



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

21 июня 2021 года

Задание 1.

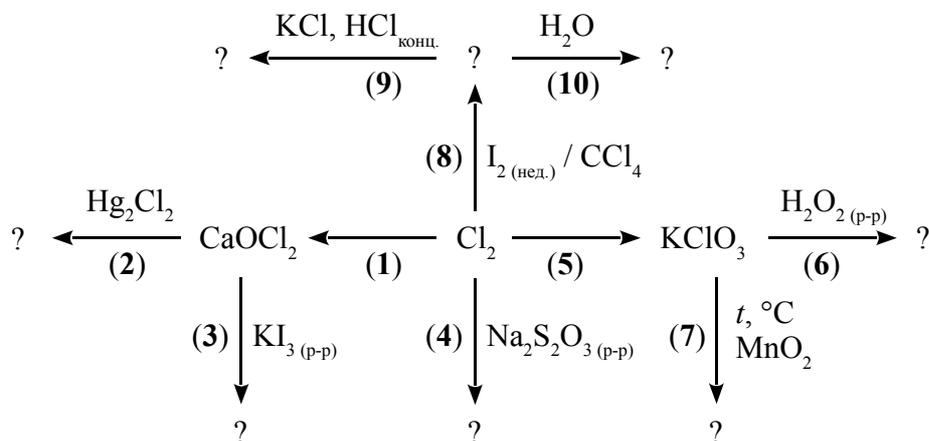
- Какие степени окисления наиболее характерны для элементов: Fe, Co, Ni?
 - Приведите примеры соединений для каждой степени окисления каждого элемента.
 - Каковы природные источники данных элементов? Приведите по одному названию минерала для каждого элемента и его формулу.
 - Составьте уравнения реакций получения металлов Fe, Co, Ni из природного сырья.
- Закончите уравнения реакций (где необходимо, укажите условия проведения):
 - $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{раствор}} \rightarrow$
 - $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2_{\text{p-p}} + \text{Na}_2\text{CO}_3_{\text{p-p}} \rightarrow$
 - $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{\text{p-p}} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3_{\text{p-p}} \rightarrow$
 - $\text{Co}(\text{NO}_3)_2_{\text{p-p}} + \text{NaNO}_2_{\text{конц.}} + \text{HOAc} \rightarrow$
 - $\text{Na}(\text{C}_5\text{H}_5) + \text{FeCl}_2 \rightarrow$
 - $\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- Дайте определения понятиям: *произведение растворимости*, *растворимость*. Произведение растворимости гидроксида железа(III) $K_L(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 3,8 \cdot 10^{-38}$. Оцените, при каком pH начинается осаждение $\text{Fe}(\text{OH})_3$ из 0,1 М раствора Fe^{3+} ?

Задание 2.

В 1868 г. Диконом был разработан способ получения хлора путём каталитического окисления хлороводорода кислородом воздуха. Катализатором этого процесса является хлорид меди(II), а саму реакцию, протекающую при 625 °С, можно записать в 3 стадии:

- $2\text{CuCl}_2 \rightarrow 2\text{CuCl} + \text{Cl}_2, \Delta_r H^\circ = -148,3 \text{ кДж/моль};$
- $4\text{CuCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO} + 2\text{CuCl}_2, \Delta_r H^\circ = -193,0 \text{ кДж/моль}.$
- $2\text{HCl} + \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}, \Delta_r H^\circ = 112,3 \text{ кДж/моль};$

- Запишите суммарное уравнение процесса и рассчитайте его стандартную энтальпию.
- Стехиометрическую смесь исходных веществ для проведения реакции ввели в реактор при $p = 1 \text{ атм}$ и $T = 625 \text{ }^\circ\text{C}$, выход продукта составил 66,7%. Найдите константу равновесия K_p катализируемой реакции в условиях эксперимента.
- Составьте уравнения реакций 1–10. Где необходимо, укажите условия проведения.



Задание 3.

1. Дайте определения понятиям: *водородный показатель, константа кислотности, осмотическое давление.*
2. Определите pH и осмотическое давление водных растворов при 37 °С, полученных сливанием:
а) 1 л 0,1 М NaOH + 1 л 0,2 М бензойной кислоты;
б) 2 л 0,1 М NaOH + 1 л 0,2 М бензойной кислоты;
в) 3 л 0,1 М NaOH + 1 л 0,2 М бензойной кислоты.
Бензойная кислота — C_6H_5COOH , $K_a = 6,6 \cdot 10^{-5}$ (при 37 °С).
3. Сколько молей фруктозы необходимо добавить в раствор, полученный в п. 2. (а), чтобы он стал изотоничен плазме крови ($\pi = 7,3$ атм)?

Задание 4.

1. Гомогенная реакция разложения $A \rightarrow P$ может быть нулевого, первого или второго порядков. Приведите зависимости $C(A)$ от времени для каждого из случаев? В каких единицах измеряется константа скорости?
2. Зависимость начальной скорости распада ацетальдегида от давления приведена в таблице:

$P_0 \cdot 10^{-4}$, Па	0,88	1,08	1,60	2,93
v_0 , Па/мин	110	151	263	700

Определите порядок реакции и константу скорости.

3. Как влияет катализатор на скорость и механизм химической реакции? Приведите кинетический профиль реакций с участием и без участия катализатора.
4. Оцените, во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если катализатор понижает энергию активации на 50 кДж/моль.
5. Какие реакции относят к автокаталитическим? Приведите простейшую схему механизма такой реакции. Какие экспериментальные признаки свидетельствуют о возможности протекания реакции по автокаталитическому механизму?

Задание 5.

1. Приведите названия по номенклатуре IUPAC следующих комплексных соединений:
 $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$, $K_3[Cr(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$, $[Mn(CO)_5Br]$, $Na_2[Fe(NO)(CN)_5] \cdot H_2O$, $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$
Отметьте степень окисления и КЧ комплексообразователя.
Для каких из этих соединений возможно существование пространственных изомеров?
2. Что такое ступенчатые и полные константы комплексообразования? Объясните на примере комплексного катиона $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$.
3. Объясните различие в константах устойчивости комплексов меди с этилендиамином и аммиаком: $\lg \beta_2([Cu(en)_2]^{2+}) = 20,13$, $\lg \beta_4([Cu(NH_3)_4]^{2+}) = 12,90$.
4. Как комплексообразование влияет на окислительно-восстановительные потенциалы? Запишите уравнение Нернста для пар Au^{3+}/Au и $[AuCl_4]^-/Au$. Стандартный потенциал какой пары выше?
5. Рассчитайте полную константу устойчивости тетрабромоаурата, если $\lg \beta_4([AuCl_4]^-) = 21,3$, $E^\circ([AuCl_4]^-/Au) = 1,000$ В, $E^\circ([AuBr_4]^-/Au) = 0,854$ В.

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