

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Неорганическая и органическая химия фуллеренов

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:
Физическая химия

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Неорганическая и органическая химия фуллеренов**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1.С. Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, Уметь: самостоятельно составлять план исследования Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>
<p>СПК-1.С. Способность использовать теоретические основы современных физико-химических методов исследования и анализа систем различной природы при решении практических задач</p>	<p>Знать: особенности молекулярного и электронного строения фуллеренов и их производных Знать: механизмы экзоэдральных превращений фуллеренов Знать: химические свойства, физико-химические методы анализа фуллеренов и их производных Уметь: выбирать стратегию синтеза производных фуллеренов с требуемыми физико-химическими свойствами, а также методы определения их электронного, молекулярного и надмолекулярного строения Уметь: применить теоретические основы современных физико-химических методов исследований для анализа композиционного и изомерного состава продуктов экзоэдральных превращений фуллеренов Владеть: навыками статистической обработки данных физико-химического эксперимента</p>
<p>СПК-2.С. Способность проводить экспериментальные исследования в избранной области физической химии (кинетика и катализ, химическая термодинамика, молекулярная</p>	<p>Уметь: грамотно выбирать физико-химические методы анализа для определения строения и свойств фуллеренов и их производных Уметь: готовить образцы для физико-химических исследований в соответствии с поставленной задачей и с учетом специфики изучаемых объектов Владеть: навыками интерпретации спектральных данных и расчетными методами для</p>

спектроскопия, химия поверхности)	определения строения и свойств фуллеренов и их производных
-----------------------------------	------------------------------------------------------------

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 32 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 14 часа – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 40 часа составляет самостоятельная работа студента.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

Знать: основы теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, коллоидной химии, химии высокомолекулярных соединений, основные свойства химических элементов и их соединений); области применения, достоинства и недостатки различных спектроскопических методов анализа и принципы работы основных приборов, используемых для этих целей; основные законы и принципы квантовой механики молекул, моделей и методов расчета электронной структуры

Уметь: применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных; ориентироваться в современной литературе по теории методов и их применению в различных областях науки и производства.

Владеть: основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими физико-химические явления, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных; теоретическими основами и практикой применения современных физико-химических методов исследования и анализа систем различной природы

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

аттестации по дисциплине (модулю)		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
<p>Раздел 1. Неорганическая химия фуллеренов Тема 1. Окислительно-восстановительные реакции с участием фуллеренов. Электрохимия фуллеренов; фуллерены щелочных и щелочноземельных металлов, интеркалированные фуллерены; реакции с органическими электрон-донорными соединениями; катионы фуллеренов. Тема 2. Гидрирование фуллеренов. Гидроборирование и гидроциркониование, восстановление Zn/Cu-парой, восстановление гидразином и органическими восстановителями; восстановление по Бирчу; восстановление молекулярным водородом.</p>	29	6	6	1			13	16		16

<p>Тема 3. Фуллеренолы и оксиды фуллерена. Методы синтеза, строение и химические свойства.</p> <p>Тема 4. Галогенпроизводные фуллеренов. Фторирование молекулярным фтором, бинарными и комплексными фторидами; хлорирование; бромирование; производные фуллерена, содержащие каркасную C-I связь; химические свойства галогенпроизводных фуллеренов.</p>									
<p>Раздел 2. Органическая химия фуллеренов</p> <p>Тема 5. Нуклеофильное присоединение. Номенклатура IUPAC экзоэдральных производных, присоединение C-нуклеофилов; гидроалкилирование и гидроариллирование; циклопропанирование; присоединение цианидов; присоединение аминов; присоединение гидроксидов, алкоксидов; присоединение прочих Si-, Ge- и P-нуклеофилов.</p> <p>Тема 6. Радикальное присоединение. Получение радикальных частиц производных фуллерена; радикальное полиприсоединение; гидростаннирование; фотохимическая</p>	41	8	8	1			17	24	24

<p>функционализация силанами и германами; присоединение бис(трифторметил)нитроксида; присоединение третичных аминов.</p> <p>Тема 7. Алкил- и перфторалкилфуллерены. Методы синтеза перфторалкилфуллеренов, особенности строения и реакционная способность.</p> <p>Тема 8. Электрофильное присоединение. Электрохимическое окисление; окисление; реакции с сильными окисляющими агентами; алкилирование и арилирование в присутствии кислот Льюиса.</p> <p>Тема 9. Реакции [2+1]-циклоприсоединения и 1,3-диполярного присоединения. Присоединение карбенов, нитренов, силиленов; получение и свойства метанофуллеренов и фуллероидов; присоединение диазометанов, диазоацетатов и диазоамидов; присоединение азидов; присоединение триметиленметанов; присоединение азометинилидов; присоединение нитрилоксидов и нитрилиминов; присоединение сульфинимидов и тиокарбонилилидов;</p>											
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<p>присоединение карбонилилидов; присоединение нитрилилидов и изонитрилов, присоединение дисилиранов. Тема 10. Реакции [4+2]- и [2+2]- циклоприсоединение. Присоединение диенов, темплатный синтез, присоединение бензина и енонов; присоединение электронобогатенных алкенов и алкинов; фотодимеризация фуллеренов. Тема 11. Применение фуллеренов. Перспективы применения для создания новых устройств (электронный и спиновый транспорт, органические полупроводники, фотовольтаических устройства, устройства хранения информации, молекулярные сенсоры); перспективы применения в медицине (адресная доставка активных веществ, магнитно- резонансная томография, антибактериальные покрытия, анти-ВИЧ и противоопухолевая активность, антиоксидантная активность).</p>										
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2					2	2			
Итого	72	14	14	2		2	32	40		40

9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Студентам предоставляется программа курса, план занятий, перечень домашних заданий, лекционные материалы и примеры решения задач. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Фуллерены: Учебное пособие/ Л.Н. Сидоров, М.А. Юровская и др. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 688 с.

Дополнительная литература

1. Fullerenes. Chemistry and Reactions. / A. Hirsch, M. Brettreich. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2005. – 441.

Интернет-ресурсы:

1. Библиотека структур фуллеренов, <http://www.nanotube.msu.edu/fullerene/fullerene-isomers.html>
2. Лекции J.R. Bleeke and R.F. Frey <http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/Fullerene/fullerene.html>

12. Язык преподавания – русский**13. Преподаватели:**

1. ., в.н.с., д.х.н. Горюнков Алексей Анатольевич, кафедра физической химии химического факультета МГУ, aag@thermo.chem.msu.ru, тел. (495) 939-53-73
2. Профессор, д.х.н. Сидоров Лев Николаевич, кафедра физической химии химического факультета МГУ, sidorov@phys.chem.msu.ru, тел. (495) 939-12-40

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

Вопросы для зачета

1. Особенности электронного строения изолированных фуллеренов. Энергетическая диаграмма строения граничных молекулярных орбиталей.
2. Электрохимия фуллеренов. Фуллериды щелочных и щелочноземельных металлов. Интеркалированные фуллерены.
3. Реакции с органическими электрон-донорными соединениями.
4. Химия катионов фуллеренов.
5. Гидроборирование и гидроцирконирование фуллеренов. Восстановление Zn/Cu-парой и органическими восстановителями. Восстановление по Бирчу. Восстановление молекулярным водородом.
6. Методы синтеза, строение и химические свойства фуллеренолов и оксидов фуллерена.
7. Фторирование фуллеренов молекулярным фтором, бинарными и комплексными фторидами.
8. Хлорпроизводные фуллеренов: методы синтеза, строение и химические свойства.
9. Бромпроизводные фуллеренов и производные фуллерена содержащие каркасную C-I связь: методы синтеза, строение и химические свойства.
10. Химические свойства галогенпроизводных фуллеренов.
11. Номенклатура IUPAC экзоэдральных производных фуллеренов.
12. Реакции нуклеофильного присоединения C-нуклеофилов к фуллеренам. Гидроалкилирование и гидроарилрование; циклопропанирование; присоединение цианидов.
13. Механизм реакции фуллеренов с аминами.
14. Реакции присоединения гидроксидов, алкоксидов.
15. Получение радикальных частиц производных фуллерена. Реакции радикального полиприсоединения.
16. Методы синтеза перфторалкилфуллеренов, особенности строения и реакционная способность.
17. Электрофильное присоединение. Электрохимическое окисление. Реакции с сильными окисляющими агентами. Алкилирование в присутствии кислот Льюиса.
18. Реакции [2+1]-циклоприсоединения и 1,3-диполярного присоединения в химии фуллеренов.
19. Реакции [4+2]- и [2+2]- циклоприсоединение в химию фуллеренов.
20. Перспективы применения фуллеренов и их производных для создания новых оптоэлектронных устройств и применения в медицине.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка	2	3	4	5
Результат				
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Знать: Особенности молекулярного и электронного строения фуллеренов и их производных);</p> <p>Знать: механизмы экзоэдральных превращений фуллеренов</p> <p>Знать: химические свойства, физико-химические методы анализа фуллеренов и их производных</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<p>Уметь: анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы;</p> <p>Уметь: самостоятельно составлять план исследования;</p> <p>Уметь: выбирать стратегию синтеза производных фуллеренов с требуемыми физико-химическими свойствами, а также методы определения их электронного, молекулярного и надмолекулярного строения</p> <p>Уметь: применить теоретические основы современных физико-химических методов исследований для анализа композиционного и изомерного состава продуктов экзоэдральных превращений фуллеренов;</p> <p>Уметь: грамотно выбирать физико-химические методы анализа для определения строения и свойств фуллеренов и их производных;</p> <p>Уметь: готовить образцы для физико-химических исследований в соответствии с поставленной задачей и с учетом специфики изучаемых объектов</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной	мероприятия текущего контроля

<p>информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p> <p>Владеть: навыками интерпретации спектральных данных и расчетными методами для определения строения и свойств фуллеренов и их производных.</p>	<p>успеваемости, устный опрос на зачете</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------