



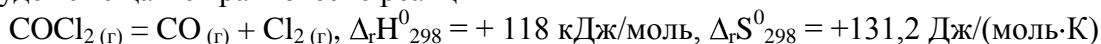
Вступительный экзамен в аспирантуру ИХ СО РАН
по специальной дисциплине «общая химия»

Июнь 2011 года, общая сумма – 1500 баллов

№ 1 (160 баллов).

Сформулируйте принцип Ле-Шателье.

Как будет смещаться равновесие реакции



при повышении: **а)** температуры; **б)** давления.

Полагая, что для приведенной реакции $\Delta_r C_p^0 = 0$, рассчитайте равновесный состав смеси (в молях), образующейся при нагревании 5 г фосгена (COCl_2) до 673 К в баллоне объемом 3,4 л.

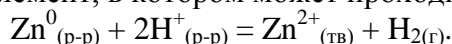
Справочные данные: $R = 8,31 \text{ Дж / (моль}\cdot\text{К)} = 0,082 \text{ л}\cdot\text{атм / (моль}\cdot\text{К)}$.

№ 2 (100 баллов).

Дайте определение понятий электрохимический электрод и гальванический элемент.

Приведите по одному примеру электродов первого и второго рода.

Предложите гальванический элемент, в котором может проходить реакция:



При 298 К определите катод, анод и ЭДС предложенного гальванического элемента при концентрациях $[\text{Zn}^{2+}]$ и $[\text{H}^+]$ по 0,01 М и давлении H_2 0,1 атм. *Справочные данные:* $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0,76 \text{ В}$.

№ 3 (120 баллов).

Дайте определение понятий растворимость, произведение растворимости.

Как влияет изменение рН и температуры на растворимость гидроксидов переходных металлов?

Оцените растворимость $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в буферном растворе с рН = 7 (**а**) и 10 (**б**).

Справочные данные: $K_L(\text{Fe}(\text{OH})_2) = 1,7 \cdot 10^{-15}$; $K_L(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 5,5 \cdot 10^{-12}$.

№ 4 (70 баллов).

Период полураспада урана-238 составляет 4,5 миллиарда лет. Рассчитайте константу скорости распада ^{238}U . Определите, какое количество ^{238}U (в молях) содержит препарат, если после очистки от продуктов распада его активность составила 6000 распадов в секунду. Какое количество урана-238 будет содержать препарат через 10 лет? Что вам известно о применении урана-238?

№ 5 (100 баллов).

Рассчитайте процентное соотношение химических форм сероводорода в пробе природной воды при рН = 7,0 (при 25 °С). Значения коэффициентов активности условно примите равными 1.

Справочные данные: $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \cdot 10^{-7}$; $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = 2,5 \cdot 10^{-13}$.

№ 6 (140 баллов).

Образцы медно-свинцового сплава (массы проб: 0,3540; 0,5020; 0,3190; 0,2634 и 0,3610 г) растворили в разбавленной азотной кислоте и провели количественное осаждение Pb^{2+} в виде сульфата. После прокаливании массы весовых форм составили 0,2064; 0,2956; 0,1860; 0,1550 и 0,2102 г, соответственно. Паспортное (по приготовлению) содержание Cu в анализируемом сплаве составляет 57,00 масс. %.

Напишите уравнения реакций растворения медно-свинцового сплава в разбавленной азотной кислоте.

Рассчитайте среднее содержание (в масс. %) меди в исходном сплаве и найдите стандартное отклонение.

Определите воспроизводимость (случайную погрешность анализа).

Рассчитайте доверительный интервал, с которым было определено содержание Cu (для доверительной вероятности $P = 95 \%$). Что можно сказать о правильности проведенного анализа?

Справочные данные: значение коэффициента Стьюдента $t = 2,78$ (для пяти измерений с доверительной вероятностью $P = 95 \%$).

№ 7 (210 баллов).

В лабораторной практике часто приходится проводить осушение газообразных соединений. Подбор осушителя имеет большое значение, поскольку многие из осушаемых газов могут реагировать с осушителями. Какие из газообразных соединений

углекислый газ, иодоводород, хлор, аммиак

можно осушить с помощью: **а)** концентрированной серной кислоты; **б)** твердого гидроксида натрия? Ответ обоснуйте с помощью уравнений реакций.

Предложите по одному лабораторному способу получения каждого из перечисленных газов (уравнения реакций с указанием условий их проведения).

№ 8 (250 баллов).

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

- 1) $\text{Cr} \rightarrow \text{CrCl}_2 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4$;
- 2) $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_3[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$;
- 3) $\text{Pt} \rightarrow \text{H}_2[\text{PtCl}_6] \rightarrow \text{H}_2[\text{PtCl}_4] \rightarrow \text{цис-}[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$.

№ 9 (200 баллов).

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

- 1) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$
- 2) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$
- 3) $\text{TiCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \dots$
- 4) $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \dots$
- 5) $\text{CoCl}_2 + \text{NaOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \dots$
- 6) $\text{SnCl}_4 + \text{изб. NaOH} \rightarrow \dots$
- 7) $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{изб. KI} \rightarrow \dots$
- 8) $\text{AgNO}_3 + \text{изб. Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \dots$

№ 10 (150 баллов).

Наиболее важным природным источником молибдена является минерал "молибденит", основным компонентом которого является дисульфид молибдена. Одна из технологий переработки молибденита основана на окислительном обжиге. При этом MoS_2 спекают ($t \sim 700^\circ\text{C}$) с содой *на воздухе* (реакция **1**) и растворяют полученный пек в воде. К раствору добавляют раствор хлорида железа(III) и фильтруют образовавшийся осадок (реакция **2**). Осадок обрабатывают концентрированным раствором аммиака, при этом образуется бесцветный раствор и бурый труднофильтрующийся осадок (реакция **3**). Полученный аммиачный раствор концентрируют до начала выпадения бесцветных кристаллов соединения **X** (реакция **4**), в котором мольное соотношение $\text{NH}_4 : \text{Mo}$ составляет 6 : 7.

1. Напишите уравнения реакций **1 – 4**, протекающих при переработке молибденита по описанной технологии.

2. Какие продукты образуются при термическом разложении ($t \sim 400^\circ\text{C}$) соединения **X** (уравнение реакции)?

Желаем удачи!