**Задания письменного кандидатского экзамена ИНХ СО РАН  
по специальности «Неорганическая химия»  
(весна 2020 года)**

***Задание 1.***

1. Назовите следующие комплексные соединения:

а) [Cr2(NH3)10(µ-O)]Cl4;

б) [Co(NH3)3Cl2(NO2)];

в) [Co(en)2CO3]Cl.

Приведите структурные формулы всех возможных изомеров (не учитывая координационную полимерию) для каждого соединения. Считать, что аммиак находится во внутренней сфере. Укажите типы изомерии.

Предложите способ получения соединения *(в)*, используя в качестве источника металла хлорид кобальта(II). Напишите реакцию этого соединения с разбавленной хлорной кислотой.

|  |  |
| --- | --- |
| 2. Почему комплексы титана(IV), как правило, бесцветные, а комплексы титана(III) имеют фиолетовую окраску? Спектр поглощения [Ti(H2O]6]3+ содержит «плечо» у основного пика. Объясните возникновение этой дополнительной полосы. |  |

3. Один из комплексов [CrF6]3–, [Cr(H2O)6]3+, [Cr(CN)6]3– окрашен в жёлтый цвет, другой в зелёный, третий – в фиолетовый. С помощью теории кристаллического поля объясните, какой комплекс в какой цвет окрашен.

***Задание 2.***

**1.** Приведите общую электронную конфигурацию валентного уровня в основном состоянии для элементов 15 группы. Как и почему в ряду этих элементов при перемещении вниз по группе изменяется устойчивость соединений в высшей степени окисления?

**2.** Для следующих азотсодержащих частиц N2, N2+, N22−:

**а)** постройте диаграммы молекулярных орбиталей и определите кратность связи в каждой частице;

**б)** приведите примеры комплексных соединений, содержащих в качестве лиганда N2 или частицы, изоэлектронные молекуле N2 (как минимум для трёх различных изоэлектронных лигандов). С помощью каких методов синтезируются комплексы с каждым из приведённых типов лигандов (напишите одну характерную реакцию для каждого типа лигандов).

**в)** Приведите примеры соединений фосфора, в которых этот элемент проявляет координационные числа от 1 до 6 включительно.

***Задание 3.***

**1.** Для элементов 7 группы (Mn и Re):

**а)** приведите примеры соединений (если таковые существуют) в степенях окисления +2, +3,+4, +7;

**б)** сравните окислительно-восстановительные свойства соединений этих элементов в степенях окисления +7 и +4;

Подтвердите свои ответы необходимыми краткими пояснениями и уравнениями соответствующих реакций.

**2.** Оцените значения рН, при которых возможно протекание реакция окисления бромид‑иона оксидом марганца(IV). *Справочные данные:* *E°* (MnO2, H+ / Mn2+) = 1,23 *В*, *E°* (Br2 / Br−) = 1,09 *В*.

**3.** Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых из природного пиролюзита (MnO2) можно ***получить***:

Mn(OH)2, KMnO4 и K3[Mn(C2O4)3].

Вы также можете использовать любые другие (не содержащие марганец) реактивы, электроприборы и катализаторы.

**4.** Образец технеция, полученный в лаборатории, содержит радиоактивные изотопы с массовыми числами 94 (80 мол.%) и 96 (20 мол.%). Оба изотопа превращаются в стабильные нуклиды в результате β+-распада. Периоды полураспада равны, соответственно, 4,9 и 102,7 часа. Какое соотношение этих изотопов будет в данном образце технеция ровно через сутки? Через 4 суток? Написать уравнения радиоактивного распада обоих изотопов.

***Задание 4.***

**1.** Ниже приведена схема **одностадийных** превращений. Напишите уравнения реакций **1**—**11** c указанием необходимых условий реакций.



**2.** Приготовили три раствора нитратов Ce(IV), Fe(III) и Hg(I). К каждому из них добавили раствор HI, взятый (а) в недостатке; (б) в избытке. Что изменится, если сначала растворить в воде все три соли (содержащие одинаковые количества металлов), и к полученному раствору добавить избыток раствора HI? Напишите уравнения всех реакций.

**3.** Для комплексов [PbCl*n*]2–*n* в водном растворе pK*n* равны, соответственно, 1,43; 0,83; –0,18; 0,07 для *n* = 1, 2, 3, 4, соответственно. Дан раствор, содержащий С(Pb2+) = 10–3 M, C(Cl–) = 0,1 M. K*L*(PbCl2) = 1,6·10–5. Дайте аргументированные ответы на следующие вопросы:

—Будет ли выпадать осадок PbCl2 из этого раствора?

—Концентрация какой комплексной формы в этом растворе больше: [PbCl2] или [PbCl4]2–, и во сколько раз?

***Желаем удачи!***

*Справочные данные:*

*R* = 8,31 (Дж ⋅ K−1 ⋅ моль−1) *F* = 96 485 (Кл ⋅ моль−1) 1 эВ = 1,602·10−19  Дж,

*Na* = 6.02∙1023  моль−1, *h* = 6.62 ∙10-34 Дж∙с