

3. В 1968 году был описан первый представитель (**X**) до того времени неизвестного класса металлоорганических соединений. Эксперимент был описан так: к интенсивно-желтому раствору, полученному путем реакции циклооктатетраена с калием в сухом тетрагидрофуране (THF) без доступа кислорода при -30°C (реакция 1), добавляют раствор тетрахлорида металла в THF при 0°C (реакция 2). После перемешивания в течение ночи добавляют дегазированную воду и отфильтровывают зеленые кристаллы **X**. Продукт термически стабилен и возгоняется при 180°C (0.03 мм. рт. ст.). Структура продукта была установлена на основании масс-спектра, в котором содержатся пики высокой интенсивности при m/e 446 (молекулярный ион), 342 и 104. Зеленые кристаллы исключительно пирофорны, однако аккуратное пропускание воздуха через их раствор в THF приводит к количественному образованию коричнево-черного продукта (**Y**) (реакция 3) с массовым содержанием металла 88.15%, при этом выделение газов не происходит. Дальнейшее изучение продукта **X** различными методами показало, что его молекула имеет ось вращения 8 порядка.

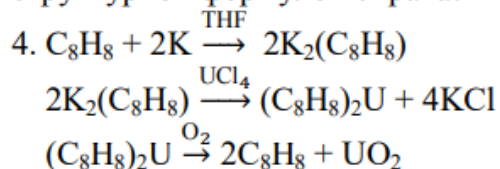
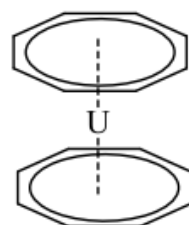
- 1) Установите металл, тетрахлорид которого был использован в синтезе.
- 2) Какое, по Вашему мнению, вещество содержалось в интенсивно-желтом растворе, участвовавшем в реакции?
- 3) Предложите строение молекулы вещества **X**.
- 4) Напишите уравнения реакций 1 – 3.

№ 3

1. Очевидно, что коричнево-черный продукт (**Y**) представляет собой оксид металла. Эквивалентная масса этого металла равна $\Xi(\text{M}) = \frac{\omega(\text{M})}{\omega(\text{O})} \Xi(\text{O}) = \frac{88,15}{11,85} 8,0 = 59,5$. Это значение соответствует атомной массе урана – 238 (при степени окисления +4).

2. Реакция СОТ с калием должна привести к его восстановлению с образованием ароматического аниона $\text{C}_8\text{H}_8^{2-}$. (Этот процесс аналогичен образованию ароматического циклопентадиенильного аниона.

3. Для определения вещества **X** можно использовать данные масс-спектрометрии. Очевидно, что массы пиков включают массу атома урана. Тогда можно вычислить разность $342 - 238 = 104$ и $446 - 238 = 208$ (2×104). Масса 104 соответствует остатку C_8H_8 . В этом случае формула **X** будет $(\text{C}_8\text{H}_8)_2\text{U}$. Наличие у молекулы **X** оси вращения 8 порядка говорит о том, что она имеет форму либо восьмиугольной призмы, либо восьмиугольной пирамиды. В последнем случае строение **X** может быть представлено структурной формулой справа:



Используемая литература: A. Streitwieser, Jr., U. Müller-Westerhoff. *J. Am. Chem. Soc.* **1968**, 90, 7364.

Рекомендации к оцениванию:

1.	Определение урана – 1.5 балла	1.5 балла
2.	Реакция СОТ с калием с образованием ароматического дианиона – 2 балла	2 балла
3.	Установление брутто-формулы X – 2 балла	2 балла
4.	Строение молекулы вещества X – 3 балла	3 балла
5.	Уравнения реакций по 0.5 балла	1.5 балла
ИТОГО:		10 баллов