

## Десятый класс

### Задача 10-1

Неизвестный газ с плотностью 1.50 г/л (н. у.) пропустили через бесцветный раствор, содержащий 1.00 г неорганической соли **X**, вызывающей фиолетовое окрашивание пламени. После прохождения через раствор плотность газа уменьшилась до 1.43 г/л (н. у.), а его объем остался неизменным. При выпаривании раствора был получен белый порошок **Y** массой 1.289 г, который также может быть получен при окислении **X**. Если исходный газ пропустить через раствор **X** в присутствии крахмала, то наблюдается синее окрашивание.

1. Определите вещества **X** и **Y**
2. Определите состав исходного газа – напишите формулы веществ, входящих в его состав и два уравнения реакций одного из этих веществ с веществом **X**.
3. Определите мольные доли газов в смеси.
4. Что происходит при смешении растворов **X** и **Y** в кислой среде?  
Напишите уравнение реакции в ионной форме.
5. Изобразите геометрическое строение аниона в **Y**.
6. Какое применение находит исходный газ?
7. В кислой среде из водного раствора **Y** кристаллизуется соль **Z**, содержащая 24.6 % кислорода по массе. Определите формулу **Z** и изобразите геометрическую структуру ее аниона.

### Задача 10-2

Химик Колбочкин заинтересовался проблемой химических отходов. Он решил рассчитать состав слива после экспериментов. Известно, что в слив последовательно выливали растворы следующих реактивов в указанных количествах:

Реактив	MgCl <sub>2</sub>	CuSO <sub>4</sub>	Ba(OH) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>	ZnCl <sub>2</sub>	NaOH
Концентрация, М	0,1	0,05	0,1	0,5	0,2	0,01	1
Объём раствора, мл	100	140	80	20	180	100	45

Помогите Колбочкину справиться с этой задачей. Для этого выполните следующие задания:

1. Ответьте на вопрос, какие вещества находятся в выпавшем осадке? Рассчитайте состав (в массовых %) этого осадка. Считайте гидроксиды стехиометрическими соединениями. При расчетах пренебречь реакциями гидролиза и изменением объема раствора при выделении газов и выпадении осадков.
2. Какие ионы находятся в сливе над осадками и в каком количестве (ммоль)?
3. Рассчитайте значение рН раствора над осадком.
4. Какое значение рН будет иметь раствор над осадком после добавления 52 мл 1 М HCl?

### **Задача 10-3**

Минерал **A** имеет большое промышленное значение. **A** можно получить взаимодействием **X** с простым веществом, представляющим собой порошок желтого цвета (**реакция 1**). Обжигом **A** получают **X** (**реакция 2**). Металл **X** известен человеку с древних времён, но принадлежность его к металлам удалось доказать лишь в 1759 году. Алхимики для представления элемента использовали символ планеты Меркурий.

**X** – малоактивный металл, с трудом растворяется в серной кислоте при нагревании с образованием соли **E** (**реакция 3**). Если при растворении в крепкой азотной кислоте взять избыток HNO<sub>3</sub>, то получится соль **C** (**реакция 4**), а если разбавленную HNO<sub>3</sub> и избыток **X**, то соль **D** (**реакция 5**). Разложением красного бинарного соединения **B** при нагревании, Дж. Пристли получил кислород (**реакция 6**), при этом масса навески **B** уменьшилась на 7,4 %.

1) Расшифруйте металл **X** и вещества **A** – **E**. Все вещества содержат **X**, а вещества **C** и **D** имеют одинаковый качественный состав. Состав вещества **B** подтвердите расчетом.

2) Назовите тривиальное название соли **A**. Приведите еще 2 реакции, которые можно использовать для получения кислорода.

При добавлении к раствору вещества **C** иодида калия выпадает красный осадок **F** (реакция 7), который растворяется в избытке раствора иодида калия с образованием бесцветного раствора **G** (реакция 8).

3) Напишите уравнения всех реакций, описанных в условии (1–8).

Соединение **G**, так же известное как реактив Несслера, используется для качественного определения аммиака в присутствии щелочи. При этом образуется бурый осадок иодида основания Милона.

В реактиве Несслера  $\omega(X) = 25,5\%$  и  $\omega(I) = 64,5\%$ .

В иодиде основания Милона  $\omega(X) = 71,6\%$ ,  $\omega(N) = 2,5\%$ ,  $\omega(I) = 22,7\%$ .

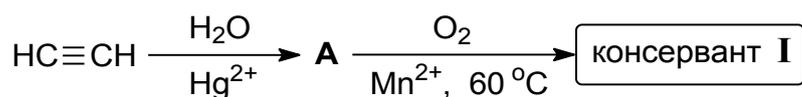
4) Используя данные о массовых долях, расшифруйте формулы реактива Несслера и иодида основания Милона. Напишите уравнение качественной реакции определения аммиака в щелочной среде.

#### Задача 10-4

##### **Пищевые консерванты**

Каждый год, начиная с середины лета, наши мамы и бабушки занимаются заготовками выращенного урожая впрок – варят разнообразные варенья, засаливают и маринуют овощи. Незаменимыми помощниками для сохранности этих вкусностей в банках являются консерванты природного или искусственного происхождения.

Наиболее часто используемым консервантом в быту для засолки или маринования является соединение **I**, которое можно получить из ацетилена по следующей схеме.



1. Приведите структурные формулы соединений **A** и **I**. Как называется вещество **I**?

Рецептов приготовления хрустящих маринованных огурчиков, конечно же, существует множество. По одному из таких рецептов для приготовления маринада рекомендуется на 1 л воды добавлять 1 чайную ложку (5 мл) 70%-го (по массе) водного раствора консерванта **I**.

2. Оцените: **а)** молярную концентрацию соединения **I** в маринаде; **б)** pH маринада. Плотность всех упомянутых растворов примите  $1,0 \text{ г/см}^3$ , константа диссоциации **I** равна  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

Поскольку для получения соединения **A** по приведенной на схеме реакции в качестве катализатора используются ядовитые соли ртути, этот метод в промышленности сейчас используется редко. На смену ему пришёл Вакер-процесс – каталитическое окисление этилена кислородом воздуха.

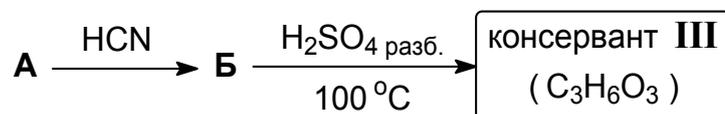
3. Напишите суммарное уравнение реакции, соответствующей Вакер-процессу, а также попробуйте вспомнить используемый при этом катализатор.

В промышленности при консервировании пищевых продуктов также добавляют консерванты. Для этой цели, помимо упомянутого выше вещества **I**, используют и другие вещества, о некоторых из которых пойдет речь ниже.

Внимательно рассматривая этикетку какого-либо продукта, можно часто встретить консервант **II** – карбоновую кислоту, которую в лаборатории можно получить при кипячении толуола с водным раствором перманганата калия в присутствии избытка разбавленной серной кислоты.

4. Приведите структурную формулу и название соединения **II**, а также напишите уравнение описанной реакции его получения.

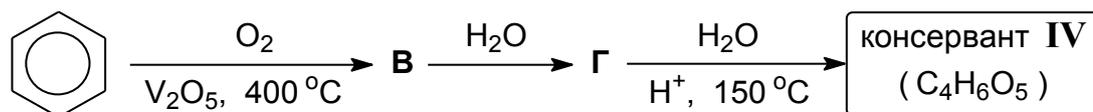
Консервант **III** можно получить синтетически (в виде смеси оптических изомеров) из соединения **A** по приведенной ниже схеме или при ферментативном брожении глюкозы под действием особого рода бактерий.



5. Приведите структурные формулы соединений **B** и **III**, а также тривиальное название **III**.

6. Напишите уравнение реакции ферментативного брожения глюкозы, приводящего к образованию соединения **III**.

Консервант **IV** содержится во многих незрелых фруктах и ягодах (яблоках, винограде, рябине, малине и др.). Синтетически его можно получить из бензола по следующей схеме.



7. Приведите структурные формулы соединений **B**, **Г** и **IV**, а также тривиальное название **IV**.

8. Соединение **Г** в водном растворе под действием света в присутствии каталитического количества минеральных кислот изомеризуется, при этом выпадает осадок вещества, также используемого в качестве консерванта **V**. Приведите структурную формулу вещества **V**, которая иллюстрирует различие строения молекул **Г** и **V**.

### Задача 10-5

#### Восстановление азотной кислоты

Один моль железа растворили в разбавленной азотной кислоте, при этом выделилось 382.0 кДж теплоты и образовался бесцветный газ легче воздуха, не взаимодействующий с кислородом при обычных условиях. Рассчитайте объём газа (н. у.) и определите, какие соли и каком количестве (в молях) содержатся в

полученном растворе. Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной форме. При решении используйте справочные данные, приведённые ниже.

Вещество (ион в растворе)	Fe <sup>3+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO	N <sub>2</sub> O	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Q <sub>обр</sub> , кДж/моль	48.5	205	0	132.5	-90	-82	-33	286