

9 класс

Задание 1.

X – один из наиболее распространённых минералов натрия, а **Y** – калия, эти вещества содержат общий элемент. В природе также встречается минерал **Z**, представляющий собой механическую смесь **X** и **Y** переменного состава.

1. Приведите формулы и названия минералов **X**, **Y** и **Z**.

В минерале **Z** определенного состава (обозначим его **Z1**) массовая доля одного из элементов составляет 50.0 %.

2. Запишите состав **Z1** в виде мольных долей **X** и **Y**. Если таких составов возможно несколько, найдите их все.

Минерал **Z** другого состава – **Z2** – был изучен методом гравиметрического анализа. Образец **Z2** массой 0.50 г растворили в воде и добавили избыток раствора нитрата серебра. Выпавший осадок отфильтровали, высушили и взвесили; его масса составила 1.00 г.

3. Запишите состав **Z2** в виде мольных долей **X** и **Y**. Напишите уравнение реакции или реакций, протекающих в ходе анализа.

Соли **X** и **Y** растворяются в воде с небольшим эндотермическим эффектом. Так, при растворении в 80.0 мл воды 2.00 г **Y** температура понизилась на 1.372 °С. Далее теплоёмкость всех растворов примите равной 4.2 Дж/(мл·°С), а плотность – равной плотности воды (1 г/мл).

4. Рассчитайте удельную (на 1 г) и мольную теплоту растворения **Y** в воде.

5. На сколько градусов понизится температура раствора при растворении 2.00 г **X** в 80.0 мл воды, если его теплота растворения составляет –5.1 кДж/моль?

При растворении навески минерала **Z** состава **Z3** массой 3.50 г в воде объёмом 90.0 мл температура раствора понизилась на 1.000 °С.

6. Запишите состав **Z3** в виде мольных долей **X** и **Y**.

Задание 2.

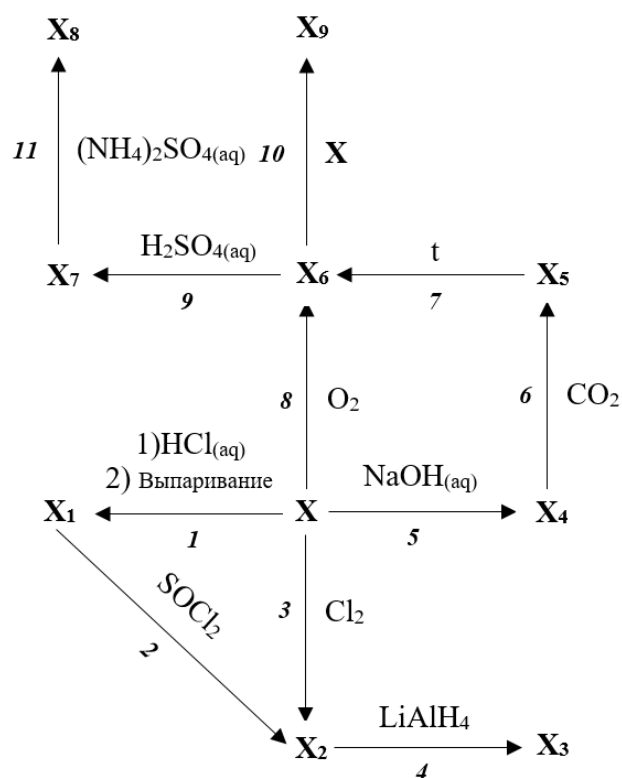
Название элемента **X** тесно связано с Францией. Интересно, что ещё до открытия его существование было предсказано Д.И. Менделеевым на основании периодического закона. При этом Дмитрий Иванович не только

предугадал существование «экаалюминия», но и достаточно точно предсказал его атомный вес, плотность и температуру плавления.

На схеме приведена цепочка химических превращений, включающая простое вещество, образованное элементом X , а также его соединения X_1 – X_9 .

Дополнительно известно следующее:

- Соединение X_1 является гексагидратом;
- Соединение X_8 относится к типу квасцов и содержит 14.11 % X по массе. Квасцы – двойные сульфаты с общей формулой $M^I M^{III} (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, где M^I и M^{III} – однозарядный и трёхзарядный катион, соответственно;
- Тионилхлорид ($SOCl_2$) применяется как обезвоживающий агент;
- X_3 представляет собой газ, молекула которого содержит 8 атомов; он образуется при значительном охлаждении реакционной смеси и разлагается при небольшом нагревании.



1. Установите элемент X и формулы соединений X_1 – X_9 .
2. Запишите уравнения реакций превращений, приведённых на схеме (11 реакций).

Задание 3.

Соль X – желтоватое, крайне нестабильное вещество, частично разлагающееся уже при комнатной температуре. При небольшом нагревании X полностью разлагается без образования твёрдого остатка. Если в охлажденный вакуумированный контейнер объёмом 1.00 л поместить 1.00 г соли X и нагреть до 150 °С, то давление в сосуде составит 1162 мм рт. ст.

1. Рассчитайте количество вещества, плотность и среднюю молярную массу продуктов разложения X .
2. Установите формулу соли X и напишите уравнение реакции её разложения.

Y – один из продуктов неполного разложения X, соль, которая имеет одинаковый с X элементный состав и при нагревании также разлагается без образования твёрдого остатка.

3. Установите формулу Y.

4. До какой температуры необходимо нагреть вакуумированный сосуд, содержащий 1.00 г твёрдой соли Y, чтобы в нём установилось такое же давление, как в описанном выше опыте по разложению X?

Справочная информация:

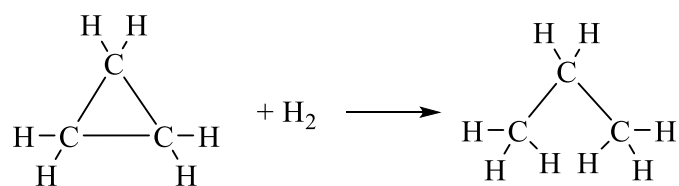
Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = nRT,$$

где p – давление, V – объём, n – количество вещества, R – универсальная газовая постоянная ($8.314 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ K}^{-1}$), T – абсолютная температура.

Задание 4.

Циклическое органическое соединение циклопропан присоединяет водород с образованием пропана:

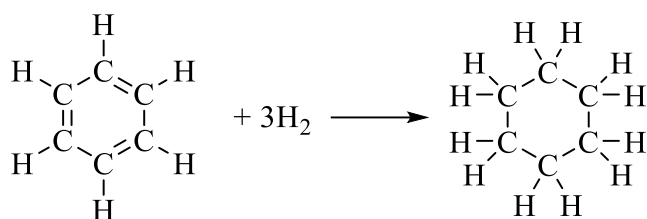


1. Рассчитайте теплоту этой реакции, используя: а) стандартные теплоты образования участников реакции ($Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_6) = -53 \text{ кДж/моль}$, $Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_8) = 105 \text{ кДж/моль}$); б) средние значения энергий связей для ациклических углеводородов.

Основная причина, по которой рассчитанные двумя разными способами теплоты реакции различаются, заключается в том, что С–С связи в молекуле циклопропана сильно искажены из-за образования цикла, поэтому их энергия заметно отличается от энергии обычной С–С связи.

2. Пользуясь расчётами из вопроса 1, рассчитайте энергию искажённой С–С связи в циклопропане.

Другое циклическое органическое соединение, бензол, присоединяет водород с образованием циклогексана:



3. Рассчитайте теплоту этой реакции, используя: а) стандартные теплоты сгорания участников реакции ($Q_{\text{сгор}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 3300$ кДж/моль; $Q_{\text{сгор}}(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 4200$ кДж/моль; $Q_{\text{сгор}}(\text{H}_2) = 286$ кДж/моль); б) энергии связи.

Хотя в случае бензола и циклогексана не происходит искажения связей, как в случае циклопропана, результаты расчёта здесь тоже различаются. Это происходит из-за того, что объединённая в цикл система С–С и С=С связей стабильнее изолированных связей за счёт эффектов сопряжения и ароматичности. Этот энергетический выигрыш называют энергией стабилизации ароматического соединения.

4. Пользуясь расчётами из вопроса 3, рассчитайте энергию стабилизации бензола.

5. Оцените величины $Q_{\text{обр}}(\text{C}_6\text{H}_{12})$ и $Q_{\text{сгор}}(\text{C}_3\text{H}_6)$.

Справочная информация:

Средние значения энергии некоторых связей (в кДж/моль).

С–С	С=С	С–Н	Н–Н
350	610	410	436