

Научно-исследовательская работа

Биология

Синтез, исследование и свойства термохромных веществ на основе комплексов нитрата железа с незамещённым триазолом.

Выполнила:

Кузнецова Полина Андреевна

учащаяся 7 класса

МАОУ ОЦ «Горностай», Россия, г. Новосибирск

Руководитель:

Коковкин Василий Васильевич кхн, снс ИНХ СО РАН

МАОУ ОЦ «Горностай», Россия, г. Новосибирск

ВВЕДЕНИЕ

ПОРТФОЛИО ПРОЕКТА

Паспорт проекта:

- 1. Тема проекта:** Синтез, исследование и свойства термохромных веществ на основе комплексов нитрата железа с незамещённым триазолом.
- 2. Тип проекта:** Исследовательский
- 3. ФИО разработчиков:**
Автор проекта: Кузнецова Полина
Научный руководитель проекта: Коковкин Василий Васильевич
- 4. Класс 7 «БХ»**
- 5. Название Образовательного Учреждения:**
МАОУ ОЦ «Горностай», Советского района г. Новосибирска.
- 6. Предметная область:**
физика, неорганическая химия
- 7. Время работы над проектом:** сентябрь 2022 – январь 2023
- 8. Проблема:** для защиты информации, помещённой на различные носители, важно использовать вещества, обладающие заранее заданными свойствами температурного перехода.
Актуальность: существуют разные способы подделки информации, размещённой на всевозможных носителях (бумажные, электронные носители и т.п.). Поэтому необходимы различные виды защиты, чтобы установить их подлинность.
- 9. Цель:** Поиск веществ, обладающих свойством изменения цвета при достижении определённой температуры.
- 10. Задачи:**
 1. Провести литературный обзор по теме.
 2. Синтезировать комплексы нитрата железа с незамещённым триазолом.
 3. Изучить основные свойства комплексов.

4. Предложить основные способы использования данных комплексов.
5. Презентовать результаты проектной работы.
11. Итоговый **продукт проекта**: рекомендации, выводы по исследованию
12. **Гипотеза**: Получение комплекса нитрата железа с незамещённым триазолом даёт возможность изменять окраску при достижении определённой температуры.

13. Описание **исследования**:

В исследовании участвовала группа респондентов в количестве 2 человек.

Возраст респондентов 13, 65

Метод исследования: эксперимент.

14. **Выводы** по работе над проектом.

- В проекте удалось синтезировать комплекс $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3)_3](\text{NO}_3)_2$, который можно использовать для защиты важной информации.
- Трудности заключаются в том, что конечный осадок комплекса выпадал в течение достаточно длительного времени.
- В ходе проекта удалось получить термохром, основанного на принципе изменения электронной конфигурации.
- В ходе работы я научилась брать навески, смешивать реагенты, нагревать растворы, выделять осадок, фильтровать.
- Таким образом, удалось решить проблему получения веществ, обладающих заранее заданными свойствами температурного перехода.

15. **Список использованных источников информации**:

1. Физико-химическое исследование спин-кроссовера в комплексе нафталин-2-сульфоната железа (II) с 4-амино-1,2,4-триазолом / В.В.Коковкин, Е.В.Коротаев, И.В.Миронов, Л.Г.Лавренова // Журнал структурной химии. – 2021. – Т. 62, № 8. – С.1277-1285.
2. Курносоев Н. М. Spin-crossover в комплексах переходных металлов [сайт]. - URL: <http://www.inorg.chem.msu.ru> > [Kurnosov_N_M](#) (дата обращения: 29.01.2023).

3. Термохромизм [сайт]. - URL: <https://www.hisour.com › thermochromism-24806>
(дата обращения: 29.01.2023).

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел	Страницы
1. ВВЕДЕНИЕ	5
2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	5-6
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	7-9
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	9
5. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ	9
6. ПРИЛОЖЕНИЯ	10-15

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ

ВВЕДЕНИЕ

Проблема: для защиты информации, помещённой на различные носители, важно использовать вещества, обладающие заранее заданными свойствами температурного перехода.

Актуальность: существуют разные способы подделки информации, размещённой на всевозможных носителях (бумажные, электронные носители и т.п.). Поэтому необходимы различные виды защиты, чтобы установить их подлинность.

Задачи проекта:

1. Провести литературный обзор по теме.
2. Синтезировать комплексы нитрата железа с незамещённым триазолом.
3. Изучить основные свойства комплексов.
4. Предложить основные способы использования данных комплексов.
5. Презентовать результаты проектной работы.

Цель: Поиск веществ, обладающих свойством изменения цвета при достижении определённой температуры.

Гипотеза: Получение комплекса нитрата железа с незамещённым триазолом даёт возможность изменять окраску при достижении определённой температуры.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Введение

Термохромизм — свойство веществ изменять цвет из-за изменения температуры. Сейчас явление термохромизма широко используется в

обычной жизни: существуют меняющие цвет краски для волос и лаки для ногтей, термохромная посуда и одежда.

Термочувствительные цветовые индикаторы в большинстве своем изготовлены на основе комплексных соединений переходных металлов. Например, термочувствительный пигмент $\text{Ag}_2[\text{HgI}_4]$ изменяет окраску от желтой до темно-красной при 45°C . Изменение окраски связано с перестройкой их кристаллической структуры.

(см. рис. 1)

Спин-кроссовер

Также существует термохромизм на основе спин-кроссовера.

Спин-кроссовер – эффект изменения спинового состояния атома металла в комплексном соединении под действием внешних факторов (температура, излучение, давление).

Основное отличие между ними – разные способы изменения окраски. У термохромизма – перестройка кристаллической структуры, а у термохромизма на основе спин-кроссовера - изменение электронной конфигурации $^1\text{A}_1 \leftrightarrow ^5\text{T}_2$.

(см. рис. 2 и рис. 3)

Ранее в ИНХ СО РАН были разработаны методики синтеза комплексов железа (II) с 1,2,4-триазолами и трис(пиразол-1-ил)метанами, которые описаны в серии опубликованных научных статей и обзоров.

В моем проекте мы синтезируем и изучаем комплекс железа (II) с 1,2,4-триазолом.

(см. рис. 4 и рис. 5)

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Синтез комплекса

Реактивы для синтеза: FeSO₄·7 H₂O – х.ч.; Ba(NO₃)₂ – х.ч.; азотная кислота конц. – х.ч.; аскорбиновая кислота – фарм.; 1,2,4-триазол – ч.; этанол – рект.; фиксонал азотной кислоты 0,1 моль; дистиллированная вода.

Ход синтеза:

В растворе HNO₃ 0,10 моль/л растворяем аскорбиновую кислоту (C₆H₈O₆). Навески солей, FeSO₄·7 H₂O (0,7 г) и Ba(NO₃)₂ (0,65 г) растворяем в 5-7 мл 0,10 моль/л HNO₃. Растворы нагреваем и медленно, при перемешивании, добавляем горячий раствор нитрата бария к горячему раствору сульфата железа. При добавлении выпадает осадок BaSO₄, который вместе с раствором оставляем на 1-2 ч при высокой температуре для его старения. Затем осадок отделяем фильтрованием, а к полученному раствору Fe(NO₃)₂ добавляем раствор 1,2,4-триазола в этаноле. В результате взаимодействия должен выпасть осадок комплекса [Fe(C₂H₃N₃)₃](NO₃)₂.

На аналитических весах были взвешены навески реагентов FeSO₄·7 H₂O; Ba(NO₃)₂; аскорбиновая кислота; 1,2,4-триазол.

На картинке представлено взятие навески 1,2,4-триазола.

(см. рис. б)

В результате смешения растворов сульфата железа и нитрата бария в растворе азотной кислоты с добавкой аскорбиновой проходит следующая реакция:



В результате реакции выпал осадок, который мы оставили на 1,5 часа для его «старения».

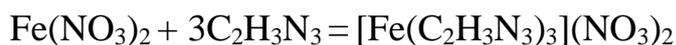
(см. рис. 7)

Осадок отделяем от фильтрата через бумажный фильтр «Синяя лента».

Фильтр «Синяя лента» имеет диаметр пор 2-3 мкм (самый «тонкий» фильтр).

(см. рис. 8)

1,2,4-триазол растворили в 5 мл этанола и добавили его к фильтрату раствора полученного после реакции.



В результате реакции образуется осадок комплекса.

(см. рис. 9 и рис. 10)

Полученный осадок фильтруем через бумажный фильтр «Красная лента».

Фильтр «Красная лента» имеет диаметр пор 5-8 мкм.

Далее осадок промываем этанолом и сушим на воздухе.

(см. рис. 11)

Основные свойства

1. Наблюдается переход окраски осадка комплекса от фиолетового к белому
2. Переход окраски от холодного к горячему при температуре 355 К
3. Переход окраски от горячего к холодному при температуре 345 К

(см. рис. 12)

Основные способы использования полученного комплекса

1. Установление подлинности ценных бумаг, акций и др.
2. На различных предприятиях, где важно, чтобы деталь, используемая в процессе работы не перегревалась (телефонные станции, различные станки для обработки и др.)

Выводы

1. Проведён синтез комплекса $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3)_3](\text{NO}_3)_2$ из реагентов: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$; азотная кислота; 1,2,4-триазол.
2. Показано, что комплекс обладает термохромным переходом от фиолетового к белому и обратно.
3. Предложены основные способы применения полученного комплекса для практических.

Заключение

- В проекте удалось синтезировать комплекс $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_3)_3](\text{NO}_3)_2$, который можно использовать для защиты важной информации.
- Трудности заключаются в том, что конечный осадок комплекса выпадал в течение достаточно длительного времени.
- В ходе проекта удалось получить термохром, основанного на принципе изменения электронной конфигурации.
- В ходе работы я научилась брать навески, смешивать реагенты, нагревать растворы, выделять осадок, фильтровать.
- Таким образом, удалось решить проблему получения веществ, обладающих заранее заданными свойствами температурного перехода.

Источники информации

- Физико-химическое исследование спин-кроссовера в комплексе нафталин-2-сульфоната железа (II) с 4-амино-1,2,4-триазолом / В.В.Коковкин,

Е.В.Коротаев, И.В.Миронов, Л.Г.Лавренова // Журнал структурной химии.
– 2021. – Т. 62, № 8. – С.1277-1285.

- Курносоев Н. М. Spin-crossover в комплексах переходных металлов [сайт].
- URL: <http://www.inorg.chem.msu.ru> > [Kurnosov_N_M](#) (дата обращения: 29.01.2023).
- Термохромизм [сайт]. - URL: <https://www.hisour.com> > [thermochromism-24806](#) (дата обращения: 29.01.2023).

3. Приложения



рис. 1

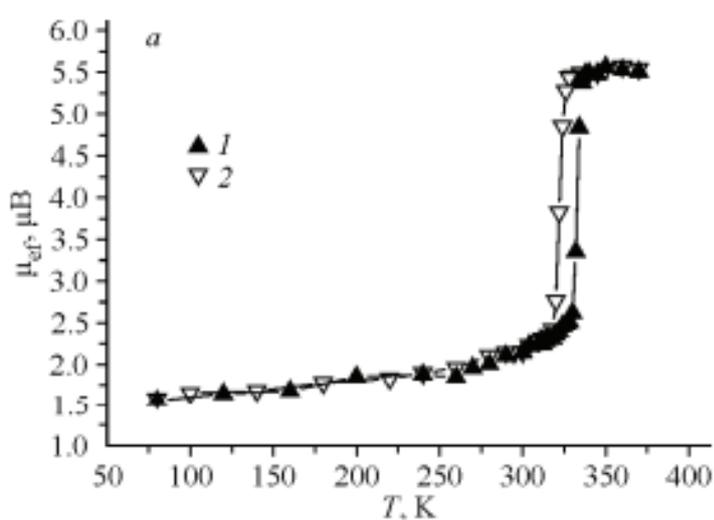


рис. 2

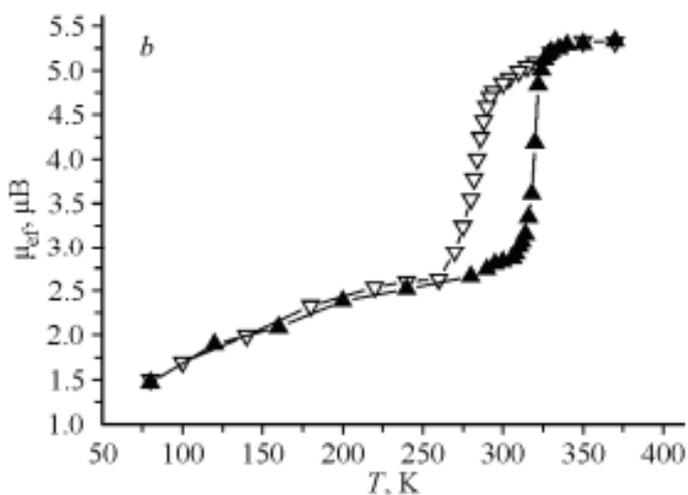


рис. 3

Журнал неорганической химии, 2020, Т. 65, № 1, стр. 34–39

СПИН-КРОССОВЕР В НОВЫХ КОМПЛЕКСАХ ЖЕЛЕЗА(II) С 2,6-БИС(БЕНЗИМИДАЗОЛ-2-ИЛ)ПИРИДИНОМ

Л. Г. Лавренова^{a, b, *}, И. И. Дюкова^{a, b}, Е. В. Коротаев^a, Л. А. Шелудякова^{a, b}, В. А. Варнек^a

^a Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН
630090 Новосибирск, пр-т Академика Лаврентьева, 3, Россия

^b Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
630090 Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

Ин

рис. 4

ЖУРНАЛ СТРУКТУРНОЙ ХИМИИ

2021. Том 62, № 8

Август

С. 1277 – 1285

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПИН-КРОССОВЕРА
В КОМПЛЕКСЕ НАФТАЛИН-2-СУЛЬФОНАТА ЖЕЛЕЗА(II)
С 4-АМИНО-1,2,4-ТРИАЗОЛОМ**

В.В. Коковкин, Е.В. Коротаев, И.В. Миронов, Л.Г. Лавренова

Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Новосибирск, Россия
E-mail: basil@niic.nsc.ru

Статья поступила
30.03.2021

С доработки
07.04.2021

Принято к публикации
07.04.2021

рис. 5

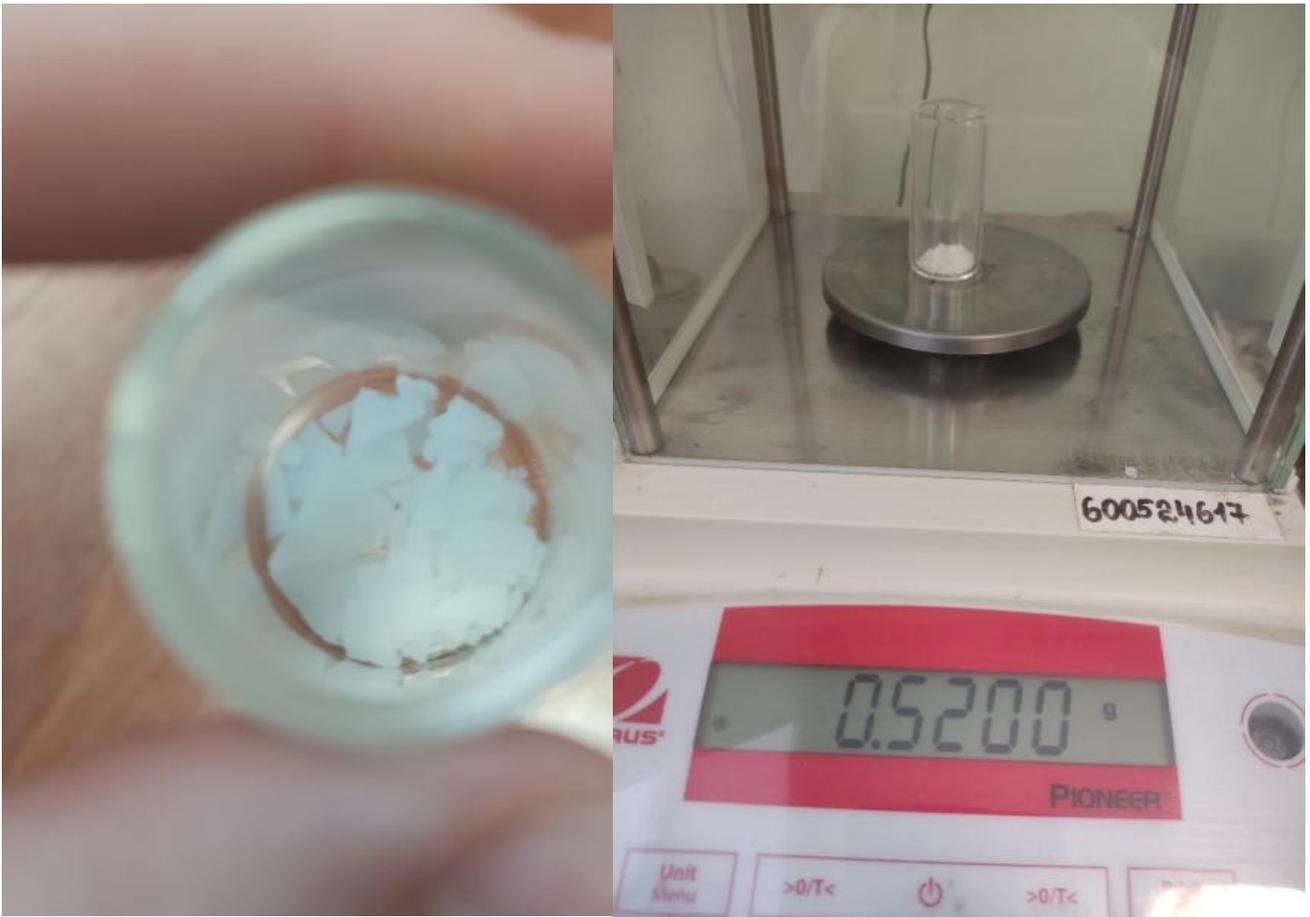
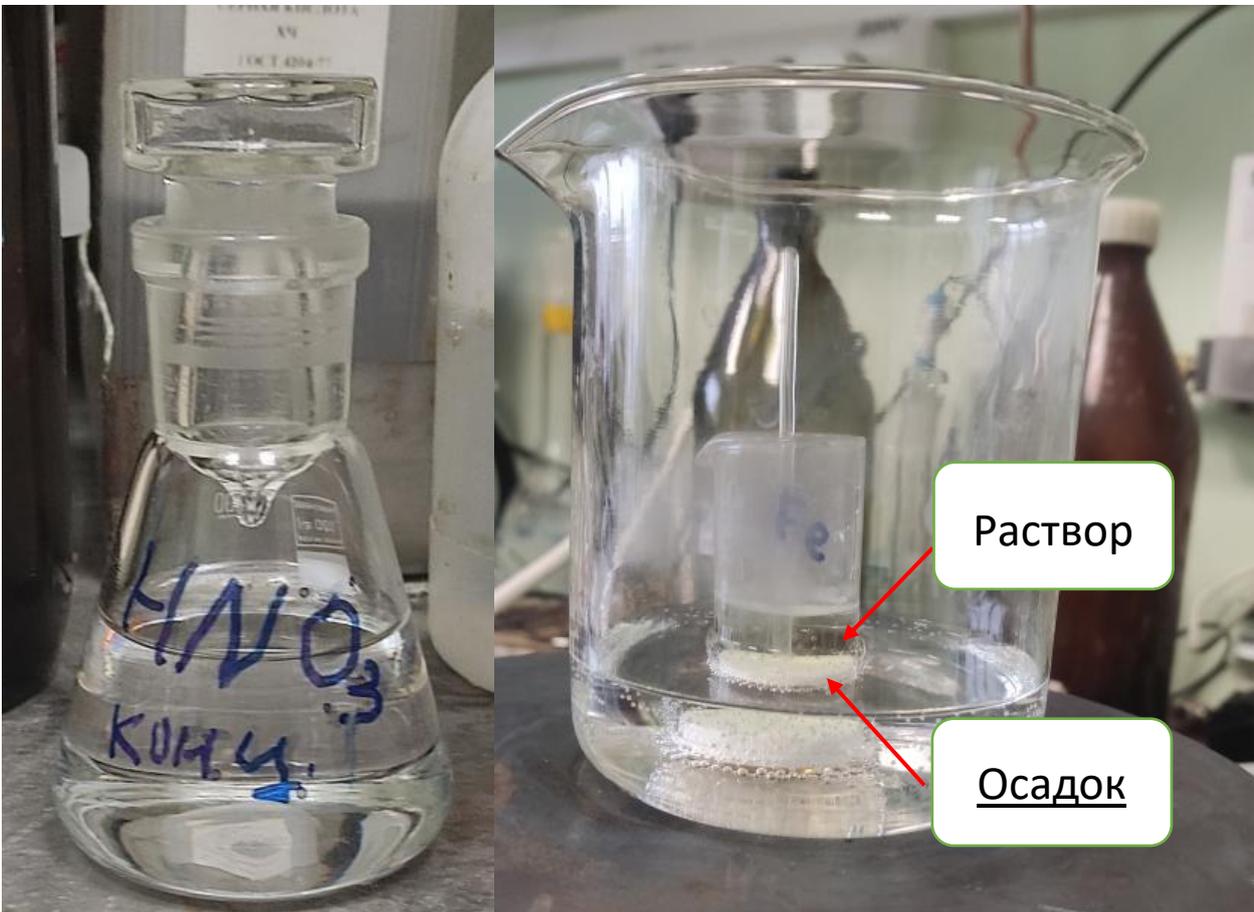


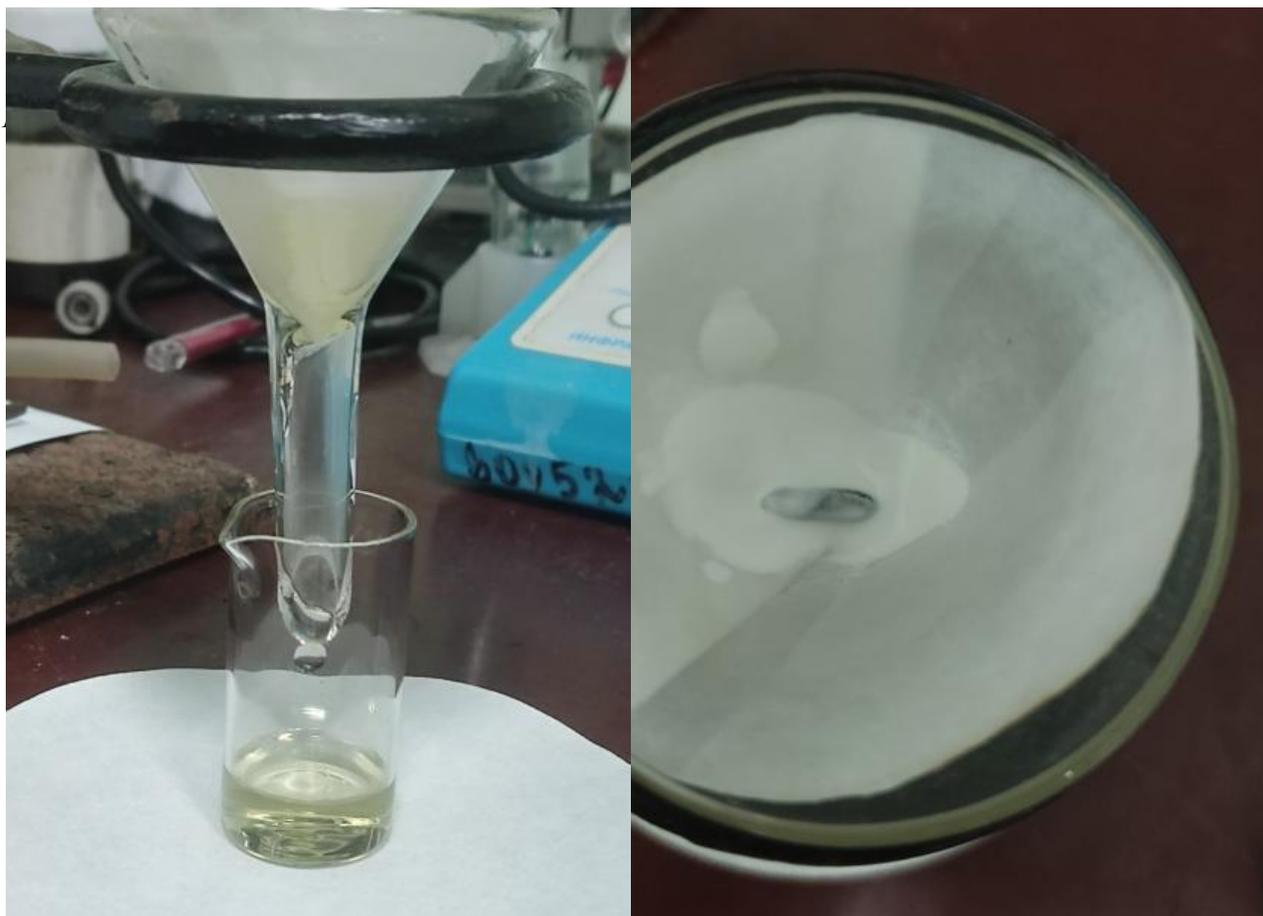
рис. 6



Азотная кислота

Стаканчик после реакции

рис. 7



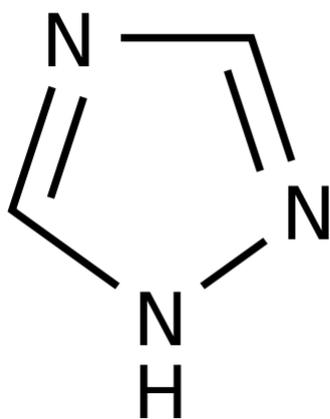
Фильтрат

Осадок

рис. 8



рис. 9



Структурная формула 1,2,4-триазола

рис. 10



рис. 11



Комплекс фиолетового
цвета



Комплекс белого цвета

рис. 12