

**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  $50 \text{ см}^3$  находится  $10 \text{ мг}$  карбоната бария. После того как ампулу нагрели до  $900^\circ\text{C}$  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  $900^\circ\text{C}$ .
3. Твердую смесь извлекли из ампулы, охладили и промыли  $10 \text{ мл}$  теплой воды. Каково значение  $\text{pH}$  раствора?
4. Если полученный раствор нейтрализовать избытком раствора азотной кислоты, то выделится  $0,0177 \text{ Дж}$  тепла. Оцените тепловой эффект реакции в  $\text{кДж/моль}$ .
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  $900^\circ\text{C}$ ?

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

***Задача № 2***

Углеводород **X** состава  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  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 **X<sub>1</sub>** является веществом другого класса, также реагирует с бромной водой и способен к окислению подкисленным раствором дихромата (или перманганата) калия. При каталитическом гидрировании **X<sub>1</sub>** реакция идет в два этапа, причем температура проведения второго существенно выше, чем первого.

Может ли углеводород **X<sub>1</sub>** согласно условию задачи содержать следующие структурные фрагменты:

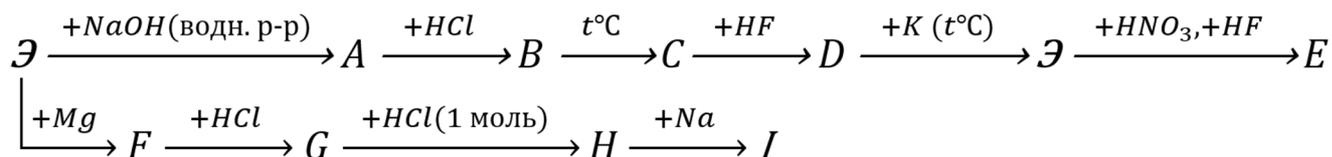
- две двойные связи?
- два предельных цикла?
- предельный цикл и двойную связь?

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:

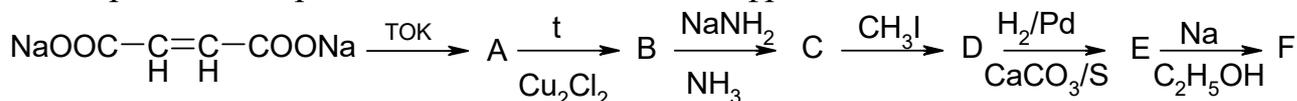


Вещество	B	C	E	G	I
$\omega(\text{Э}), \%$	35,96	46,75	19,49	87,43	90,26

**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  $\text{C}_x\text{H}_x$ ;

**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  $\text{WO}_4^{2-}$  (*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.