

Министерство образования и науки УР
АОУ ДПО УР «Институт развития образования»
Муниципальный этап ВСОШ по химии 2023-2024 учебный год
г. Ижевск
10 класс

Максимальное количество баллов – 90

Задача № 1

В вакуумированной запаянной ампуле объемом 50 см^3 находится 10 мг карбоната бария. После того как ампулу нагрели до 900°C и выдержали до постоянства давления, оно составило $3 \cdot 10^{-4} \text{ атм}$.

1. Оцените константу равновесия химического процесса.
2. Рассчитайте состав (в % по массе) твердого остатка в ампуле при 900°C .
3. Твердую смесь извлекли из ампулы, охладили и промыли 10 мл теплой воды. Каково значение pH раствора?
4. Если полученный раствор нейтрализовать избытком раствора азотной кислоты, то выделится $0,0177 \text{ Дж}$ тепла. Оцените тепловой эффект реакции в кДж/моль .
5. Предскажите, как будет меняться константа равновесия с дальнейшим повышением температуры.
6. Объясните, как изменится давление в ампуле, если к исходному содержимому ампулы добавить некоторое количество графита и нагреть до 900°C ?

Примечание: во всех расчетах получаемые величины округляйте с точностью до третьего знака после запятой.

Задача № 2

Углеводород **X** состава C_6H_{10} обесцвечивает бромную воду, реагирует с аммиачным раствором оксида серебра и окисляется подкисленным раствором дихромата калия. Установите строение данного углеводорода, если одним из продуктов окисления является 2-метилбутановая кислота. Запишите формулы продуктов реакций, описанных в условии.

Изомерный **X** углеводород **X₁** является веществом другого класса, также реагирует с бромной водой и способен к окислению подкисленным раствором дихромата (или перманганата) калия. При каталитическом гидрировании **X₁** реакция идет в два этапа, причем температура проведения второго существенно выше, чем первого.

Может ли углеводород **X₁** согласно условию задачи содержать следующие структурные фрагменты:

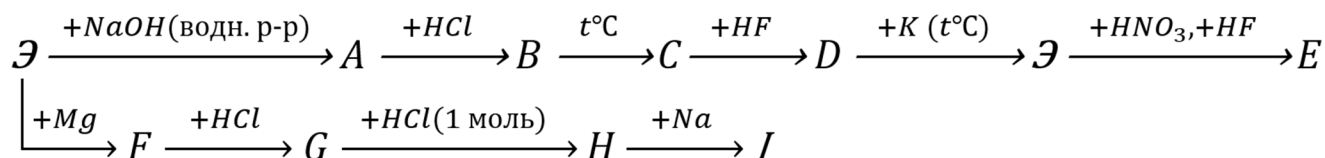
- две двойные связи?
- два предельных цикла?
- предельный цикл и двойную связь?

Приведите возможное обоснование выбора ответов.

Задача № 3

Существование химического элемента-неметалла Э было предсказано Йёнсом Якобом Берцелиусом в 1810 году. Позже, в 1823 году он выделил этот элемент путём восстановления фторида элемента Э калием, получив его аморфную модификацию. Содержание элемента Э в земной коре составляет по разным данным 27,6-29,5% по массе.

Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

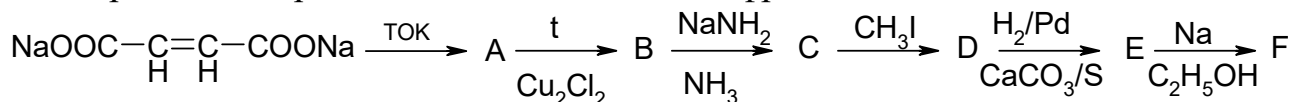


Вещество	B	C	E	G	I
$\omega(\text{Э}), \%$	35,96	46,75	19,49	87,43	90,26

Примечание. При проведении расчетов используйте значения относительных атомных масс элементов, округленных до второго знака после запятой.

Задача № 4

Определите строение веществ А – F, зашифрованных схемой:



исходя из их описания:

A – газообразное вещество, первый член гомологического ряда;

B – углеводород состава C_xH_x ;

C – содержит Na;

D – массовая доля углерода в этом веществе равна 0,909;

E, F – существуют в виде *цис-транс*-изомеров

Ответьте на вопросы:

- На катоде или на аноде происходит выделение вещества **A** при электролизе?
- В какой геометрической конфигурации образуются вещества **E** и **F** в этих реакциях?

Задача № 5.

Желтая кровяная соль $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и красная кровяная соль $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – два химических вещества, очень похожих своими формулами, получили свои названия от способа их производства: соли выделяли из животных отбросов, в том числе и из крови, собираемой на бойнях. Современное название этих солей – гексацианоферрат(II) калия и гексацианоферрат(III) калия соответственно.

Несмотря на схожий состав, соли отличаются свойствами и, соответственно, применением.

Обе соли образуют плохо растворимые в воде соединения при контакте с ионами некоторых металлов, что используется в практике качественного химического анализа. Так, при $\text{pH} < 7$ желтая кровавая соль осаждает ионы меди(II) в виде красно-бурого осадка (*реакция 1*). При $\text{pH} \sim 9$ в присутствии аммиачного буферного раствора (смесь аммиака и хлорида аммония) гексацианоферрат(II) калия осаждает ионы кальция в виде белого кристаллического осадка, массовая доля углерода в котором составляет 25,01% (*реакция 2*).

При взаимодействии гексацианоферрата(III) калия с сульфатом железа(II) выделяется синий осадок турнбулевой сини (*реакция 3*), при действии же гексацианоферрата(II) калия на сульфат железа(III) выделяется синий осадок берлинской лазури (*реакция 4*), которые, как известно, имеют один и тот же качественный и количественный состав. Массовая доля атомов углерода в этих соединениях составляет 23,48% по массе.

Красная кровавая соль очень ядовита. Ядовитые продукты образуются и при взаимодействии этой соли с кислотами. Так, при действии на $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ соляной кислоты, выделяется ядовитое вещество, содержащее 44,45% углерода по массе (*реакция 5*). При действии концентрированной серной кислоты образуется два газообразных продукта в мольном соотношении 1 : 11, один из которых также является ядовитым и содержит 57,12% кислорода по массе. Массовая доля железа в образующейся при этом соли составляет 36,77% (*реакция 6*).

Гексацианоферрат(III) калия – очень сильный окислитель, особенно в щелочной среде. Окисляет сероводород до серы, иодоводород до иода, аммиак до азота и солей аммония, оксид свинца(II) до оксида свинца(IV) (*реакция 7*) и вольфрам до WO_4^{2-} (*реакция 8*) в щелочной среде.

Напишите уравнения всех описанных реакций в молекулярном и кратком ионном видах.

Примечание. При проведении расчетов используйте значения относительных атомных масс элементов, округленных до второго знака после запятой.