

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

21 июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ХМ

_____ Л.А. Джигола

21 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЯ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ

Составитель

Тырков А.Г., профессор, д.х.н., профессор

Направление подготовки

04.03.01 «ХИМИЯ»

Направленность (профиль) ОПОП

**ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ХИМИЧЕСКАЯ
ЭКСПЕРТИЗА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ**

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2021

Курс

4

Семестр

7

Астрахань- 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «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 (модуля): знание основных методов генерирования свободных радикалов и основных реакций свободных радикалов, методов обнаружения свободных радикалов, применение 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 (модуль) «Химия свободных радикалов» относится к элективной дисциплине учебного плана подготовки бакалавров химии и осваивается в 7 семестре. Учебный курс логически связан с теоретическими основами неорганической, аналитической, органической, физической химии, химической технологии. Следовательно, «входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием теоретических основ вышеобозначенных учебных химических дисциплин.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами (модулями):

- органическая химия.
- высокомолекулярные соединения.

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.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- 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).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС 3++ и ОПОП по данному направлению подготовки:

в) 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 и наименование компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ИПК-1.1. методы генерирования, стереохимии и устойчивости свободных радикалов	ИПК-1.2. пользоваться теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ	ИПК-1.3. основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной форме обучения приведена в таблице 2.

Таблица 2-Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)			Сам. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов	7	1,2,3	6	6			12	Собеседование
2	Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы	7	4,5	6	6			10	Собеседование
3	Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов	7	6,7,8,9	6	6			10	Собеседование
4	Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов	7	10,11,12	6	6			10	Собеседование
5	Гомолитическое ароматическое замещение	7	13,14,15	4	4			10	Собеседование
	Итого			28	28			52	7 семестр зачет

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, семинары,

ЛР – лабораторные работы; СР - самостоятельная работа по отдельным темам; КР - курсовая работа

Таблица 3-Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции
--------------------------	--------------	-------------

		ПК-1	Σ общее количество компетенций
Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов	24	+	1
Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы	22	+	1
Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов	22	+	1
Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов	22	+	1
Гомолитическое ароматическое замещение	18	+	1
<i>Итого</i>	108		

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

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.

2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.

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

3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов.

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

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

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

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)

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к лекциям, семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

В ходе подготовки лекции преподаватель должен разрабатывать план лекции, в котором должен определить те основные материалы, которые слушатели должны понять и записать. Содержание лекции должно быть организованным и четким, что делает усвоение материала доступным. Содержание лекции должно отвечать следующим требованиям: изложение материала от простого к сложному; от известного к неизвестному; логичность, четкость и ясность в изложении материала; возможность проблемного изложения; дискуссии и диалога в конце лекции с целью активизации деятельности слушателей; опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные; тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью. В ходе лекционного занятия преподаватель должен четко озвучить тему, представить план, кратко изложить цель, учебные вопросы. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Следует также раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. При изложении лекционного материала следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводя примеры, раскрывать положительный отечественный и зарубежный опыт. По ходу изложения, возможно, задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель в целом не должен отвлекаться от излагаемого материала лекции. Преподаватель должен руководить работой слушателей по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. Используемый во время лекции наглядный материал – слайды, таблицы, схемы, иллюстрации помогает вести конспекты и улучшает темп предложения материала лекций. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Для закрепления материала, подготовки к семинарским и практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы необходимо рекомендовать литературу, основную и дополнительную, в том числе учебно-методические материалы, а также электронные источники (интернет-ресурсы).

Во время практических и семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся. Преподавателю необходимо иметь, для проведения практических и семинарских занятий, наглядные пособия – наборы таблиц по теме занятия, схемы и др. При подготовке к практическим и семинарским занятиям преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, познакомиться с новыми публикациями по теме. В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность. Целесообразно, в ходе обсуждения учебных вопросов, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. В заключительной части практического занятия следует подвести итог: дать объективную оценку выступления слушателя и учебной группы в целом, раскрыть положительные стороны и недостатки

проведения занятия, ответить на вопросы, назвать тему очередного занятия и дать необходимые задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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>

Таблица 4-Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер темы	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1	Общие понятия: свободные радикалы, гомолиз, гетеролиз. Стереохимия радикалов: <i>транс</i> -, <i>цис</i> -, <i>гош</i> - конформации. Три-, ди-, и моноарильные радикалы. Открытие триарилметильных радикалов их строение и свойства.	12	практическое занятие
2	Радикалы двухвалентного азота (аминильные, гидразильные, гидразицильные). Нитроксилы. Ароксилы. Короткоживущие радикалы. Методы генерации нестабильных свободных радикалов.	10	практическое занятие
3	Методы детектирования свободных радикалов. Спектры ЭПР. Метод ХПЯ. Радикальные пары. Спин-ловушки.	10	практическое занятие
4	Роль полярных факторов. Влияние добавок окислителей на выход биариллов. Алкилирование. Гидроксילирование. Скорость присоединения различных радикалов к алкенам. Наиболее важные реакции радикального присоединения. Стереохимия присоединения. Циклизация радикалов.	10	практическое занятие
5	Механизм гомолитического ароматического замещения. Распределение изомеров в реакциях арилирования.	10	практическое занятие

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

Выполнение и оформление практических работ по курсу «Химия свободных радикалов» осуществляется в соответствии с учебной программой, размещенной на платформе Moodle.

К теме 1. Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов.

1. Методы синтеза свободных радикалов.
2. Основные реакции свободных радикалов.
3. Метод электронного парамагнитного резонанса.

К теме 2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.

4. История открытия метода ЭПР.
5. Метод химически индуцированной динамической поляризации ядер при изучении свободных радикалов.
6. Метод спиновых ловушек при изучении свободных радикалов.

К теме 3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов.

1. Применение свободных радикалов в химии полимеров.
2. Свободные радикалы в природных водах.
3. Радикальные реакции в органическом синтезе.
4. Долгоживущие свободные радикалы.

К теме 4. Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов.

1. Химические реакции в верхних слоях атмосферы с участием свободных радикалов. Радикальные реакции окисления.
2. Радикальные реакции полимеризации и сополимеризации.
3. Конфигурация и стереохимия свободных радикалов.
4. Тандемные радикальные реакции.
5. Радикальные перегруппировки.

К теме 5. Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения.

1. История формирования учения о свободных радикалах.
2. Ион-радикалы.
3. Методы изучения свободных радикалов.
4. Роль свободных радикалов в процессах самоочищения природных вод.
5. Применение свободных радикалов в медицине.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в объеме 4 ч. (из них 4 ч лекций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

6.1. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий сведен в таблицу.

Таблица 5—Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов	Обзорная лекция	Выполнение и отчет по практической работе	Не предусмотрена
Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы	Обзорная лекция	Выполнение и отчет по практической работе	Не предусмотрена
Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов	Обзорная лекция	Выполнение и отчет по практической работе	Не предусмотрена
Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов	Обзорная лекция	Выполнение и отчет по практической работе	Не предусмотрена
Гомолитическое ароматическое замещение	Обзорная лекция	Выполнение и отчет по практической работе	Не предусмотрена

6.2. Информационные технологии

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

- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») по курсу «Химические основы биологических процессов» или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

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

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
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
VLC Player	Медиапроигрыватель

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 «ИБИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
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»

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>	
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 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 ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

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

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

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов	ПК-1	Собеседование
2	Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы	ПК-1	Собеседование
3	Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов	ПК-1	Собеседование
4	Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов	ПК-1	Собеседование
5	Гомолитическое ароматическое замещение	ПК-1	Собеседование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания

Таблица 7-Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

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	- демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала,

«удовлетворительно»	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, неспособен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, 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 или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Примерный комплект заданий для проведения собеседования по учебной дисциплине «Химия свободных радикалов».

Тема 1. Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов.

Вопросы для собеседования.

1. Методы синтеза свободных радикалов.
2. Основные реакции свободных радикалов.
3. Метод электронного парамагнитного резонанса.

Тема 2. Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы.

Вопросы для собеседования.

1. История открытия метода ЭПР.
2. Метод химически индуцированной динамической поляризации ядер при изучении свободных радикалов.
3. Метод спиновых ловушек при изучении свободных радикалов.

Тема 3. Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов.

Вопросы для собеседования.

1. Применение свободных радикалов в химии полимеров.
2. Свободные радикалы в природных водах.
3. Радикальные реакции в органическом синтезе.
4. Долгоживущие свободные радикалы.

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

Вопросы для собеседования.

1. Химические реакции в верхних слоях атмосферы с участием свободных радикалов. Радикальные реакции окисления.
2. Радикальные реакции полимеризации и сополимеризации.
3. Конфигурация и стереохимия свободных радикалов.
4. Тандемные радикальные реакции.

Тема 5. Гомолитическое ароматическое замещение. Реакции радикального присоединения.

Вопросы для собеседования.

1. История формирования учения о свободных радикалах.
2. Ион-радикалы.
3. Методы изучения свободных радикалов.
4. Роль свободных радикалов в процессах самоочищения природных вод.
5. 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 неопределенных 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. Триплетное отталкивание.
26. Влияние соседних π - связей.
27. Стерический 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)
ПК-1. «Способен проводить сбор, анализ и обработку информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации»				
1.	Задание закрытого типа	Трифенилметильный радикал димеризуется с образованием: а) гексафенилэтана; б) 1-дифенилметилден-4-трифенилметилциклогексадиена -2,5; в) 1-дифенилметилден-6-трифенилметилциклогексадиена -2,4	а)	3
2.		Гомолитический разрыв связи О–Н в молекуле воды приводит к образованию: а) $\text{H} \cdot + \text{OH}^+$. б) $\text{H}^{++} + \text{OH}^-$. в) $\text{O}_2^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$. г) $\text{H}^{++} + \text{:OH}$.	г)	3
3.		Вблизи от равновесия реакции $\text{A} \leftrightarrow \text{B}$ катализатор ускоряет: а) реакцию $\text{A} \rightarrow \text{B}$. б) реакцию $\text{B} \leftarrow \text{A}$. в) в равной степени реакцию $\text{A} \rightarrow \text{B}$ и $\text{B} \leftarrow \text{A}$. г) не ускоряет ни одну из выше обозначенных	в)	3
4.		Трифенилметильный радикал димеризуется с образованием: а) гексафенилэтана; б) 1-дифенилметилден-4-трифенилметилциклогексадиена -2,5; в) 1-дифенилметилден-6-трифенилметилциклогексадиена -2,4	а)	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
5.	Задание открытого типа	Какие факторы определяют стабильность свободного радикала	Делаколизация заряда Изостроение радикала Наличие акцепторных радикалов	3
6.		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	За счет спин-спинового расщепления фиксируются 12 линий в спектре ЭПР	5
7.		Какие факторы определяют стабильность свободного радикала	Делаколизация заряда Изостроение радикала Наличие акцепторных радикалов	3
8.		Перечислите методы получения свободных радикалов.	Гомолитическое расщепление химической связи Гетероциклическое расщепление химической связи Воздействие температурой на вещество Воздействие катализатора на вещество	3
9.	Задание комбинированного типа	Сколько линий имеет спектр ЭПР этильного радикала А) 5 Б) 12 В) 20 Дайте объяснение этим данным	Б) Расщепление сигналов происходит за счет спин-спинового расщепления фиксируются 12 линий в спектре ЭПР	5
10.		Сколько линий имеет спектр ЭПР пропильного радикала А) 5 Б) 12 В) 20 Дайте объяснение этим данным	В) Расщепление сигналов происходит за счет спин-спинового расщепления фиксируются 20 линий в спектре ЭПР	5

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

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

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. Стерический 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.

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

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

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1	Представление отчета по теме «Понятие о радикалах. Методы генерирования радикалов».	1/5	20	по графику
2	Представление отчета по теме «Короткоживущие радикалы. Долгоживущие радикалы».	1/5	20	по графику
3	Представление отчета по теме «Методы обнаружения и установления строения свободных радикалов».	1/5	20	по графику
4	Представление отчета по теме «Реакции свободных радикалов. Стабильность и реакционная способность свободных радикалов».	1/5	20	по графику
5	Представление отчета по теме «Гомолитическое ароматическое замещение».	1/5	20	по графику
Всего			100	
Блок бонусов				
6	Активность на занятии		5	
7	Своевременное выполнение всех заданий		5	
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
8	Зачет		10 / 50	
Всего			10 / 50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11-Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-1
Нарушение учебной дисциплины	-1
Неготовность к занятию	-2
Пропуск занятия без уважительной причины	-2

Таблица 12–Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

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 (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература:

1. Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. Органическая химия. В 4 ч. Ч. 2. М.: БИНОМ, 2012.- (Классический университетский учебник). URL <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996308095.htm> (ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Дополнительная литература:

2. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки/ СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082878.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

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.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия проводятся в аудитории, имеющей: Столы – 8 шт. Стулья – 17 шт. Доска – 1 шт. Вытяжной шкаф – 1 шт.

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. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).