Г**, а число молей выделившегося в 3 раза превышает количество **Г**. Других продуктов реакции не образовалось. Соли **В** и **Г** были разделены и выделены в чистом виде. Полученную соль **В** нагрели с избытком кислорода при температуре 350°C (*реакция 2*). В результате получили 9,9 г твердого оксида **Д** белого цвета ($\omega_{\text{O}} = 24,24\%$), 9,6 г газообразного оксида **Е** ($\omega_{\text{O}} = 50\%$) с запахом жжёных спичек и соль **Ж**, которая с водным раствором нитрата бария даёт белый нерастворимый в воде осадок, массой 34,95 г. При нагревании соли **Г** с избытком кислорода (*реакция 3*) получили соединение **З**, молекулярная масса которого превышает $M(\text{Г})$ на 16 г/моль. Соль **З** растворили в воде и добавили необходимое количество нитрата серебра (*реакция 4*). В результате получили 24,7 г осадка коричневого цвета (соединение **И**).

Определите состав минерала **А**, состав веществ **Б–И** и составьте уравнения реакций 1-4.

Задача №10-2

В шкафу с реактивами была найдена чёрная полимерная ёмкость без этикетки. В ёмкости находилась **жидкость**, внешне напоминающая обычную воду. Она была прозрачной, не имела цвета и запаха, но имела кислую среду. Попадая на кожу рук, эта **жидкость** вызывала ощущение покалывания и оставляла белые пятна, исчезающие со временем. Испарялась без остатка и не содержала твёрдых растворённых веществ.

Внесение в эту **жидкость** диоксида марганца приводило к бурному выделению газа (1), вызывающего вспыхивание тлеющего уголька (2), а остающаяся жидкая фаза представляла собой воду. При этом диоксид марганца не расходовался и не изменялся в процессе реакции. Прибавление **жидкости** к насыщенному раствору йодида калия приводило к появлению интенсивной коричневой окраски щелочного раствора (3), над которым, при нагревании, появлялся фиолетовый пар (4). Воздействие **жидкости** на хорошо охлажденный ацетон, в присутствии каталитических количеств кислоты, способствовало образованию бесцветного кристаллического продукта (5) с плотностью паров по водороду 74, нерастворимого в воде, легко возгоняющегося при нагревании и сгорающего на воздухе до углекислого газа и воды (6). При действии **жидкости** на диоксид свинца происходило образование белого осадка гидроксида свинца (II) (7). Раствор перманганата калия, при воздействии этой **жидкости**,

лишался своей характерной окраски, давал бурый осадок и газ, поддерживающий горение (8). А осадок сульфида свинца под влиянием этой **жидкости** менял чёрную окраску на белую (9).

1. На основании полученных данных, определите какое **жидкое вещество**, находилось в ёмкости из чёрного полимерного материала, назовите его, напишите уравнения реакций, приведите структурную формулу органического продукта реакции (5), учитывая, что степень окисления кислорода, входящего в этот продукт, такая же, как и в интересующем нас **веществе**, а массовые доли элементов в этом продукте – С – 48,65, Н – 8,11 и О – 43,24 %. Кроме того, плотность паров интересующей нас **жидкости** по гелию – 8,5, а массовая доля водорода в ней составляет 5,882 %.

2. Напишите к какому классу неорганических соединений относится это **вещество** и приведите уравнения его диссоциации по стадиям, не забывая назвать анионы.

Задача №10-3

Вещества X_1 , X_2, X_3 и X_6 содержат 40,00% углерода, 6,67% водорода и 53,33% кислорода по массе, а их молярные массы относятся как 1 : 2 : 3 : 6. Вещество X_1 является газом при комнатной температуре, его водный раствор применяется для хранения анатомических препаратов и дубления кожи. Вещество X_2 – жидкость, распространенный консервант, который можно найти практически на каждой кухне. Вещество X_1 можно получить при реакции спирта S_1 с оксидом меди (II) при нагревании (реакция 1), а жидкость X_2 – при окислении спирта S_2 раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты (реакция 2). Вещество X_6 – один из продуктов процесса фотосинтеза, в присутствии определенного вида бактерий оно превращается в X_3 (реакция 3), а в присутствии дрожжей – в S_2 (реакция 4).

При нагревании растворов X_1 и X_6 с аммиачным раствором оксида серебра (I) на стенках пробирок появляется зеркальный налет (реакции 5 и 6), а при добавлении в растворы X_2 и X_3 питьевой соды наблюдается выделение газа (реакции 7 и 8).

1. Выведите простейшую формулу для веществ X . Приведите структурные формулы X_1 , X_2 , X_3 и X_6 (для вещества X_6 изобразите открытую форму в проекции Фишера и циклическую форму в проекции Хеуорса). Установите формулы спиртов S_1 и S_2 .

2. Напишите полные уравнения реакций 1–8, используя сокращенные структурные формулы органических веществ.

3. Рассчитайте, какой объем (при н.у.) газа X_1 следует растворить в 150 мл воды, чтобы получить 40 % раствор X_1 .

Задача № 10-4

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.

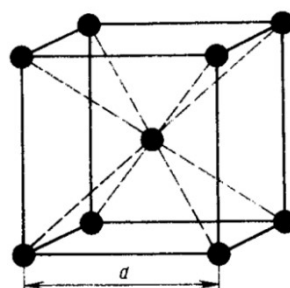
4. Как повлияет на выход метанола в данном процессе: а) понижение давления; б) понижение температуры; в) увеличение количества катализатора? Ответы аргументируйте, используя принцип Ле Шателье.

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

Задача №10-5

Элемент X был открыт сравнительно недавно, но сразу же нашел применение во многих областях, включая медицину и военную промышленность. Простое вещество X имеет кубическую объемно-центрированную кристаллическую решетку ($a = 5,148 \text{ \AA}$). Плотность кристалла – 5,5 г/см³.

X бурно реагирует с водой (р-ция 1), окисляется на воздухе (р-ция 2). Стеклоянная посуда, в которой хранятся образцы, содержащие большое количество X, темнеет. Все соединения X, находящиеся в контакте с воздухом, обладают бледно-голубым свечением. Любой объект, содержащий X, постоянно выделяет тяжелый инертный газ. Хлорид элемента X реагирует с сульфатом магния (р-ция 3) и с фторидом калия (р-ция 4).



1. Определите элемент X;

2. Напишите реакции 1 – 4;

3. Каким свойством элемента X объясняется свечение и изменение цвета стекла и образцов?

4. При растворении в воде продуктов окисления X воздухом остается серый осадок, содержащий 96,03 % X. Напишите формулу этого осадка и уравнение реакции его растворения в соляной кислоте.