

Открытые соревнования по химии
Младшая группа (9 и 10 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 18 ноября 2000 г.

1. Вещество **X** - газ легче воздуха без цвета и запаха. Его используют в металлургии для восстановления оксидов. В повседневной жизни с этим газом можно соприкоснуться в домах с печным отоплением; продолжительный контакт с ним может стать опасным, т.к. вещество **X** прочно связывает гемоглобин, что препятствует переносу кислорода и вызывает удушье.

Вещество **Q** - окрашенный газ тяжелее воздуха. Его используют как в химической промышленности, так и в лаборатории; при очистке воды его роль уменьшилась. Вещество **Q** раздражает глаза и дыхательные пути, в больших количествах вызывает раздражение кожи и заболевания легких.

При облучении смеси веществ **Q** и **X** их молекулы соединяются, образуя только соединение **Z**, представляющее собой бесцветный газ с затхлым запахом. Соединение **Z** - ценный реагент в органическом синтезе. Ранее он применялся как химическое боевое отравляющее вещество. Признаки отравления веществом **Z** - затрудненное дыхание и кашель, в результате обширного отека легкого наступает удушье. Так как признаки отравления проявляются только через пару часов, с этим газом нужно обращаться крайне осторожно.

- a) Написать формулы газов **X**, **Q**, **Z** и тривиальные названия газов **Z** и **X**. (3)
- b) Газ **Z** легче или тяжелее воздуха? Ответ обосновать. (1)
- c) Нарисовать структурную формулу вещества **Z**, предполагая, что все элементы имеют обычную степень окисления. (1)
- d) Написать уравнение реакции оксида железа(III) с **X**. Какой элемент восстанавливается, какой окисляется? (1,5)
- e) Написать уравнение реакции газа **Q** с водой. (1,5)
- f) Почему газ **Z** считается неорганическим соединением? (1)

96

2. Ученик должен определить концентрацию раствора соляной кислоты его титрованием раствором буры ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Ученик сделал некоторые расчеты и решил приготовить 0,100 моль/л раствор буры. Для этого он взвесил на аналитических весах 2,012 г буры, растворил ее и разбавил в мерной колбе до объема 100 мл. Для титрования 10,00 мл раствора буры ученик в среднем расходовал 8,30 мл соляной кислоты.

Для расчета концентрации соляной кислоты ученик пользовался правильным соотношением: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \Leftrightarrow 2\text{HCl}$. Однако учитель признал полученные результаты неправильными.

- a) Расставить коэффициенты в схеме: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NaCl}$ (2)
- b) Рассчитать концентрацию соляной кислоты по 0,100 моль/л раствору буры, приготовленному учеником. (2)
- c) Какую ошибку совершил ученик при приготовлении раствора буры? (2)
- d) Можно ли из результатов титрования рассчитать правильный результат или ученик должен провести титрование заново? Найти действительную концентрацию соляной кислоты, если это возможно. В противном случае написать, что именно ученик должен сделать следующий раз по-другому. (3)

96

3. В пяти пробирках имеются растворы, в которых содержатся следующие ионы: Ba^{2+} , Ag^+ , Al^{3+} , Pb^{2+} , NO_3^- , SO_4^{2-} , I^- , S^{2-} . В каждой пробирке содержится раствор только

одной соли. При приливании к растворам в пробирках раствора NaOH наблюдались следующие изменения:

№ 2 - образовался коричневый осадок; № 3 и 5 - образовался белый осадок;
№ 1 и 4 - изменений не наблюдалось.

- a) Какие растворимые соли могут образоваться из перечисленных ионов (сгруппировать по катионам)? Дать их систематические названия. (2)
- b) Какие соли содержатся в пробирках 1-5? Написать уравнения реакций с раствором NaOH. (6)
- c) Написать уравнения реакций, которые описывают растворение осадков в пробирках № 3 и 5 в избытке щелочи. Как называют это явление? (2)

106

4. Студенту дали 10,00 см³ раствора гидроксида натрия. Для определения его концентрации он количественно перенес раствор в мерную колбу объемом 100,0 см³ и заполнил ее водой до метки. От полученного раствора отмерил 10,00 см³ и оттитровал раствором HCl концентрации 9,800·10⁻³ моль/дм³. Из трех титрований он получил среднее значение объема раствора HCl, равное 10,20 см³.

- a) Рассчитать молярную концентрацию раствора гидроксида натрия. (2)
- b) Какой будет ошибка результата, рассчитанного в пункте a),
- i) если при заполнении колбы студент перелил 3 капли? (2)
- ii) если при ополаскивании конической колбы для титрования в ней останется 2 см³ воды? (0,5)
- iii) если студент перетитровал раствором HCl на 2 капли? (2)
- iv) если перемешав раствор в мерной колбе, после этого студент прольет из нее 2 см³ раствора? (0,5)
- v) если в начале титрования в носике бюретки был пузырек воздуха (1,0 см³), а к концу титрования он исчез? (3)

Примечание. Объем 1 капли 0,03 см³

106

5. Вещество **A** представляет собой темно-фиолетовые кристаллы, при растворении которых в воде образуется фиолетовый раствор. Вещество **A** известно как сильный окислитель и содержит элемент **X**. При восстановлении в кислой среде степень окисления **X** уменьшается на пять единиц. При реакции вещества **A** с раствором Na₂SO₃ в среде H₂SO₄ образуются вещества **B**, **C**, **D** и жидкое вещество **E**.

При реакции вещества **A** с Na₂SO₃ в нейтральной среде степень окисления элемента **X** уменьшается на три единицы и образуется состоящее из двух химических элементов черно-коричневое вещество **F**, которое не растворяется в воде. Кроме этого, образуются соединения **B** и **G**. В среде сильного основания **G** при реакции веществ **A** и Na₂SO₃ образуются вещества **B** и **E** и зеленоватое вещество **H**, в котором элемент **X** имеет степень окисления по сравнению с веществом **A** на единицу меньше. Вещества **H** и **A** имеют анион одинакового состава, но с разным зарядом. При реакции раствора вещества **G** с раствором вещества **D** образуется белый осадок **J**. При нагревании осадок **J** реагирует с воздухом и образуются вещества **E** и **F**. При поджигании смеси алюминиевого порошка и вещества **F** образуется металл **X** и вещество **L**. Степень окисления металла **X** в соединении **A** равна VII.

- a) Написать схемы реакции - все исходные вещества и все продукты (расставлять коэффициенты не надо):
- i) $A + H_2SO_4 + Na_2SO_3 \rightarrow$; ii) $A + H_2O + Na_2SO_3 \rightarrow$; iii) $A + G + Na_2SO_3 \rightarrow$ (4,5)
- b) Написать уравнения реакций: i) $G + D \rightarrow$; ii) $J + \text{воздух} \xrightarrow{t^\circ} \rightarrow$; iii) $F + Al \rightarrow$ (3)
- c) Написать формулы и названия веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **J**, **X** и **L**. (4,5)

6. Сколько см³ 18,0% раствора NaOH (1,197 г/см³) нужно прибавить к 135 см³ 42,0% раствора NaOH (1,449 г/см³), чтобы получить 30,0% раствор?

Примечание. Постарайтесь найти для данного случая самый короткий способ решения. Обоснуйте его.