

# Задачи I Балтийской олимпиады по химии

4 мая 1993 г., Рига

1. Кристаллогидрат стабильной соли содержит 2.79% H; 9.97% C и 38.48% элемента **A**. При его нагревании около 800 °C образуется оксид с содержанием кислорода 14.73%. При нагревании при более низкой температуре образуется соединение, содержащее 5.80% C; 67.13% элемента **A** и 27.07% O (Это соединение является также промежуточным продуктом разложения при 800 °C).

- Найти формулу кристаллогидрата.
- Какой продукт образуется при нагревании около 800 °C?
- Написать реакцию образования промежуточного продукта разложения.
- Написать реакцию образования оксида из промежуточного продукта.

2. Раствор содержит сульфаты четырех металлов. Металлы расположены в периодической системе элементов в одном периоде рядом друг с другом и в сульфатах их степени окисления равны 2. Количества моль солей равны 0.0100; 0.0100; 0.0200 и 0.0200. В раствор добавили в избытке гидрат аммония и пероксид водорода. Образовавшийся осадок **A** отфильтровали и прокалили до постоянной массы, равной 2.47 г. Фильтрат прокипятили, выпавший осадок **B** отделили и прокалили. Его постоянная масса равнялась 2.36 г. Полученный в конечном итоге раствор не содержал ионов металлов. Осадок **A** растворили в растворе HCl, при этом выделилось 224 см<sup>3</sup> хлора (н.у.). При растворении осадка **B** в растворе соляной кислоты выделилось 150 см<sup>3</sup> хлора (н.у.).

- Определить формулы сульфатов металлов.
- Рассчитать количества моль этих сульфатов.
- Написать все перечисленные реакции.

3. 5.000 г имеющей характерный неприятный запах жидкости (**A**) сожгли в кислороде. Образовавшиеся продукты абсорбировали в избытке NaOH. Масса раствора щелочи увеличилась на 16.41 г. К этому раствору добавили Ba(OH)<sub>2</sub>, в результате чего выпало 59.74 г осадка. Осадок растворили при нагревании в соляной кислоте, при этом выделилось 6.660 дм<sup>3</sup> газа ( $V_m = 22.40$  дм<sup>3</sup>/моль).

- Найти состав жидкости **A** (написать эмпирическую формулу).
- Написать все возможные структуры вещества **A**.
- Описать одно из характерных химических свойств вещества **A**.

4. Написать структуры всех таких нейтральных стабильных органических соединений, молекулы которых состоят из С, Н и О (с эмпирическими формулами  $C_m H_n$  и  $C_m H_n O_x$ ), в которых число атомов углерода равно от 2 до 6 и все они в  $sp^2$  гибридизации и структурно эквивалентны друг другу.

5. Вещество **A** состоит на 69.77% из углерода и на 11.63% из водорода. В масс-спектре вещества **A** зарегистрировано два пика:  $m/z = 86$  (молекулярный ион) и  $m/z = 57$ . В инфракрасном спектре линия около  $1740\text{--}1720\text{ см}^{-1}$ . В  $^1\text{H}$  ЯМР спектре два синглета  $\delta_1 = 1\text{--}1.5\text{ ppm}$  и  $\delta_2 = 9.5\text{--}10\text{ ppm}$ . Отношение интенсивностей пиков 9 : 1.

а) Написать структурную формулу вещества **A**.

б) Написать уравнения реакций, в которых вещество **A** реагирует: 1) с формальдегидом; 2) с ацетальдегидом в щелочной среде; 3) с алюминий-изопропанолом в присутствии изопропанола.

6. Белок гемоглобин широко известен, как переносчик кислорода. Менее известны другие природные протеины, способные транспортировать кислород. Один из них, геморитрин, обнаружен у некоторых позвоночных. В связывающем кислород центре геморитрина располагаются два атома железа, образующих комплекс, взаимодействуя с боковыми цепями остатков аминокислот. На основе рентгеновского структурного анализа установлено, что расстояние между атомами железа в геморитрине равно  $3.57\text{ \AA}$  (в кристалле металлического железа межатомное расстояние равно  $2.48\text{ \AA}$ ). Один из атомов связан координационными связями с тремя, другой — с двумя боковыми цепями аминокислот (каждая из цепей содержит пятичленный цикл). Кроме того, атомы железа связаны с еще двумя различными остатками аминокислот при помощи Fe—O координационных связей.

а) Какие остатки аминокислот входят в комплекс?

б) Нарисовать пространственную структуру связывающего кислород центра.

в) Как и где может быть связан кислород в этом центре?

г) Какие особенности связывания кислорода гемоглобином Вы знаете?

7. При электролизе цианокомплекса золота в щелочном растворе на катоде осаждается  $0.460\text{ г}$  золота, а на аноде выделяется  $13.06\text{ см}^3$  кислорода (н.у.). Написать электродные реакции и определить степень окисления золота в комплексе, принимая, что все реакции протекают со 100% выходом.

8. В одном  $\text{дм}^3$  раствора содержалось  $0.365\text{ г}$   $\text{HCl}$  и  $6.00\text{ г}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$ . К раствору добавили  $2.00\text{ г}$  твердого гидроксида натрия. Рассчитать концентрацию ионов водорода и pH раствора до и после добавления  $\text{NaOH}$ . Константа диссоциации этановой кислоты равна  $1.75 \cdot 10^{-5}$ .