



**Задания письменного кандидатского экзамена ИНХ СО РАН  
по специальности «Физическая химия»  
(весна 2016 года)**

**Задание 1.**

1. Период полураспада одного из радиоактивных изотопов кобальта равен 5,3 года. Рассчитайте константу скорости этого процесса и определите, за сколько лет содержание этого изотопа кобальта в образце уменьшится на 25 %.
2. Значения скорости элементарной необратимой реакции  $x\text{A} + y\text{B} = \text{C}$  при различных начальных концентрациях реагентов приведены в таблице.

V, моль/(л·с)	C(A), моль/л	C(B), моль/л
$4,0 \cdot 10^{-3}$	0,001	0,1
$1,0 \cdot 10^{-3}$	0,001	0,05
$4,0 \cdot 10^{-2}$	0,01	0,1
$1,0 \cdot 10^{-2}$	0,01	0,05

Определите порядок реакции по каждому из реагентов и константу скорости.

3. Прохождение обратимой реакция изомеризации  $\text{A} \rightleftharpoons \text{B}$  в органическом растворителе экспериментально контролировали, измеряя концентрацию А в разные моменты времени (вещество В в начальный момент времени отсутствует).

t, с	0	10	20	30	$\infty$
$C(\text{A}) \cdot 10^2, \text{M}$	3,00	2,97	2,94	2,91	2,00

По этим данным определите численные значения констант скоростей прямой и обратной реакций, предполагая первый порядок для каждой из них.

**Задание 2**

1. Дайте определение понятию теплоемкость.

Оцените разницу молярных теплоемкостей  $C_p$  и  $C_v$  для а) идеального двухатомного газа; б) твердого вещества. Температуру принять 298К.

2. Определите изменение внутренней энергии, энтропии и количество подведенного тепла в процессе нагрева 1,5 моль  $\text{H}_2$  из состояния 1 ( $T = 100 \text{ K}$ ,  $p = 1 \text{ атм}$ ) в состояние 2 ( $T = 300 \text{ K}$ ,  $p = 2 \text{ атм}$ ).

3. При плавлении 0,1 моль твердого вещества Б при нормальной температуре плавления  $T_{\text{пл.}} = 300 \text{ K}$  поглощается 6кДж теплоты. Определите стандартную энергию Гиббса плавления 1 моль Б при 400 К. Для расчетов примите, что теплоемкости  $C_p^{\circ}(\text{Б}_{\text{тв.}}) = 25 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K}$  и  $C_p^{\circ}(\text{Б}_{\text{ж.}}) = 35 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K}$ , не зависят от температуры.

**Задание 3**

1. Схематично изобразите диаграммы молекулярных орбиталей для частиц  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}^+$ ,  $\text{NO}^-$ . Как будет меняться длина связи в этом ряду и какая из частиц является самой прочной? Какие из этих частиц можно идентифицировать с помощью метода ЭПР? Ответы аргументируйте.

2. Определите изменение энергии для реакции между двумя ионами  $\text{He}^+$ , один из которых находится в основном, а другой – в первом возбужденном состояниях, с образованием атома He и  $\alpha$ -частицы ( $I_1(\text{He}) = 24,6 \text{ эВ}$ ).

3. Напишите структурную формулу углеводорода, который содержит 10% масс. водорода и имеет плотность по воздуху 1,38. В его ПМР-спектре наблюдается две линии.

#### Задание 4

1. Что такое константа диссоциации кислоты? Чем отличается  $K_a$  воды от ионного произведения воды ( $K_w$ )? Чему численно равна  $K_w$ ?
2. Имеется три пробирки с 10 мл 0,1М  $H_3PO_4$  каждая, в них добавили по 10 мл растворов КОН следующих концентраций: 0,3М, 0,14М и 0,2М. Рассчитайте pH получившихся растворов. Значения констант диссоциации  $H_3PO_4$   $K_{a1} = 6,9 \cdot 10^{-3}$ ,  $K_{a2} = 6,23 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_{a3} = 4,79 \cdot 10^{-13}$ .

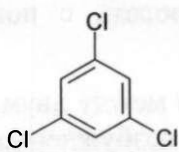
#### Задание 5

1. Что такое окислительно-восстановительная пара? Запишите уравнение Нернста для любой окислительно-восстановительной пары.
2. Рассчитайте стандартное изменение энергии Гиббса реакции  
 $2Br^-_{(p-p)} + F_{2(r)} = Br_{2(ж)} + 2F^-_{(p-p)}$ ,  
если известны стандартные потенциалы  
 $Br_{2(ж)} + 2e = 2Br^-_{(p-p)} \quad E^0_{298} = 1,07 \text{ В}$   
 $F_{2(r)} + 2e = 2F^-_{(p-p)} \quad E^0_{298} = 2,87 \text{ В}$   
Определите направление самопроизвольного протекания реакции при  $C_{Br^-} = C_{F^-} = 10^{-2} \text{ М}$  и парциальном давлении  $F_2$  0,02 атм. Ответ обосновать.
3. Одним из электродов гальванического элемента при  $T = 298 \text{ К}$  является цинковая пластина ( $m = 60 \text{ г}$ , находящаяся в 1 л  $10^{-3} \text{ М}$  растворе ионов  $Zn(NO_3)_2$ ). Что произойдет при добавлении к этому раствору такого же объема  $10^{-3} \text{ М}$   $Pb(NO_3)_2$ ? Как при этом изменится ЭДС гальванического элемента? Ответы пояснить.  $E^0_{Pb^{2+}/Pb} = -0,126 \text{ В}$ ,  $E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,763 \text{ В}$ .

#### Задание 6

1. Какие типы взаимодействий наблюдаются между атомами/молекулами/ионами в кристаллах  $BaCl_2$ ,  $C_2Cl_6$ ,  $NH_4Cl$ ,  $I_2$ ? Ответ обоснуйте.
2. Рассчитайте плотность (в  $г/см^3$ ) для кристаллического 2-нитроанилин хлорида ( $C_6H_7N_2O_2Cl$ ), если известны следующие кристаллографические данные: пр.гр.  $Pbca$ ,  $a = 7.945$ ,  $b = 7.886$ ,  $c = 23.688 \text{ \AA}$ , число формульных единиц на ячейку равно 8.
3. Какой точечной симметрией может обладать молекула 1,3,5-трихлорбензола? Как изменится симметрия молекулы, если заменить один из атомов хлора на фтор? Ответ поясните, указав элементы симметрии.

1,3,5-трихлорбензол:



УДАЧИ!