

Задачи III тура олимпиады по химии 2000/2001 г.г.
10 класс

1. К 380,0 г 18,5% раствора K_2SO_4 (174 г/моль) прибавили эквивалентное количество (необходимое для реакции) твердого $Ba(NO_3)_2$. Суспензию перемешали, нагрели и профильтровали при $60^\circ C$. Фильтрат охладили до $10^\circ C$ и оставили выкристаллизовываться при этой температуре. Растворимость KNO_3 (101 г/моль) при $10^\circ C$ и $100^\circ C$ точно в 100 г воды равна соответственно 20,9 г и 246 г. При расчетах предположить, что все процессы протекают количественно.

- a) i)** Написать уравнение протекающей реакции. **ii)** Почему фильтрацию проводили при $60^\circ C$? (1,5)
- b) i)** Какое вещество и **ii)** сколько граммов его выделили при фильтровании? (2)
- c)** Сколько граммов вещества было в растворе **i)** до кристаллизации и **ii)** после кристаллизации? (3)
- d) i)** Сколько граммов вещества выкристаллизовалось и **ii)** чему равнялась масса раствора до кристаллизации? (1,5) **8 б**

2. В трех одинаковых пробирках был одинаковый объем жидкостей (по $1,00\text{ см}^3$): **A** ($1,00\text{ г/см}^3$; 0,0556 моль), **B** (0,0240 моль) и **C** (0,0672 моль). Жидкости **A** и **B** бесцветные, жидкость **C** – серебристо-белая. Жидкости **A** и **C** не реагируют между собой и жидкость **A** остается на поверхности жидкости **C**. Жидкости **B** и **C** тоже не смешиваются и не реагируют (заметно) между собой. Жидкость **B** остается на поверхности жидкости **C**. Жидкости **A** и **B** бурно реагируют между собой, образуя 80,5% раствор вещества **D**. При одновременном сливании всех трех жидкостей происходит бурная реакция, после окончания которой объем жидкости **A** равен его исходному объему, объем жидкости **C** составляет 64,3% от его исходного объема. Образующиеся при реакции количества молей соли **E** и газа **F** равны и в сумме они дают первоначальное количество молей жидкости **B**. Соль **E** нерастворима. У жидкости **B** и газа **F** одинаковый качественный состав, однако у газа **F** степень окисления у одного элемента на две единицы меньше. При решении предположить, что реакции протекают количественно и без потерь.

- a)** Написать формулы и названия веществ **A, B, C, D, E** и **F**. (3)
- b) i)** Написать уравнение реакции $A + B \rightarrow$. **ii)** Найти процентное содержание вещества **D** в образовавшемся растворе. (3)
- c) i)** Найти количество прореагировавшего вещества **C**. **ii)** Написать уравнения реакций, в которых участвовало вещество **C**. (3)
- d)** Показать расчетами, что количество вещества **A** до и после реакции остается тем же. (1,5)
- e)** Обосновать: **i)** почему при сливании веществ **A, B** и **C** протекает реакция и **ii)** почему из двух возможных солей образуется соль **E**. (1,5) **12 б**

3. В 1960 году в Польше был открыт и описан новый минерал светло-желтого цвета. Этот минерал полностью состоит из ионов. Один из этих ионов в минерале существует в том же виде, что и в водном растворе. Это бинарный четырехатомный однозарядный катион. В минерале у каждого элемента только одна степень окисления, характерная данному элементу. Элементный анализ минерала дает следующие данные: 34,85% Fe, 13,34% S, 1,89% H и 49,92% O.

- a)** Найти эмпирическую формулу минерала. (3)
- b)** В какой степени окисления находится железо? (2)
- c)** Напишите ионную формулу минерала в соответствии с условиями задачи. (3)
- d)** Как называется бинарный четырехатомный однозарядный катион? (2) **10 б**

4. Химический элемент **X** проявляет себя как очень сильный окислитель. Очень многие реакции с его участием протекают со взрывом или с образованием пламени. При соприкосновении со многими металлами и неметаллами реакция протекает уже при комнатной температуре. В атмосфере этого элемента горят такие устойчивые вещества, как водяной пар и стекловата (горящим компонентом является SiO_2). В обоих случаях образуется простое вещество **Y**. При горении стекловаты образуется еще сложное вещество **A**, при горении водяного пара - сложное вещество **B**. Сложные вещества **A** и **B** образуются также и при соединении соответствующих простых веществ. $3\text{A} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ортокремневая кислота + 2C . Соединение **C** является двухосновной кислотой, разлагающейся на сложные вещества **A** и **B**. Содержание элемента **X** в апатите $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}]$ 3,77%.

- a) Определить элемент **X** расчетами. (2)
 b) Написать уравнения реакций: i) $\text{X} + \text{H}_2\text{O}$, ii) $\text{X} + \text{SiO}_2$, iii) $\text{X} +$ простое вещество $\rightarrow \text{A}$, iv) $\text{X} +$ простое вещество $\rightarrow \text{B}$, v) $3\text{A} \rightarrow \text{C}$, vi) $\text{C} \rightarrow \text{A} + \text{B}$. (6)
 c) Написать формулы и названия простых веществ **X** и **Y**, и веществ **A**, **B** и **C**. (2) **10 б**

5. Суммарный объем трех бесцветных газов при нормальных условиях равен 1000 см^3 . После поджигания искрой образовалась смесь двух бесцветных газообразных продуктов, и ее объем при этих же условиях был на 100 см^3 меньше суммарного объема исходной смеси. В зависимости от соотношения объемов находящихся в исходной смеси газов образуется конечная смесь, молярная масса которой равна 40,4 г/моль или 41,4 г/моль. При пропускании газообразных продуктов реакции через избыток водного раствора NaOH (образуется только одно вещество) масса раствора увеличилась на 1,375 грамма.

- a) Обосновать, почему условиям задачи удовлетворяют только три конкретных газа. Идентифицировать эти газы. (4)
 b) Для смеси газов написать уравнение реакции i) горения и ii) абсорбирования. (1)
 c) Рассчитать объем каждого газа: i) в исходной смеси и ii) в конечной смеси. (4)
 d) Рассчитать молярную массу каждой конечной смеси и указать, какой исходной смеси она соответствует. (2) **11 б**

6. При реакции твердого вещества **A** с соляной кислотой выделяется имеющий характерный неприятный запах газ **B**, который горит на воздухе, образуя газ **C** с характерным резким запахом. Газы **B** и **C** растворяются относительно хорошо в воде и при сливании их водных растворов выпадает осадок вещества **D**. Реакция взаимодействия газов **B** и **C** экзотермична, поэтому по окончании реакции образовавшиеся продукты находятся соответственно в жидкой и газообразной фазе. При охлаждении (в зависимости от условий) могут образоваться твердые вещества **E** или **F**. Вещества **D**, **E** и **F** реагируют при нагревании как с водородом, кислородом, углеродом, так и со всеми металлами (кроме золота и платины). Вещества **D**, **E** и **F** реагируя с порошком металла **G** образуют вещество **A**. В соединениях у металла **G** степень окисления бывает II и III; при реакции 2,00 г порошка металла **G** в инертной атмосфере с разбавленной соляной кислотой выделяется 803 см^3 водорода.

- a) Идентифицировать (название и формула) вещества **D**, **E** и **F**. (1,5)
 b) i) Написать уравнение реакции $\text{G} + \text{HCl} \rightarrow$, ii) Рассчитать молярную массу металла **G**. iii) Идентифицировать вещество **A**. (4)
 c) Написать уравнения реакций и дать названия веществ: i) $\text{A} \rightarrow \text{B}$, ii) $\text{B} \rightarrow \text{C}$, iii) $\text{B} + \text{C} \xrightarrow{\text{в водном растворе}}$, iv) $\text{B} + \text{C} \xrightarrow{\text{в газовой фазе}}$, v) $\text{D} + \text{H}_2 \rightarrow$, vi) $\text{D} + \text{O}_2 \rightarrow$, vii) $\text{D} +$ углерод \rightarrow . (3,5) **9 б**