

## 9 класс

### Задание 1.

#### *А на том берегу*

Образец породы, отобранный на берегу Волги вблизи Камско-Устьинского гипсового рудника, состоит из двух нерастворимых в воде веществ **P** и **Q**. Бинарное соединение **P** можно перевести в раствор действием плавиковой кислоты либо сплавлением со щёлочью. Соединение **Q** легко растворимо во многих кислотах.

Для анализа состава 22.00 г образца обработали уксусной кислотой, при этом выделилось 4.44 л (н.у.) бесцветного газа **R** массой 8.73 г и образовался раствор соли **S** над осадком **P**, масса которого после отделения и высушивания составила 2.15 г.

1. Определите массовые доли **P** и **Q** в исследуемой породе.
2. Определите вещества **P**, **Q**, **R**, **S**. Ответ подтвердите расчётами.
3. Запишите уравнения реакций растворения **P** в плавиковой кислоте и сплавления со щёлочью.

### Задание 2.

#### *Процессы и превращения*

Метод термогравиметрии позволяет изучать изменение массы образца в ходе его нагревания. Этот метод позволяет изучать превращения, протекающие при нагревании химических веществ на воздухе: разложение, отщепление кристаллизационной воды, окисление и сгорание. В приведённой таблице приведены данные термогравиметрического анализа пяти веществ (уменьшение исходной массы образца после нагревания в процентах) и тип протекающего процесса:

Исходное вещество	Потеря массы	Процесс
<b>I</b>	6.90%	Разложение оксида металла до простых веществ
<b>II</b>	9.45%	Разложение пероксида металла до оксида
<b>III</b>	44.0%	Разложение карбоната металла до оксида металла без изменения степеней окисления элементов
<b>IV</b>	51.4%	Разложение нитрата металла с образованием только двух оксидов и изменением степени окисления металла
<b>V</b>	15.7%	Отщепление от соли металла 1,5 молекул кристаллизационной воды

Известно, что два из пяти веществ содержат один и тот же металл.

1. Определите вещества I-V, ответ подтвердите расчётом. Запишите уравнения реакций разложения.
2. Термогравиметрические анализаторы обычно могут нагревать образцы до температур 1000–1700 °С. Какие из веществ I-V могут продолжать терять массу при более сильном нагревании?

### Задание 3.

#### *Геометрические тела*

На столе лежит три образца металлов в виде:

- куба с длиной ребра  $a$ ;
- шара, радиус которого равен длине ребра куба;
- цилиндра, диаметр основания и высота которого равны длине ребра куба.

Известно, что один из них изготовлен из бериллия (плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>), другой из алюминия (плотность 2,70 г/см<sup>3</sup>), а третий из магния (плотность 1,74 г/см<sup>3</sup>).

Все три образца поместили в избыток 10% раствора NaOH. Самый большой объем водорода выделился при растворении цилиндра. Известно, что при растворении в избытке соляной кислоты наибольший объем водорода выделился бы из другого образца.

1. Запишите уравнения реакций, протекающих при растворении указанных металлов в растворе гидроксида натрия и в растворе соляной кислоты. Если реакция не идёт, укажите это.
2. Установите, из какого металла выполнена каждая из фигур.
3. Во сколько раз суммарный объем водорода (н.у.), который может выделиться при растворении всех образцов в соляной кислоте, превышает суммарный объем всех образцов?

Перед экспериментом все три фигуры взвесили вместе, их масса составила 20.0 г.

4. Найдите длину ребра куба  $a$ .

Примечание: объем шара радиуса  $r$  вычисляется по формуле  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ .

### Задание 4.

#### *Простейшая реакция*

Несмотря на то, что горение водорода кажется простой реакцией, механизм этого процесса очень сложен и включает в себя огромное количество стадий. Каждую из стадий можно охарактеризовать величиной изменения энтальпии  $\Delta H$ . Рассмотрим упрощённую схему горения водорода (все частицы находятся в газообразном состоянии).

Реакция начинается в присутствии небольшого количества водяных паров. Молекулы воды диссоциируют согласно уравнению:



На следующей стадии гидроксильный радикал OH реагирует с молекулой водорода:



Радикалы водорода реагируют с молекулами кислорода:



Свободные атомы кислорода способствуют образованию новых радикалов, реагируя с водородом:



При столкновении свободные радикалы соединяются, образуя молекулы воды:



1. Чему равна энтальпия  $\Delta H_2$ , если энергия связи в молекуле водорода равна 436 кДж/моль?
2. Оцените энергию связи в молекуле кислорода. Примите, что энергии связи между кислородом и водородом одинаковы в воде и гидроксильном радикале.
3. Чему равны энтальпии  $\Delta H_4$  и  $\Delta H_5$ ?
4. Вычислите молярную энтальпию сгорания водорода.