

Задачи III тура олимпиады по химии 1999/2000 г.г.

10 класс

1. В 1920 г. запатентовали отраву для крыс, действующим веществом в котором является соль **A**. В соли **A** количества вещества неметалла **Z** и кислорода относятся как 1:4 и содержание металла **X** (элемент главной подгруппы) по массе равно 80,97%. В электронной оболочке неметалла **Z** имеется три слоя. В соли **A** степень окисления неметалла **Z** равна номеру его группы. **Z** образует с элементом **L** двухатомное красное твердое вещество **Y**. Заряд ядра металла **X** отличается от заряда ядра элемента **L** на единицу. **L** и **X** образуют вещество **R**, которое затвердевает при температуре ниже 235 градусов Кельвина. На воздухе металл **X** покрывается незащищающей оксидной пленкой. **X** реагирует с водой только в присутствии кислорода, давая соединение XOH , являющееся хорошо растворимым в воде сильным основанием **Q**. Как в гидроксиде, так и в солях металл **X** обычно имеет степень окисления I, хотя для элемента данной главной подгруппы такая степень окисления не является типичной.

- a) Написать формулы кислородосодержащих кислот, в которых четыре атома кислорода, степень окисления неметалла равняется номеру группы и у него в электронной оболочке три слоя. (2)
- b) Какой неметалл **Z**, образующий описываемую кислородосодержащую кислоту, дает с элементом **L** красное двухатомное вещество **Y**? Написать уравнение реакции. (1)
- c) Обосновать, что соответствует i) металлу **X** (элемент) и ii) соли **A**. (2)
- d) Написать уравнения реакций образования i) основания **Q**; ii) соединения **A**. (1,5)
- e) Дать общее название вещества **R**. (0,5)
- f) Для контроля найти процентное содержание металла **X** в соединении **A**. (1) **86**

2. По данным учебника медь реагирует с водным раствором кислоты **X**, не реагирует с кислотой **Y** и на холоде не реагирует с разбавленным водным раствором кислоты **Z**. Для проверки коррозионной устойчивости медных мешалок первую из них поместили в открытый химический стакан с раствором кислоты **Y** умеренной концентрации и вторую в открытый химический стакан с разбавленным раствором кислоты **Z**. Через сутки масса мешалок не изменилась. При включении мотора мешалок оба раствора постепенно окрасились в синий цвет. При перемешивании в течение нескольких часов масса мешалок уменьшилась в кислоте **Y** на 0,496 г и в кислоте **Z** - на 0,248 г. В растворах образовались соединения **B** и **C**, в твердом виде представляющие собой кристаллогидраты **E** и **F**. Их масса соответственно равна 1,33 г и 0,98 г. К приготовленным из веществ **E** и **F** растворам прибавили в избытке соответственно AgNO_3 и BaCl_2 , при этом из первого раствора выпал белый осадок **G** и из второго - белый осадок **H**. После этого в первом растворе осталось соединение **A**, из которого образуется кристаллогидрат **D** массой 1,89 г. Соединение **A** образуется и при реакции меди с кислотой **X**. В растворе, полученном из вещества **F**, после прибавления BaCl_2 осталось вещество, образующее кристаллогидрат **E**. Степень окисления **Cu** во всех перечисленных соединениях II.

- a) Написать формулы кислот **X**, **Y** и **Z** и дать их названия. (1,5)
- b) Написать формулы соединений **A**, **B** и **C** и дать их названия. (1,5)
- c) Написать уравнение реакции $\text{Cu} + \text{конц. кислота X}$ (1)
- d) i) Почему медь при перемешивании растворов **Y** и **Z** корродирует? Написать уравнения реакций, происходящих при перемешивании i) $\text{Cu} \rightarrow \text{B}$; ii) $\text{Cu} \rightarrow \text{C}$. (2,5)
- e) Написать уравнения реакций: i) $\text{B} + \text{AgNO}_3$; ii) $\text{C} + \text{BaCl}_2$ и дать названия соединений **G** и **H**. (1)
- f) Из приведенных масс рассчитать формулы кристаллогидратов i) **D**; ii) **E** и iii) **F**. (3)
- g) Привести формулы кристаллогидратов i) **D**; ii) **E** и iii) **F** как комплексных соединений, если у ионов меди(2+) координационное число во всех случаях равно 4. (1,5) **126**

3. Зимой на дачах в качестве сжиженного газа удобнее использовать пропан (C_3H_8), имеющий более низкую температура испарения по сравнению с бутаном (C_4H_{10}).

Энтальпии образования водяного пара, углекислого газа и пропана (ΔH_f) равны -242; -394 и -104 кДж/моль. Теплота сгорания бутана равна -2655 кДж/моль.

a) i) Написать уравнение реакции сгорания пропана и ii) рассчитать энергию сгорания 1 моля пропана (ΔH_c), которая равна разности энтальпий образования конечных продуктов реакции сгорания и исходных веществ. (3)

b) i) Написать уравнение реакции образования бутана; ii) рассчитать энтальпию образования бутана, которая равна разности энергий сгорания исходных веществ и продуктов сгорания. (1,5)

c) Рассчитать, сколько килограммов пропана должно сгореть, чтобы выделилась такая же энергия, как и при сгорании одного баллона (21,0 кг) бутана. (3)

d) Получает потребитель больше или меньше энергии, если при сгорании сжиженного газа водяной пар конденсируется? (0,5) **86**

4. Соединение **A** представляет собой твердое вещество, образующее в воде раствор с очень интенсивной (темной) окраской. **A** является сильным окислителем, особенно в кислой среде. При нагревании твердого вещества **A** образуются продукты разложения **B**, **C** и **D**, которые все являются довольно сильными окислителями. При реакции зеленого раствора вещества **B** с газообразным хлором образуется раствор вещества **A** с интенсивной окраской. При сплавлении черного твердого вещества **C** со щелочью в присутствии кислорода образуется зеленый расплав вещества **B**. При нагревании твердого вещества **C** с серной кислотой выделяется газ **D** и образуется светлорозовый раствор вещества **E**. Вещество **E** образуется как продукт восстановления вещества **A**, если из KCl в присутствии серной кислоты получать газообразный хлор. Соединения **A**, **B**, **C** и **E** содержат один и тот же металл.

a) Написать формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D** и **E** и дать их названия. (5)

b) Написать уравнения реакций: i) $A \rightarrow B + C + D$; ii) $B \rightarrow A$; iii) $C \rightarrow B$; iv) $C \rightarrow E$; v) $B + H_2O \rightarrow A + C$; vi) $A \rightarrow Cl_2 + E$. (6) **116**

5. Синтез аммиака (NH_3) проводят при давлении до 1000 атм и температуре до 400 °С. В этих условиях молярный объем газа составляет порядка 50 см³/моль. В определенных условиях при синтезе аммиака равновесные концентрации равны: $[H_2] = 5$ моль/дм³; $[N_2] = 3$ моль/дм³ и $[NH_3] = 2$ моль/дм³.

a) Найти возможный порядок молярной концентрации газа при синтезе аммиака. (1,5)

b) i) Написать уравнение обратимой реакции синтеза аммиака. ii) Рассчитать константу равновесия реакции (указать единицы; моль/дм³ обозначить символом М). (3,5)

c) Рассчитать исходные концентрации i) водорода – $c(H_2)$ и ii) азота – $c(N_2)$, если $c(NH_3) = 0$ (в начале синтеза аммиака нет). (4) **96**

6. Металл **M** является добавкой при получении дюралюминия. В отличие от большинства металлов он в определенных условиях очень интенсивно реагирует с газами **X**, **Y** и **Z**. При реакции металла **M** с газом **X** образуется смесь твердых веществ **A** и **B** черного цвета (одно из них простое). Вещество **A** имеет основные свойства. Вещество **B** не растворяется ни в одном растворе. Вещество **A** является единственным продуктом реакции металла **M** с газом **Y**. При реакции металла **M** и газа **Z** образуется вещество **C**. При реакции вещества **C** с водой образуется малорастворимое в воде вещество **D** и газ **E** с резким запахом. Газ **E** растворяется в воде очень хорошо и придает раствору щелочную реакцию. При нагревании вещества **D** образуется вещество **A** и вода. При нагревании соли **F** образуется вещество **A** и газ **X**.

a) Написать формулы веществ **M**, **X**, **Y**, **Z**, **A**, **B**, **C**, **D**, **E** и **F** и дать их названия. (5)

b) Написать уравнения реакций: i) $M + X$; ii) $M + Y$; iii) $M + Z$. (3)

c) Написать уравнения реакций: i) вещество $C + H_2O$; ii) $D \rightarrow A$; iii) $F \rightarrow A + X$. (4) **126**