

## 11 класс

Автор задания – Шершнев И.А.

### I вариант

#### Описание эксперимента:

В пяти пронумерованных пробирках без этикеток находятся водные растворы органических веществ: глюкоза, *para*-метилфенол, пропионовая кислота, 2-гидроксибензойная кислота, 2,3-дигидроксибутандиовая кислота. Для определения содержимого каждой пробирки были проделаны следующие операции.

1. К отобраным пробам всех растворов добавили гидрокарбонат натрия.
2. К отобраным пробам растворов №2 и №3 добавили аммиачный раствор оксида серебра.
3. К отобраным пробам растворов №1, №4 и №5 добавили бромную воду.
4. К отобраным пробам растворов №1 и №5 прибавили свежесосаждённый гидроксид меди(II).

#### Задание:

1. Сопоставьте номера пробирок с веществами, находящимися в них, и напишите уравнения всех протекающих реакций (если в реакции участвует лишь какая-то функциональная группа, то реакцию можно записать в общем виде).
2. Какие реагенты можно использовать в данной схеме анализа вместо аммиачного раствора оксида серебра, чтобы различить содержимое пробирок №2 и №3? Приведите два примера. Ответ поясните.

#### Решение:

В первом эксперименте протекают реакции кислот с гидрокарбонатом натрия:

№1, №4, №5  $\text{RCOOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{RCOONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  выделение газа

№2, №3 → реакция не протекает, нет видимых изменений

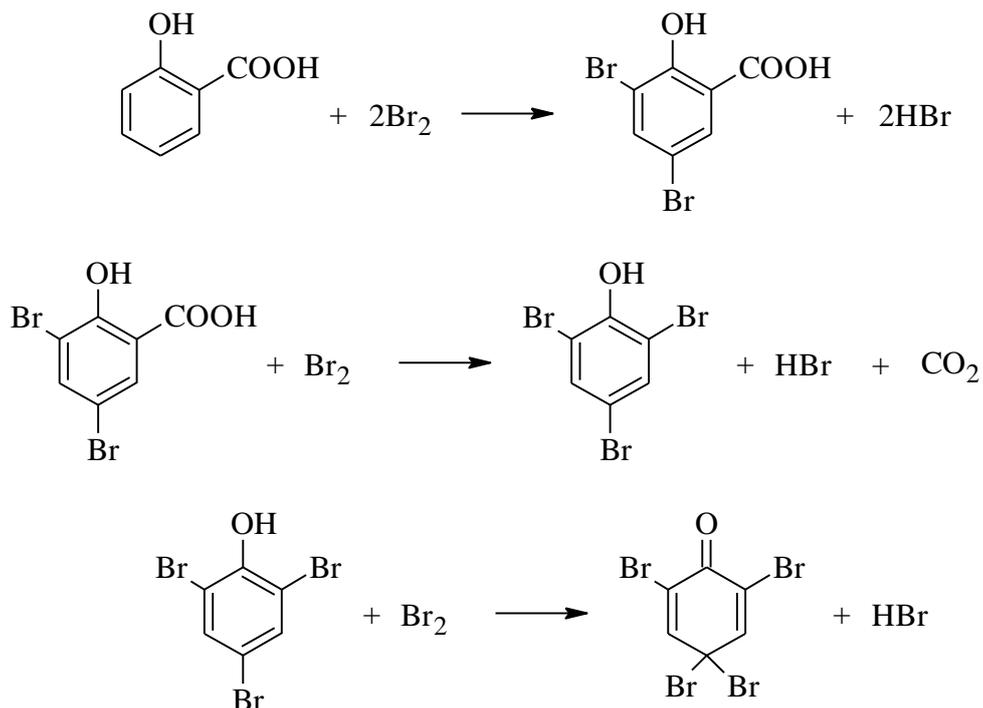
Реакция с аммиачным раствором оксида серебра — это качественная реакция на альдегидную группу (“серебряное зеркало”), которая присутствует в открытой форме глюкозы:

№3  $\text{RCHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = \text{RCOONH}_4 + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  серый осадок или серебряная плёнка

Таким образом, в пробирке №2 – *para*-метилфенол, в пробирке №3 – глюкоза.

К пробиркам №1, №4, №5 сначала добавили бромную воду (это реакция на кратные связи и фенолы):

№4

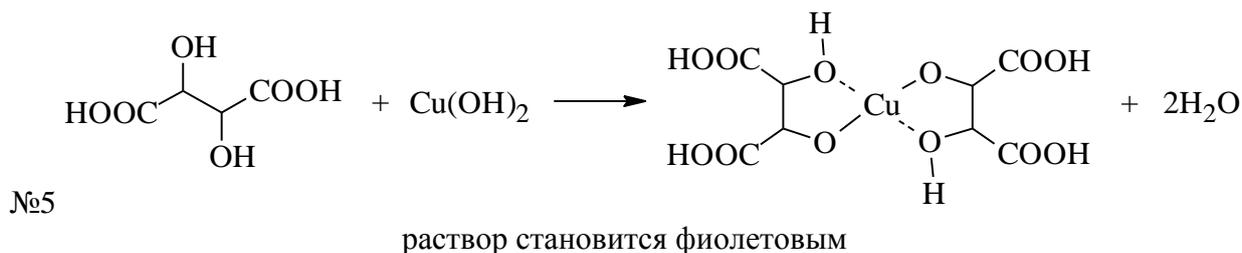


обесцвечивание бромной воды, выпадение белого осадка, желтеющего в избытке брома

Таким образом, в пробирке №4 – **2-гидроксibenзойная кислота**.

Затем проводят реакцию со свежеосаждённым  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (качественная реакция на многоатомные спирты):

№1, №5  $2\text{RCOOH} + \text{Cu}(\text{OH})_2 = (\text{RCOO})_2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$  растворение осадка



Таким образом, в пробирке №1 – **пропионовая кислота**, в пробирке №5 – **2,3-дигидроксibутандиовая кислота**.

Различить глюкозу и *para*-метилфенол можно ещё по образованию комплекса фенола с  $\text{Fe}^{3+}$  фиолетового цвета, реакцией глюкозы со свежеосаждённым  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  с образованием фиолетового раствора и другими.

**Рекомендации к оцениванию:**

- 1) Корректное сопоставление каждого вещества с номером пробирки по 0,5 баллов  
 $0,5 \cdot 5 = 2,5$  балла

|   |                    |
|---|--------------------|
| 2) Уравнения реакций (с карбонатом, с оксидом серебра, с гидроксидом меди (x2)) по 0,5 баллов | 0,5·4 = 2 балла    |
| 3) Каждая из реакций с бромом по 0,5 баллов   | 0,5·3 = 1,5 баллов |
| 4) Верные реагенты с объяснением в доп. вопросе по 1 баллу                                    | 1·2 = 2 балла      |
| <b>ИТОГО</b>  | <b>8 баллов</b>    |

## II вариант

### Описание эксперимента:

В пяти пронумерованных пробирках без этикеток находятся водные растворы органических веществ: рибоза (2,3,4,5-тетрагидроксипентаналь), *мета*-метилфенол, уксусная кислота, 2-гидроксибензойная кислота, 2,3-дигидроксипропановая кислота. Для определения содержимого каждой пробирки были проделаны следующие операции.

1. К отобраным пробам всех растворов добавили гидрокарбонат натрия.
2. К отобраным пробам растворов №4 и №5 добавили аммиачный раствор оксида серебра.
3. К отобраным пробам растворов №1, №2 и №3 добавили бромную воду.
4. К отобраным пробам растворов №1 и №3 прибавили свежесосаждённый гидроксид меди(II).

### Задание:

1. Сопоставьте номера пробирок с веществами, находящимися в них, и напишите уравнения всех протекающих реакций (если в реакции участвует лишь какая-то функциональная группа, то реакцию можно записать в общем виде).
2. Какие реагенты можно использовать в данной схеме анализа вместо аммиачного раствора оксида серебра, чтобы различить содержимое пробирок №4 и №5? Приведите два примера. Ответ поясните.

### Решение:

В первом эксперименте протекают реакции кислот с гидрокарбонатом натрия:

№1, №2, №3  $\text{RCOOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{RCOONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  выделение газа

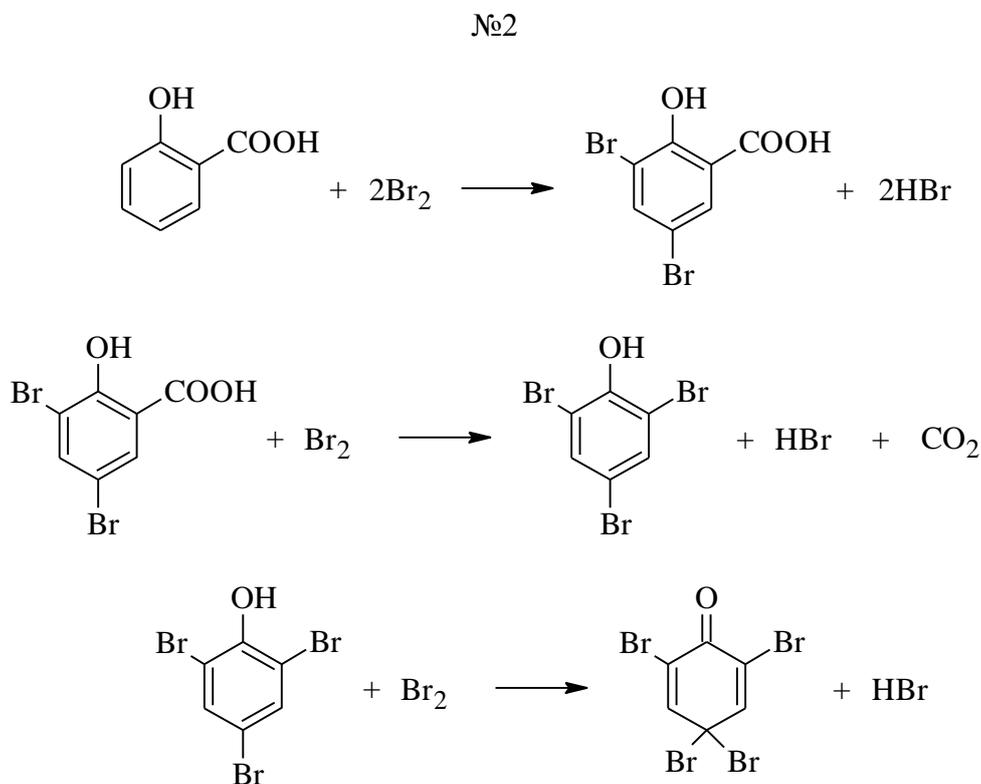
№4, №5 → реакция не протекает, нет видимых изменений

Реакция с аммиачным раствором оксида серебра — это качественная реакция на альдегидную группу (“серебряное зеркало”), которая присутствует в открытой форме рибозы:

№4  $RCHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH = RCOONH_4 + 2Ag + 3NH_3 + H_2O$  серый осадок или серебряная плёнка

Таким образом, в пробирке №4 – **рибоза**, в пробирке №5 – **мета-метилфенол**.

К пробиркам №1, №2, №3 сначала добавили бромную воду (это реакция на кратные связи и фенолы):

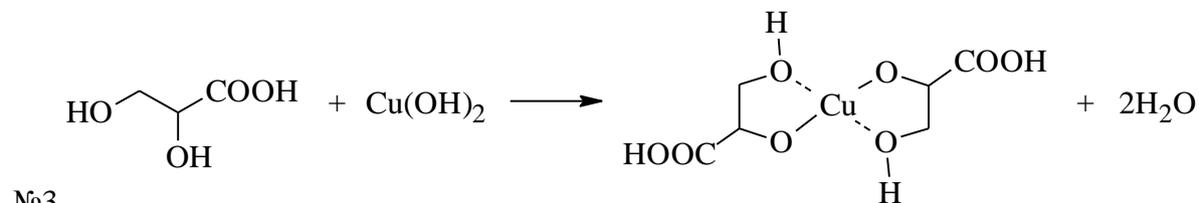


обесцвечивание бромной воды, выпадение белого осадка, желтеющего в избытке брома

Таким образом, в пробирке №2 – **2-гидроксibenзойная кислота**.

Затем проводят реакцию со свежеосаждённым  $Cu(OH)_2$  (качественная реакция на многоатомные спирты):

№1, №3  $2RCOOH + Cu(OH)_2 = (RCOO)_2Cu + H_2O$  растворение осадка



раствор становится фиолетовым

Таким образом, в пробирке №1 – **уксусная кислота**, в пробирке №3 – **2,3-дигидроксипропановая кислота**.

Различить рибозу и *мета*-метилфенол можно ещё по образованию комплекса фенола с  $\text{Fe}^{3+}$  фиолетового цвета, реакцией рибозы со свежесосаждённым  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  с образованием фиолетового раствора и другими.

**Рекомендации к оцениванию:**

1) Корректное сопоставление каждого вещества с номером пробирки по 0,5 баллов  
 $0,5 \cdot 5 = 2,5$  балла

2) Уравнения реакций (с гидрокарбонатом, с оксидом серебра,  
с гидроксидом меди (x2)) по 0,5 баллов  $0,5 \cdot 4 = 2$  балла

3) Каждая из реакций с бромом по 0,5 баллов  $0,5 \cdot 3 = 1,5$  баллов

4) Верные реагенты с объяснением в доп. вопросе по 1 баллу  $1 \cdot 2 = 2$  балла

**ИТОГО** **8 баллов**