

## 9 класс

### Задача 9-1

Основным компонентом удобрения «двойной суперфосфат» является моногидрат дигидрофосфата кальция. Образец этого вещества подвергли медленному нагреванию, отслеживая ступенчатое изменение его массы. Полученные данные термогравиметрии (зависимости массы вещества от температуры прогрева) представлены в таблице:

Масса твердого остатка, г	Температура, °С
98,0	20
91,0	110
77,0	200
49,4	900
40,2	1200

- Составьте уравнения реакций, протекавших при нагревании образца соли, и назовите образующиеся при этом продукты. Свой ответ подтвердите расчетом.*
- Что произойдет, если нагревание продолжить до температуры выше 1700 °С?*
- Необычная соль, напоминающая одно из соединений, образующихся при нагревании двойного суперфосфата, может быть получена при нагревании эквимолярной смеси оксида натрия и нитрата натрия в серебряном тигле в течение недели. Массовая доля натрия в этой соли составляет 47%. Установите формулу соли и назовите ее.*
- Приведите структурную формулу аниона соли из п. в)*

### Задача 9-2

Химик Вася, кроме химии, увлекался еще и спелеологией. Из одной из своих экспедиций он привез бутылку воды, которую набрал из пещерного озера. Вася решил проанализировать эту воду и провести качественные реакции, чтобы определить, какие ионы в ней содержались. По результатам анализа химик понял, что в воде содержатся ионы магния, натрия, калия, хлорид и сульфат ионы.

- Приведите сокращенные ионные уравнения всех качественных реакций, которые химику необходимо было бы провести, чтобы доказать, что в составе воды находились именно хлорид- и сульфат-ионы. Свой ответ поясните.*

Завершив качественный анализ, Вася приступил к количественному. Сначала химик определил концентрацию хлорид-ионов в воде методом осадительного титрования. На титрование 5 см<sup>3</sup> воды ушло 16,5 см<sup>3</sup> 0,01 М AgNO<sub>3</sub>.

Затем химик отобрал аликвоту воды объемом 500 см<sup>3</sup>, поместил в фарфоровую чашку и выпарил ее досуха. Масса полученного безводного солевого остатка составила 1,59 г. Этот остаток химик растворил в 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. К полученному раствору он добавил избыток раствора нитрата бария, в результате чего образовалось 0,932 г белого осадка. Осадок химик отделил фильтрованием, а к фильтрату добавил избыток раствора гидроксида натрия, что привело к выпадению 0,144 г белого осадка.

- б) Рассчитайте молярные концентрации всех ионов в исходной воде из пещерного озера.*
- в) Приведите сокращенные ионные уравнения всех реакций, протекавших в ходе анализа.*

### **Задача 9-3**

Неизвестный углеводород **Y** (температура кипения около 70 °С) массой 33,28 г подвергли хлорированию на свету, в результате чего реакция прошла неполностью, а полученная сразу после завершения облучения газовая смесь при 200 °С и давлении 0,9 атм занимала объем 47,45 дм<sup>3</sup>. Эту смесь охладили до комнатной температуры, в результате чего сконденсировалась жидкость массой 44,62 г. Оставшаяся газовая смесь количественно поглотилась горячим 15%-ным по массе раствором NaOH объемом 247,4 см<sup>3</sup> с плотностью 1,164 г/см<sup>3</sup> с образованием раствора, имеющего нейтральную среду.

- а) Рассчитайте состав (в мольных долях) газовой смеси, которая была поглощена раствором щелочи. Приведите уравнения реакций, протекавших при пропускании газовой смеси в раствор щелочи.*
- б) Приведите молекулярную формулу **Y**. Свой ответ подтвердите расчетом.*
- в) Приведите одну из возможных структурных формул **Y** и уравнение реакции его хлорирования, если известно, что **Y** не реагирует с хлорной водой.*

### **Задача 9-4**

Смесь двух нитратов щелочных металлов **XNO<sub>3</sub>** и **YNO<sub>3</sub>** общей массой 30,00 г, в которой соотношение масс нитратов составляет 1:1, подвергли термическому разложению до постоянной массы. Полученный твердый осадок представляет собой смесь соли металла **X** и оксида металла **Y**, а объем выделившейся при нагревании смеси газообразных продуктов составил 10,20 дм<sup>3</sup> (н.у.). Если провести нагревание в тех же условиях навески 9 класс. Теоретический тур. Задачи. Вариант 2

$XNO_3$  с массой, равной массе  $XNO_3$  в исходной смеси нитратов, то объем выделившегося простого газообразного вещества составит  $1,663 \text{ дм}^3$  (н.у.). При нагревании в тех же условиях  $YNO_3$  плотность по воздуху смеси выделяющихся простых веществ составит 1,064.

- а) *Приведите название соли металла X, образующейся при термическом разложении  $XNO_3$ . Какова степень окисления азота в данном соединении? Какую форму имеет анион данной соли? Приведите химическую формулу и название кислоты, соответствующей данной соли. Какова структурная формула данной кислоты?*
- б) *Запишите схемы химических реакций, происходящих при нагревании  $XNO_3$  и  $YNO_3$  в соответствии с данными из условия задачи. Расставьте в них необходимые коэффициенты.*
- в) *Установите металлы X и Y. Приведите все необходимые расчеты.*

### **Задача 9-5**

Концентрация вещества в растворе может выражаться различными способами. Наряду с молярной концентрацией и массовой долей широко, особенно в области медицины и фармации, используется выражение содержания растворенного вещества в промилле (‰). Например, в промилле принято выражать содержание этилового спирта в крови человека.

Количественно содержание спирта в крови может быть определено с помощью окислительно-восстановительного титрования пробы крови дихроматом калия в присутствии серной кислоты. В данной реакции спирт окисляется до углекислого газа.

- а) *Запишите уравнение реакции, протекающей в процессе титрования, в молекулярном и ионном виде. Как изменяется цвет титруемого раствора в процессе титрования?*
- б) *Образец, подготовленный из крови массой 20,00 г, оттитровали 0,050 М раствором дихромата калия. Цвет титруемого раствора изменился после добавления к титруемому раствору  $7,75 \text{ см}^3$  титранта. Рассчитайте содержание спирта в образце крови. Ответ приведите в промилле, учитывая, что промилле составляет одну тысячную долю, или 1/10 процента по массе.*
- в) *Считается, что человек находится в состоянии алкогольного опьянения, если содержание этилового спирта в его крови превышает 0,3‰. Можно ли, основываясь на результатах титрования, утверждать о наличии состояния алкогольного опьянения у человека, кровь которого была исследована?*

Для быстрого установления присутствия спирта в организме используют контроль его содержания в выдыхаемом воздухе. Такой контроль проводится с помощью алкотестеров, которые представляют собой одноразовые стеклянные индикаторные трубки, заполненные специальным реагентом, способным изменять цвет при наличии в выдыхаемом воздухе, пропускаемом через трубку, паров этилового спирта.

- а) Как изменяется цвет наполнителя индикаторной трубки в присутствии паров спирта в выдыхаемом воздухе, если в качестве реагента чаще всего используют силикагель, обработанный оксидом хрома(VI) и концентрированной серной кислотой.*
- б) Запишите уравнение реакции, приводящей к изменению цвета наполнителя трубки, если одним из продуктов реакции является этаналь.*
- в) Приведите химическую формулу силикагеля. Каково назначение силикагеля в индикаторной трубке?*