

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

_____ А.Г. Тырков

04 апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ХМ

_____ Л.А. Джигола

04 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ХИМИЯ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ»

Составитель(и)

Чабакова А.К., доцент, к.х.н., доцент

Согласовано с работодателями:

Ежова И.Н., генеральный директор ООО НПП

«Вулкан»;

Орлова О.В., главный технолог ФГУ «ЦЛАТИ

по АО»

04.03.01 «Химия»

Направление подготовки /
специальность

Направленность (профиль) /
специализация ОПОП

Квалификация (степень)

Форма обучения

Год приёма

Курс

Семестр(ы)

**Химия окружающей среды, химическая
экспертиза и экологическая безопасность
бакалавр**

очная

2024

4 (по очной форме)

7 (по очной форме)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Химия свободных радикалов» является знакомство студентов с основами науки о свободных радикалах и ее важнейшими практическими приложениями, методами генерирования радикалов, механизмами реакций и распределением изомеров в реакциях, радикальными химическими процессами в верхних слоях атмосферы и в природных водах.

1.2. Задачи освоения дисциплины «Химия свободных радикалов»: знание основных методов генерирования свободных радикалов и основных реакций свободных радикалов, методов обнаружения свободных радикалов, методов применения свободных радикалов в практической работе в области профессиональной деятельности. Эти знания необходимы каждому химику, независимо от его последующей узкой специализации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Химия свободных радикалов» относится к элективным дисциплинам (модулям) (Б1.В.Д.02.02) и осваивается в 7 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами: учебный курс логически связан с теоретическими основами и практическими навыками, полученными при изучении бакалаврами курсов:

«Органическая химия»

Знания: методов генерирования, стереохимии и устойчивости свободных радикалов.

Умения: пользоваться теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ.

Навыки: владеть основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений.

«Высокомолекулярные соединения»

Знания: знать основные особенности свойств высокомолекулярных соединений.

Умения: иметь общие представления о принципах синтеза полимеров, их структуре, физико-механических свойствах.

Навыки: владеть основами синтеза и физико-химическими методами анализа высокомолекулярных соединений.

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- научно исследовательская работа (владеть методами генерирования радикалов, методами обнаружения и установления строения свободных радикалов, знать основные реакции свободных радикалов).

- выпускные квалификационные работы (владеть методами генерирования радикалов, методами обнаружения и установления строения свободных радикалов, знать основные реакции свободных радикалов).

Дисциплина встраивается в структуру ОПОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

профессиональных (ПК)

ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
<i>ПК-1</i>	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	- отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	- планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	- навыками работы с необходимой информацией при планировании отдельных стадий исследования
	ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	- элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	- готовить элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР	- навыками работы с документацией, проектами планов и программ отдельных этапов НИР
	ПК-1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	- технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	- выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	- навыками работы с техническими средствами и методами испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР
	ПК-1.4 Готовит объекты исследования	- объекты исследования	- готовить объекты исследования	- навыками работы с объектами исследования

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения	для очно-заочной формы обучения	для заочной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3		
Объем дисциплины в академических часах	108		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	42		
- занятия лекционного типа, в том числе:	14		
- практическая подготовка (если предусмотрена)			
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	28		
- практическая подготовка (если предусмотрена)			
- консультация (предэкзаменационная)			
- промежуточная аттестация по дисциплине			
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	66		
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр(ы)	зачет – 7 семестр		

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 7										
<i>Тема 1. Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов.</i>	4		6				14	24	Собеседование	
<i>Тема 2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.</i>	4		6				14	24	Собеседование	
<i>Тема 3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов</i>	2		6				14	22	Собеседование	
<i>Тема 4. Реакции свободных радикалов. Стабильность и</i>	2		6				12	20	Тестирование	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
<i>реакционная способность свободных радикалов</i>										
<i>Тема 5. Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения</i>	2		4					12	18	Реферат
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Зачет
ИТОГО за семестр:	14		28					66	108	
Итого за весь период	14		28					66	108	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-1	
Тема 1. Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов.	24	+	1
Тема 2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.	24	+	1
Тема 3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов	22	+	1
Тема 4. Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов	20	+	1
Тема 5. Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения	18	+	1
Итого	108		

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Тема 1. Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов.

Общие понятия: свободные радикалы, гомолитический разрыв химической связи, гетеролитический разрыв химической связи. Стереохимия радикалов: *транс*-, *цис*-, *гош*-конформации. Три-, ди-, и моноарильные радикалы. Открытие триарилметильных радикалов их строение и свойства.

Тема 2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.

Понятие о короткоживущих и долгоживущих радикалах. Амидные, гидразидные, гидразидильные радикалы. Нитроксилы. Ароксилы. Короткоживущие радикалы. Методы генерации нестабильных свободных радикалов.

Тема 3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов.

Методы обнаружения свободных радикалов. Спектры электронного парамагнитного резонанса. Метод химической поляризации ядер. Радикальные пары. Спин-ловушки.

Тема 4. Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов.

Реакции радикального замещения. Реакции радикального окисления. Роль полярных факторов. Влияние добавок окислителей на выход биарилов. Алкилирование. Гидроксильное присоединение. Скорость присоединения различных радикалов к алкенам. Наиболее важные реакции радикального присоединения. Стереохимия присоединения. Циклизация радикалов.

Тема 5. Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения.

Арильные радикалы. Механизм гомолитического ароматического замещения. Интермедиаты. Распределение изомеров в реакциях арилирования.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия проводятся раз в две недели в объеме 2 часов. Практические занятия проводятся еженедельно в объеме 2 часов. По окончании изучения каждой темы проводятся собеседования и дискуссии, студенты выполняют реферат.

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Органическая химия. В 4 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс] / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 4-е изд. - М. : БИНОМ, 2012.- (Классический университетский учебник). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996308095.htm>

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
<i>Тема 1. 1. Общие понятия: свободные радикалы, гомолиз, гетеролиз. Стереохимия радикалов: транс-, цис-, гош- конформации. 2. Три-, ди-, и моноарильные радикалы. Открытие триарилметильных радикалов их строение и свойства.</i>	14	Собеседование
<i>Тема 2.</i>	14	Собеседование

1. Радикалы двухвалентного азота (аминильные, гидразильные, гидразидильные). Нитроксилы. Ароксилы. 2. Короткоживущие радикалы. Методы генерации нестабильных свободных радикалов.		
Тема 3. Методы детектирования свободных радикалов. Спектры ЭПР. Метод ХПЯ. Радикальные пары. Спин-ловушки.	14	Собеседование
Тема 4. 1. Роль полярных факторов. Влияние добавок окислителей на выход биарилов. 2. Алкилирование. Гидроксилирование. 3. Скорость присоединения различных радикалов к алкенам. Наиболее важные реакции радикального присоединения. 4. Стереохимия присоединения. Циклизация радикалов.	12	Тестирование
Тема 5. Механизм гомолитического ароматического замещения. Распределение изомеров в реакциях арилирования.	12	Реферат

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Темы рефератов по дисциплине «Химия свободных радикалов» выбираются студентами в течение сентября месяца и обсуждаются с преподавателем. Допускается самостоятельный выбор студентом темы реферата.

Примерные темы рефератов

1. Методы синтеза свободных радикалов.
2. Основные реакции свободных радикалов.
3. Метод электронного парамагнитного резонанса.
4. История открытия метода ЭПР.
5. Метод химически индуцированной динамической поляризации ядер при изучении свободных радикалов.
6. Метод спиновых ловушек при изучении свободных радикалов.
7. Применение свободных радикалов в химии полимеров.
8. Свободные радикалы в природных водах.
9. Радикальные реакции в органическом синтезе.
10. Долгоживущие свободные радикалы.
11. Химические реакции в верхних слоях атмосферы с участием свободных радикалов.
12. Радикальные реакции окисления.
13. Радикальные реакции полимеризации и сополимеризации.
14. Конфигурация и стереохимия свободных радикалов.
15. Тандемные радикальные реакции.
16. Радикальные перегруппировки.
17. История формирования учения о свободных радикалах.
18. Ион-радикалы.
19. Методы изучения свободных радикалов.
20. Роль свободных радикалов в процессах самоочищения природных вод.
21. Применение свободных радикалов в медицине.

Требования к оформлению рефератов:

Реферат должен быть представлен в форме печатной работы (электронная версия обязательна) объемом **от 20 до 40 страниц**, созданный в редакторе Microsoft Word (Windows), и сохранен в формате doc (docx), шрифт – Times New Roman; кегль – 14;

межстрочный интервал – 1,0; абзац – 1,25; выравнивание по ширине, отступы: слева и справа – 2,5 см, сверху и снизу – 2,5 см, ориентация – книжная.

Оформление списка литературы к реферату:

1. Аршанский, Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля [Текст] / Е.Я. Аршанский . – М.: Вентана-Граф, 2003. – 176 с.
2. Береснева, Е.В. Использование технологии критического мышления при изучении органической химии в средней школе [Текст] / Е.В. Береснева, Е.Н. Загвоздкина // Химия в школе. – 2008. – № 8. – С. 17–22.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов, диспутов, дебатов, портфолио, круглых столов и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов.	Обзорная лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии	Не предусмотрено
Тема 2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.	Обзорная лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Не предусмотрено
Тема 3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов	Обзорная лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии	Не предусмотрено
Тема 4. Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов	Обзорная лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Не предусмотрено
Тема 5. Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения	Обзорная лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров].

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

- Adobe Reader. Программа для просмотра электронных документов
- Платформа дистанционного обучения LMS Moodle. Виртуальная обучающая среда
- Mozilla FireFox. Браузер
- Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013. Пакет офисных программ
- 7-zip. Архиватор
- Microsoft Windows 7 Professional. Операционная система
- Kaspersky Endpoint Security. Средство антивирусной защиты
- Google Chrome. Браузер
- OpenOffice. Пакет офисных программ
- Opera. Браузер
- Paint .NET. Растровый графический редактор

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com <i>Имя пользователя: AstrGU</i> <i>Пароль: AstrGU</i>
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Строение вещества» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов.	ПК-1	Собеседование
Тема 2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.	ПК-1	Собеседование
Тема 3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов	ПК-1	Собеседование
Тема 4. Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения	ПК-1	Тестирование
Тема 5. Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов	ПК-1	Реферат

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1. «Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов»

Вопросы для собеседования

1. Общие понятия: свободные радикалы, гомолиз, гетеролиз.
2. Стереохимия радикалов: *транс*-, *цис*-, *гош*- конформации.
3. Три-, ди-, и моноарильные радикалы.
4. Открытие триарилметильных радикалов их строение и свойства.

Тема 2. «Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов»

Вопросы для собеседования

1. Радикалы двухвалентного азота (аминильные, гидразильные, гидразидильные).
2. Нитроксилы. Ароксилы.
4. Короткоживущие радикалы.

5. Методы генерации нестабильных свободных радикалов.

Тема 3. «Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов»

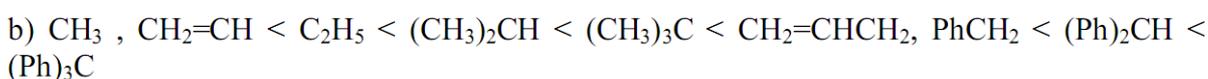
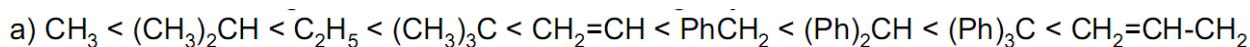
Вопросы для собеседования

1. Методы детектирования свободных радикалов.
2. Спектры ЭПР.
3. Метод ХПЯ.
4. Радикальные пары.
5. Спин-ловушки.

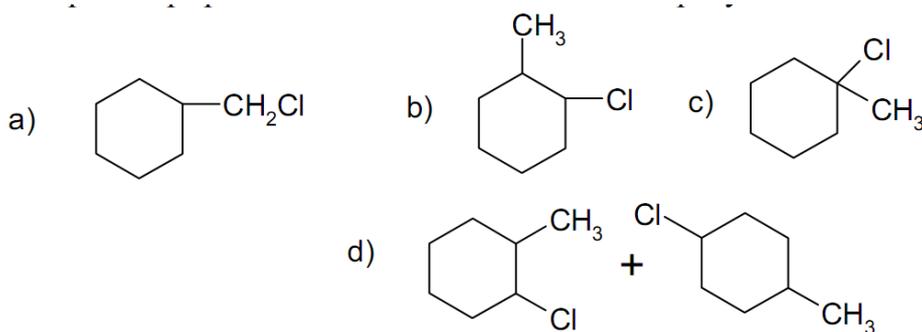
Тема 4. «Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения»

Комплект заданий для тестирования

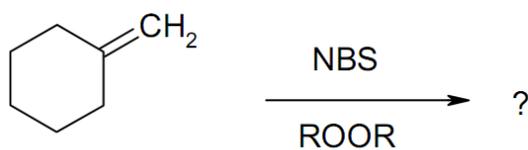
1 Устойчивость радикалов изменяется в ряду:



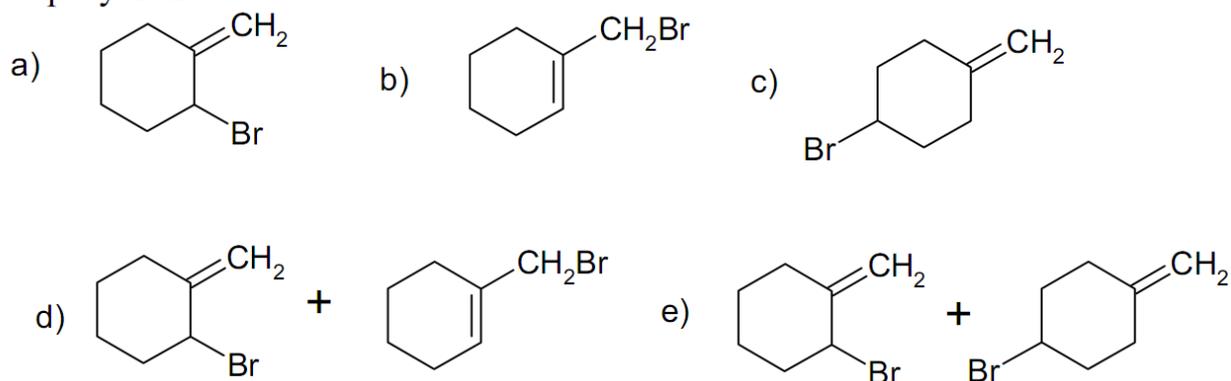
2 При хлорировании метилциклогексана образуется:



3. При бромировании метиленициклогексена N-бромсукцинимидом в присутствии пероксида



образуется:



4 Укажите радикальные частицы:

a) $\cdot\text{OH}$, b) Cl_2 , c) NO , d) HCl , e) NO_2 , f) $\cdot\text{CH}_3$, g) Na , h) $\text{ON}(\text{SO}_3\text{K})_2$

5 К радикалам π -типа относятся:

a) $\text{Ph}\cdot$, b) $\text{PhCH}_2\cdot$, c) $\text{H}_3\text{C}\cdot$, d) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\cdot$

6. К радикалам σ -типа относятся:

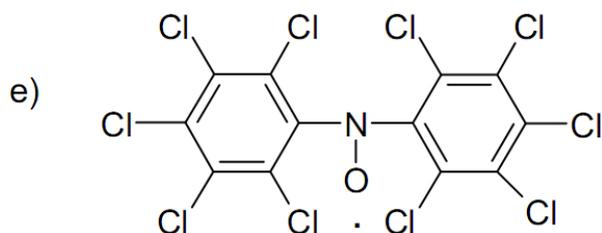
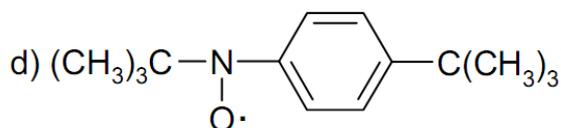
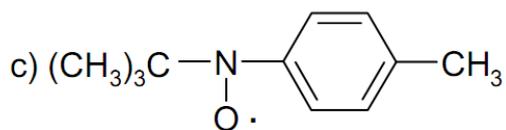
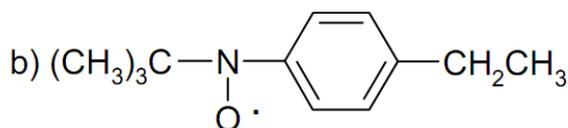
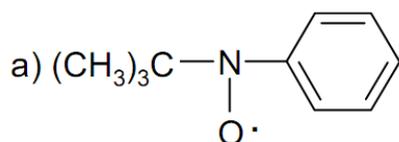
a) $\text{CH}_2=\text{CH}\cdot$, b) $\text{F}_3\text{C}\cdot$, c) $\text{H}_3\text{C}\cdot$, d) $\text{HOH}_2\text{C}\cdot$

7. Трифенилметильный радикал димеризуется с образованием: а) гексафенилэтана; б) 1-дифенилметилден-4-трифенилметилциклогексадиена-2,5; в) 1-дифенилметилден-6-трифенилметилциклогексадиена-2,4?

8. Какие факторы определяют стабильность свободного радикала?

9. Приведите примеры радикалов двухвалентного азота.

10. Какие из указанных нитроксидов не способны к димеризации:

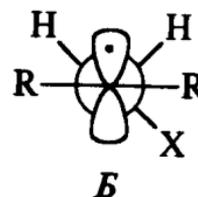
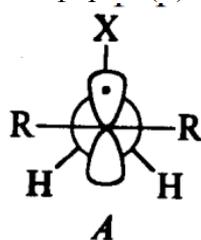


11. В чем сущность метода химически индуцируемой динамической поляризации ядер?

12. Мерой относительной устойчивости свободных радикалов R служит энергия диссоциации связи $\text{R}-\text{H}$ (величина D , ккал/моль). Чем выше величина D , тем: а) менее устойчив радикал, б) более устойчив радикал, в) больше способность к димеризации.

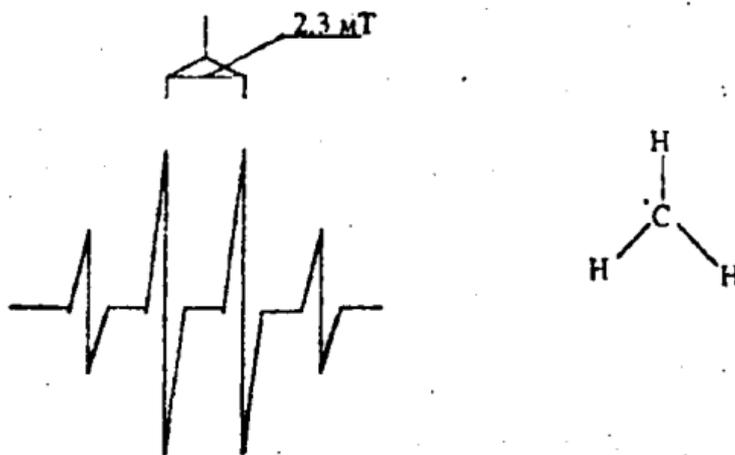
13. В чем заключается метод спиновой ловушки?

14. Алкильные радикалы, несущие в β -положении какой-либо заместитель $\text{XCH}_2\text{CR}_2\cdot$, могут существовать в двух предельных конфигурациях: заслоненной (А) и гош-форме (Б):



В какой конформации существует пропильный радикал ($X=CH_3$, $R=H$) и трет-амильный радикал ($R=X=CH_3$)? Почему?

15. Ниже приведен спектр ЭПР метильного радикала. Объясните происхождение 4-х линий в тонкой структуре спектра, каково их соотношение?



16. Спектр ЭПР этильного радикала представляет собой квартет триплетов и содержит 12 линий, соотношение интенсивностей линий спектра: триплет-1:2:1, квартет-1:3:3:1. Дайте объяснение этим данным.

Тема 5. «Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов»

Темы рефератов

1. Методы синтеза свободных радикалов.
2. Основные реакции свободных радикалов.
3. Метод электронного парамагнитного резонанса.
4. История открытия метода ЭПР.
5. Метод химически индуцированной динамической поляризации ядер при изучении свободных радикалов.
6. Метод спиновых ловушек при изучении свободных радикалов.
7. Применение свободных радикалов в химии полимеров.
8. Свободные радикалы в природных водах.
9. Радикальные реакции в органическом синтезе.
10. Долгоживущие свободные радикалы.
11. Химические реакции в верхних слоях атмосферы с участием свободных радикалов.
12. Радикальные реакции окисления.
13. Радикальные реакции полимеризации и сополимеризации.
14. Конфигурация и стереохимия свободных радикалов.
15. Тандемные радикальные реакции.
16. Радикальные перегруппировки.
17. История формирования учения о свободных радикалах.
18. Ион-радикалы.
19. Методы изучения свободных радикалов.
20. Роль свободных радикалов в процессах самоочищения природных вод.
21. Применение свободных радикалов в медицине.

**Перечень вопросов и заданий,
выносимых на зачет**

1. Открытие свободных радикалов.
2. Короткоживущие радикалы. Методы генерации нестабильных свободных радикалов
3. Долгоживущие радикалы. Синтез и реакции. Три-, ди- и моноарилметильные радикалы.
4. Пространственная структура радикалов.
5. Энергии диссоциации связей и энтальпии образования радикалов.
6. Магнитные свойства свободных радикалов.
7. Масспектрометрия свободных радикалов.
8. Теория столкновений в жидкости.
9. Теория переходного состояния.
10. Диффузионно-контролируемые реакции.
11. Рекомбинация и диспропорционирование радикалов.
12. Импульсные методы изучения быстрых реакций.
13. Изомеризация, сопровождающаяся отрывом атома водорода.
14. Изомеризация с перемещением группы.
15. Изомеризация с циклизацией и раскрытием цикла.
16. Изомеризация непредельных соединений.
17. Распад свободных радикалов.
18. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов.
19. Метод конкурирующих реакций.
20. Реакции радикального отрыва.
21. Реакции радикального замещения.
22. Реакции бирадикалов.
23. Линейные корреляции в радикальной химии.
24. Модель пересекающихся парабол.
25. Триpletное отталкивание.
26. Влияние соседних π - связей.
27. Sterический фактор.
28. Полярный фактор.
29. Мультидипольное взаимодействие.
30. Энтальпия и энтропия реакций радикального присоединения
31. Эмпирические корреляционные уравнения
32. Квантово-химические расчеты энергии активации
33. Параболическая модель реакции радикального присоединения.
34. Вклад энтальпии реакции присоединения в ее энергию активации.
35. Триpletное отталкивание в реакции присоединения.
36. Влияние соседних π -связей на энергию активации радикального присоединения.
37. Роль радиуса атома, несущего свободную валентность.
38. Взаимодействие полярных групп.
39. Теоретические модели реакций переноса электрона.
40. Окислительно-восстановительные реакции ионов с молекулами.
41. Окислительно-восстановительные реакции ионов с атомами и радикалами.
42. Реакции анион-радикалов.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</i>				
1.	Задание закрытого типа	Укажите общую формулу гомологического ряда алкадиенов . 1) C_nH_{2n+2} ; 2) C_nH_{2n} ; 3) C_nH_{2n-2} ; 4) C_nH_{2n-4} ; 5) C_nH_{2n-6} .	3) C_nH_{2n-2}	1
2.		Укажите общую формулу гомологического ряда ароматических углеводородов. 1) C_nH_{2n} ; 2) C_nH_{2n+2} ; 3) C_nH_{2n-2} ; 4) C_nH_{2n-6} ; 5) $C_nH_{2n+1}OH$.	4) C_nH_{2n-6}	1
3.		Укажите общую формулу гомологического ряда алкенов. 1) C_nH_{2n+2} ; 2) C_nH_{2n+1} ; 3) C_nH_{2n} ; 4) C_nH_{2n-2} ; 5) C_nH_{2n-6} .	3) C_nH_{2n}	1
4.		Какие соединения наиболее часто	3) пероксиды	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		используются в радикальных реакциях в качестве инициаторов: 1) спирты; 2) кислоты; 3) пероксиды; 4) соли.		
5.	Задание открытого типа	Общие понятия: свободные радикалы, гомолиз, гетеролиз	Основная идея теории радикалов, сводившаяся к тому, что органические вещества составлены из радикалов, как неорганические из атомов, в большой мере стимулировали исследование органических веществ в определённый период развития органической химии. Однако вместе с тем теория радикалов имела ряд принципиальных недостатков, которые она не смогла преодолеть. Главными причинами отказа от этой теории были следующие: 1. Теория радикалов совершенно не ставила вопроса о том, как построены сами радикалы, и вследствие такой односторонности не могла стать главной движущей силой развития науки на длительный период. 2. Попытки объяснить связь между радикалами с позиций электрохимической теории привели к распространению на теорию радикалов недостатков взглядов Берцелиуса...	15
6.		Короткоживущие радикалы	К короткоживущим относятся те свободные радикалы, у которых неспаренный электрон является локализованным, то есть у которых отсутствуют механизмы стабилизации за счёт участия соседних орбиталей или экранирования объёмными заместителями. Короткоживущими являются, например, радикалы $\text{NH}_2\cdot$, $\text{CH}_3\cdot$, $\text{OH}\cdot$, $\text{SiH}_3\cdot$ и др. Такие радикалы приходится стабилизировать либо при помощи сильного охлаждения (жидкими гелием, водородом, азотом или	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			аргоном), либо за счёт эффекта клетки, когда свободные радикалы при низкой температуре находятся в окружении молекул застеклованного растворителя...	
7.		Методы генерации нестабильных свободных радикалов	Методы генерации нестабильных радикалов можно подразделить на три категории. К первой категории относятся реакции, в которых радикалы образуются в результате непосредственного гомолитического расщепления ковалентной связи, например, при термическом или фотохимическом разложении пероксидов или азосоединений...	15
8.		Спин-ловушки	Спиновыми ловушками могут быть третичные и ароматические нитрозосоединения и нитроны (не путать с полимерным волокном нитроном). При их реакции со свободными радикалами R• образуются нитроксильные радикалы или аминильные радикалы. В настоящее время наиболее распространёнными спиновыми ловушками являются нитроны, в частности N-трет-бутил-нитрон (PBN) и 5,5-диметилпирролин-N-оксид (DMPO)...	15
9.	Задания комбинированного типа	Реакции галогенирования алканов идут по механизмам: 1) радикального замещения; 2) электрофильного присоединения; 3) нуклеофильного замещения; 4) радикального присоединения. Свой ответ обоснуйте.	1) радикального замещения Алканы вообще не очень реакционноспособны вследствие большой устойчивости их структур. Все связи в алканах насыщенные. Для них характерны в основном реакции радикального характера. Такие реакции идут под действием света или облучения....	8

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
10.		Основным методом детектирования свободных радикалов является: А) ЭПР-спектроскопия; Б) ЯМР-спектроскопия; В) ИК-спектроскопия. Свой ответ обоснуйте.	А Обычно радикалы определяют с помощью спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Принципы спектроскопии ЭПР очень близки к принципам гораздо более известной спектроскопии ЯМР. Неспаренный электрон в радикале имеет свой спин и, подобно протону, обладает собственным магнитным моментом. При наложении магнитного поля электрон будет прецессировать вокруг вектора поля с точно определенной частотой и, если ему сообщить энергию нужной частоты, претерпевать переходы между спиновыми состояниями...	8

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Собеседование №1	1/15	15	по расписанию
2.	Собеседование №2	1/15	15	по расписанию
3.	Собеседование №3	1/15	15	по расписанию
4.	Тестирование	1/20	20	по расписанию
5.	Реферат	1/25	25	по расписанию
Всего			90	-
Блок бонусов				
6.	Посещение занятий		4	по расписанию
7.	Своевременное выполнение всех заданий		4	по расписанию

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
8.	Активность на занятии		2	по расписанию
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-2
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-3
<i>Неготовность к занятию</i>	-2
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-3

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Реутов, О. А. Органическая химия. В 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 10-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 626 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-906828-43-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906828439.html> (дата обращения: 15.09.2024). - Режим доступа : по подписке.
2. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - 5-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2024. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938084606.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Domino-реакции в органическом синтезе [Электронный ресурс] / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике; пер. с англ. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085127.html>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru> *Учетная запись образовательного портала АГУ*

2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ*

3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru
Электронно-библиотечная система BOOK.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя аудиторию для проведения семинарских занятий. Проведение семинарских занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с

нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).