

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)

Техника лазерного эксперимента

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)
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	Знать: современные спектральные системы, системы детектирования излучения, существующие лазеры и вакуумную технику, используемые при решении прикладных задач Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач научного исследования

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 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 52 часа составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов – занятия лекционного типа, 12 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 20 часов составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен освоить дисциплины: «Механика. Электромагнетизм», «Колебания и волны. Оптика», «Введение в специализацию «Лазерная химия»».

Знать: основные механические и электромагнитные явления, а также методы их теоретического описания и способы использования в физических приборах; теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения.

Уметь: использовать базовые знания разделов «Механика. Электромагнетизм», «Колебания и волны. Оптика» для описания устройства физических приборов, в том числе лазеров.

Владеть: навыками практической работы с физическими приборами; навыками работы с основными лазерными системами.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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..

Тема №1. Нелазерные источники излучения: лампы накаливания, банд-лампы, водородная, дейтериевая лампы, ксеноновые лампы.	10	6			2		8	2		2
Тема №2. Лазеры: основные принципы, устройство, типы, режимы работы.	11	6			2		8	3		3
Тема №3. Детекторы излучения	11	6			2		8	3		3
Тема №4. Оптические материалы	11	6			2		8	3		3
Тема №5. Вакуумная техника и принципы ее работы	10	6			2		8	2		2
Тема №6. Основы техники безопасности при работе с лазерной техникой	11	6			2		8	3		3
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	8					4	4	4		4
Итого	72	36			12	4	52			20

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. База спектральных данных NIST <https://www.nist.gov/pml/atomic-spectra-database>
2. База спектральных данных Р. Куруца <https://www.cfa.harvard.edu/amp/ampdata/kurucz23/sekur.html>

3. Учебно-методические материалы на сайте кафедры: <https://laser.chem.msu.ru/>

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. Я. Рабек. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. М.: Мир, 1985.
3. Вакуумная техника: Справ. /под ред. Е.С.Фролова, В.Е.Минайчева, М.: Машиностроение, 1992.

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. Т. А. Labutin, V. N. Lednev, A. A. Ilyin, A. M. Popov. Femtosecond Laser-Induced Breakdown Spectroscopy // Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2016, V.31, P. 90-118.
 4. В.А.Зверев, Е.В. Кривоустова, Т.В. Точилина. Оптические материалы // Химия плазмы СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009, С. 13.
 5. Г.Л. Саксаганский. Основы расчета и проектирование вакуумной аппаратуры. М.: Машиностроение, 1975.
 6. В. Бруннер. Справочник по лазерной технике. М.: Энергоатомиздат, 1991.
 7. Справочник по вакуумной технике и технологиям /под ред. Д. Хоффман, Б. Сингха, Дж. Томаса III, пер. с англ. Ю. Л. Цвирко под ред. В. А. Романько, С. Б. Нестерова. М.: Техносфера, 2011.
- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

10.1. К.х.н, доц., Лабутин Тимур Александрович, 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 - зачет. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

Контрольные вопросы по теме № 1

Сформулируйте законы Бугера-Ламберта, Бера; в чем их отличие. По каким параметрам выбирается материал для нити накала лампы. Приведите спектр излучения штифтовой лампы Нернста. Каковы преимущества и недостатки традиционных источников спектра. Сравните спектры излучения основных типов источников света.

Контрольные вопросы по теме № 2

Что такое мода или тип колебаний оптического резонатора? Как влияют частицы пыли на работу CO_2 лазера? Приведите значения длин волн генерации выпускаемых промышленностью лазеров. Какие энергетические состояния молекул называются эксимерами? Приведите значения длин волн генерации эксимеров F_2 , ArF , KrF , XeBr , XeCl , XeF . Приведите типы энергонакопительных конденсаторов. В чем различие между параллельным и последовательным соединением конденсаторов. На примере любого лазера в вашей лаборатории объясните устройство конденсаторной «батареи». Рассмотрите и объясните электрические схемы лазеров Вашей лаборатории. Какие типы диэлектриков чаще всего используют в высоковольтных установках. Приведите технические характеристики любого промышленно выпускаемого эксимерного и азотного лазеров.

Контрольные вопросы по теме № 3

Предложите блок схему приемника прямого излучения. Какую минимальную мощность можно зафиксировать наиболее чувствительным тепловым детектором? Какова предельная чувствительность фотоспротивлений? В чем преимущества фотоэлектрических приемников по сравнению с тепловыми? В чем недостатки первых и вторых? По широкополосности, малой инерционности, высокой чувствительности наибольший интерес представляют приемники прямого излучения в которых в качестве детекторов используются? Используя Интернет, выберите наиболее перспективный приемник излучения при работе с эксимерным и азотным лазерами.

Контрольные вопросы по теме № 4

Что такое дисперсия призмы, средняя дисперсия, относительная дисперсия, коэффициент дисперсии (число Аббе)? Какими символами обозначаются призмы? Расшифруйте запись: «ВкР-450» (укажите сделанную ошибку в записи). Какими преимуществами обладают зеркала по отношению к линзам и призмам? Типы оптических зеркал. Какие материалы используются при изготовлении зеркал лазерной оптики? Приведите схемы изображения предмета в вогнутом зеркале, в выпуклом зеркале. Объясните роль диафрагмы в оптических системах. С помощью каких приемов уменьшают потери за счет отражения от поверхностей оптических материалов? Приведите примеры просветляющих покрытий. Как определить коэффициент пропускания светофильтров? В каких случаях их применяют? В чем заключается особенность при работе с солевой оптикой? Для каких целей Вы бы использовали кристаллогидрат сульфата никеля? Назовите

области прозрачности фторидов лития, магния, кальция, бария. Приведите примеры использования волоконно-оптических элементов. Используются ли керамические материалы для изготовления прозрачных элементов оптических систем? И если да, то объясните физику явления. В чем проявляется эффект самофокусировки.

Контрольные вопросы по теме № 5

Принципы построения вакуумных систем. Типы вакуумных насосов. Техника измерения вакуума. Методы обнаружения мест протекания в вакуумных системах.

Контрольные вопросы по теме № 6

Что означает термин: «пускание дуг» в электротехнике? Что означает термин: «свинья» («Polepig») в электротехнике? Что категорически запрещено при работе с высоковольтными устройствами? Что категорически запрещено при работе с накопительными конденсаторами лазеров?

Перечень вопросов к зачету:

1. Основные элементы современных экспериментальных лазерных установок для научных исследований: лазеры, приемники излучения, преобразующие измеряемую величину в электрический сигнал, канал регистрации. Выделение полезного сигнала на фоне шума, усиление и преобразование в форму, удобную для регистрации измерительным прибором, применение ЭВМ.
2. Традиционные источники оптического излучения. Лампы накаливания, угольная дуга, водородная и дейтериевые лампы, ксеноновые лампы. Непрерывные и импульсные источники оптического излучения. Спектральные и энергетические характеристики. Стандартные электрические схемы питания источников оптического излучения.
3. Лазерные источники оптического излучения (непрерывные, импульсные). Конструкции основных типов лазеров. Оптические резонаторы: плоскопараллельный, конфокальный, плоскосферический. Электрические схемы питания. Юстировка лазеров и методы измерения их характеристик.
4. Оптические приемники лазерного излучения. Фотодетекторы: фотоэлементы, фотоэлектронные умножители, фоторезисторы. Их применение в лазерном эксперименте.
5. Оптические материалы для УФ, видимой, ИК областей. Отражающие материалы, зеркальные металлические покрытия. Диэлектрические просветляющие покрытия. Требования к материалам для лазерной оптики.
6. Оптические элементы: линзы, зеркала, призмы, решетки, фильтры. Оптико-механические компоненты лазерных установок: оптические столы, держатели, рельсы, диафрагмы и т.д.
7. Эксплуатация эксимерных лазеров. Принципы построения вакуумных систем. Типы вакуумных насосов. Техника измерения вакуума. Методы обнаружения мест протекания в вакуумных системах.
8. Временное и спектральное представление сигналов. Случайные процессы. Средние характеристики случайных процессов. Стационарные случайные процессы. Эргодичность стационарного случайного процесса. Прохождение случайного процесса через линейную систему. Основные характеристики сигнала и канала связи. Модуляция и кодирование. Пропускная способность канала. Корреляционный прием. Метод накопления сигналов. Нелинейные цепи. Модуляторы. Детекторы. Преобразователи частоты. Основные характеристики импульсных сигналов. Спектры некоторых видеоимпульсов. Прохождение импульсов через линейные цепи. Оптические многоканальные анализаторы.

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 непринципиального 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: современные спектральные системы, системы детектирования излучения, существующие лазеры и вакуумную технику, используемые при решении прикладных задач	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете
Уметь: грамотно планировать эксперимент	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете
Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований с помощью лазерных систем Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач научного исследования	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете