

11 класс

Задание 1.

Серебристо-белый металл **М**, взаимодействуя с газами **А** и **В**, которые могут быть получены при электролизе водного раствора серной кислоты (*Реакция 1*), образует бинарные соединения **С** и **Д**, соответственно (*Реакции 2 и 3*). Оба этих соединения растворяются в горячей воде с выделением газа и образованием раствора вещества **Е** (*Реакции 4 и 5*). Этот раствор может быть также получен при растворении в воде самого металла **М**, реакция в этом случае протекает очень бурно и также сопровождается выделением газа (*Реакция 6*). Теоретически при растворении 1,00 г **М** может быть получено 0,487 л газа (н.у.). При растворении **Д** в холодной воде протекает реакция, которая не сопровождается выделением газа (*Реакция 7*).

1. Установите металл **М** и неизвестные соединения **А-Е**.
2. Приведите уравнения реакций 1–7.

Если в уравнениях реакций 1–7 металл **М** заменить на его соседей по группе сверху **Л** и снизу **Н**, то они останутся верными. Однако одна из реакций в случае с этими соседями протекает лишь как побочный процесс при взаимодействии соответствующих исходных веществ, а большая их часть реагирует по-другому.

3. Укажите эту реакцию. Запишите уравнения реакций, протекающих преимущественно в случаях с **Л** и **Н**.

Задание 2.

Современная химия находится в активном поиске альтернативы традиционным проводникам, используемым в литий-ионных аккумуляторах. Сегодня чаще всего используется соль лития **А**, растворенная в полярных органических растворителях. Известно, что **А** при прокаливании уменьшается в массе в два с половиной раза (*реакция 1*), выделяя чистое газообразное простое вещество, а при взаимодействии с раствором хлорида калия образует белый осадок (*реакция 2*).

1. Определите формулу соли **А**. Запишите уравнения *реакций 1 и 2*.

Перспективными считаются суперионные проводники на основе щелочного металла **М**, за которыми закрепилось сокращение NASICON. Вещество **Б**, относящееся к этому семейству, содержит кроме **М** также элементы **Х**, **У** и кислород.

Простое вещество, образованное элементом **Х**, при взаимодействии со фтором образует газ **Х₁**, при поглощении которого раствором плавиковой

кислоты HF (*реакция 3*) и добавлении затем раствора нитрата бария выпадает осадок X₂ (*реакция 4*), содержащий 49,15% Ba и 40,80% F по массе. При поглощении же X₁ напрямую гидроксидом бария осаждаются X₂ и X₃ (*реакция 5*). X₃ представляет собой кислородсодержащую соль, которая есть в находящейся перед вами таблице растворимости.

Простое вещество, образованное элементом Y, весьма инертно, но при нагревании его порошка в атмосфере кислорода или в парах галогенов Y образует бинарные соединения: с иодом – Y₁, с кислородом – Y₂, причем одинаковые массы Y₁ и Y₂ содержат отличающиеся в 4,86 раз массы Y. Кроме того, простое вещество, образованное Y, растворимо в смеси концентрированных азотной и плавиковой кислот (*реакция 6*), а Y₂ – в плавиковой кислоте (*реакция 7*), причем в обоих случаях образуется комплексная кислота с координационным числом центрального атома, равным 7.

Высокотемпературным сплавлением 1,310 г соли В с 1,114 г оксида элемента X и 1,523 г Y₂ можно получить 3,403 г Б, при этом образуется также газ, занимающий объём 277 мл при н.у. (*реакция 8*).

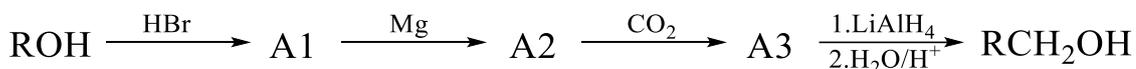
2. Определите вещества X₁ – X₃, Y₁ и Y₂, Б и В. Формулы веществ обоснуйте расчетом.

3. Запишите уравнения *реакций 3 – 8*.

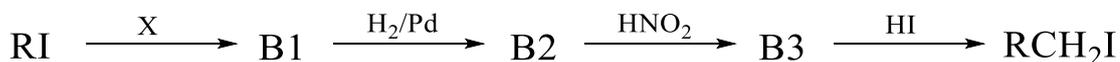
Задание 3.

Методы наращивания углеродного скелета имеют огромное значение для современной органической химии. Некоторые наборы подобных реакций позволяют удлинять углеродную цепь практически неограниченное число раз. Ниже представлено два способа удлинения углеродной цепи на 1 атом углерода исходя из спирта (ROH) или алкилиодида (RI):

Способ А:



Способ В:



Известно, что продукт в каждом из способов может быть вновь вовлечён в цепочку наращивания углеродной цепи по способу А или В, а X – неорганическая соль, содержащая 46,9 % натрия по массе.

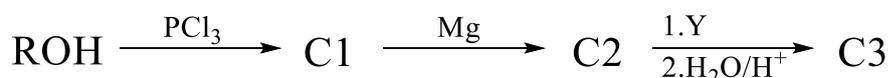
1. Приведите в общем виде структурные формулы соединений А1-А3 и В1-В3, а также соли X, используемой для наращивания углеродной цепи в способе В.

Предположим, что способ А использовали для превращения метанола в $C_{101}H_{203}OH$, и из 1,00 г метанола был получен только 1,00 г целевого продукта. Пусть выход относительно теоретического в цепочке реакций при получении каждого гомолога из его предшественника по способу А одинаков и равен η .

2. Рассчитайте величину η .

Некоторые способы позволяют удлинять углеродную цепь сразу на два атома. Примером такого способа является способ С.

Способ С:



Известно, что Y представляет собой органическое соединение, которое может быть в одну стадию получено из этилена или 2-хлорэтанола-1.

3. Приведите структурные формулы соединений C1-C3 (в общем виде) и реагента Y.

4. Запишите схемы реакций, позволяющих получить Y из описанных веществ.

Задание 4.

Изомерные углеводороды В и С с брутто-формулой C_4H_8 могут быть получены из углеводорода А по следующим реакциям:



1. Приведите структурные формулы соединений А, В и С.

В присутствии катализаторов возможно установление равновесия между В и С в реакции изомеризации. При температуре 29 °С количество более стабильного изомера в равновесной смеси втрое превосходит количество менее стабильного, а при температуре 123 °С – только вдвое.

2. Какое из соединений – В или С – является более устойчивым при комнатной температуре?

3. Рассчитайте значения константы равновесия реакции изомеризации $B = C$ при температурах 29 и 123 °С.

4. Определите изменение энтальпии $\Delta_r H^\circ$ и изменение энтропии $\Delta_r S^\circ$ реакции изомеризации В в С, считая их не зависящими от температуры.

5. При какой температуре содержание изомеров в равновесной смеси будет одинаковым?

Необходимые формулы:

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$$

$$\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - T\Delta_r S^\circ$$