



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

Сентябрь 2012 года, общая сумма – 1500 баллов

Задание 1 (200 баллов).

1. Запишите полную электронную конфигурацию атома кислорода в основном состоянии.
2. Постройте диаграмму молекулярных орбиталей для молекулы O_2 .
3. Какова кратность связи в молекуле O_2 ? Является ли эта молекула парамагнитной?
4. Дайте определение понятия потенциал ионизации. Для какой из частиц – O_2 или O , и почему потенциал ионизации I_1 будет меньше.
5. Представим, что у Вас в лаборатории нет баллона с кислородом, но для проведения реакции Вам необходим O_2 . Предложите не менее двух эффективных лабораторных методов получения O_2 (уравнения реакций с условиями их проведения).
6. Как кислород обычно получают в промышленности?
7. Какие аллотропные модификации кислорода Вам известны? Какая из этих аллотропных модификаций будет более реакционноспособна в окислительно-восстановительных реакциях? Приведите уравнение реакции, подтверждающей Ваш ответ.
8. Что такое синглетный кислород (чем он отличается от «обычного» (триплетного) кислорода)?

Задание 2 (170 баллов).

Даны энтальпии образования ($\Delta_f H^\circ$) и энтропии образования (S°) при 298 К:

Соединение	PCl_5	PCl_3	Cl_2
$\Delta_f H^\circ$, кДж / моль	-592	-279	X
S° , Дж / (моль · К)	324	312	223

1. Дайте определение понятия стандартная энтальпия образования вещества. Чему равно значение $\Delta_f H^\circ$ для Cl_2 (в таблице отмечено «X»)?
2. Рассчитайте энтальпию реакции ($\Delta_r H^\circ$ при 298 К) разложения пентахлорида фосфора $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$.
3. Как будет смещаться равновесие реакции в п.2 при повышении: **а)** температуры; **б)** давления.
4. Рассчитайте значение константы равновесия (K_p) при стандартных условиях.

Задание 3 (180 баллов).

Навеску дикарбоновой кислоты $(CH_2)_n(COOH)_2$ массой 0,8200 г поместили в мерную колбу объемом 250,0 мл. На титрование 20,00 мл раствора кислоты затратили в среднем 22,00 мл раствора NaOH. Стандартизацию раствора NaOH проводили по навескам бензойной кислоты:

$m(C_6H_5COOH)$, г	0,1389	0,1738	0,1184
$V(NaOH)$, мл	22,50	28,18	19,20

1. Найдите среднюю молярную концентрацию раствора гидроксида натрия ($\bar{c}(NaOH)$), использованного для титрования.
2. Рассчитайте доверительный интервал, с которым была определена $\bar{c}(NaOH)$. Значение коэффициента Стьюдента $t = 3,18$ для пяти измерений с доверительной вероятностью $P = 95\%$.
3. Определите молярную массу неизвестной дикарбоновой кислоты, приведите ее формулу и название.

Задание 4 (180 баллов).

Вещество **А** превращается в вещество **Б** в две стадии через образование очень реакционноспособного промежуточного соединения [**АБ**]:



Найдите энергию активации для первой стадии, если известно, что при одинаковой концентрации **А** скорость образования вещества **Б** при 27 °С в два раза меньше, чем при 37 °С. Концентрацию промежуточного продукта [**АБ**] считать квазистационарной.

Задание 5 (200 баллов).

1. **Оцените** pH и концентрации частиц: OH^- , Na^+ , PO_4^{3-} и HPO_4^{2-} в водном растворе 10^{-2} М Na_3PO_4 .
2. Рассчитайте pH водного раствора, в 1 л которого содержится по 10^{-2} моль Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 .
3. Приведите формулы следующих солей: **а)** сульфит натрия; **б)** тиосульфат натрия; **в)** дисульфат натрия; **г)** пероксодисульфат натрия. Укажите реакцию среды (кислая, нейтральная или щелочная) свежеприготовленных водных растворов этих солей и поясните свой ответ с помощью уравнений соответствующих реакций. Как изменяется среда раствора **а** при длительном хранении его на воздухе (уравнение реакции)?
4. Какие из солей, перечисленных в пункте 3, проявляют преимущественно: **а)** восстановительные; **б)** окислительные свойства. Поясните свой ответ, написав по одному примеру соответствующих реакций.

Справочные данные: $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7,1 \cdot 10^{-3}$; $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 5,0 \cdot 10^{-13}$.

Задание 6 (200 баллов).

Напишите уравнения следующих реакций, протекающих **в водных растворах**:

1. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{PCl}_3 \rightarrow \dots$
2. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 \rightarrow \dots$
3. $\text{SO}_2 + \text{SeO}_2 \rightarrow \dots$
4. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \dots$
5. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \dots$
6. $\text{TiCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \dots$
7. $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
8. $\text{AgBr} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ изб.} \rightarrow \dots$
9. $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{SnSO}_4 + \text{KOH изб.} \rightarrow \dots$
10. $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$

Задание 7 (220 баллов).

Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), позволяющих в результате следующих превращений **получить вещества**:

а) одностадийные превращения:

1. хлорид висмута(III) \rightarrow висмутат(V) натрия
2. сульфит натрия \rightarrow тиосульфат натрия
3. хлорид хрома(III) \rightarrow хлорид хрома(II)
4. карбонат кальция \rightarrow гидрокарбонат кальция
5. сульфат меди(II) \rightarrow сульфат тетраамминмеди(II)

б) двухстадийные превращения:

5. металлическое железо $\rightarrow \dots \rightarrow$ феррат(VI) калия
6. серная кислота $\rightarrow \dots \rightarrow$ дисульфат калия
7. манганат(VI) калия $\rightarrow \dots \rightarrow$ трис-(оксалато)манганат(III) калия

Задание 8 (150 баллов).

Из хлорида калия получите:

хлорную известь, диоксид хлора и перхлорат калия, имея дополнительно только воду, серную кислоту, оксид кальция, медь и электрический ток. Приведите уравнения реакций и условия их проведения.

Желаем удачи!