

Специализированный учебно-научный центр (факультет) школа-интернат имени А.Н.  
Колмогорова  
Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова

# Синтез квадрициклана фотохимической изомеризацией норборнадиена

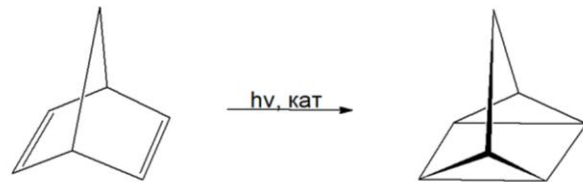
---

Выполнила  
ученица 11м класса Кусая Виктория

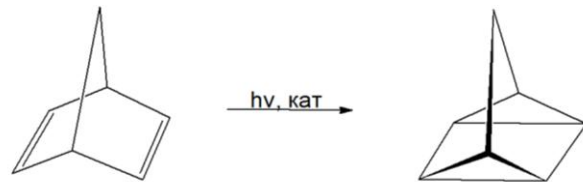
Научный руководитель  
к.х.н. Бермешев Максим Владимирович

# Содержание

1. Цели и задачи
2. Почему человечеству так важно начать использовать альтернативную энергию?
3. Солнечная энергетика
4. Механизмы реакций
5. Какие вещества используются
6. Установка для синтеза
7.  $^1\text{H}$ -ЯМР спектр смеси (норборнадиен)
8.  $^1\text{H}$ -ЯМР спектр смеси (диэтиловый эфир и квадрициклан)
9. Результаты
10. Выводы



## Цели и задачи



Цели: провести синтез квадрициклана, изучить его строение, свойства и применение, изучить поведение реакции в присутствии ацетофенона

Задачи :

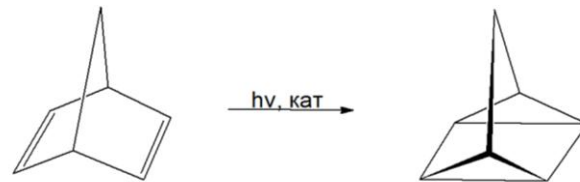
Рассмотреть механизм реакции и сенсбилизаторы

На практике провести синтез квадрициклана из норборнадиена и охарактеризовать полученный продукт современными методами анализа.

# Почему человечеству так важно начать использовать альтернативную энергию?

Нефть, газ, уголь - невозобновляемые природные ресурсы

Использование нефти, газа, угля для получения энергии чаще всего влечет за собой вредные для экологической обстановки последствия, например выбросы в атмосферу, гидросферу, накопление в биосфере углекислого газа, что ведет за собой парниковый эффект, возможно, глобальное потепление.



<http://espicture.ru/kartinki-sohranim-planetu.html>

04.03.16 19:52

# Солнечная энергетика

Энергию солнца можно получать различными способами, например, с помощью солнечных батарей, но в данной работе будет рассмотрен запас энергии в химических связях напряженных углеводородов, а именно система “Норборнадиен - квадрициклан”.

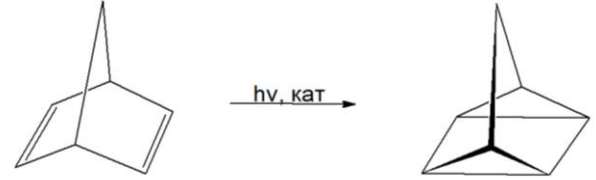
СТЭС Айвонпа в Калифорнии - самая большая в мире солнечная тепловая электростанция



<http://winsolindia.com/Gallery/60>, 04.03.16 19:47



# Механизмы реакций



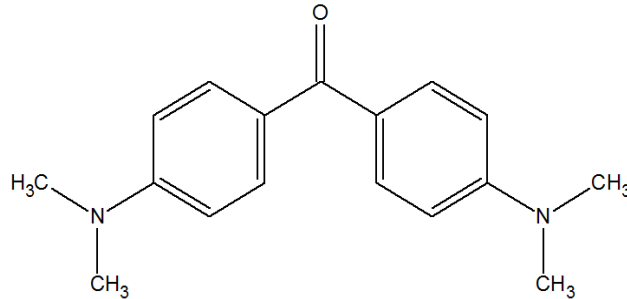
(1)  $\text{CuCl} + \text{НБД} \rightarrow [\text{CuCl} + \text{НБД}]^* \rightarrow \text{Квадрициклан} + \text{CuCl}$  (1)

\* Сенсibilизаторы для этого механизма:  $\text{CuCl}$ ,  $\text{CuBr}$ ,  $\text{CuI}$

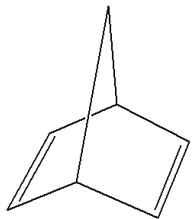
(2)  $\text{Кетон Михлера} \xrightarrow{\text{свет}} \text{НБД}^* \rightarrow \text{Квадрициклан}$  (2)

\* Другие сенсibilизаторы для этого механизма: бензофенон, трифенилен, 4-метилбензофенон, ацетофенон

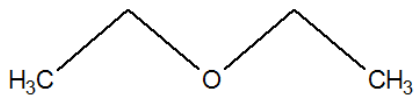
\*\* Кетон Михлера



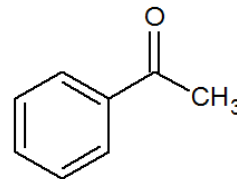
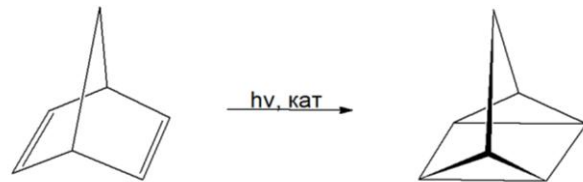
# Какие вещества используются



Норборнадиен  
(исходное вещество)



Диэтиловый эфир  
(растворитель)



Ацетофенон  
(сенсibilизатор)



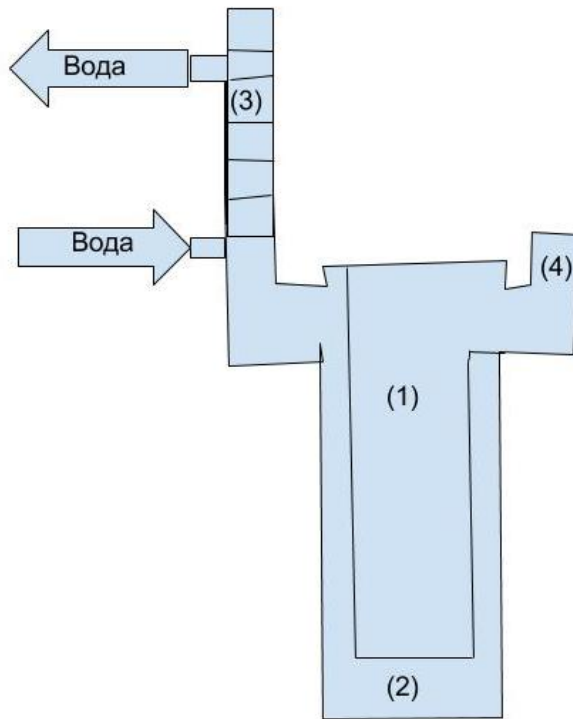
# Установка для синтеза

(1) Ультрафиолетовая лампа

(2) раствор НБД с  
сенсбилизатором

(3) холодильник

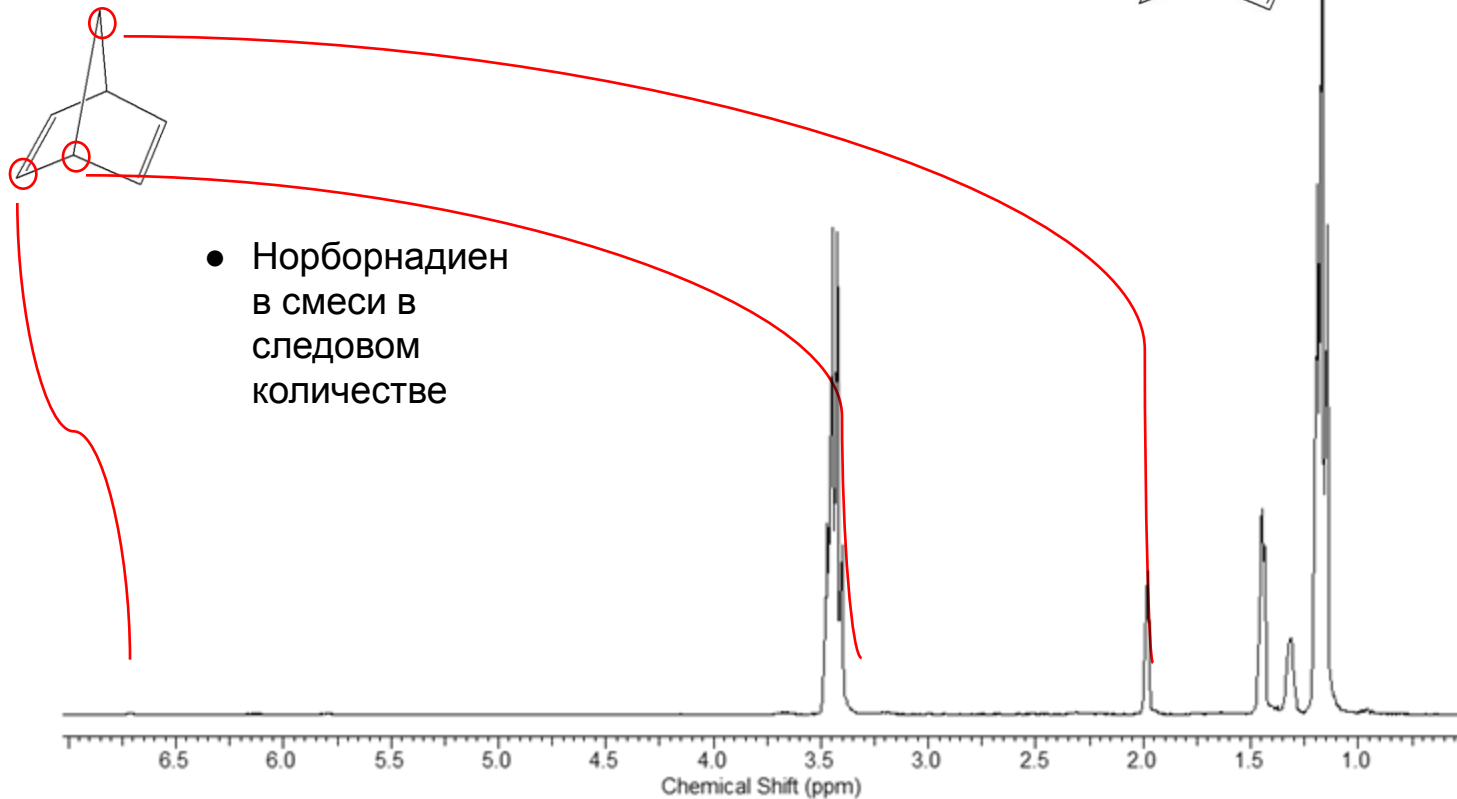
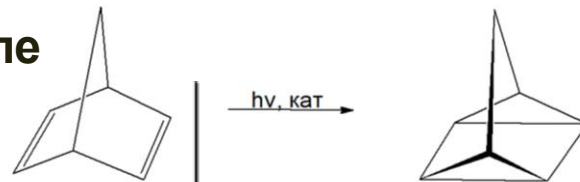
(4) термометр



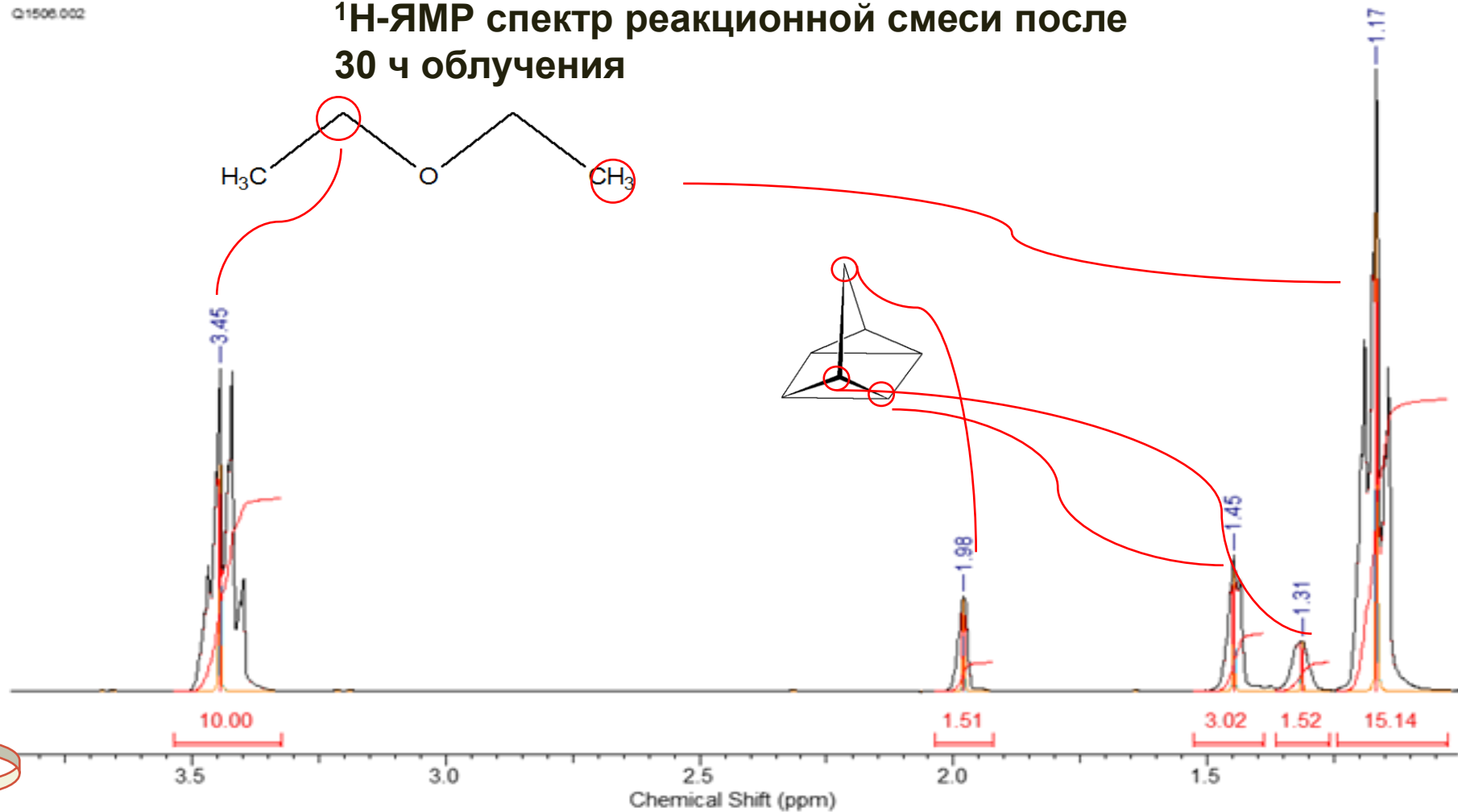


# $^1\text{H}$ -ЯМР спектр реакционной смеси после 30 ч облучения

Q1506.002



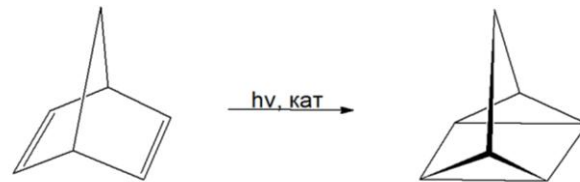
# $^1\text{H}$ -ЯМР спектр реакционной смеси после 30 ч облучения



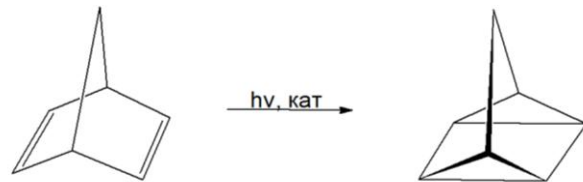
# Результаты

Получен квадрициклан с выходом 98%.

Целевое соединение выделено в индивидуальном виде с помощью перегонки с чистотой более 99%.



## Выводы



1. Проведен синтез квадрициклана фотохимической изомеризацией норборнадиена с использованием ацетофенона в качестве катализатора в среде диэтилового эфира.
2. Строение и чистота квадрициклана подтверждены  $^1\text{H}$ -ЯМР спектроскопией, рефрактометрией и измеренной температурой кипения.
3. Так как реакция прошла успешно, сенсбилизатор, использованный в ней, можно использовать в дальнейшем



Спасибо за внимание!