

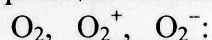


**Задания письменного кандидатского экзамена ИНХ СО РАН  
по специальности «Неорганическая химия»  
(весна 2016 года)**

**Задание 1.**

1. Приведите общую электронную конфигурацию валентного уровня в основном состоянии для элементов 16 (VI A) группы. Как и почему изменяются в ряду этих элементов при передвижении вниз по группе: а) атомные радиусы; б) потенциалы ионизации.

2. Для следующих кислородсодержащих частиц



а) постройте диаграммы молекулярных орбиталей;  
б) определите кратность связей в каждой из перечисленных частиц;  
в) расположите указанные частицы в порядке увеличения межъядерных расстояний (ответ обоснуйте);

г) для ионов  $\text{O}_2^+$  и  $\text{O}_2^-$  приведите по одному примеру соединений, содержащих эти ионы, и напишите уравнения реакций, в результате которых образуются эти соединения.

3. Дайте определение понятиям:

- растворимость,
- произведение растворимости.

Приведите пример сульфида, полностью гидролизующегося в водном растворе (уравнение реакции). Как можно получить этот сульфид (уравнение реакции)?

Как обычно влияет изменение pH и температуры на растворимость большинства сульфидов переходных металлов?

Оцените pH осаждения FeS и ZnS сероводородом при концентрациях  $c(\text{M}^{2+}) = c(\text{H}_2\text{S}) = 10^{-3}$  М. *Справочные данные:*  $K_L(\text{FeS}) = 5 \cdot 10^{-18}$ ;  $K_L(\text{ZnS}) = 2 \cdot 10^{-22}$ ;  $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = 2,5 \cdot 10^{-13}$ .

**Задание 2.**

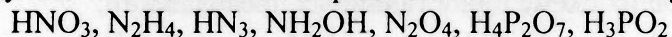
1. Для элементов N, As, Bi:

а) перечислите известные вам степени окисления и приведите примеры соединений в этих степенях окисления;

б) Сравните окислительные свойства соединений этих элементов в высших степенях окисления.

Подтвердите свои ответы необходимыми пояснениями и уравнениями реакций.

2. Назовите следующие соединения по традиционной номенклатуре:



Укажите степени окисления атомов азота и фосфора. Какое геометрическое строение имеют соединения:  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{HN}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ?

3. Используя в качестве единственного источника азота атмосферный азот, а в качестве источника фосфора природный фосфорит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , предложите наиболее рациональные способы получения  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $\text{PH}_4\text{I}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения.

**Задание 3.**

1. Дайте определения понятиям: *координационное соединение, комплекс, лиганд.*

2. Назовите следующие комплексные соединения:

- а)  $(\text{NH}_4)_2[\text{PbCl}_4]$ ;
- б)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5(\text{NO}_2)]\text{Cl}_2$ ;
- в)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_3]$ ;

Приведите структурные формулы всех возможных изомеров (не учитывая координационную полимерию) для каждого соединения. Укажите типы изомерии.

- Предложите способ получения безводного хлорида кобальта(II). В каком координационном окружении находится ион кобальта(II) в этом соединении?
- Безводный хлорид кобальта(II) имеет синюю окраску. Известны кристаллогидраты хлорида кобальта(II), содержащие различное количество молекул воды на формульную единицу, окраска которых изменяется в следующем ряду:

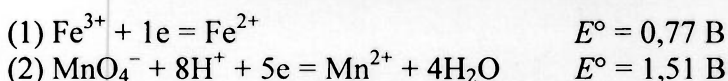
|   |                 |
|---|-----------------|
| $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  | сине-фиолетовый |
| $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | фиолетовый      |
| $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | тёмно-красный   |
| $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | розовый         |

Предложите объяснение такого изменения окраски в свете теории кристаллического поля и поля лигандов.

- Определите электронную конфигурацию, выражение для энергии стабилизации полем лигандов (ЭСПЛ) в величинах  $\Delta_0$  или  $\Delta_T$  и  $P$ , число неспаренных электронов и спин-составляющую магнитного момента для комплексных форм кобальта(II), упомянутых в предыдущем параграфе. Будет ли проявляться сильное искажение структуры в указанных комплексах?

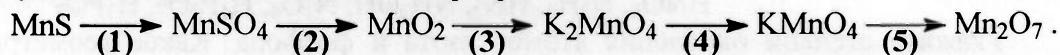
#### Задание 4.

- Перманганат калия широко используется в аналитической химии для окислительно-восстановительного титрования. Какие реагенты используются для стандартизации растворов перманганата калия? Составьте план количественного определения состава смеси, содержащей сульфит и дихромат калия. Запишите необходимые уравнения реакций.
- Дайте определения понятиям: *гальванический элемент, электрод*. Для гальванического элемента, составленного из двух электродов:



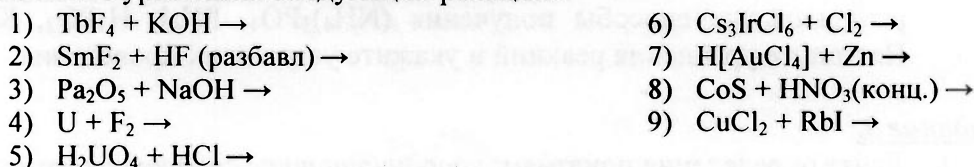
определите а) протекающую в элементе реакцию; б) анод и катод; в)  $\Delta E$  и  $\Delta E^\circ$ ; г) pH раствора (2) после достижения равновесия, если начальные концентрации  $C_0(\text{Fe}^{3+}) = C_0(\text{Fe}^{2+}) = 0,005 \text{ М}$ ,  $C_0(\text{MnO}_4^-) = C_0(\text{Mn}^{2+}) = 0,001 \text{ М}$ ,  $C_0(\text{H}^+) = 0,01 \text{ М}$ , температура 298 К.

- Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), соответствующих схеме одностадийных превращений:



При осуществлении превращений не допускается использование реакций конпропорционирования.

- Напишите уравнения следующих реакций:



Укажите условия протекания реакций.

УДАЧИ!