

М. А. Рехтер, Б. А. Рехтер

## Реакция $\pi$ - доноров с $\alpha$ - частицами

$\alpha$ -частицы относятся к излучениям: в природных изотопах, имеют энергию 2 – 8 МэВ, скорость  $10^7$  м/с, длину пробега в воздухе несколько сантиметров. В то же время энергия химической связи не превышает 10эВ. Но при тщательном выборе условий такое взаимодействие осуществимо.

Источником получения  $\alpha$ -частиц являются комплексы, полученные из солей радия – 226 и полония – 210 и этилендиаминтетрауксусной кислоты  $H_4edta$ . Преимущество метода - процесс протекает в гомогенной среде. В модификации применяют чистые изотопы, лучше всего в измельчённом состоянии. После отделения изотопа фильтрованием продукт реакции выделяют хроматографическими методами. Подробности приведены в конце статьи.

Существуют четыре разновидности радиоактивного распада изотопов:  $\alpha$ -распад,  $\beta$ -распад и электронный захват, в которых одна часть молекул разрушается, другая часть выживает. Самым разрушительным является  $\alpha$  - распад, для которого до сих пор не разработан количественный метод определения соотношений между частями.

Из энциклопедии известно восстановление  $\alpha$  - частиц в вещество гелий кислородом воздуха. Выпущенная из вакуума в земную атмосферу  $\alpha$  - частица испытывает бесчисленное число столкновений с молекулами воздуха, реагирует только кислород. Потеря энергии и скорости сопровождается захватом электрона из молекулы кислорода. Образующийся катион-радикал гелия претерпевает аналогичные превращения. Различие между  $\alpha$ -частицей и катион-радикалом гелия заключается в потере излучения первой и превращением в гелий второго. Такой метод трудно приспособить к условиям проведения реакции в лаборатории.

Нами предложен оригинальный метод, основанный на применении тетратиафульвалена (ТТФ) и его аналогов в качестве  $\pi$ -доноров электронов.

Тетратиафульвален (ТТФ) рассматривается как непредельный углеводород с исключительно высокой электронной плотностью двойной связи. Наиболее характерными свойствами этих  $\pi$ -доноров является отдача электрона.

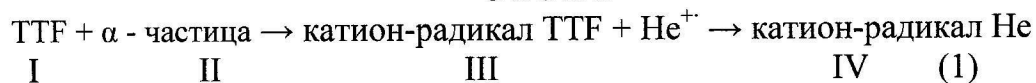
Тетрацианохинодиметан (TCNQ) и его аналоги относятся к реакционноспособным акцепторам, присоединяя  $\beta$  - частицу (электрон), они превращаются в устойчивые анион-радикалы. Ситуация очень напоминает упомянутую выше с  $\pi$ -донорами.

В холодном ацетонитриле (жидкость, используемая в качестве растворителя) из  $\pi$ -донора и  $\pi$ -акцептора образуется комплекс с переносом заряда в эквимольном соотношении:  $\pi$ -донор +  $\pi$ -акцептор ТТФ · TCNQ с электропроводностью, близкой для меди. Удивительнейшее явление – молекулярный комплекс, с переносом заряда, состоящий из атомов углерода, водорода, азота, серы, ведёт себя как проводник электрического тока. Такие комплексы получили название «органические металлы». Естественно они сразу привлекли внимание химиков и опубликовано уже очень большое количество статей, содержащих экспериментальные данные по изученным комплексам.. Нас интересуют различия в химических свойствах отдельно взятых  $\pi$ -доноров и  $\pi$ -акцепторов. Выбор прост: чем выше электропроводность каждого комплекса с переносом заряда, тем более реакционноспособными проявляют себя раздельно взятые компоненты.

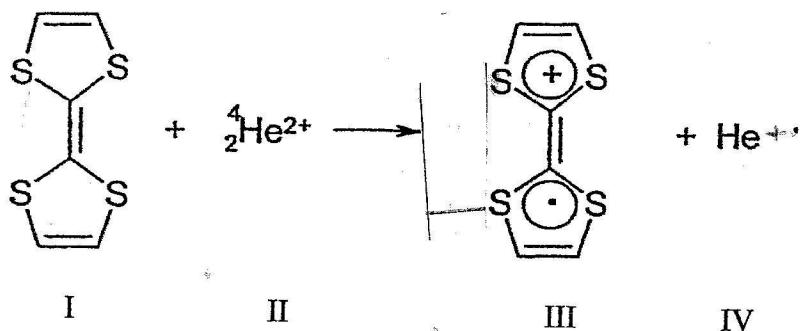
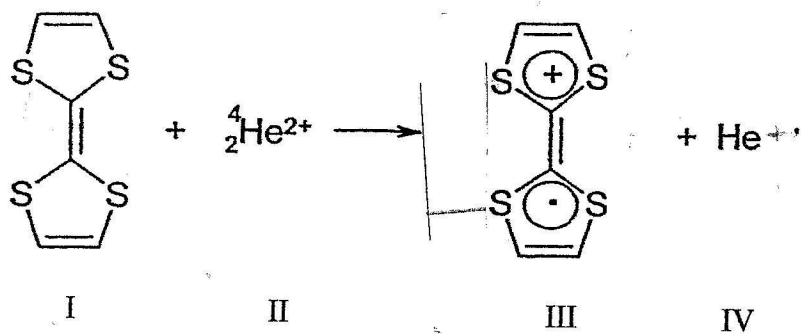
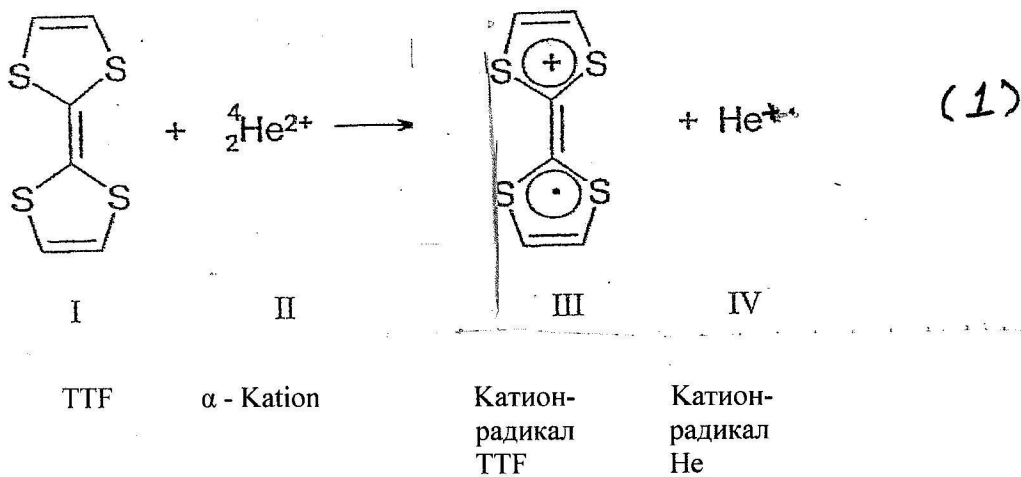
Для получения устойчивых  $\pi$ -доноров акцептор TCNQ заменён на  $\alpha$  - частицу – не менее мощный акцептор. Но при этом образование комплекса по типу, приведённому выше, не получилось: ТТФ +  $\alpha$  – частица  $\rightarrow$  ТТФ ·  $\alpha$  - частицу. Но результат оказался замечательный.

Такой же комплекс как из TTF · TCNQ в данном случае образоваться не способен из-за взаимодействия между TTF и  $\alpha$  - частицей. Последовательно акцептируя два электрона из двух молекул TTF или его аналогов, она превращает их в устойчивые катион-радикалы TTF, а сама выделяется в виде газа гелия.

С х е м а



Эти же уравнения в виде формул, характерных для органической химии. Формулы (2) совпадают.



Перед нами возникла одностадийная реакция превращения неустойчивой формы  $\pi$ -донора в очень устойчивую форму катион-радикала ТТФ. Причём, упрочнение молекулы достигается в условиях радиоактивного распада  $\alpha$  – частицы !

Данный метод особенно пригоден для количественного определения катион-радикалов ТТФ и его аналогов с целью определить, какое количество исходного вещества способно сохраниться не разрушенным в условиях самого мощного  $\alpha$  – распада. До сих пор такой метод не был разработан. Изменены и условия исследования образцов по сравнению с известными и применяемыми на практике. Исследование твёрдых образцов при комнатной и высоких температурах не применяются в наших опытах. Процесс осуществляют при низких температурах  $-20 \dots -196^\circ\text{C}$  в растворах, в атмосфере газа аргона. В качестве растворителей необходимо применять широко известные электронодонорные растворители, органические вещества, содержащие атомы азота, кислорода, серы и т. д., с неподелёнными электронными парами на этих же атомах. В таком растворе  $\alpha$  – частица захватывает один электрон, превращаясь в катион-радикал гелия. Но основная роль растворителя заключается в уменьшении энергии и скорости движения  $\alpha$  – частицы. Располагаясь на межмолекулярном расстоянии от молекулы Ен- ацетата, из ядра которого вылетает  $\alpha$  – частица, которая присоединяет электрон из молекулы донора ТТФ, перестаёт быть излучением, а катион-радикал гелия реагирует таким же путём с  $\pi$  – донором и выделяет гелий. Так происходит нейтрализация  $\alpha$  – частиц. Продукт реакции выделяют хроматографическими методами, обязательно взвешивают и определяют строение рентгеноструктурным анализом. Полученную рентгенограмму сравнивают с давно известной. Только простейший прибор – весы даёт ответ на вопрос о величине сохраняющейся части  $\pi$ -донора в условиях  $\alpha$  – распада.

Модификация: твёрдый образец изотопа радия  $-226$  или полония  $-210$  лучше в измельчённом виде вводят в раствор веществ, как описано выше, замораживают и непрерывно продувают аргоном. Через несколько часов отфильтровывают изотоп и из раствора выделяют продукт реакции хроматографическими методами.

Ранее опубликованные статьи [1-3].

### С п и с о к л и т е р а т у р ы

1. М. А. Рехтер, Б. А. Рехтер, ХГС, 2010, № 9, с.1433
2. М. А. Рехтер, Б. А. Рехтер, ХГС, 2012, №2, с 408
3. М. А. Рехтер, Б. А. Рехтер, ХГС, 1993, № 5, с 642
4. М. А. Рехтер, Б. А. Рехтер, «Изотопная перегруппировка ацетилацетонатов и Ен - ацетатов природных рядов изотопов ряда урана и тория (не опубликовано)  
ХГС = Химия гетероциклических соединений, международный журнал, издаётся в Латвии и целиком переводится на английский язык фирмой «Пленум».