

**Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2005/2006 уч.г.
10 класс**

1. Молекулы **X**, **Y** и **Z** заспорили, кто же из них лучше. **X** сказала, что ее очень легко получить растворением нужного металла в одной известной кислоте. **Y** считала себя самой сильной, поскольку в присутствии той же кислоты она может без труда окислить молекулу **X**. Молекула **Y** похвасталась также тем, что может окислить сульфит натрия в нейтральной и щелочной среде. В ответ на это молекула **X** заявила, что нет никаких проблем с определением ее личности: достаточно двух реакций, не являющихся окислительно-восстановительными. Реагентами являются BaCl_2 и $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. В спор вмешалась молекула **Z**, сказав, что она встречается в природе в очень больших количествах, образуя необъятные взору пустыни. С водой она не реагирует, из всех кислот реагирует только с шестью молекулами фтороводорода, образуя двухпротонную кислоту и воду. С растворами щелочей она реагирует очень медленно, но при сплавлении с гидроксидами щелочных металлов образуется растворимая в воде соль, которую называют жидким стеклом. При сплавлении вещества **Z** с углем и фосфатом кальция получают белый фосфор (P_4), монооксид углерода и соль кальция.

- а) Напишите формулы и названия веществ **X**, **Y** и **Z**. (3)
б) Напишите уравнения реакций: i) $\text{X} + \text{Y} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; ii) **Y** + сульфит натрия + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$; iii) **Y** + сульфит натрия + $\text{KOH} \rightarrow$; iv) $\text{X} + \text{BaCl}_2 \rightarrow$ осадок;
v) $\text{X} + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$ синий раствор (напишите только продукты!);
vi) $\text{Z} + \text{HF} \rightarrow$; vii) $\text{Z} + \text{NaOH} \rightarrow$; viii) $\text{Z} + \text{фосфат кальция} + \text{C} \rightarrow$. (8) 11 б

2. В 19 веке в Германии были получены бесцветные гигроскопичные кристаллы нового вещества **X**. Формула данного вещества - NH_2OH , однако оно само не диссоциирует. При протолизе вещества **X** (присоединение к нему иона водорода, полученного из воды) образуется щелочная среда. Под действием HCl вещество **X** образует семиатомную соль, которую называют хлоридом гидроксиламмония. Ученый имел неосторожность нагреть пробирку с кристаллами вещества **X**. Раздался взрыв, и сильно запахло аммиаком. Это была реакция диспропорционирования, в которой один и тот же элемент является как окислителем, так и восстановителем. Когда кристаллик вещества **X** бросили в сероводородную воду, выпал осадок и снова запахло аммиаком. В стоявшем несколько дней на открытом воздухе водном растворе вещества **X** обнаруживается азотистая кислота. При пропускании SO_2 через водный раствор вещества **X** обнаружены катионы аммония в составе кислой соли. Но самое удивительное то, что в среде уксусной кислоты вещество **X** восстанавливает простое вещество I_2 до йодид-ионов, и образуется простое вещество азот, в то время как в концентрированной соляной кислоте вещество **X** окисляет йодид-ионы до простого вещества, превращаясь в катион аммония.

- а) Приведите название NH_2OH . (0,5)
б) Определите степень окисления азота в соединениях i) NH_2OH ;

- ii) хлорид гидроксиламмония; iii) NH_3 и iv) катион аммония. (2)
- с) Напишите уравнение реакции протолиза вещества **X**. (0,5)
- д) Напишите уравнения реакций: i) образуется хлорид гидроксиламмония; ii) взрыв вещества **X**; iii) $\text{X} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$; iv) $\text{X} + \dots \rightarrow$ азотистая кислота; v) $\text{X} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; vi) $\text{X} + \text{I}_2 \xrightarrow{\text{уксусная кислота}} \rightarrow$; vii) $\text{X} + \text{KI} + \text{HCl} \rightarrow$. (7) **10 б**

3. 100 г 10,0% раствора BaCl_2 (208 г/моль) прилили к 100 г 10,0% раствора Na_2SO_4 (142 г/моль).

- а) Напишите уравнение реакции. (1)
- б) Рассчитайте количества i) исходных веществ; ii) продуктов реакции и не прореагировавших исходных веществ. (5)
- с) Рассчитайте процентное содержание солей в полученном растворе. (3)

9 б

4. Степень окисления элемента **X** в оксидах может быть от I до V. Оксид **A** образуется из простых веществ в электрической дуге. Оксид **A** - бесцветное соединение, не образующее кислот и солей и очень легко соединяющееся с кислородом. При этом образуется вещество **B**, которое в результате экзотермического процесса находится в равновесии с веществом **C**. Вещество **B** - коричневого цвета, вещество **C** - бесцветное. Оксиды **A** и **B** образуют оксид **D**, который является ангидридом однопротонной кислородосодержащей кислоты **E**. Вещества **D** и **E** могут быть как окислителями, так и восстановителями. Озон окисляет оксид **B** до оксида **F**, при этом выделяется кислород. Оксид **F** и соответствующая ему кислота **G** могут быть только окислителями. Кислоту **G** производят из оксида **B** с помощью кислорода и воды. Оксид **H**, в котором самое высокое процентное содержание элемента **X**, возбуждает нервную систему, за что и получил свое тривиальное название. При нагревании оксид **H** разлагается на простые вещества.

- а) Напишите формулы и названия веществ **A – H**. (4,5)
- б) Напишите уравнения реакций: i) простые вещества $\rightarrow \text{A}$; ii) $\text{A} \rightarrow \text{B}$; iii) $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D}$; iv) $\text{O}_3 + \text{B} \rightarrow$; v) $\text{D} \rightarrow \text{E}$; vi) $\text{F} \rightarrow \text{G}$; vii) $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; viii) $\text{B} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; ix) $\text{H} \rightarrow$ простые вещества. (4,5)
- с) При каких температурах в равновесии $\text{B} \leftrightarrow \text{C}$ преобладает оксид **B**: при низких или высоких? (1) **10 б**

5. Для характеристики растворимости малорастворимых солей используется такая величина, как произведение растворимости (ПР). ПР равно произведению концентраций ионов в растворе, на которые полностью диссоциирует малорастворимая соль. Так, например $\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{S}) = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Ag}^+] \cdot [\text{S}^{2-}]$. Если равновесная концентрация находящегося в растворе Ag_2S равна $[\text{Ag}_2\text{S}]$, то $[\text{S}^{2-}] = [\text{Ag}_2\text{S}]$ и $[\text{Ag}^+] = 2[\text{Ag}_2\text{S}]$, отсюда $\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{S}) = (2[\text{Ag}_2\text{S}])^2 \cdot [\text{Ag}_2\text{S}] = 4[\text{Ag}_2\text{S}]^3$.

$\text{ПР}(\text{PbCl}_2) = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ моль}^3/\text{л}^3$ и $\text{ПР}(\text{PbBr}_2) = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ моль}^3/\text{л}^3$.

Дано 1,5 л насыщенного раствора $PbCl_2$, к которому прибавляют хорошо растворимый $CaBr_2$. Предположите, что ионы Cl^- и Ca^{2+} не влияют на величину произведения растворимости $PbBr_2$.

- a) Рассчитайте $[Pb^{2+}]$ в насыщенном растворе $PbCl_2$. (3)
- b) Рассчитайте $[Br^-]$ из произведения растворимости $PbBr_2$, если $[Pb^{2+}]$ равно значению, найденному в пункте a). (4)
- c) Рассчитайте максимальное количество вещества $CaBr_2$, которое можно прибавить к 1,5 л насыщенного раствора $PbCl_2$, чтобы еще не начал выпадать осадок $PbBr_2$. (2) **9 6**

6. X - малоактивный металл, стоящий в ряду напряжений металлов правее водорода. Однако при его нагревании с концентрированным галогеноводородом HY выделяется H_2 и образуется однопротонная комплексная кислота **E**. В комплексной кислоте **E** координационное число металла **X** равно 2. Галогеноводород HY невозможно получить при действии концентрированной серной кислоты на соответствующий галогенид металла, так как образующийся HY восстанавливает серную кислоту до диоксида серы. Соединение HY получают при реакции фосфора с водным раствором галогена Y_2 . Вторым продуктом в данной реакции является метакислота **A**. Ангидрид кислоты **A** (соединение **B**) образуется при сгорании в избытке кислорода водородного соединения фосфора **C** (типичное для VA группы). При продолжительном кипячении ангидрида **B** с водой образуется ортокислота **D**. Элемента **X** в соединении XY_2 28,45% и водорода $[A_r(H) = 1,01]$ в соединении **E** 0,45%.

- a) Рассчитайте атомные массы элементов i) **X** и ii) **Y**. (1,5)
- b) Напишите формулы и названия элементов **X** и **Y** и формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D** и **E**. (3,5)
- c) Напишите уравнения реакций получения тех галогеноводородов, которые можно синтезировать действием концентрированной серной кислоты на соответствующий галогенид щелочного металла. (1)
- d) Напишите уравнения реакций: i) $NaY + H_2SO_4 \rightarrow$; ii) $X + HY \rightarrow E$; iii) $C + O_2 \rightarrow B$; iv) $P_4 + Y_2 + H_2O \rightarrow$; v) $B + H_2O \rightarrow D$. (5) **11 6**