

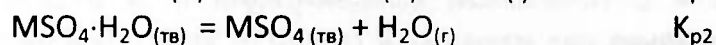
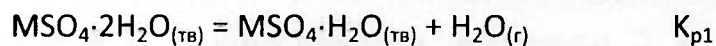


Задания письменного кандидатского экзамена ИНХ СО РАН
по специальности «Физическая химия»
(весна 2013 года)

Задание 1

1. Сформулируйте правило фаз Гиббса и кратко поясните все использованные термины.
2. Определите число степеней свободы (термодинамическую вариантность) системы состоящей из твердого вещества А и раствора вещества А в жидкости В. Как изменится вариантность системы, если она находится в равновесии с газовой фазой паров В?

3. Константы равновесия последовательной дегидратации кристаллогидрата $\text{MSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



описываются уравнениями $\lg K_{p1} = 11 - 6000/T$, $\lg K_{p2} = 14 - 7500/T$.

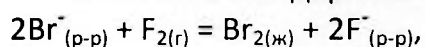
Возможно ли достичь состояния в котором равновесно сосуществуют все три соли, если в замкнутый сосуд объемом 10 л поместили 0,005 моль соли в виде дигидрата.

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

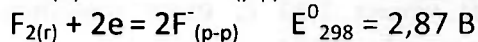
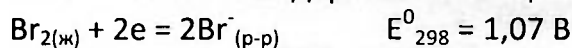
Задание 2

1. Запишите уравнение Нернста для любой (произвольно выбранной Вами) окислительно-восстановительной пары.

2. Рассчитайте стандартное изменение энергии Гиббса реакции



если известны стандартные потенциалы



Определите направление самопроизвольного протекания реакции при $C_{\text{Br}^-} = C_{\text{F}^-} = 10^{-2} \text{ М}$ и парциальном давлении F_2 0,02 атм. Ответ обосновать.

3. Одним из электродов гальванического элемента при $T = 298 \text{ К}$ является цинковая пластина ($m = 60 \text{ гр}$ находящаяся в $1 \text{ л } 10^{-3} \text{ М}$ растворе ионов $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. Что произойдет при добавлении к этому раствору такого же объема 10^{-3} М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$? Как при этом изменится ЭДС гальванического элемента? Ответы пояснить. $E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,126 \text{ В}$, $E^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,763 \text{ В}$.

Задание 3

1. Оцените мольную долю растворенных в речной воде азота и кислорода, если константы Генри (атм·моль/л) равны 29,4 и 13,2 для N_2 и O_2 соответственно.

2. На одной Р,Т диаграмме качественно изобразите кривые равновесия «жидкость» - «газ» для чистой воды и раствора NaCl в воде. Поясните рисунок. На основании построенной диаграммы объясните, как изменится температура кипения при переходе от чистой воды к раствору NaCl .

3. Парциальные давления бензола и толуола над идеальным эквимольным раствором при 25 С составляют 0,063 и 0,020 атм.

а) При каком составе (в мольных долях) раствор будет кипеть при температуре 25 С и давлении 0,098 атм?

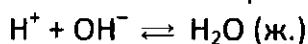
б) Возможно ли кипение раствора бензол-толуол (любого состава) при температуре 25 С и давлении 0,15 атм, при температуре 60 С и давлении 0,50 атм?

Принять, что бензол и толуол образуют идеальный раствор при любом соотношении компонентов, $\Delta H_{\text{исп, 298}} = 33,8$ и $38,1$ кДж/моль для бензола и толуола соответственно. $R = 8,31$ Дж/(моль*К) = $0,082$ (л*атм)/(моль*К).

Задание 4

1. В элементарной реакции $A + B = C$ начальные концентрации А и В равны соответственно 0,5 и 2,5 моль/л. Во сколько раз изменится скорость этой реакции по сравнению с начальной, если концентрация А при протекании реакции уменьшилась до 0,1 моль/л?

2. Константа скорости прямой реакции



равна $1,4 \cdot 10^{11}$ л·моль⁻¹·с⁻¹ при 25 °С.

а) Определить значение скорости прямой и обратной реакций в состоянии равновесия.

б) Найти время полупревращения для нейтрализации 0,05 М раствора HCl 0,05 М раствором NaOH.

3. В системе протекают реакции



с константами скорости $k_1 = 2,77 \cdot 10^{-3}$ с⁻¹ и $k_2 = 2,20 \cdot 10^{-3}$ с⁻¹.

Определить концентрации веществ А, В и D через 500 с, если начальные концентрации равны $C^0(A) = 0,04$ моль/л, $C^0(B) = 0,06$ моль/л, $C^0(D) = 0$.

Задание 5

1. Дайте определение понятий – потенциал ионизации атома и сродство к электрону атома. В какой группе периодической таблицы Менделеева находится элемент, если его первых четыре потенциала ионизации равны соответственно $I_1 = 9,3$; $I_2 = 18,2$; $I_3 = 153,8$; $I_4 = 217,7$ эВ. Ответ пояснить.

2. Рассчитайте энергию необходимую для образования альфа-частицы (${}^4_2\text{He}^{2+}$) из атома гелия, если известно, что потенциал ионизации He равен 24,4 эВ. Оцените энергию межэлектронного отталкивания в атоме гелия.

3. Серия линий в спектре атома водорода образуется в результате излучения фотонов при переходе электрона с возбужденных уровней на первый (серия Лаймана). Определите максимальную и минимальную длину волны излучения в серии Лаймана. $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с