

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра органической и биологической химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«20» мая 2021 г.

Рабочая программа
«Органическая химия»

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность (профиль)
«Органическая химия»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Ярославль

1. Целями освоения дисциплины «Органическая химия» в соответствии с общими целями основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) (далее - образовательная программа послевузовского профессионального образования) являются:

- знание основных законов и объектов современной органической химии;
- представление о современных синтетических методах и способов установления структуры;
- представления об основных механизмах органических реакций.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Данная дисциплина относится к разделу обязательные дисциплины (Б1.В.ОД.1).

Дисциплина «Органическая химия» показывает современное состояние всех подразделов органической химии.

Для изучения данной дисциплины необходимы «входные» знания, умения, полученные в процессе обучения по программам специалитета или бакалавриата – магистратуры и готовность обучающегося, к восприятию знаний и навыков, необходимых при освоении данной дисциплины и приобретенных в результате освоения предшествующих дисциплин. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для выполнения и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине – знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы аспирантуры, и критерии их оценивания

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции:

способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности фундаментальные знания по органической химии, применять методические навыки органического синтеза, исследования механизмов химических реакций и структуры соединений (ПК-1).

способностью оформлять результаты своей научно-исследовательской деятельности в форме научно-квалификационной работы по научной специальности 02.00.03 Органическая химия (ПК-4)

Код компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения		
		Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК - 1	основные теоретические положения современной органической химии	основные положения органической химии	основные теоретические положения современной органической химии	основные теоретические положения современной органической химии, дает им научное определение и четко представляет область их применения

	<p>- осуществлять синтез заданных структур;</p> <p>- анализировать структуры органических соединений;</p> <p>- управлять органическим синтезом на основе знаний о механизмах реакций.</p>	<p>осуществлять синтез заданных структур в соответствии с заданными методиками</p>	<p>осуществлять синтез заданных структур;</p> <p>- анализировать структуры органических соединений</p>	<p>осуществлять синтез заданных структур;</p> <p>- анализировать структуры органических соединений;</p> <p>- управлять органическим синтезом на основе знаний о механизмах реакций.</p>
	<p>Владеть методами синтеза и анализа органических структур</p>	<p>Владеть методами синтеза органических структур</p>	<p>Владеть методами синтеза и анализа органических структур</p>	<p>Владеть методами синтеза и анализа органических структур, разработки методик.</p>
ПК-4	<p>Знать структуру научных публикаций и научно-квалификационных работ</p>	<p>Знать основные элементы структуры научных работ</p>	<p>Знать структуру научных публикаций и научно-квалификационных работ</p>	<p>Знать структуру научных публикаций и научно-квалификационных работ, способы оформления и представления результатов исследования</p>
	<p>Представлять результаты исследований в научных публикациях и при публичных выступлениях</p>	<p>Представлять результаты исследований в научно-квалификационных работах</p>	<p>Представлять результаты исследований в научных публикациях и при публичных выступлениях</p>	<p>Обрабатывать и представлять результаты исследований в научных публикациях и при публичных выступлениях</p>
	<p>Владеть методами оформления публикаций</p>	<p>Владеть методами оформления</p>	<p>Владеть методами</p>	<p>Владеть методами</p>

	и научно-квалификационных работ, представления основных результатов при публичных выступлениях	научно-квалификационных работ	оформления публикаций и научно-квалификационных работ, представления основных результатов при публичных выступлениях	обработки, интерпретации, оформления публикаций и научно-квалификационных работ, представления основных результатов при публичных выступлениях
--	--	-------------------------------	--	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 акад. часов
Дисциплина изучается в течение четырех семестров.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практические	лабораторные	консультации	самостоятельная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1.	Современные проблемы органической химии..	2	2			1	33	
2.	Основы современной теории строения органических структур.	2	2			1	33	
								Зачет
3	Механизмы органических реакций	3	2				16	
4	Интермедиаты и переходные состояния в органических реакциях	3	2				16	
								Зачет
5	Установление структуры органических соединений	4	2			1	15	
6	Методы контроля протекания	4	2			1	15	

	органических реакций							
								Зачет
7	Реакционная способность органических соединений. Методы установления механизмов органических реакций	5	2			1	15	
8	Современные синтетические методы	5	2			1	15	
							36	Экзамен
	Всего		16			6	194	

Содержание разделов дисциплины:

Тема 1. Современные проблемы органической химии. Физический фундамент химии. Объекты и структура органической химии сегодня. Новые химические структуры и материалы. Методы и тенденции развития органической химии.

Тема 2. Основы современной теории химического строения. Уравнение Шредингера для атомов и молекул. Электронные, колебательные и вращательные состояния молекул. Поверхность потенциальной энергии. Представление молекулярных орбиталей (МО) в виде линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО). Связи в органических соединениях. Электронные эффекты заместителей. Межмолекулярное взаимодействие и его описание в квантовой химии. Прикладные программы квантово-химического моделирования.

Тема 3. Механизмы органических реакций. Формирование связей в органических структурах. Свободнорадикальные реакции, особенности их протекания. Ионные реакции, их закономерности. Факторы управления процессами.

Тема 4. Интермедиаты и переходные состояния в органических реакциях. Карбокатионы. Карбанионы. Карбанионы. Ион-радикалы. Карбены. Переходные состояния, их характеристики. Поиск структуры переходных состояний.

Тема 5. Установление структуры органических соединений. Общая схема исследования структуры органических объектов. Атомная эмиссионная спектроскопия. Электронная спектроскопия. Методы колебательной спектроскопии. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Метод электронного парамагнитного резонанса. Метод масс-спектрометрии.

Тема 6. Методы контроля протекания органических реакций. Хроматографические методы. Электрохимические методы. Спектральные методы. Обработка результатов анализа.

Тема 7. Теория реакционной способности органических соединений. Связь структура – свойства. Методология QSAR. Индексы реакционной способности: индексы свободной валентности, заряды на атомах, индексы Фукуи, энергии катионной, анионной и радикальной локализации. Кислоты и основания в органической химии. Методы установления механизмов органических реакций. Общая схема изучения механизмов

органических реакций. Эксперимент и компьютерное моделирование при установлении механизмов.

Тема 8. Современные синтетические методы. Планирование синтеза. Информационная поддержка синтетических исследований. Синтетический анализ в планировании органического синтеза. Ретросинтетический анализ. Активация реакционных центров. Нетрадиционные способы активации. Защитные группы в синтезе. Ассиметрический синтез. Комбинаторный синтез.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академические лекции (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов. Лекции имеют мультимедийное сопровождение

Самостоятельная работа– изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям и отработка навыков по решению ситуационных задач.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- мультимедийное сопровождение лекций;

– программы Microsoft Office;

– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 1. - 3-е изд. - Б.м.: Б.и., 2009. 567 с.

http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=642957&cat_cd=YARSU

2. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 2. - 3-е изд. испр. - Б.м.: Б.и., 2009. 623 с.

http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643328&cat_cd=YARSU

3. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 3. - 3-е изд. испр. - Б.м.: Б.и., 2009. 544 с.

http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643357&cat_cd=YARSU

4. Реутов О. А. Органическая химия: учебник для вузов: в 4 ч / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин; М-во образования РФ. Ч. 4. - 3-е изд. испр. - Б.м.: Б.и., 2009. 723 с.

http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=643384&cat_cd=YARSU

5. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия: Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. Пер. с нем. – М.: Мир. 1999. 704 с.

http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=283122&cat_cd=YARSU

б) дополнительная литература

1. Свойства органических соединений. Справочник / под ред. А.А. Потехина. - Л.: Химия, 1984.
2. Задачи по органической химии с решениями: учебное пособие / Курц А.Л. и др. - 2-е изд., испр. - М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2006. 264 с.
http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=356407&cat_cd=YARSU

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Американское химическое общество (<http://www.acs.org/>).
4. Королевское химическое общество (<http://www.rsc.org/>).
5. Химический факультет МГУ (<http://www.chem.msu.ru/>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения: -учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; -помещения для самостоятельной работы;-помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.

Мультимедийное оборудование и раздаточный материал (формулы, стандартные показатели и т.д., необходимые для решения ситуационных задач)

Автор :

Автор:

Профессор кафедры
органической и биологической химии, д.х.н.
(должность, ученая степень)


(подпись) _____ В.Ю. Орлов
(Фамилия И.О.)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Органическая химия»**

**Оценочные средства
для проведения текущей и/или промежуточной аттестации аспирантов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

1.1 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к зачету (2 семестр):

1. Иерархия общих проблем химии.
2. Химический синтез.
3. Управление химическими процессами.
4. Химическая структура и функция.
5. Классические подходы к выявлению количественных соотношений структура – активность. Общее понятие о дескрипторах молекулярной структуры.
6. Компьютерные технологии в химии.
7. Основы компьютерного молекулярного моделирования и QSAR.
8. Связь биологических свойств и структуры органических соединений.
9. Основные понятия медицинской химии. Биологические мишени действия физиологически активных веществ и принципы создания структур лигандов этих мишеней.
10. Принципы зеленой химии. Новые подходы к использованию природных ресурсов. Критерии «зеленого» процесса. Оценка химических реакций и процессов с точки зрения зеленой химии.
11. Химическая аналитика и диагностика.
12. Химические основы жизни. Биомолекулы: структура и свойства. Биосинтез.
13. Объекты нанохимии. Свойства наноразмерных объектов. Методы синтеза наноразмерных частиц. Нанореакторы.
14. Понятие супрамолекулярной химии.
15. Общие принципы создания полимерных композиционных материалов. Классификация полимерных композиционных материалов и полимерных нанокompозитов.
16. Уравнение Шредингера для атомов и молекул. Электронные, колебательные и вращательные состояния молекул. Представление молекулярных орбиталей (МО) в виде линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО).
17. Электронные эффекты заместителей. Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения.

Список вопросов к зачету (3 семестр):

1. Какие существуют подходы к классификации реакций?
2. Проиллюстрируйте любыми примерами следующие термины: электрофил, нуклеофил, карбен, радикал, анион-радикал, карбокатион, карбанион.
3. Укажите тип реакции – S_N2 , приведите конкретный пример, разберите по стадиям.

4. К какому типу реакций относится полимеризация?
5. Дайте определение понятиям: гомолитические (радикальные реакции) и гетеролитические (ионные реакции). Какими особенностями связи обусловлен ее распад по гомолитическому или гетеролитическому механизму?
6. Изобразите схемой и кратко изложите современные представления о механизме реакции нитрования бензола. В каком валентном состоянии (тип гибридизации) находится атом углерода в интермедиатах?
7. Рассмотрите механизм бромирования 2,2,5,5-тетраметилгексана. Укажите медленную стадию. Приведите ряд изменения реакционной способности галогенов в реакции с 2,2,5,5-тетраэтилгексаном. Дайте объяснения.
8. Как классифицируются органические реакции по характеру реагирующих частиц? Приведите примеры: а) нуклеофильного реагента и нуклеофильной реакции, б) электрофильного реагента и электрофильной реакции.

Список вопросов к зачету (4 семестр):

1. Физико-химические методы анализа. ИК-, УФ- спектроскопия.
2. Хроматографический анализ.
3. ЯМР анализ.
4. Хромато-масс спектрометрия.
6. Химические методы анализа.
7. Метод титриметрического анализа.
8. Микроскопия в химии.

Список вопросов к экзамену.

1. Уравнение Шредингера для атомов и молекул. Электронные, колебательные и вращательные состояния молекул. Представление молекулярных орбиталей (МО) в виде линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО).
2. Электронные эффекты заместителей. Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц. Резонансные структуры, правила их построения.
3. Кислоты и основания (И.Бренстед, Г.Льюис). Сопряженные кислоты и сопряженные основания. Кислотно-основные равновесия. Константа кислотности pK_a , константа основности pK_b . Влияние заместителей в молекуле на кислотность и основность органических соединений. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО).
4. Радикальные реакции алканов. Хлорирование метана. Механизм
5. Электрофильное присоединение к алкенам. Присоединение хлора и брома к алкенам. Механизм, стереохимия, влияние заместителей на стереохимию присоединения.
6. Механизмы органических реакций. Формирование связей в органических структурах. Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах как метод создания связи углерод — углерод, углерод — азот, углерод — кислород, углерод — сера, углерод — фосфор (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.)
7. Механизмы органических реакций.. Реакции элиминирования. α - и β -Элиминирование. Классификация механизмов β - элиминирования: E1, E2 и E1cb. Направление элиминирования.
8. . Механизм реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. Представление о π - и σ -комплексах. Аренииевые ионы в реакциях электрофильного замещения. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Согласованная

- и несогласованная ориентация двух или нескольких заместителей в ароматическом кольце.
9. Общие представления о механизме нуклеофильного замещения. Механизм отщепления-присоединения. Механизм присоединения-отщепления S_NAr . Анионные σ -комплексы Мейзенгеймера и их строение. S_N1 -Механизм ароматического нуклеофильного замещения в реакциях гидролиза катиона арендиазония. Механизм $S_{RN}1$ в ароматическом ряду и область его применения. Инициирование ион-радикальной цепи..
 10. Основные типы интермедиатов. Особенности структуры и поведения радикальных частиц.
 11. Основные типы интермедиатов. Особенности структуры и поведения ионных частиц.
 12. Основные типы интермедиатов. Особенности структуры и поведения ион-радикальных частиц.
 13. Установление структуры органических соединений. Общая схема исследования структуры органических объектов.
 14. Теория реакционной способности органических соединений. Связь структура – свойства. Методология QSAR.
 15. . Индексы реакционной способности: индексы свободной валентности, заряды на атомах, индексы Фукуи, энергии катионной, анионной и радикальной локализации.
 16. Современные синтетические методы. Планирование синтеза. Информационная поддержка синтетических исследований.
 17. Синтетический анализ в планировании органического синтеза. Ретросинтетический анализ.
 18. Активация реакционных центров. Нетрадиционные способы активации.
 19. Защитные группы в синтезе.
 20. Ассиметрический синтез.
 21. Комбинаторный синтез.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Органическая химия»

Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД. Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний об оценке риска здоровью, кроме этого на лекциях разбираются типовые ситуационные задачи по темам.

1. Текущий контроль успеваемости.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал;
- пользуясь лекционным материалом и основной литературой, рекомендованной для освоения дисциплины, выполнить практические задания, которые выдаются преподавателем в конце лекции. Задания подготавливаются самостоятельно, оформляются в письменном (печатном) виде и сдаются преподавателю на проверку в течении недели с момента его получения.

2. Промежуточная аттестация.

Зачетное мероприятие будет складываться из двух частей: первая часть - ответ на теоретический вопрос из перечня, приведенного в Приложении №1 пункт 1.1 " Список вопросов к зачету"; вторая часть подразумевает решение химической задачи

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине

Для самостоятельной работы аспирант может использовать конспекты лекций, основную и дополнительную учебную литературу, приведенную в пункте 7 данной РПД, а также ресурсы сети "Интернет".

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендованных к использованию при освоении дисциплины

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Американское химическое общество (<http://www.acs.org/>).
4. Королевское химическое общество (<http://www.rsc.org/>).
5. Химический факультет МГУ (<http://www.chem.msu.ru/>).