

## ОТКРЫТЫЕ СОРЕВНОВАНИЯ ПО ХИМИИ

Младшая группа (9 и 10 класс)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве 11 ноября 2006

1. Соль **E** состоит из трёх элементов: кальция (3 моль на 1 моль соли, 38,76% по массе), элемента **A** (19,97 %), а также элемента **D** (41,27 %). Элемент **A** получил своё название из-за аллотропной модификации, которая светится в темноте. При реакции **A** с простым веществом **D<sub>2</sub>** образуется гигроскопичное соединение **Z**. При реакции **Z** с водой образуется соединение **O**, в растворе которого  $pH < 7$ .

а) Подтвердите расчётами формулы **i**) элемента **A**, **ii**) простого вещества **D<sub>2</sub>** и **iii**) соли **E**, приведите их названия. **iv**) Напишите формулу соли **Z** и её название.

б) Напишите и уравняйте следующие реакции: **i**)  $A + D_2 \rightarrow Z$ , **ii**)  $Z + H_2O \rightarrow O$  и **iii**)  $O + Zn \rightarrow$ .

Азотная кислота окисляет элемент **A** до соединения **O**, при этом выделяется бесцветный ядовитый газ **NO**.

в) Напишите уравнение данной реакции (доставьте воду, если необходимо) и уравнение электронного баланса. (9)

2. Из гидроксида металла **Me**, соли которого окрашивают пламя в зелёный цвет, приготовили 219 г 4,00%-ого раствора. В него добавили 236 см<sup>3</sup> раствора фосфата натрия (0,3810 М,  $\rho = 1,0434$  г/см<sup>3</sup>), образовалось 10,23 г осадка и получился 2,019%-ый раствор фосфата натрия. При реакции ионов металла **Me** с хромат-ионами  $CrO_4^{2-}$  образуется жёлтый осадок **W**. Осадок **W** растворяется в сильно кислой среде, образуется оранжевый раствор.

а) С помощью расчётов определите металл **Me**.

б) Напишите ионные уравнения реакций: **i**)  $Me + CrO_4^{2-} \rightarrow$  и **ii**)  $H^+ + W \rightarrow$ . (10)

3. Элемент **X** является одной из составляющих звёзд и входит в состав газа **A** и хорошо растворимого в воде газа **B**. В растворе газа **B** лакмусовая бумажка становится синей, а в растворе газа **A** красной. При реакции раствора газа **A** с щелочным металлом **C** образуется бинарное соединение **D** (58,97 % **C**). Соединение **C** окрашивает пламя в жёлтый цвет. Вещество **F**, являющееся сильной кислотой, образуется при реакции простого вещества **X<sub>2</sub>** с простым веществом **E**, выделяющимся во время использования некоторых отбеливателей. Соли **F** хорошо растворимы в воде, кроме соли металла **G**. Металл **G** используется в реакции «серебряного зеркала». Другую соль **H** металла **G** использовали как косметическое средство в эпоху Возрождения, т.к. оно оставляет на коже трудно смываемые водой чёрные пятна.

а) Определите металл **C** и рассчитайте молярную массу **D**.

б) Напишите формулы и названия веществ **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H** и **X<sub>2</sub>**. (6)

4. У элемента **X** нет причины страдать от «комплекса неполноценности», т.к. даже в состоянии простого вещества у него есть несколько устойчивых модификаций, например, ромбическая и моноклинная. Многие элементы завидуют сфере влияния **X**, потому что он широко распространён не только в земной коре, но и входит в состав газообразных веществ атмосферы. Кислород - один из ближайших друзей **X**. Вместе они образуют 2 бинарных соединения: **A** (3-х атомное) и **B** (4-х атомное), которые при определенных условиях могут переходить друг в друга. Вещества **A** и **B** не представляют свою жизнь без воды: **A** при реакции с водой даёт кислоту **C**, а **B** образует с водой сильную кислоту **D**. **D**, в отличие от многих других кислот, может реагировать и с цинком, и с медью. Под действием металлов, стоящих в ряду напряжения после водорода, из концентрированной кислоты **D** вместо простого вещества выделяется оксид **A**. Реакции, в которых так или иначе

участвует элемент **X**, любимы многими юными химиками. Особенно популярен гидролиз (реакция с водой) соли алюминия **E**, т. к. при этом получается газ с запахом тухлого яйца **F** ( $\%X = 94,1\%$ ) и осаждается амфотерное соединение соответствующего металла **G**, которое с сильным основанием **H** (40 г/моль) образует комплекс **I**. При нагревании **G** разлагается на два оксида.

a) Напишите формулы и названия веществ **A-I**, укажите к какому классу веществ они принадлежат.

b) Напишите и уравновесьте следующие уравнения реакций: i)  $A \rightarrow B$ , ii)  $A \rightarrow C$ , iii)  $B \rightarrow D$ , iv)  $D + Zn \rightarrow$ , v)  $D(\text{конц.}) + Cu \rightarrow$ , vi) **E** гидролиз, vii)  $G + H \rightarrow I$  и viii)  $G \xrightarrow{O_t}$ . (13)

5. Элемент **X** представлен в основном простым веществом **Y**, обладающим крайне слабой реакционной способностью. При комнатной температуре из всех простых веществ **Y** реагирует лишь с литием, образуя соединение **A** (59,8 % Li). При гидролизе вещества **A** образуется основание **B** и газ **C**. Газ **C** горит на воздухе с образованием **Y** и оксида **D**. При окислении **C** хлором образуется двухатомное вещество **E** и бинарное соединение **F** ( $M_r = 120,4$ ). В веществах **A** и **F** одинаковое количество атомов, в обоих соединениях есть по одному атому элемента **X**. Газ **C** реагирует с гипохлоритом натрия, в результате чего образуется соль **G**, оксид **D** и соединение **H**, в котором степень окисления элемента **X** на единицу выше, чем в веществе **C**.

a) Определите с помощью расчетов элемент **X**.

b) Напишите формулы и названия веществ **A-H**, **Y**.

c) Напишите и уравняйте уравнения реакций: i)  $Y + Li \rightarrow A$ , ii)  $A + H_2O \rightarrow B + C$ , iii)  $C + O_2 \rightarrow Y + D$ , iv)  $C + Cl_2 \rightarrow E + F$  и v)  $C + NaClO \rightarrow G + D + H$ . (11)

6. Марту и Калле обоим были выданы  $10,00 \text{ см}^3$  раствора щелочи неизвестной концентрации. Ребята должны были определить концентрацию неизвестного раствора титрованием соляной кислотой известной концентрации ( $0,02420 \text{ M}$ ). Из бюретки в раствор добавляется кислота до тех пор, пока вся щёлочь не прореагирует. Оба мальчика перенесли исследуемый раствор  $\text{NaOH}$  количественно в  $100,0 \text{ см}^3$  мерную колбу, добавили дистиллированной воды точно до метки и перемешали. Март ошибся и добавил в мерную колбу на  $2 \text{ см}^3$  воды больше, чем необходимо. Для титрования из мерной колбы брали  $10,00 \text{ см}^3$  исследуемого раствора, добавляли 1-2 капли фенолфталеина.  $50,00 \text{ см}^3$  бюретку наполнили раствором кислоты точно до метки. Каждый из мальчиков делал эксперимент 3 раза. Март после каждого опыта не заполнял бюретку до нулевой метки и получил следующие показания:  $0,00 \text{ см}^3 \rightarrow 11,60 \text{ см}^3$  (1ый опыт),  $11,60 \text{ см}^3 \rightarrow 23,25 \text{ см}^3$  (2) и  $23,25 \text{ см}^3 \rightarrow 34,80 \text{ см}^3$  (3). Калле после каждого титрования заполнял бюретку заново (предположите, что концентрация в бюретке выравнивалась), и получил следующие значения:  $0,00 \text{ см}^3 \rightarrow 11,80 \text{ см}^3$  (4),  $0,00 \text{ см}^3 \rightarrow 15,45 \text{ см}^3$  (5) и  $0,00 \text{ см}^3 \rightarrow 22,35 \text{ см}^3$  (6).

a) Напишите уравнение реакции, происходящей во время титрования. ii) Когда ребята должны были прекратить добавлять соляную кислоту?

b) Посчитайте, сколько в среднем уходило раствора соляной кислоты у i) Марта и ii) Калле на титрование. На основе этого найдите молярную концентрацию исследуемого раствора.

c) Какую ошибку постоянно совершал Калле при заполнении бюретки? Подтвердите расчётами.

d) i) Какой из 6 экспериментов проведён наиболее корректно? ii) На основе только этого результата рассчитайте концентрацию исследуемого раствора. (11)