

Задачи III тура олимпиады по химии 1998/99 г.г.
10 класс

1. В оксидах химических элементов **Z**, **Y** и **X** процентное содержание (по массе) этих элементов одинаково (различие составляет <0,5%). Степени окисления элементов **Z**, **Y** и **X** в оксидах относятся как 1:0,5:0,25. Элемент **X** в периодической системе является первым металлом.

- a) Что за металл элемент **X**?
- b) Написать формулы оксидов элементов **Z**, **Y** и **X** и указать степени окисления элементов.
- c) Рассчитать атомные массы элементов i) **Y** и ii) **Z** и написать названия этих элементов.
- d) Найти процентное содержание кислорода в оксидах элементов i) **X**; ii) **Y** и iii) **Z**. Атомные массы взять из таблицы. Ответ дать с точностью до трех значащих цифр.

9 б

2. При горении простого вещества **A** получили газ **B**, молекула которого в два раза тяжелее молекулы кислорода. При абсорбции газа **B** в растворе $\text{Ca}(\text{OH})_2$ получили прозрачный раствор вещества **C**. К этому раствору прилили раствор Na_2S , в результате чего образовался осадок **D**. Осадок в растворе не исчезает, если прилить концентрированный раствор серной или концентрированный раствор азотной кислоты. Если обработать 6,00 г осадка вещества **D** раствором соляной кислоты, то весь химический элемент **A**, которого в молекуле осадка **D** только один атом, выделяется в виде газа **B** объемом 1,12 дм³.

- a) Написать уравнения реакций: i) $\text{A} \rightarrow \text{B}$, ii) $\text{B} \rightarrow \text{C}$.
- b) i) Найти молярную массу вещества **D**; ii) дать его формулу и название.
- c) Написать схему реакции (исходное вещество и продукт), если осадок **D** обработать i) концентрированным раствором серной кислоты; ii) концентрированным раствором азотной кислоты.
- d) Написать уравнение реакции: вещество **C** + $\text{Na}_2\text{S} \rightarrow$

8 б

3. Азотная кислота и все ее соли очень хорошо растворяются в воде. Однако возможно такое, что при прибавлении азотной кислоты к водному раствору образуется осадок.

- a) Почему в растворе $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ образуется осадок, если прилить i) раствор HCl ; ii) раствор HNO_3 ? Написать уравнения реакций.
- b) Если прибавить аммиак к осадку AgCl , то образуется растворимый $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$. Написать уравнение реакции, объясняющее, почему снова образуется осадок при приливании раствора HNO_3 .
- c) При приливании к раствору Na_2S соляной кислоты осадка не образуется, но при приливании раствора HNO_3 осадок образуется. Образовавшийся осадок растворяется при кипячении с концентрированным раствором азотной кислоты. Написать уравнения реакций: i) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow$; ii) образовавшийся осадок + $\text{HNO}_3 \rightarrow$; iii) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} \rightarrow$

8 б

4. Свирепый трехглавый дракон, у которого чешуя толщиной 5,00 см состоит в основном из кристаллов KMnO_4 , похитил прекрасную принцессу Клеопатру Андетту Василису. Бесстрашный рыцарь Роланд де Кастор облачился в

стальные кольчугу и шлем, оба толщиной 3,00 мм, которые достались ему еще от прадеда, взял меч, покрытый кристаллами Na_2SO_3 , и отправился на битву с драконом. Чтобы одолеть дракона, он должен уничтожить кристалл KMnO_4 размером $5,00 \text{ cm}^2$ на груди дракона (концентрация KMnO_4 в кристалле $0,0127 \text{ моль/см}^3$). При каждом ударе меча на чешую дракона попадает $1,50 \text{ ммоль Na}_2\text{SO}_3$, которые полностью реагируют на покрытой серноокислой слизью чешуе. У драконов сильно развит инстинкт самосохранения, поэтому каждая голова дракона выплевывает в ответ на каждый удар рыцаря 50 cm^3 $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ раствора HNO_3 (т.е. слюна дракона). В каждой атаке участвуют одновременно 3 головы дракона. Рыцарь терпит поражение, если в его шлеме протравливается пробоина величиной по крайней мере 10 cm^2 . 60% атак дракона достигает цели, у Роланда - 70%. Плотность железа $7,8 \text{ г/см}^3$. Степень окисления Mn изменяется на пять, азота - на восемь, серы - на две и железа - на три единицы. В результате атаки дракона образуется две соли.

- a) Написать уравнение реакции: i) меч рыцаря + чешуя дракона; ii) слюна дракона + железный шлем рыцаря.
- b) Сколько ударов нужно сделать рыцарю для победы?
- c) Сколько ответных атак нужно сделать дракону для победы?
- d) Кто победил? Сколько ударов (атак) поверженному не хватило для победы?

12 6

5. В баллоне сжиженного газа 21,0 кг бутана (C_4H_{10}). В природном газе по объему 97,7% метана, 0,9% этана, 0,3% пропана и 1% азота. Для упрощения расчетов предположить, что природный газ состоит на 99,0% из метана (CH_4) и на 1,0% из азота. Теплоты сгорания водорода, углерода, метана и бутана равны соответственно -242 ; -394 ; -802 ; -2655 кДж/моль . При приведенных величинах вода не сконденсирована.

- a) i) Написать уравнение реакции сгорания бутана и ii) рассчитать энергию, которая выделяется при сгорании 21,0 кг бутана.
- b) i) Написать уравнение реакции сгорания метана. Рассчитать объем природного газа ii) зимой ($-20 \text{ }^\circ\text{C}$) и iii) летом ($+20 \text{ }^\circ\text{C}$), при сгорании которого выделяется столько же теплоты, как и при сгорании одного баллона бутана. Теплоемкостью газа пренебречь.
- c) i) Написать уравнение образования метана и ii) рассчитать энергию образования метана, которая равна разности энергий сгорания исходных веществ и конечных продуктов.

11 6

6. При нагревании 1,0000 г безводной смеси KNO_3 , NaNO_3 и $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ масса уменьшилась до 0,7106 граммов. Полученный остаток растворили в избытке смеси растворов NH_4Cl и HCl . Раствор упарили и остаток высушили до постоянной массы. Масса смеси солей составляла 0,7195 г.

- a) Написать уравнения реакций термического разложения солей.
- b) Написать уравнения реакций и описать процессы, которые происходят в результате обработки полученного после нагревания остатка смесью растворов NH_4Cl и HCl и последующего за этим упаривания и высушивания.
- c) Обозначив $m(\text{KNO}_3) = x$; $m(\text{NaNO}_3) = y$; $m[\text{Zn}(\text{NO}_3)_2] = z$ и используемые молярные массы через $M(\text{KNO}_3)$ и т.д., составить три уравнения, с помощью которых можно выразить x , y и z .

12 6