

Задачи III тура олимпиады по химии 1997/98 г.г.

11 класс

1. В закрытый реакционный сосуд объемом 100 дм^3 поместили $2,00$ молей хлористого сульфурита (SO_2Cl_2). После достижения равновесия I прибавляли хлористый сульфурит до тех пор, пока его равновесное количество не стало $2,00$ моль (равновесие II). Константа реакции разложения SO_2Cl_2 при температуре 173°C равна $K_c = 0,0811 \text{ моль/дм}^3$.

- a) Написать уравнение реакции разложения SO_2Cl_2 и выражение для константы равновесия этой реакции (K_c). (2)
- b) Найти равновесные концентрации SO_2Cl_2 , хлора и двуокиси серы для равновесий I и II (6)
- c) Найти константу равновесия реакции соединения хлора с двуокисью серы. (1)
- d) Найти константу равновесия K_p (по равновесным парциальным давлениям) реакции разложения SO_2Cl_2 . (3) **12 б**

2. В результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году был выброс в атмосферу радиоактивного изотопа **A**, имеющего период полураспада $8,054$ дня и излучающего как мягкое (β), так и жесткое (γ) излучение. Химический элемент, изотопом которого является **A**, реагирует при высокой температуре с водородом. При растворении полученного соединения в воде получают раствор сильной кислоты. Масса AgNO_3 , нужная для осаждения аниона, равна массе соли, получаемой при нейтрализации раствора кислоты раствором KOH (разложением изотопа в течение анализа пренебречь).

- a) Рассчитать константу скорости реакции ядерного распада изотопа **A**. (1)
- b) Рассчитать время, за которое разложилось $99,99\%$ изотопа **A**. (1)
- c) Изотопом какого химического элемента является **A**? (2)
- d) Написать уравнения протекающих реакций 1) $(\text{A}) + \text{H}_2 \rightarrow$ 2) $\text{K}(\text{A}) + \text{AgNO}_3 \rightarrow$ (2)
- e) Рассчитать молярную массу атомов изотопа **A**. (3)
- f) Какой химический элемент (заряд ядра и массовое число) образуется при ядерном распаде изотопа **A**? (2) **11 б**

3. В пяти пронумерованных пробирках имеются следующие растворы:

- a) Раствор, полученный при разбавлении $10,00 \text{ см}^3$ $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$ соляной кислоты до объема $100,0 \text{ см}^3$.
- b) $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$ раствор HClO ($K_{\text{дисс}} = 5,01 \cdot 10^{-8}$).
- c) $6,00 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$ раствор $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($K_{\text{дисс}} = 1,79 \cdot 10^{-5}$).
- d) Раствор, полученный 100-кратным разбавлением $5,00 \cdot 10^{-3} \text{ моль/дм}^3$ раствора NaOH .
- e) $1,00 \cdot 10^{-1} \text{ моль/дм}^3$ раствор этанола.

В таблице приводится реакция пронумерованных растворов на индикаторы:

индикатор	1.	2.	3.	4.	5.
метилоранж	красный	желтый	желтый	желтый	желтый
фенолфталеин	бесцветный	красный	бесцветный	красный	бесцветный
тимолфталеин	бесцветный	синий	бесцветный	бесцветный	бесцветный
метиловый красный	красный	желтый	желтый	желтый	оранжевый

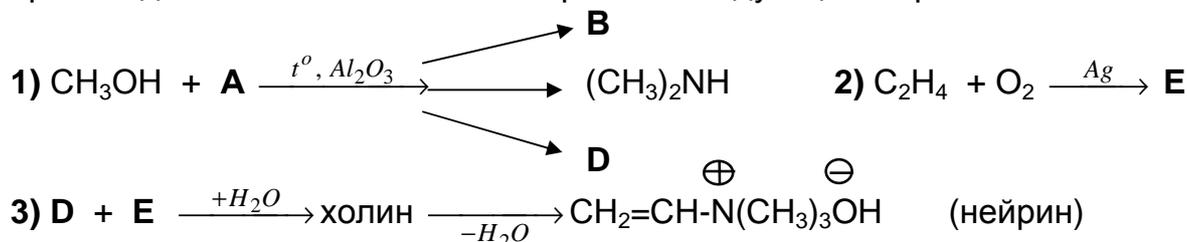
В таблице приводится цвет индикатора в зависимости от pH:

индикатор	pH области перехода	в кислой среде	в щелочной среде
метилоранж	3,1-4,4	красный	желтый
метиловый красный	4,2- 6,3	красный	желтый
фенолфталеин	8,0-9,8	бесцветный	красный
тимолфталеин	9,8-10,5	бесцветный	синий

- i) Написать выражение для расчета $[\text{H}^+]$ через константу диссоциации и

- концентрацию слабой кислоты. (1)
- i i) Написать выражение для расчета $[\text{OH}^-]$ через константу диссоциации и концентрацию слабого основания; из него выразить $[\text{H}^+]$. (1)
- i i i) Рассчитать pH всех растворов. (5)
- iv) Определить, в какой из пробирок находится какой раствор. (5) **12 б**

4. Холин - бесцветное гигроскопичное кристаллическое вещество, в котором отсутствует двойная связь. Холин играет важную роль в обмене веществ, входит в состав фосфолипидов. Холин можно синтезировать следующим образом:



- a) Установите структурные формулы соединений **A**, **B**, **D** и **E**. Дать их названия. Известно, что **A** - бинарное газообразное соединение. (6)
- b) Написать уравнения реакции, где продуктами являются соединения **D**, **E** и холин. (3)
- c) Написать уравнения реакции нейрина с HBr , если известно, что из-за наличия аммониевой группы присоединение происходит не по правилу Марковникова. (1) **10 б**

5. Вещество **A** содержит 72,2 % хлора, 16,3 % углерода, 10,82 % кислорода и 0,682 % водорода. По данным инфракрасной спектроскопии вещество **A** содержит карбонильную группу. Вещество **A** в водном растворе существует в виде моногидрата $\text{A} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Этот "моногидрат", имеющий у одного атома углерода две гидроксильные группы, можно выделить. При растворении 3,31 г моногидрата в 100 г воды получен раствор, температура замерзания которого равна $-0,372^\circ\text{C}$. $K_{\text{кр}}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ К} \cdot \text{кг}/\text{моль}$.

- a) Для вещества **A** найти простейшее целочисленное соотношение числа атомов. (1)
- b) По темп. замерзания раствора найти молярные массы моногидрата и вещества **A** (2)
- c) Написать структурные формулы пяти возможных изомеров, отвечающих составу вещества **A**. Отметить звездочкой хиральные атомы углерода и определить R,S-изомеры. (4,5)
- d) Написать структурную формулу "моногидрата" и дать его название. (2)
- e) Какой из изомеров соответствует веществу **A**? Дать его название. (1,5) **11 б**

6. При сгорании ровно 1 кг антрацита (6,0 % влажности; от сухого вещества 85% углерода, 2,0 % водорода, 1,5 % кислорода, 1,5 % серы и 10 % минеральных веществ) теплота сгорания $\Delta H = -28,5 \text{ МДж}$. При сгорании ровно 1 кг сланца (12,0 % влажности; от сухого вещества 27% углерода, 3,4% водорода, 3,8% кислорода, 1,8% серы, 41% CaCO_3 и 23% минеральных веществ) теплота сгорания $\Delta H = -10,5 \text{ МДж}$. При сгорании сланца разлагается 95% CaCO_3 и 80% образовавшегося SO_2 связывается в сульфит кальция. КПД теплоэлектростанции равна 30,0%. $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \Leftrightarrow 3,60 \text{ МДж}$.

Энтальпии образования: CO_2 SO_2 CaO CaCO_3 CaSO_3
(кДж/моль) -394 -297 -636 -1207 -1346

Нужно произвести 1 кВт·ч электроэнергии. Рассчитать:

- a) необходимые для этого массы антрацита и сланца; (2)
- b) массу CaO , необходимого для связывания содержащейся в сланце серы (80 %); (2)
- c) массу выбрасываемого в воздух CO_2 при сжигании как антрацита, так и сланца; (3)
- d) суммарный тепловой эффект связывания содержащейся в сланце серы (80 %), исходя из CaCO_3 и серы; написать соответствующие уравнения реакций; (5)
- e) массу выбрасываемого в воздух SO_2 при сжигании как антрацита, так и сланца. (2) **14 б**