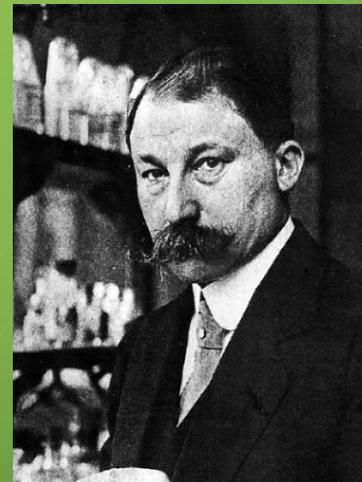


# ВЫДАЮЩИЕСЯ ХИМИКИ

К 150 летию  
со дня рождения  
французского  
химика-органика



## Виктора Гриньяра

## Франсуа Огюст Виктор Гриньяр



Франсуа Огюст Виктор Гриньяр родился 6 мая 1871 г. в Шербуре (Франция), где и получил образование. Уже с первых лет обучения необыкновенные способности Виктора обратили на себя внимание преподавателей. Целеустремленный, настойчивый, он всегда был среди первых учеников, постоянно награждался поощрительными грамотами.

В 1889 г. Гриньяр поступил в Лионский университет, где сначала проявил склонность к математике; его привлекали строгость, логика, четкая аргументация выводов. Оказавшись в 1894г. (после года службы в армии) в должности помощника, препаратора на отделении общей химии, Гриньяр принялся за дело без энтузиазма, даже с некоторым разочарованием, считая химию наукой чисто эмпирической, представляющей собой набор фактов, требующих механического запоминания. Но работа в лаборатории Л. Буво и Ф. Барбье резко изменила его отношение к химии. Творческая атмосфера, энтузиазм и бесконечная преданность науке не могли оставить Виктора равнодушным.

Первая печатная работа Гриньяра о методах получения ряда ениновых углеводов вышла в 1898 г., когда ему было 27 лет. После исследований в области ацетиленовых углеводов профессор Барбье обратился к изучению

метилирования — действие йодистого метила и метилгептанона на магний с получением соответствующего третичного спирта. Ранее было обнаружено, что цинк образует чрезвычайно реакционноспособные соединения с органическими веществами. Барбье заменил цинк на магний, и результаты превзошли все ожидания. Барбье предложил Гриньяру продолжить эти исследования, и Гриньяр обнаружил, что йодистый метил легко реагирует с металлическим магнием в присутствии тщательно высушенного эфира, а в результате образуются соединения, которые могут быть сразу же без выделения их из раствора использованы в последующих реакциях. Таким образом, Гриньяру удалось получить смешанные магнийорганические соединения в эфирном растворе, которые благодаря исключительной легкости получения и достаточной стабильности по сравнению с аналогичными органическими производными цинка, нашли огромное применение в химии. Он показал, что чувствительность магнийорганических соединений к кислороду значительно слабее, чем у цинкакилов, поэтому предложенный способ не требует работы в атмосфере инертного газа.

Эти результаты Гриньяр опубликовал в докторской диссертации в 1901 г., которая явилась его второй публикацией, всколыхнувшей органическую химию. Новый метод получил широкий отклик у химиков-синтетиков. Стали появляться сообщения о новых магнийорганических соединениях. В 1905г. было зарегистрировано около 200 таких публикаций, а к году смерти Гриньяра - около 6000. Упорство, необычайная тщательность и требовательность к себе и к своим ученикам позволили Гриньяру в несколько месяцев исследовать поведение магнийорганических соединений в самых различных реакциях. Сам Гриньяр применил смешанные магнийорганические соединения ("реактив Гриньяра") для синтеза углеводов, спиртов, эфиров, кетонов, альдегидов, карбоновых кислот, нитрилов, аминов и др. обогатив органическую химию новыми методами синтеза.

В 1908 г. Гриньяр стал профессором общей химии Лионского университета, в 1909 г. получил кафедру органической химии в Нанси. В 1912г. за исследования в области магнийорганических соединений Гриньяр был удостоен Нобелевской премии.

Во время первой мировой войны Гриньяр руководил военно-химической лабораторией в Сорбонне. В 1915-1917 гг. участвовал в работах по химии боевых отравляющих веществ, разрабатывал способы получения фосгена, предложил реактив для открытия иприта, выполнил военный заказ по производству толуола из тяжелых масел при крекинге. В 1917-1918 гг. Гриньяр читал лекции в Милонском институте (США), а после войны вернулся в Лион, где в 1919 г. стал профессором общей химии, в 1921 г. директором Школы химической промышленности. Он принимал активное участие в работах по реформе химической номенклатуры органических соединений. В 1935 г. под его руководством вышел справочник по органической химии.

Из последних работ следует отметить исследования в области енолизации и конденсации кетрнов под влиянием органических соединений магния, синтез ацетиленовых и диацетиленовых углеводов, получение органических производных фосфора, изучение смешанных алкоголятов магния. До последних дней жизни Гриньяр неутомимо работал. В этом он видел смысл своей жизни. К нему можно полностью отнести слова известного русского физика Н. А. Умова: "Обыкновенно люди только живут, высшая культура состоит в том, что люди не только живут, но и оправдывают свою жизнь".

В числе наград Гриньяра медали Бертло (1902) и Лавуазье (1912); он был почетным членом Лондонского химического общества и иностранным членом Шведской Академии наук.

Гриньяр женился в 1910г. на Августине Мариу Булан, от этого брака у них родился сын Рожер. Умер Виктор Гриньяр 13 декабря 1935 г. на 64-м году жизни. Смерть застала его во время работы над большим 15-томным трудом "Руководство по органической химии", из которых ему удалось закончить лишь два тома. Публикация продолжена Дюпоном и Локьеном при участии многочисленных специалистов. Ф. Ман писал о Гриньяре: "Результаты, полученные Гриньяром в начатом им исследовании, не так уж велики. Однако никакой другой человек не предложил методы, с помощью которых впоследствии так стремительно развивалась органическая химия..."

# Виктор Гриньярь

## François Auguste Victor Grignard

Виктор Гриньярь родился 6 мая 1871 года в городе Шербур, Франция. Здесь он получил образование. С первых лет обучения он привлек внимание учителей к своим необыкновенным способностям. Он всегда был среди первых учеников, постоянно награждался поощрительными грамотами.

В 1889 году Гриньярь поступил в Лионский университет, где начал изучать математику: в этой науке его привлекали строгость, логика, четкая аргументация выводов. Но в 1894 году Виктор оказался в должности помощника препаратора на отделении общей химии.

Работа поначалу не вызвала у Гриньяря энтузиазма: он считал химию наукой чисто эмпирической, представляющей собой набор фактов, требующих механического запоминания. Но вскоре его мнение изменилось, этому способствовала работа в лаборатории Л.Буво и Ф.Барбье. Творческая атмосфера, энтузиазм и бесконечная преданность науке не могли оставить Виктора равнодушным. Первая печатная работа Гриньяря вышла в 1898 году, когда ему было 27 лет.

В 1901 году Гриньярь опубликовал докторскую диссертацию, которая всколыхнула органическую химию. В своей диссертации Виктор опубликовал результаты изучения процесса метилирования.

В ходе экспериментов Гриньярь удалось получить смешанные магнийорганические соединения в эфирном растворе, которые, благодаря исключительной легкости получения и достаточной стабильности по сравнению с аналогичными органическими производными цинка, нашли широкое применение в химии.

В 1912 году Гриньярь была присуждена Нобелевская премия по химии «за открытие так называемого реактива Гриньяря, в последние годы существенно способствовавшего развитию органической химии». Он разделил премию с Полем Сабатье.

Среди многочисленных наград Гриньяря были медаль Берто, премия Жеккера Французской академии наук и медаль Лавуазье Французского химического общества. Ему было присуждено звание командора Почетного легиона и почетные ученые степени университетов Брюсселя и Лувена. Гриньярь был членом многих химических обществ, включая общества Англии, США, Бельгии, Франции, Румынии, Польши, Нидерландов и Швеции.

Умер Виктор Гриньярь 13 декабря 1935 года в Лионе после тяжелой болезни.

D'ORDRE  
26

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

**M. VICTOR GRIGNARD**

*Chef des travaux de chimie générale  
à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.*

**1<sup>re</sup> THÈSE.** — SUR LES COMBINAISSONS ORGANOMAGNÉSIENNES MIXTES ET  
LEUR APPLICATION A DES SYSTÈMES D'ACIDES, D'ALCOOLS  
ET D'HYDROCARBURES.

**2<sup>e</sup> THÈSE.** — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

*Soutenues le 16 juillet 1901, devant la Commission d'examen*

MM. BARRIÈRE . . . . . *Président,*  
GUY . . . . .  
VIGNON . . . . . *Examinateurs.*

LYON

A. REY, IMPRIMEUR-ÉDITEUR DE L'UNIVERSITÉ

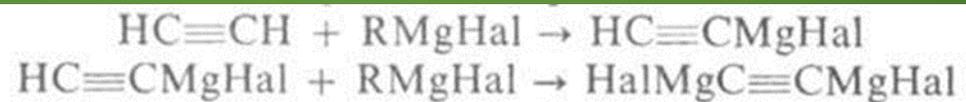
4, RUE ROBERT, 4

1901

Диссертация Гриньяра

Н. Кэган. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2012, 51, 2–9

ГРИНЬЯРА РЕАКЦИЯ, синтез орг. соединений с применением магнийорг. галогенидов  $\text{RMgHal}$  (реактивов Гриньяра). Последние обычно получают по р-ции:  $\text{RHal} + \text{Mg} \rightarrow \text{RMgHal}$ . При этом р-р  $\text{RHal}$  в диэтиловом эфире медленно при перемешивании прибавляют к суспензии  $\text{Mg}$  в этом же р-рителе. Во мн. случаях (особенно при работе с  $\text{ArHal}$ ) магний активируют, для чего в реакц. смесь добавляют  $\text{I}_2$ ,  $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$  или  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ . Для синтеза  $\text{RMgHal}$  из  $\text{CH}_2=\text{CHHal}$  и  $\text{ArCl}$  вместо диэтилового эфира применяют ТГФ или др. циклич. эфиры, а также эфиры ди- и триэтиленгликоля. Из соед., содержащих подвижный атом  $\text{H}$  (ацетилены, пиррол, индол и др.), реактив Гриньяра получают обменной р-цией, напр.:



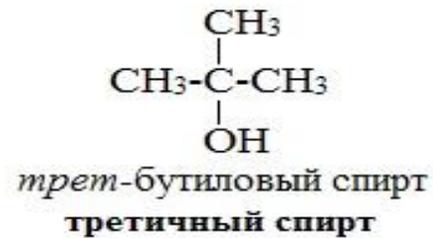
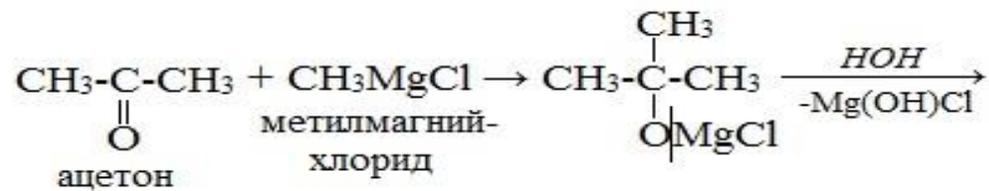
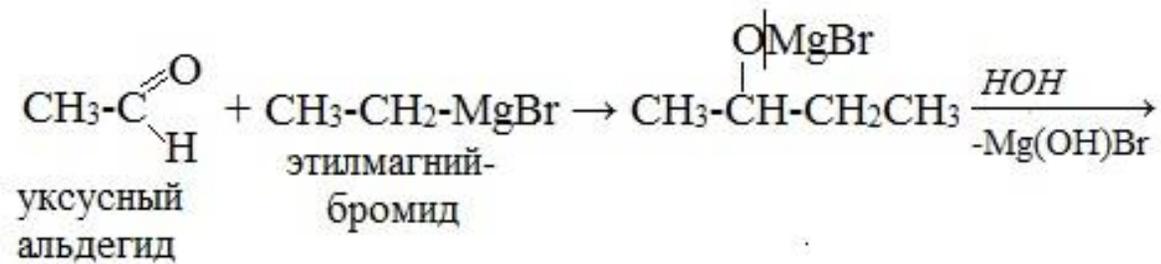
## Реактив Гриньяра (магнийорганический синтез)

Реактив Гриньяра — синтез органических веществ из алкил- или арилгалогенидов с магниевой стружкой в сухом диэтиловом эфире с образованием алкилмагнигалогенида R-Mg-X.

Например метилмагниидодид  $\text{CH}_3\text{MgI}$ ,  
этилмагнибромид  $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}$ ,







## GRIGNARD'S REACTION

V. Ya. SOSNOVSKIKH

*The article is dedicated to one of the fundamental reactions of organic chemistry – Grignard's reaction. The reactivity, properties and synthetic potential of Grignard reagents are discussed.*

*Статья посвящена одной из фундаментальных реакций органической химии – реакции Гриньяра. Обсуждены реакционная способность, свойства и синтетические возможности реактивов Гриньяра.*

## РЕАКЦИЯ ГРИНЬЯРА

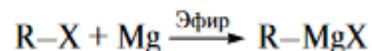
В. Я. СОСНОВСКИХ

Уральский государственный университет, Екатеринбург

### ВВЕДЕНИЕ

В 1901 году французский журнал “Annales de chimie” опубликовал большую статью молодого и малоизвестного к тому времени химика Виктора Гриньяра о применении магнийорганических соединений в синтезе кислот, спиртов и углеводов. Эта работа положила начало широкому использованию магнийорганических соединений общей формулы  $\text{RMgX}$ , где  $\text{R} = \text{Alk, Ar}$ ;  $\text{X} = \text{Cl, Br, I}$ , для получения важнейших классов органических веществ. Современники по достоинству оценили выдающийся вклад В. Гриньяра в развитие органического синтеза, присудив ему Нобелевскую премию по химии за 1912 год.

По Гриньяру реакцию с использованием магния проводят в две стадии. Сначала к магниевой стружке в абсолютном диэтиловом эфире прибавляют по каплям эфирный раствор алкилгалогенида. Вскоре начинается экзотермическая реакция, эфир закипает, а магний постепенно переходит в раствор, образуя магнийорганическое соединение состава  $\text{RMgX}$  (реактив Гриньяра)

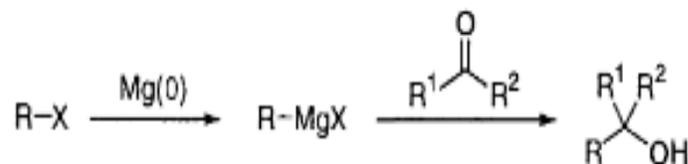


На следующей стадии к полученному эфирному раствору реактива Гриньяра добавляют карбониль-

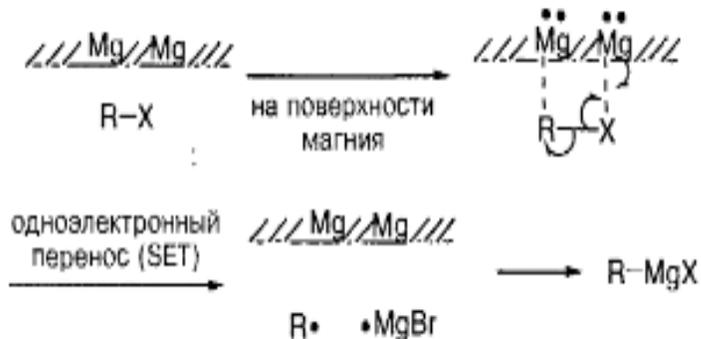
Сосновских В.Я. Реакция Гриньяра / В.Я. Сосновских // Соросовский образовательный журнал . - 1999. - №6. - С. 47-53.

## Гриньяр (Grignard). Реакция

Взаимодействие с электрофилами магниорганических соединений (реактивы Гриньяра), полученных действием металлического магния на галогенорганические соединения.

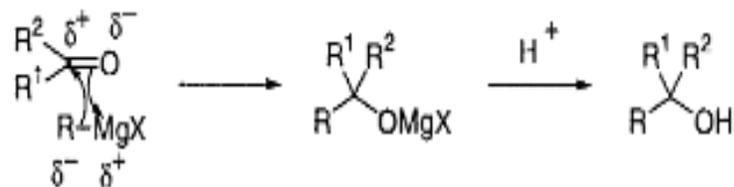


Образование реактива Гриньяра:



## Реакция Гриньяра

Ионный механизм:



Гриньяр (Grignard). Реакция // Ли, Джей Джек Именные реакции: механизмы органических реакций / Дж. Дж. Ли; пер. с англ. В. М. Демьянович. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – С.109–110.



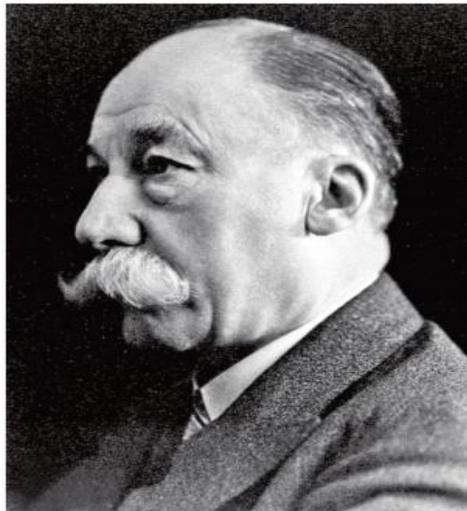
## Кто открыл реакцию Гриньяра?

Доктор химических наук  
**Александр Рулёв**,  
Иркутский институт химии  
им. А.Е. Фаворского СО РАН

*Однажды судьба стучится в дверь  
к каждому человеку, но чаще всего  
в это время он сидит в соседнем  
кабачке и не слышит её стука.*

Марк Твен

Сегодня, пожалуй, трудно найти химика-синтетика, который никогда не использовал бы в своих исследованиях реактив Гриньяра, ведь магниорганический синтез уже давно вошел в лабораторный практикум студентов химических факультетов университетов. Появившись на стыке девятнадцатого и двадцатого веков, этот реактив сделал головокружительную карьеру – стал одним из самых популярных реагентов в тонком органическом синтезе и в промышленности, прежде всего в фармацевтике и парфюмерии. Он лишил органические производные цинка доминирующего положения, которое те занимали благодаря работам основоположника металлоорганической химии Эдварда Франкленда, и, без преувеличения, открыл новую эру в истории химии.



ИМЕННЫЕ РЕАКЦИИ

### Магический магний

Во второй половине XIX века магний использовали главным образом в пиротехнике и фотографии. О его органических соединениях научный мир впервые услышал в начале 60-х годов. Химики Гёттингенского университета Вильгельм Гальвакс (не путать с его соотечественником физиком В. Гальваксом) и Адальберт Шафарик (Wilhelm Hallwachs и Adalbert Schafarich), а также их парижский коллега Огюст Каур (Auguste Cahours) выяснили, что при взаимодействии метил- и этилиодидов с магнием получаются легко воспламеняющиеся жидкости, которые активно разлагаются водой, образуя соответствующие алканы. Однако живого интереса в научном сообществе эти результаты не вызвали, да и магний тогда стоил дорого, так что о его органических производных забыли на долгие три десятилетия. Лишь в начале девяностых в лаборатории знаменитого Лотара Мейера три его ученика – Филипп Лёр (Philipp Löhr), Герман Флек (Hermann Fleck) и Фриц Вага (Fritz Waga) – приступили к исследованиям в области химии органических соединений магния.

В 1891 году Лёр, нагревая в запаянной ампуле магниевые опилки с алкилиодидами, получил диметил-, диэтил- и дипропилмагний. По физическим и химическим свойствам эти производные

магния заметно отличались от цинк- и ртутьсодержащих аналогов. Два года спустя Флек синтезировал дифенилмагний, выдерживая смесь дифенилртути и порошка магния в вакуумированном сосуде при 200–210°C в течение шести часов. Выходы были низкие, а сам дифенилмагний с трудом удалось очистить от продуктов полимеризации. Годом позже Вага улучшил способ получения дифенилмагния, ввел его в реакцию с хлорангидридами уксусной и бензойной кислот и получил соответствующие кетоны. Флек тоже изучил некоторые свойства дифенилмагния. Оказалось, что это соединение неустойчиво и самовоспламеняется на воздухе, оно легко превращается в бензол, фенол или бромбензол при взаимодействии с водой, кислородом или бромом соответственно. Этот молодой химик первым держал в руках неизвестный в то время фенилмагнийбромид, но по иронии судьбы не распознал его. Он справедливо полагал, что оно должно получаться при медленном прибавлении брома к суспензии дифенилмагния в безводном эфире:

$(C_6H_5)_2Mg + Br_2 \rightarrow C_6H_5MgBr + C_6H_5Br$   
Однако, выделив лишь бромбензол и бромид магния, Флек заключил, что реакция протекает иначе и «устойчивое соединение, соответствующее формуле  $C_6H_5MgBr$ , не образуется».

$(C_6H_5)_2Mg + 2Br_2 \rightarrow 2C_6H_5Br + MgBr_2$   
Эти результаты Флек привел в диссертации

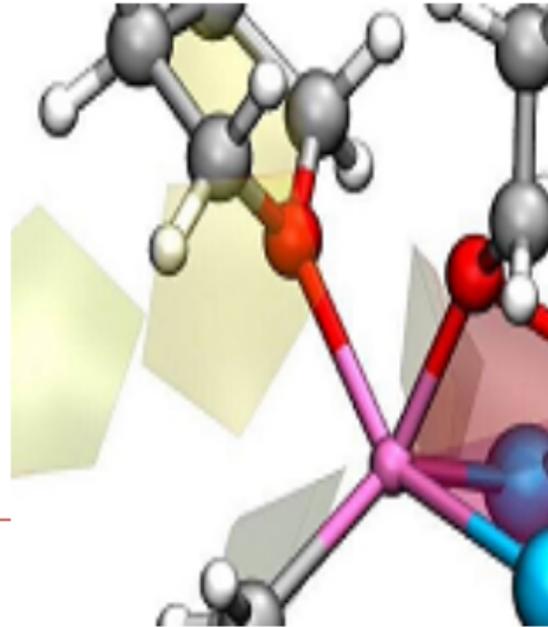
Вверху: Филипп Барбе и Виктор Гриньяр

Рулёв А. Кто открыл реакцию Гриньяра? / А. Рулёв // Химия и жизнь. – 2019. – №12. – С. 20–23.

## Раскрыта 120-летняя загадка реакции Гриньяра

Опубликовано gumarov в 10 февраля, 2020 - 21:11

Реакция Гриньяра применяется для синтеза углерод-углеродных связей, важного шага в производстве новых молекул. Поиск эффективных и точных методов проведения этой реакции, возможностей использования дешевых материалов и минимальных затрат энергии было целью исследовательской деятельности на протяжении более чем сотни лет. Парадоксально то, что до сих пор ученые не понимали до конца, как работает реакция Гриньяра.



Не нужно быть химиком, чтобы понять важность молекул углерода, которые входят в состав нуклеиновых кислот, жиров, белков, ферментов, водородного топлива, пластмасс и лекарственных препаратов. Если бы наука не умела синтезировать углерод-углеродные связи, наша жизнь была бы другой.

И все это началось 120 лет назад с реакции Гриньяра, которая впервые позволила создавать углерод-углеродные связи. С тех пор эта реакция широко использовалась и тщательно изучалась, но так и не была понята до конца, [пишет Phys.org](#).

В 1900 году француз Виктор Гриньяр обнаружил, что металлический магний растворяется в эфире в присутствии арил- или алкилгалогенидов. В результате получается так называемый реагент Гриньяра, который вступает в реакцию с определенными типами молекул и образует новые соединения. Эта реакция стала хитом в сообществе химиков того времени, принесла автору степень доктора наук, а через 11 лет — и Нобелевскую премию по химии. С тех пор ее изучают в курсе органической химии.

Раскрыта 120-летняя загадка реакции Гриньяра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:[https://yandex.kz/news/story/Raskryta\\_120-letnyaya\\_zagadka\\_reakcii\\_Grinyara--95188aeb70a98b3a6d923cbf00365fe3?lr=163&lang=ru&persistent\\_id=87899016](https://yandex.kz/news/story/Raskryta_120-letnyaya_zagadka_reakcii_Grinyara--95188aeb70a98b3a6d923cbf00365fe3?lr=163&lang=ru&persistent_id=87899016). – Дата доступа:14.04.2021.

## РЕАКЦИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ЦИКЛОГЕКСАНОИЗОКСАЗОЛОНОВ С РЕАКТИВАМИ ГРИНЬЯРА

*Н. Г. ВАСИЛЬЕВА<sup>1)</sup>, Ф. А. ЛАХВИЧ<sup>2)</sup>, А. Л. КОЗЛОВА-КОЗЫРЕВСКАЯ<sup>1)</sup>*

<sup>1)</sup>*Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,  
ул. Советская, 18, 220030, г. Минск, Беларусь*

<sup>2)</sup>*Институт биоорганической химии НАН Беларуси, ул. Купревича, 5/2, 220141, г. Минск, Беларусь*

Синтез новых 2-ацилпроизводных 1,3-циклогександионов, различные варианты их последующей химической трансформации актуальны для органической и биоорганической химии, так как известно, что большое количество подобных веществ являются биоактивными. Наличие нескольких реакционных центров в указанном ряду соединений затрудняет целенаправленно вовлекать в реакции конкретную карбонильную группу или другие реакционные центры. Для исключения конкурентного протекания побочных реакций при целенаправленной модификации исходных использовано свойство  $\beta$ -дикетонной группировки легко превращаться в изоксазолы, т. е. свою скрытую (латентную) форму, которая может регенерироваться на определенных стадиях синтетического процесса из последних. Устойчивость же изоксазольного цикла в условиях многих химических реакций позволяет направленно воздействовать на циклогексанный фрагмент молекул или вносить изменения в боковую ацильную цепь. В целях разработки модификации 2-ацилциклогексан-1,3-дионов по циклической части молекулы исследована реакция Гриньяра на примере полученных ранее циклогексаноизоксазолонов. Однако выделить ожидаемые продукты 1,2-присоединения по карбонильной группе не удалось. Вместо них получены соединения, которым приписана структура алкилиденбензо[d]изоксазолов (структура полученных соединений подтверждена спектральными данными (ИК, ЯМР <sup>1</sup>H) и элементным анализом).

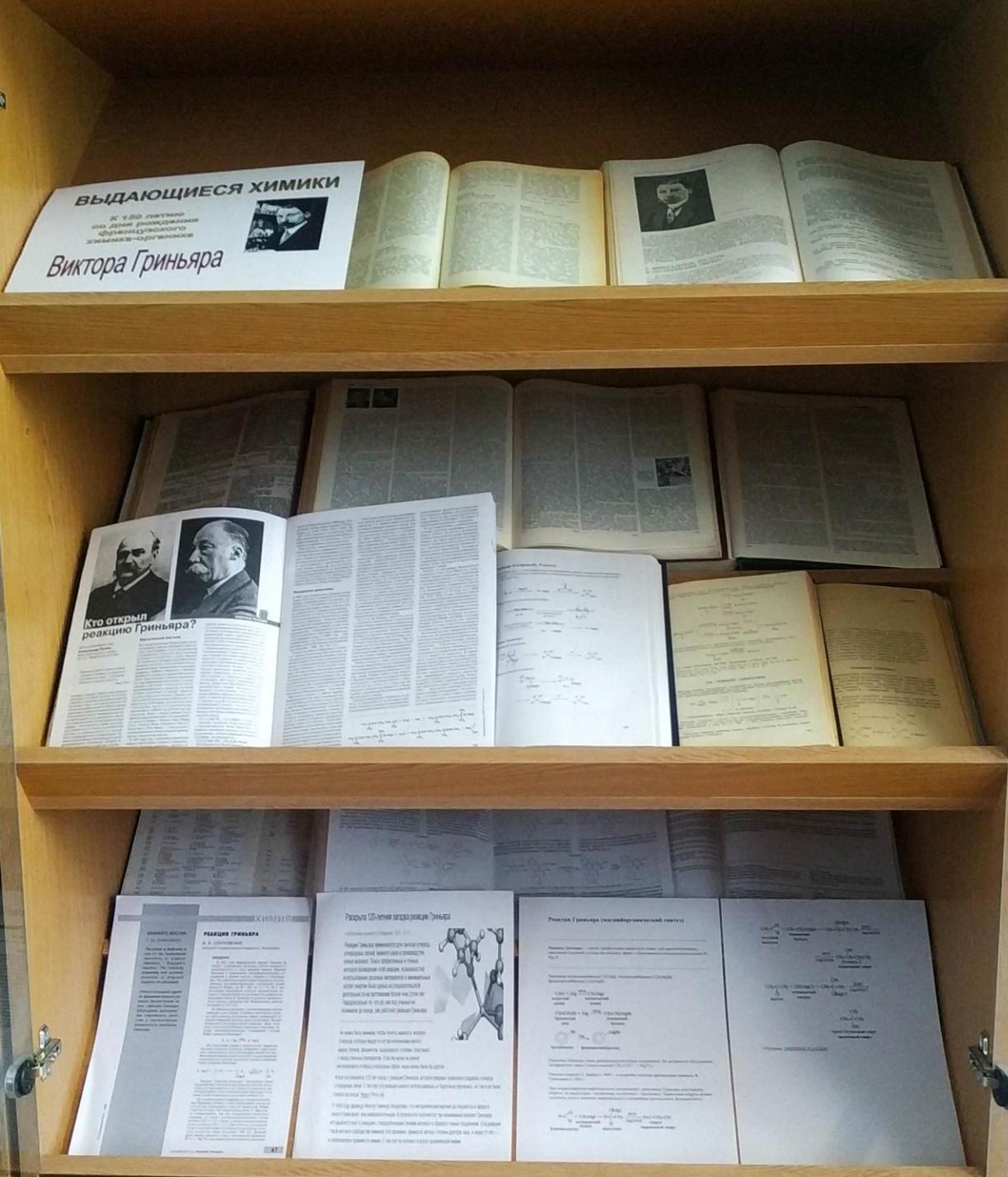
**Ключевые слова:** 2-ацилциклогексан-1,3-дионы; синтоны; циклогексаноизоксазолы; реактивы Гриньяра; нуклеофильное присоединение.

**Благодарность.** Огромная благодарность бывшему сотруднику лаборатории химии простагландинов Института биоорганической химии НАН Беларуси И. И. Петрусевичу за консультативную помощь на всех этапах работы, а также заведующему лабораторией физико-химических методов исследования А. В. Барановскому за помощь в интерпретации спектров.

Васильева, Н. Г. (кандидат химических наук).

Реакция конденсированных циклогексаноизоксазолонов с реактивами Гриньяра [Электронный ресурс] / Н. Г. Васильева, Ф. А. Лахвич, А. Л. Козлова-Козыревская // Журнал Белорусского государственного университета. Химия. – 2018. – № 2. – С. 25–29. – Библиогр.: с. 28–29 (17 назв.). – рис.

<https://elib.bsu.by/handle/123456789/208664>



## Список литературы к выставке «Выдающиеся химики (к 160-летию со дня рождения Виктора Григьяна, французского химика-органика)»

1. Васильева, Н. Г. (кандидат химических наук). Реакция конденсированных циклогексаноизоксазолонов с реагентами Григьяра [Электронный ресурс] / Н. Г. Васильева, Ф. А. Лахвич, А. Л. Козлова-Козыревская // Журнал Белорусского государственного университета. Химия. - 2018. - № 2. - С. 25-29. - Библиогр.: с. 28-29 (17 назв.). - рис.
2. Григорян, Н. П. Синтез бензо [Н]хиназолоинов на основе этилового эфира 1-амино-3-циклогексил-3,4-дигидронафталин-2-карбоновой кислоты [Текст] / Григорян Н. П. // Журнал органической химии. - 2018. - Т. 54, вып. 1. - С. 60-65
3. Григьяр (Grignard) // Вацуро, Ксения Вячеславовна Именные реакции в органической химии: справочник / К. В. Вацуро, Г. Л. Мищенко. - Москва: Химия, 1976. - С. Г153-154.
4. Григьяр (Grignard). Реакция // Ли, Джей Джек Именные реакции: механизмы органических реакций / Дж. Дж. Ли; пер. с англ. В. М. Демьянович. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - С. 109-110.
5. Григьяр // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.]. Т. 7 : Гоголь - Дебит / гл. ред. А. М. Прохоров. - 3-е изд. - Москва : Советская энциклопедия, 1972. - С. 338.
6. Григьяр Франсуа Огюст Виктор // Волков, Владимир Акимович. Выдающиеся химики мира: биографический справочник / В. А. Волков, Е. В. Вонский, Г. И. Кузнецова; под ред. В. И. Кузнецова. - Москва : Высшая школа, 1991. - С. 133.
7. Григьяра реакция // Химическая энциклопедия : в 5 т. Т. 1 : АБЛ-ДАР / редкол.: И. Л. Кнунянц (гл. ред.), Н. С. Зефилов, Н. Н. Кулов. - Москва : Советская энциклопедия, 1988. - С. 613-614.
8. Григьяра реакция // Химия : Большой энциклопедический словарь / Гл. ред. И. Л. Кнунянц. - 2-е (репр.) изд. "Химического энциклопедического словаря" 1983 г. - Москва : Большая Российская Энциклопедия, 1998. - С. 143-144.
9. Раскрыта 120-летняя загадка реакции Григьяра [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://yandex.kz/news/story/Raskryta\\_120-letnyaya\\_zagadka\\_reakcii\\_Grinyara--95188aeb70a98b3a6d923cbf00365fe3?lr=163&lang=ru&persistent\\_id=87899016](https://yandex.kz/news/story/Raskryta_120-letnyaya_zagadka_reakcii_Grinyara--95188aeb70a98b3a6d923cbf00365fe3?lr=163&lang=ru&persistent_id=87899016). - Дата доступа: 14.04.2021.
10. Реакция Григьяра // Серрей, Александр Справочник по органическим реакциям: именные реакции в органической химии: пер. с англ. / А. Серрей; под ред. и с доп. Н. С. Вульфсона. - Москва: Госхимиздат, 1962. - С. 101-102.
11. Рулёв А. Кто открыл реакцию Григьяра? / А. Рулёв // Химия и жизнь. - 2019. - №12. - С. 20-23.
12. Сосновских В.Я. Реакция Григьяра / В.Я. Сосновских // Соросовский образовательный журнал. - 1999. - №6. - С. 47-53.