

10 класс

Авторы задач – Севастьянова Т.Н. (№ 1), Скрипкин М.Ю. (№№ 2, 3),  
Мерещенко А.С. (№ 4), Коронатов А.Н. (№№ 5, 6), Калинин А.В. (№ 7)

1. Водный раствор бесцветной соли X имеет кислую среду (реакция 1). Образец соли X массой 0.604 г подвергли несильному нагреванию (реакция 2) (сильное нагревание вызывало возгонку безводной соли) и летучие продукты разложения пропустили последовательно через U-образные трубки, заполненные безводным хлористым кальцием и гранулированным едким кали. Масса трубок при этом возросла соответственно на 0.203 и 0.274 г.

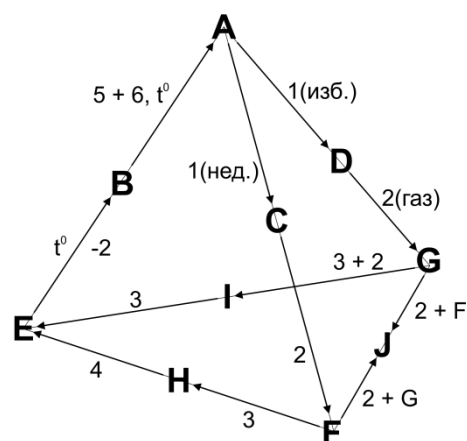
Другой образец той же соли массой 0.725 г растворили в воде и полученный раствор обработали раствором едкого кали (реакция 3). При этом выпал осадок, который растворился при дальнейшем добавлении раствора щелочи (реакция 4). После полного растворения образовавшийся раствор нейтрализовали серной кислотой, упарили и охладили до 0 °С. При этом выпали кристаллы двойной соли Y (реакция 5). Масса высушенных кристаллов Y составила 1.424 г. Следует считать, что катион соли X количественно вошел в состав полученной двойной соли Y.

- 1) Напишите формулу соли X и назовите ее, учитывая, что она представляет собой кристаллогидрат.
- 2) Напишите формулу двойной соли Y, назовите ее. Объясните, какие соли называют двойными солями. Укажите известные Вам области использования этого соединения.
- 3) Напишите уравнения реакций 1 – 5.

2. Справа приведена схема превращений соединений «дьявольского» элемента.

Про обозначенные цифрами вещества известно следующее:

- 1 – он был первым боевым отравляющим веществом;
- 2 – это вещество является основным компонентом Вашего тела;
- 3 – из этого материала были сделаны скульптуры в Летнем саду;
- 4 – им пахнет после грозы;
- 5 – этим веществом Вы пользовались на уроках рисования;
- 6 – с этим веществом у многих ассоциируется летний отдых.



Известно, что вещества G и 3 реагируют в мольном соотношении 1 : 2.

Расшифруйте приведенные в задании вещества и напишите уравнения соответствующих реакций.

3. Известно, что кобальт (II) может образовывать в водных растворах 4, 6, а иногда – и 5-координированные комплексы. Для определения состава комплекса иона кобальта (II) с 2,2'-бипиридином были записаны электронные спектры поглощения растворов перхлората кобальта и 2,2'-бипиридина (bpy) при длине волны 560 нм. Регистрация спектров проводилась в кювете с длиной оптического пути 2.0 см. Значения оптической плотности (D) приведены в таблице:

C(Co), ммоль/л	1·10 <sup>-2</sup>	9·10 <sup>-3</sup>	8·10 <sup>-3</sup>	7·10 <sup>-3</sup>	6·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-3</sup>	4·10 <sup>-3</sup>	3·10 <sup>-3</sup>	2·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	0
C(bpy), ммоль/л	0	1·10 <sup>-3</sup>	2·10 <sup>-3</sup>	3·10 <sup>-3</sup>	4·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-3</sup>	6·10 <sup>-3</sup>	7·10 <sup>-3</sup>	8·10 <sup>-3</sup>	9·10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-2</sup>
D	0	0.105	0.214	0.322	0.428	0.536	0.642	0.745	0.642	0.321	0

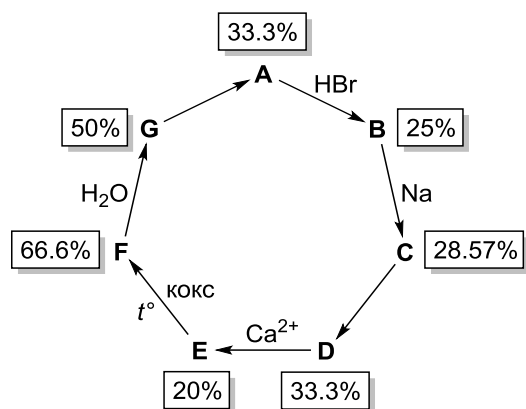
- 1) Определите состав образующегося комплекса.
- 2) Приведите структурные формулы возможных изомеров данного комплекса. Назовите их.
- 3) Какой из комплексов кобальта – с 2,2'-бипиридином, 3,3'-бипиридином или 4,4'-бипиридином – имеет, по Вашему мнению, наибольшие значения константы устойчивости? Ответ обоснуйте.

4. Серый порошок представляет из себя смесь двух бинарных соединений, содержащих одни и те же элементы. При реакции с водой навески данного порошка выделился газ с плотностью по водороду 15.86 и образовался белый осадок. Осадок отфильтровали и взвесили. Масса осадка составила 16.8 г. После прокаливания масса осадка уменьшилась на 5.2 г. Выделившийся газ разделили на две части. Часть пропустили через раствор бромной воды. Бромная вода обесцветилась. Однако газ не полностью поглотился бромной водой. Другую часть сожгли в кислороде. Пропускание газообразных продуктов сгорания через известковую воду привело к её помутнению. Определите качественный и количественный состав серого порошка, укажите все зашифрованные в задаче соединения и напишите уравнения описанных реакций.

5. При добавлении избытка брома к 0.93 г смеси органических веществ **A** и **B** образуется 224 мл (н.у.) газа **C** без цвета и запаха, 1.655 г белого осадка **D** с массовой долей водорода 0.906% и неорганическая кислота **E**. Известно, что **A** и **B** обладают кислотными свойствами. Для нейтрализации того же количества их смеси требуется 150 мл 0.1 М раствора каустической соды.

- 1) Определите вещества **A – E**, если известно, что все реакции протекают количественно, а в состав соединения **D** входят три атома брома. Ответ подтвердите расчетами.
- 2) Какой продукт получится при реакции соединения **D** с бромом?
- 3) Известно, что соль, полученная взаимодействием **B** с гидроксидом лития, реагирует с **C** с образованием продукта **F**. Напишите эти реакции.

6. Справа приведена схема превращений соединений, содержащих углерод (мольная доля углерода указана рядом с буквенными обозначениями соединений).



- 1) Предложите соединения **A – G**, удовлетворяющие этой схеме. Учтите, что соединения, названные разными буквами, отличаются по составу, а неорганическое вещество **E** нерастворимо в воде. Ответ обоснуйте.
- 2) Какие условия реакции необходимы для перехода **C** в **D** и **G** в **A**?
- 3) Приведите еще один способ получения **C** из **G**, отличный от упомянутого в задаче.

7. Степень диссоциации ( $\alpha$ ) – это понятие, характеризующее долю продиссоциировавшего слабого электролита. Так как от концентрации ионов в растворе зависит электропроводность ( $\Lambda$ ), степень диссоциации можно выразить следующим образом:  $\alpha = \Lambda/\Lambda_0$ , где  $\Lambda_0$  – максимально возможная электропроводность для данного электролита при бесконечном разбавлении.

- 1) Выведите выражение, связывающее константу кислотности ( $K_a$ ) очень слабой одноосновной кислоты **HA** с её концентрацией ( $c$ ) через электропроводность (при выводе пренебрегите диссоциацией самой кислоты).
- 2) Используя метод линеаризации (построения искомой зависимости в виде прямой в выбранных координатах), предложите графический способ определения константы кислотности, если известен параметр  $\Lambda_0$ .

- 3) Используя экспериментальные данные об электропроводности изучаемых растворов слабой кислоты (см. таблицу), рассчитайте значение  $K_a$ , если  $\Lambda_0 = 390.7 \text{ см}^2 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{Ом}^{-1}$ .

$c$ , моль/л	0.1	0.05	0.0125
$\Lambda$ , $\text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{Ом}^{-1}$	5.1	7.3	14.6

- 4) Рассчитайте pH 0.1 М раствора этой кислоты.