



**Вступительный экзамен в аспирантуру ИХ СО РАН
по специальной дисциплине «общая химия»**

29 июня 2020 года

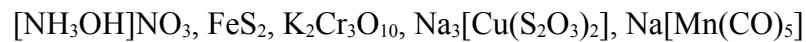
Задание 1.

- 1) Для **фосфора** укажите: а) электронную конфигурацию и ковалентность в основном состоянии; б) возможные степени окисления; в) приведите по одному примеру соединений в каждой из указанных степеней окисления.
- 2) Перечислите основные аллотропные модификации фосфора. Каковы принципиальные различия в строении различных аллотропных модификаций фосфора.
- 3) Известно, что у хлора два устойчивых изотопа: ^{35}Cl и ^{37}Cl . Рассчитайте долю каждого из них в природной смеси изотопов.
- 4) Оцените, сколько тяжёлого изотопа Вы съедаете ежедневно с поваренной солью (в мг).
- 5) Какие соединения образуются при прямом взаимодействии фосфора и хлора? Составьте уравнения реакций и укажите условия проведения.
- 6) Определите геометрическое строение молекул известных вам хлоридов фосфора.

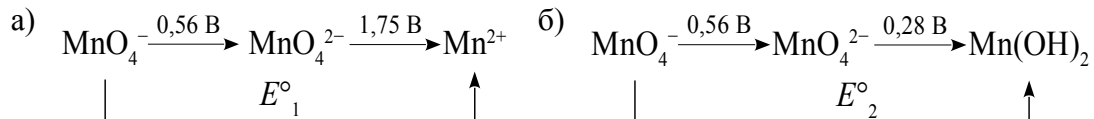
Задание 2.

- 1) Дайте определения понятиям *степень окисления, электрод, окислительно-восстановительная реакция, гальванический элемент*.

- 2) Определите степени окисления всех элементов в следующих соединениях:



- 3) Окислительно-восстановительные свойства соединений элементов принято изображать с помощью диаграмм Латимера.



Воспользовавшись представленными диаграммами, ответьте на следующие вопросы.

- а) В чём принципиальное отличие диаграмм *а* и *б*?
- б) Рассчитайте E°_1 и E°_2 . Используя эти значения, рассчитайте произведение растворимости $K_L \text{Mn}(\text{OH})_2$.
- в) Для сопряжённой пары $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ составьте уравнение электродного процесса и запишите уравнение Нернста. Как зависит E° этой пары от pH среды?
- 4) Составьте уравнения следующих реакций:
 - 1) $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
 - 2) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 - 3) $\text{KMnO}_4 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ\text{C}}$
 - 4) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$
 - 5) $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10} + \text{Br}_2 \rightarrow$
 - 6) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ\text{C}}$

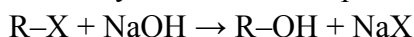
Задание 3.

- 1) Расположите 0,01 М растворы K_2CO_3 , CsOH , NaCl , NH_4Cl , HNO_3 , RbHCO_3 в ряд по увеличению значения pH, не проводя точных расчётов. Кратко объясните свой ответ.
- 2) В 0,01 М растворе хлорида аммония pH равен 5,6. Рассчитайте константу основности аммиака.
- 3) Рассчитайте pH раствора, полученного смешением равных объёмов 0,01 М растворов хлорида аммония и гидроксида цезия.

- 4) Выведите формулу зависимости растворимости труднорастворимого гидроксида металла $M(OH)_2$ от pH.
- 5) Рассчитайте, при каком pH начинается осаждение труднорастворимого гидроксида Fe(III) из 0,1 М раствора его соли. $K_L(Fe(OH)_3) = 6,3 \cdot 10^{-38}$.

Задание 4.

- 1) Как зависит константа скорости реакции от температуры? Сформулируйте уравнение Аррениуса и уравнение для зависимости константы скорости от температуры в рамках теории активированного комплекса.
- 2) Основатель физической органической химии английский химик Кристофер Ингольд (1893–1970) в 30-е гг. XX века изучал кинетику щелочного гидролиза алкилгалогенидов (RX):



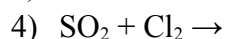
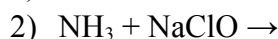
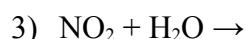
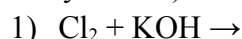
Ниже приведены результаты двух опытов по гидролизу изопропилбромиды ($R = i\text{-Pr}$) при равной начальной концентрации бромиды и щелочи:

	Опыт 1				Опыт 2			
Время, час	0	24	48	96	0	59,2	104	260
[NaOH], М	$1,000 \cdot 10^{-3}$	$0,811 \cdot 10^{-3}$	$0,657 \cdot 10^{-3}$	$0,430 \cdot 10^{-3}$	1,50	1,20	1,04	0,71

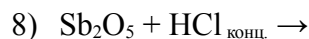
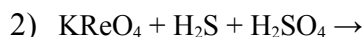
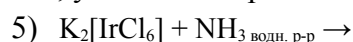
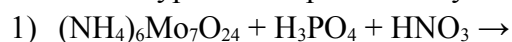
- а) Определите порядок реакции и константу скорости (с её размерностью) в каждом из опытов. Для константы достаточно точности до 2 значащих цифр.
- б) Есть ли различия в механизме, по которому преимущественно протекает реакция, в этих двух опытах? Рассчитайте начальную скорость реакции для случая $[i\text{-PrBr}]_0 = [OH^-]_0 = 0,1$ М.

Задание 5.

1. Как известно, направление протекания многих химических реакций существенно зависит от условий их проведения (соотношение и концентрации реагентов, среда проведения реакции, различное значение pH (в нейтральной среде, добавление кислоты или щелочи), температура, использование катализаторов и т.д.). Напишите по два уравнения реакций, протекание которых возможно при взаимодействии следующих веществ в различных условиях (отметьте эти условия):



2. Закончите уравнения реакций и укажите, где необходимо, условия их проведения:



Желаем удачи!

Справочные данные: $R = 8,314$ (Дж · К⁻¹ · моль⁻¹)

$F = 96\,485$ (Кл · моль⁻¹)

$1 \text{ эВ} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж,

$N_a = 6,023 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹