

Из предложенных шести задач, нужно выбрать пять!

Указание: - при расчетах значения атомных масс следует округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$); в решении задачи обязательно нужно привести необходимые расчёты и рассуждения, ответ без доказательств может быть оценен в 0 баллов

Задача 1. История одного сплава

Образец сплава массой 10,0 г, состоящий из атомов двух металлов, которые в соединениях обычно проявляют степени окисления +2 и +3 соответственно, разделили на две порции. Одну из них поместили в избыток раствора гидроксида натрия, при этом она частично растворилась, а из раствора выделилось 730 мл (при н.у.) газа. Не растворившуюся в щёлочи часть первой порции обработали концентрированной соляной кислотой. Она полностью растворилась с образованием 730 мл (при н.у.) газа. Вторую порцию сплава сразу обработали концентрированной соляной кислотой. Она полностью растворилась, а объём выделившегося газа составил 4,380 л (при н.у.).

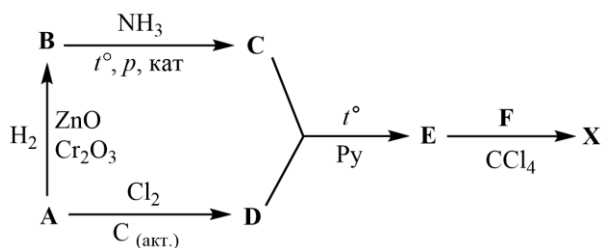
1. Какие газы выделяются при растворении образцов сплава в гидроксиде натрия и соляной кислоте? Рассчитайте массу каждой из порций сплава, взятой для экспериментов. Ответ без расчёта или обоснования не оценивается.

2. Определите, какие металлы входят в состав сплава и рассчитайте их мольные доли в нём. Запишите уравнения трёх протекающих реакций. Ответ без расчёта или обоснования не оценивается.

3. Укажите тривиальное название вещества, получаемого при растворении этого сплава в щёлочи.

Задача 2. Будьте осторожны!

Однажды на химическом предприятии, производившем вещество **X**, произошла крупная авария, в результате которой в атмосферу были выброшены десятки тонн его предшественника – ядовитого соединения **E**. Общая схема синтеза вещества **X** из токсичного бинарного газа **A** приведена на схеме:

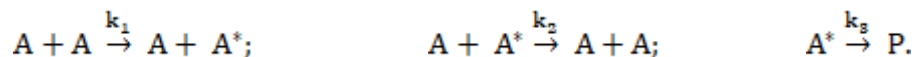


При комнатной температуре и атмосферном давлении вещества **C** и **D** являются ядовитыми газами, а **B** и **E** представляют собой легкокипящие токсичные жидкости ($t_{\text{кип}} < 65^\circ\text{C}$). Бинарный газ **A** в больших количествах образуется при переработке природного газа, а молекула вещества **E** содержит 7 атомов, и её равна $4,733 \cdot 10^{-22}$ кар. Молекула соединения **F** состоит из атомов трёх элементов, содержит одну гидроксильную группу, связанную с ароматической системой. Массовая доля кислорода в нём составляет 11,11%. В названии этого вещества можно встретить первую букву греческого алфавита. Для справки: $M(\text{C}) = 60,055$ кар/моль.

1. Установите формулы веществ **A-F**, **X**. Ответ обоснуйте или подтвердите расчётом. Ответ без расчёта или обоснования не оценивается.

Задача 3. Реакции бывают разные...

Скорость мономолекулярных реакций, описываемых общей схемой $A \rightarrow P$, может зависеть от концентрации реагента A достаточно причудливым образом. Для объяснения наблюдаемого явления в подобных реакциях был предложен трёхстадийный механизм подобного превращения, включающий стадию образования активированной частицы A^* :



1. Используя предложенный механизм реакции и представленные допущения, получите выражение для концентрации активной частицы A^* в произвольный момент времени и выведите общую зависимость скорости образования вещества P от концентрации вещества A . Учтите, что полученные вами выражения могут содержать лишь концентрацию реагента $C(A)$ и константы скорости каждой из трёх стадий k_1 - k_3 .

2. Какой степени концентрации вещества A будет пропорциональна скорость образования вещества P при высоких и при низких концентрациях A ? Для ответа на этот вопрос преобразуйте выражение для скорости к виду $r = k' \cdot C(A)^x$, где x – искомая степень, а k' – некоторая константа. Ответ обоснуйте.

При решении задачи используйте следующие допущения:

- Скорость каждой элементарной стадии равна произведению соответствующей константы скорости на концентрации реагентов в степенях стехиометрических коэффициентов;
- Скорость образования активированной частицы A^* равна скорости её расходования.

Задача 4. Настоящая палитра красок

Воздействие раствора едкого натра на белые кристаллы бинарного вещества A приводит к образованию жёлтого осадка B (реакция 1), практически не растворяющегося в концентрированных щелочах. При его окислении бромом в среде едкого кали образуется жёлтое вещество C (реакция 2). При добавлении к нему цинка и соляной кислоты цвет раствора меняется следующим образом: оранжевый (из-за присутствия вещества D , реакция 3), коричневый, зелёный (из-за присутствия вещества E , реакция 4), циановый (cyan) и синий (из-за присутствия продуктов растворения вещества A , реакция 5).

1. Установите состав соединений A - E . Ответ без обоснования не оценивается.
2. Напишите уравнения реакций 1-5.

Задача 5. Пластмассовый мир победил!

Современную жизнь человека практически невозможно представить без полимеров, однако далеко не все из них можно получить в ходе полимеризации соответствующих мономеров.

Например, для получения полимера **A**, содержащего 54,55% углерода по массе, используется реакция щелочного гидролиза широко распространённого в быту вещества **B**. Оно, в свою очередь, является продуктом полимеризации мономера **C**, образующегося при окислительном присоединении уксусной кислоты к этилену.

1. Установите структурные формулы веществ **A-C**. Для полимеров укажите структуру мономерного звена. Приведите уравнение реакции образования **C** из исходных веществ в присутствии кислорода. Ответ без расчёта или обоснования не оценивается.

2. Где в быту используется вещество **B**? Приведите одно наиболее распространённое применение.

С похожей целью в быту используется и другое вещество **D**, которое также невозможно получить при полимеризации соответствующего мономера. Основной способ его синтеза заключается в водной обработке вещества **E**, образующегося при взаимодействии простого вещества **F** с хлористым метилом в присутствии хлорида меди(I). Простое вещество **F** является одним из основных компонентов алюмосиликатных руд. Дополнительно известно, что вещество **E** содержит 18,60% углерода и 54,94% хлора по массе.

3. Установите структурные формулы веществ **D-E**. Для полимеров укажите структуру мономерного звена. Определите молекулярную формулу простого вещества **F**. Ответ без расчёта или обоснования не оценивается.

4. Какое свойство простого вещества **F** определяет его применение в микроэлектронике?

5. Приведите тривиальное название группы полимеров, к которой относится **D**.

Задача 6. Нейтрально или не нейтрально...

Традиционно считается, что нейтральной среде в водном растворе соответствует значение показателя кислотности $pH_n = 7,00$. Однако на самом деле pH нейтральной среды сильно зависит от температуры – при 0°C он составляет $pH_0 = 7,48$, а при 100°C $pH_{100} = 5,95$.

1. Сформулируйте более корректное определение нейтральной среды в водном растворе при произвольной температуре.

2. Определите стандартную энтальпию и стандартную энтропию диссоциации воды в предположении, что они не зависят от температуры.

3. При какой температуре pH нейтральной среды будет соответствовать 5,00? Каким образом можно нагреть жидкую воду до данной температуры?

4. Оцените наименьшее возможное значение $pH_{\min}$ нейтральной среды в жидкой воде, если координаты критической точки воды составляют $T_k = 647\text{ K}$ и $P_k = 22,06\text{ МПа}$.

Справочные данные

$$\Delta_r G_{\text{дисс}}^\circ = -RT \ln K_w,$$

$$\Delta_r G_{\text{дисс}}^\circ = \Delta_r H_{\text{дисс}}^\circ - T \cdot \Delta_r S_{\text{дисс}}^\circ,$$

$$K_w = [H^+][OH^-],$$

где K_w – ионное произведение воды при данной температуре, T – температура,

$R = 8,314\text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$, $\Delta_r G_{\text{дисс}}^\circ$ – стандартная энергия Гиббса диссоциации воды, $\Delta_r H_{\text{дисс}}^\circ$ – стандартная энтальпия диссоциации воды, $\Delta_r S_{\text{дисс}}^\circ$ – стандартная энтропия диссоциации воды.