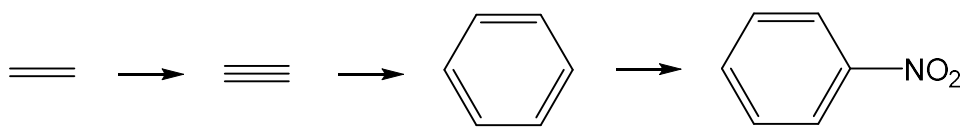


БИБН 2022-23
«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ФИНАЛЬНЫЙ ТУР
(5 февраля 2023 года)

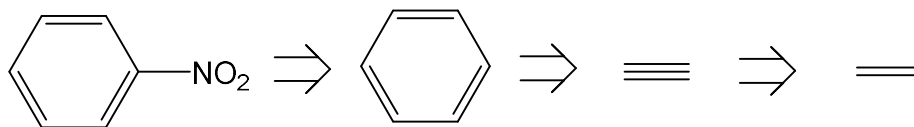
11 класс

Задача 11-1

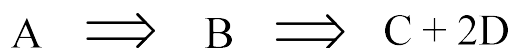
В 1990 г. известный органик синтетик Элайас Кори (США) получил Нобелевскую премию по химии за разработку ретросинтетического анализа. Это такой подход к планированию органического синтеза, когда целевое сложное вещество постадийно «превращается» в более простые предшественники. Например, 3-стадийный метод получения нитробензола из этилена может быть представлен как привычной цепочкой органического синтеза:



так и цепочкой ретросинтетического анализа:



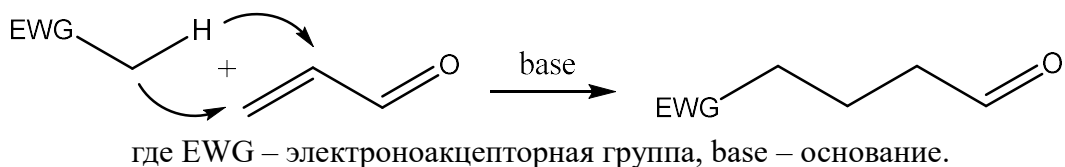
Расшифруйте схему ретросинтетического анализа для получения 1,1,7,7-тетра(аминокарбонил)гептан-4-имина А (C₁₁H₁₉N₅O₄) в 2 стадии из исходных С и D через промежуточный продукт В (C₁₅H₂₂O₉):



Определите структурные формулы А, В, С, D. Превращение В в А происходит при нагревании с аммиаком под давлением.

Одно из исходных веществ (С или D) имеет формулу C₅H₈O₄ и способно гидролизоваться горячим водным раствором NaOH с выделением 2 моль метанола. Другое исходное вещество содержит все атомы углерода в sp²-гибридном состоянии, не реагирует с реактивом Толленса [Ag(NH₃)₂]OH, но может присоединить до 2 моль брома при обработке бромной водой. При полном сгорании 10.25 г этого вещества выделяются только 6.75 г воды и 27.5 г CO₂. Если 1 моль паров этого вещества разбавить в 2 раза водородом, то полученная смесь будет иметь плотность по водороду 21.

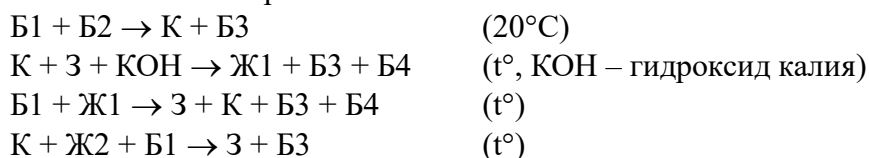
Взаимодействие соединений С и D представляет широко распространенную реакцию Михаэля (нуклеофильное присоединение СН-реагента, активированного имеющимися в молекуле рядом с С-Н связью одной или несколькими электроноакцепторными группами, к α,β-непредельному карбонильному соединению в присутствии основания в качестве катализатора):



Напишите уравнения для каждой стадии получения вещества А и для указанных выше реакций с участием водной щелочи и брома.

Задача 11-2

Концентрированные водные растворы соединений Б1 [бинарное вещество, $\omega(\text{H}) = 1.235\%$] и Б2 [$\omega(\text{H}) = 0.775\%$] при 20°C реагируют с образованием соединений К (простое вещество) и Б3 [бинарное вещество, $\omega(\text{H}) = 11.11\%$]. Молярные массы веществ Б1, Б2, Б3 относятся как 4.500:7.167:1.000. Расшифруйте вещества, составьте уравнения четырех окислительно-восстановительных реакций, протекающих в водной среде. Цвета веществ: К – красное, Ж1 и Ж2 – желтые, З – зеленое, Б1, Б2, Б3, Б4 – бесцветные. Из всех веществ не растворяется в воде только Ж2, оно является кристаллогидратом – тетрагидратом гидроксида металла. Бинарные вещества Б4 и З – соли одной кислоты, причем массовые доли металлов в них отличаются в 1.84 раза.



Задача 11-3

Металл X массой 1.44 г сплавил в муфельной печи с твердым тугоплавким оксидом YO_n. При этом образовалась гомогенная смесь серого цвета массой 2.34 г, которая содержала лишь оксид металла X и продукт состава YX_n, причем вещества прореагировали полностью. При действии на сплав разбавленной (10–15%-ной) соляной кислоты среди продуктов реакции обнаружены четыре вещества А₁–А₄, принадлежащие к одному гомологическому ряду и имеющие одинаковый качественный состав (два из которых при н.у. являются газами). Массовые доли элемента Y в этих соединениях составляют: 87.5%, 90.3%, 91.3%, 91.8% соответственно. Вещества А₁–А₄ очень легко загораются на воздухе, активно реагируют с водой и галогенами.

1. Расшифруйте элементы X, Y и вещества А₁–А₄, если известно, что эти соединения бинарные. Ответ подтвердите необходимыми расчетами.
2. На примере вещества А₂ опишите химические свойства этого класса соединений, подтвердив их уравнениями химических реакций, упомянутых в задаче.
3. Каково геометрическое строение и состояние гибридизации центрального атома в соединениях А₃ и А₄?
4. Какова общая формула гомологического ряда для соединений А₁–А₄?

Задача 11-4

Во время электролиза 50%-ного раствора хлорной кислоты в течение 1 часа 15 минут при силе тока 2А на аноде выделилось 516 мл газовой смеси 1 (температура 298К, нормальное давление). Газовую смесь пропустили через избыток подкисленного водного раствора KI, на титрование выделившегося йода пошло 5.00 мл 0.2 моль/л раствора тиосульфата натрия. Если начальную смесь 1 ввести в реакцию с газом, который выделился на катоде, то образуется чистая вода (при этом наблюдается очень сильный взрыв), а газы из смеси 1 и катода реагируют полностью.

1. Установите качественный и количественный состав (в мол. %) газовой смеси 1, если в нее входят два компонента.
2. Запишите уравнения процессов, которые происходят на электродах. Какой газ выделяется при этом на катоде? Рассчитайте его объем.
3. Рассчитайте выходы продуктов на каждом из электродов.
4. Почему для проведения анализа использовали именно подкисленный раствор KI? Запишите уравнения реакций, протекающих при пропускании газовой смеси 1 через избыток подкисленного раствора KI и титровании выделившегося йода.