

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Спецпрактикум «Лазерная химия»

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:

Лазерная химия

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

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 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП(в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ОПК-3.С. Владеет методами регистрации и обработки результатов экспериментов, в том числе, полученных на современном научном оборудовании	ОПК-3.С.4 Грамотно обрабатывает и интерпретирует результаты экспериментальных исследований, в том числе, полученных на современном научном оборудовании, при решении задач профессиональной деятельности	Уметь: проводить математическую обработку экспериментальных данных, обобщать полученные результаты
СПК-1.С. Владеет базовыми знаниями в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и химических реакций, индуцируемых лазерным излучением. Способен использовать их при решении задач профессиональной деятельности	СПК-1.С.1 Использует знания о химизме процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения, при выборе методов исследования	Знать: теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения Владеть: навыками статистической обработки данных эксперимента с использованием лазерных систем
СПК-2.С. Способен применять знание основных теоретических принципов методов лазерной спектроскопии и диагностики в практической деятельности	СПК-2.С.1 грамотно использует методы лазерной спектроскопии и диагностики при изучении химических объектов	Уметь: грамотно планировать эксперимент Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований с помощью лазерных систем
СПК-4.С. Способен работать с современной лазерной и спектральной аппаратурой	СПК-4.С.1 Проводит эксперимент с использованием лазерного оборудования с соблюдением норм техники безопасности	Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач научного исследования
СПК-5.С. Способен проводить квантовохимические и термодинамические расчеты с использованием современных программных комплексов и баз данных	СПК-5.С.2 Проводит расчеты с использованием современных программных продуктов и баз данных	Уметь: использовать программные продукты для выполнения квантовохимических и термодинамических расчетов основных свойств атомов и молекул Владеть: навыками использования профессиональных баз данных для получения информации, необходимой для расчета термодинамических функций атомов и молекул

3. 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 8 зачетных единиц, всего 288 часов, из которых 214 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (192 часа – лабораторные занятия, 18 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 74 часа составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен освоить дисциплины: «Физическая химия», «Математический анализ», «Колебания и волны. Оптика», «Основы квантовой механики».

Знать: физические основы нелинейной оптики, физики излучения абсолютно черного тела, основы статистической термодинамики и химической кинетики.

Уметь: определять физические свойства излучения, статистические свойства атомных и молекулярных систем, описывать распространение излучения в пространстве.

Владеть: навыками работы с нелинейными оптическими кристаллами, работы с физическим оборудованием.

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

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

		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
№1. Определение и регулирование параметров лазерного пучка	26		18		2		20	6		6
№2. Изучение формы факела при лазерной абляции	26		18		2		20	6		6
№3. Отнесение линий тяжелых металлов в спектре лазерно-индуцированной плазмы при испарении почв	26		18		2		20	6		6
№4. Определение свинца в почвах методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии	26		18		2		20	6		6
№5. Расчет температуры возбуждения лазерной плазмы полилиниями рудных компонентов	26		18		2		20	6		6
№6. Изучение спектров флуоресценции водных растворов органических люминофоров при лазерном возбуждении	24		18				18	6		6

№7. Исследование структуры и зарядового состава лазерной плазмы металлов в вакууме зондовыми методами	26		18		2		20	6		6
№8. Лазерный синтез каталитически активных материалов	26		18		2		20	6		6
№9. Исследования различными физико-химическими методами состава-структуры-свойств синтезированных лазерным напылением материалов	24		18				18	6		6
№10. Исследование комбинационного рассеяния для жидких и твердых веществ	26		18		2		20	6		6
№11. Расчет константы равновесия реакции образования слабо-связанного двухатомного комплекса (на примере системы щелочной металл - инертный газ)	24		12		2		14	2	8	10
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	8					4	4	4		4
Итого	288		192		18	4	214			74

6. 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.

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

1. Чаплыгин В.И. Задачи практикума по лазерной химии. М.: МГУ, 1990.
2. Попов А.М., Лабутин Т.А. Методические разработки к практикуму по лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии для студентов геологического факультета, М. 2014.
3. Шатохин А.Н. Основы методов электронной микроскопии в диагностике наноматериалов. Учебно-методическое пособие к лабораторной работе: Определение кристаллической структуры и фазового состава материалов синтезированных методами лазерной абляции – осаждения по электронографическим данным микроскопа LEO912 AB OMEGA. М. 2014
4. База спектральных данных NIST <https://www.nist.gov/pml/atomic-spectra-database>
5. База спектральных данных Р. Куруца <https://www.cfa.harvard.edu/amp/ampdata/kurucz23/sekur.html>

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbgmu.ru/>

Основная литература

1. О. Звелто. Принципы лазеров. С-Пб.: Лань, 2008
2. В. Демтредер. Лазерная спектроскопия : основные принципы и техника эксперимента. М.: Наука, 1985.
3. Я. Рабек. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. М.: Мир, 1985.

Дополнительная литература

1. А.А. Блистанов. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики. М.: МИСиС, 2007.
2. В.П. Быков, О.О. Силичев. Лазерные резонаторы. М.: Физматлит, 2004.
3. Справочник по лазерам в 2-х томах.- М.: Сов. радио, 1978.

• Материально-техническое обеспечение:

ЛАЗЕР – 3 шт.

ЛАЗЕР LS-2137N/2

ЛАЗЕР ИМПУЛЬСНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ в компл. с основанием и перестраиваемым лазером

ЛАЗЕР ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ "TECH-527 ADVANCED"

АНАЛИЗАТОР

Компьютер – 12 шт.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

10.1. К.х.н, доц., Лабутин Тимур Александрович, кафедра лазерной химии химического факультета МГУ

10.2. К.х.н, доц., Попов Андрей Михайлович, кафедра лазерной химии химического факультета МГУ

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.2.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 1

Измерение распределения интенсивности излучения лазера по сечению пучка при сканировании диафрагмы. Способы регистрации лазерного излучения.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 2

Регистрация излучения лазерного факела при абляции лазером различных мишеней. Влияние условий фокусировки лазерного пучка на форму факела. Влияние давления и природы газовой атмосферы, в которой распространяется лазерный факел, на его длину и диаграмму направленности светящейся области.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 3

Основы метода лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии. Качественный спектральный анализ. Способы отнесения спектральных линий.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 4

Основы количественного анализа с использованием метода лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии. Методы получения твердой пробы из порошка. Определение оптимальных временных параметров регистрации эмиссионного сигнала относительно сигнала лазера. Использование метода градуировочного графика по стандартным образцам сравнения для определения.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 5

Расчет температуры лазерной плазмы по методу двух линий и с использованием графика Больцмана. Расчет и сопоставление температур с использованием графика Больцмана по линиям железа и марганца.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 6

Спектры флуоресценции водных растворов органических красителей. Влияние энергии импульса лазера на величину флуоресценции растворенного вещества и комбинационного рассеяния растворителя.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 7

Способы исследования структуры и зарядового состава лазерной плазмы, образующейся при лазерном испарении металлов в вакууме. Преимущества и недостатки зондовых методов.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 8

Лазерный синтез каталитически активных материалов, его преимущества по сравнению с классическими способами получения катализаторов. Примеры использования лазерного излучения для синтеза каталитически активных соединений.

Вопросы к коллоквиуму по теме № 9

Какие методы исследования состава, структуры и свойств катализаторов вы знаете? Какие из них используют для материалов, полученных лазерным напылением?

Вопросы к коллоквиуму по теме № 10

Что такое комбинационное рассеяние света? Факторы, мешающие наблюдению комбинационного рассеяния. Какие физические явления лежат в основе гигантского комбинационного рассеяния?

Вопросы к коллоквиуму по теме № 11

Как вводится постоянная Больцмана в молекулярной теории газов? В силу каких причин энергия молекулярной системы может быть записана как сумма слагаемых, отвечающих движениям разного типа? Решением какого уравнения являются энергии и волновые функции колебательно-вращательных уровней двухатомной молекулы?

Перечень вопросов к зачету 1:

1. Способы измерения распределения интенсивности лазерного излучения по сечению пучка. Влияния фокусного расстояния линз, а также размеров диафрагм на распределение интенсивности излучения.
2. Влияние фокусировки лазерного пучка и давления газа на форму лазерного факела.
3. Использование лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии для анализа почв. Временные параметры регистрации эмиссионного сигнала относительно лазерного импульса.
4. Расчет температуры лазерной плазмы по методу двух линий и с использованием распределения Больцмана.
5. Влияние энергии импульса лазера на величину флуоресценции растворенного органического люминофора.

Перечень вопросов к зачету 2:

1. Структура и зарядовый состав лазерной плазмы при испарении металлов в вакууме.
2. Лазерный синтез каталитически активных материалов методом лазерного напыления.
3. Методы исследования состава, структуры и свойств, полученных лазерным напылением материалов.
4. Комбинационное рассеяние света: физические принципы, примеры применения, мешающие факторы.

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 \ Результат	2	3	4	5
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
Знать: теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете
Уметь: грамотно планировать эксперимент Уметь: проводить математическую обработку экспериментальных данных, обобщать полученные результаты Уметь: использовать программные продукты для выполнения квантовохимических и термодинамических расчетов основных свойств атомов и молекул	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете
Владеть: навыками статистической обработки данных эксперимента с использованием лазерных систем Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований с помощью лазерных систем Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач научного исследования Владеть: навыками использования профессиональных баз данных для получения информации, необходимой для расчета термодинамических функций атомов и молекул	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете