

**Министерство образования и науки УР**  
**АОУ ДПО УР «Институт развития образования»**  
**Муниципальный этап ВСОШ по химии 2024-2025 учебный год**  
**г. Ижевск**  
**10 класс**

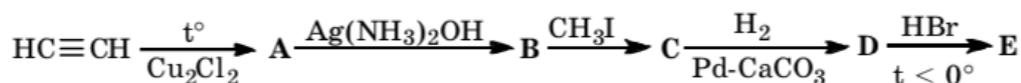
*Максимальное количество баллов – 100 баллов*

**Задача № 1**

Смесь массой 58 г, состоящую из сероводорода и кислорода, находящуюся в закрытом сосуде при температуре 150°C и создающую давление  $p$  Па, подожгли. После окончания реакции и приведения системы к первоначальным условиям давление понизилось на 28,6%. Затем в сосуд добавили кислород массой 80 г и снова нагрели до высокой температуры. После охлаждения системы до 200°C, давление в ней стало в 1,43 раза более первоначального. Вычислите число моль газов в первоначальной смеси, если известно, что в конечной остался непрореагировавший кислород.

**Задача № 2**

Определите строение веществ **A – E**:



В реакции получения вещества **A** участвует 2 моль ацетилена.

Вещество **B** представляет собой осадок.

Продукт **C** имеет состав  $\text{C}_5\text{H}_6$ .

При получении вещества **D** происходит только гидрирование тройной связи до двойной.

Конечное вещество **E** – продукт присоединения 1 моль  $\text{HBr}$ .

Дополнительно выполните следующие задания:

- Определите геометрическую конфигурацию вещества **D**.
- Объясните направление присоединения  $\text{HBr}$  к молекуле вещества **D**.
- Запишите уравнение реакции окисления вещества **D** избытком подкисленного раствора перманганата калия при нагревании.

**Задача № 3**

Бесцветные соли **A** и **B** хорошо растворимы в воде. Если на соль **A** подействовать концентрированной серной кислотой, то выделяется бесцветный газ **B**. При электролизе водного раствора этого газа на аноде выделяется газ **Г** с резким запахом. Если концентрированной серной кислотой подействовать на соль **B**, то среди продуктов реакции образуется простое вещество **Д**, при взаимодействии которого с газом **Г** в растворе гидроксида калия получается вещество **A** и новое вещество **E**. При нагревании последнего до температуры не выше 1000°C

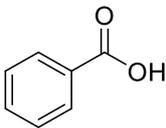
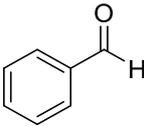
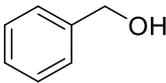
образуется веществ Б. Определите, что собой представляют все представленные в задачи вещества. Напишите уравнения всех возможных реакций, необходимых для обоснования ответа.

#### Задача № 4

Энтальпия образования вещества ( $\Delta H_f$ ) – изменение энтальпии в гипотетической реакции образования 1 моля данного вещества из простых веществ – важная термодинамическая характеристика вещества. (Напоминаем, что в химической термодинамике теплота процесса и изменение энтальпии в процессе при условии постоянства давления противоположны и отличаются друг от друга знаком:  $\Delta H = - Q$ ).

1. Известно, что молярная теплота сгорания водорода составляет  $Q_{\text{сгор}}(\text{H}_2) = 286,8$  кДж/моль, а молярная теплота сгорания углерода в стандартном состоянии (графит)  $Q_{\text{сгор}}(\text{C}) = 393,5$  кДж/моль (величины измерены при  $p = \text{const}$ ). Чему равны энтальпии образования воды  $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O})$  и диоксида углерода  $\Delta H_f(\text{CO}_2)$ ?

Чаще всего измерить энтальпию образования напрямую крайне затруднительно. Величину  $\Delta H_f^0$  можно вычислить исходя из данных калориметрических измерений. Для определения теплот сгорания ряда органических соединений их точные навески сожгли в избытке кислорода ( $p = \text{const}$ ) и измерили количество выделившейся теплоты. Результаты измерений представлены в таблице.

Название вещества	Формула вещества	Масса навески, г	Количество выделившейся теплоты, кДж
Бензойная кислота		1,26	33,4
Бензальдегид		1,45	49,0
Бензиловый спирт		1,22	42,3

2. Напишите уравнения реакций горения приведенных соединений и вычислите их молярные теплоты сгорания.

3. Исходя из данных задачи вычислите энтальпии образования приведенных органических соединений.

4. При помощи реакции гидрирования на катализаторе бензойную кислоту можно восстановить до бензилового спирта. При этом промежуточно образуется бензальдегид. Вычислите теплоты гидрирования бензойной кислоты до бензальдегида  $Q_{\text{гидр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CHO})$  и бензальдегида до бензилового спирта  $Q_{\text{гидр}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH})$ . Опираясь на полученные величины,

объясните, почему при гидрировании на катализаторе не удастся остановить процесс на стадии образования альдегида.

*Примечание: Молекулярные массы округлять до целых.*

### **Задача № 5**

Перманганат калия – неорганическое соединение, представляющее собой тёмно-фиолетовые, почти чёрные кристаллы, растворяющееся в воде с образованием раствора от интенсивно розового до фиолетового цвета. Данное вещество широко используется в химической промышленности и лабораториях в качестве сильного окислителя, а также в качестве лекарственного средства при дерматите, для обработки ран и общей дезинфекции. Перманганат калия входит в список основных лекарственных средств Всемирной организации здравоохранения. В 2000 году мировое производство оценивалось в 30000 тонн.

Существует несколько промышленных способов получения перманганата калия, один из которых был запатентован в Российской Федерации в 2008 году. Формула изобретения представлена ниже.

*«Способ получения перманганата калия включает взаимодействие надпероксида калия ( $KO_2$ ) и диоксида марганца ( $MnO_2$ ) в присутствии горючего, в качестве которого используют углерод, при следующем соотношении компонентов (% по массе): надпероксид калия ( $KO_2$ ) 46,9-52,7; диоксид марганца ( $MnO_2$ ) 45,3-52,6; углерод (C) 0,5-2,0. Смешение исходных компонентов производят в две стадии, при этом на первой стадии смешивают диоксид марганца и горючее, а на второй стадии к полученной смеси добавляют надпероксид калия. Инициирование процесса производят локальным разогревом полученной смеси до температуры порядка  $500^\circ C$ ».*

Рассмотрим более подробно химизм процесса. После инициирования в начальный момент протекает реакция термического разложения надпероксида калия (**реакция 1**), катализируемая диоксидом марганца. Продукт **реакции 1** вступает во взаимодействие с горючим (**реакции 2**). Выделяющаяся при этом энергия способствует дальнейшему протеканию основной эндотермической реакции – взаимодействию надпероксида калия и диоксида марганца (**реакция 3**). Горючее при этом сгорает полностью без образования твердого остатка.

1. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе синтеза.

Для проведения синтеза  $KMnO_4$  было смешано 50,1 г диоксида марганца и 1,0 г углерода. Через 6 сек процесс завершили, содержание перманганата калия в конечном твердом продукте составило 84%.

2. Рассчитайте выход целевого продукта (в %).

Перманганат калия можно использовать для количественного определения многих восстановителей, в том числе и пероксида водорода.

3. Для установления концентрации растворов пероксида водорода к 0,3020 г раствора вещества, подкисленному серной кислотой, по каплям добавляют раствор перманганата калия с молярной концентрацией 0,02000 моль/л до

появления бледно-розовой окраски раствора, устойчивой в течении 1 мин. Рассчитайте массовую долю пероксида водорода в исследуемом растворе, если на титрование его было израсходовано 5,33 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Запишите уравнение реакции, лежащей в основе определения (*реакция 4*).

**Примечание.** При проведении расчетов используйте значения относительных атомных масс элементов, округленных до второго знака после запятой. В пункте 3 массу  $\text{H}_2\text{O}_2$  рассчитывайте с точностью до 4-х знаков после запятой. Массовые долю округлите до сотых.