

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)**  
**Химические процессы в атомизаторах атмосферного давления**

**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 №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) **Химические процессы в атомизаторах атмосферного давления**

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, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>ОПК-5.С.</b> Способность использовать современные расчетно-теоретические методы изучения свойств веществ и процессов с их участием при решении профессиональных задач	<b>Уметь:</b> проводить расчет равновесного состава газа/плазмы при заданных условиях
<b>СПК-1.С.</b> Владение базовыми знаниями в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и химических реакций, индуцируемых лазерным излучением. Способность использовать их при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> теоретические основы физических и химических процессов, происходящих в атомизаторах атмосферного давления <b>Уметь:</b> использовать знания о процессах в атомизаторах для выбора схемы анализа с учетом требований поставленной задачи
<b>СПК-4.С.</b> Способность работать с современной лазерной и спектральной аппаратурой	<b>Уметь:</b> грамотно планировать эксперимент <b>Владеть:</b> навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач научного исследования
<b>СПК-5.С.</b> Способность проводить квантовохимические и термодинамические расчеты с использованием современных программных комплексов и баз данных	<b>Уметь:</b> использовать программные продукты для выполнения квантовохимических и термодинамических расчетов основных свойств атомов и молекул <b>Владеть:</b> навыками расчета равновесного состава газа/плазмы в конкретных условиях атомизаторов <b>Владеть:</b> навыками использования профессиональных баз данных для получения информации, необходимой для расчета термодинамических функций атомов и молекул

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 48 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов – занятия лекционного типа, 8 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 24 часа составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен освоить дисциплины: «Аналитическая химия», «Механика. Электромагнетизм» и «Физическая химия».

**Знать:** основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах, способы аналитического представления этих закономерностей; методы теоретического описания электромагнитных явлений.

**Уметь:** формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсах аналитической, физической химии; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты.

**Владеть:** простейшими расчетными методами решения физико-химических задач, навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применения их при решении практических химических задач

8. 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.	Всего
№1. Понятие термодинамического и химического равновесия в газах.	7	4			1		5	2		2

Плазма. Основные характеристики, свойства. Факторы, определяющие степень атомизации.										
№2. Пламенные атомизаторы.	8	4					4	2	2	4
№3. Дуговой разряд атмосферного давления. Дуга постоянного и переменного тока.	7	4			1		5	2		2
№4. Искровой разряд.	7	4			1		5	2		2
№5. Плазматрон. Двухструйный плазматрон.	7	4			1		5	2		2
№6. Индуктивно-связанная плазма.	7	4			1		5	2		2
№7. Лазерные атомизаторы.	7	4			1		5	2		2
№8. Тлеющий разряд атмосферного давления	7	4			1		5	2		2
№9. Электротермический атомизатор.	7	4			1		5	2		2
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	8					4	4	4		4
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>36</b>			<b>8</b>	<b>4</b>	<b>48</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>24</b>

#### 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):

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

## 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

### Основная литература

Ю.Я. Кузяков, К.А. Семенов, Н.Б. Зоров. Методы спектрального анализа. М.: МГУ, 1990

### Дополнительная литература

1. Райзер Ю. П. Физика газового разряда. 2-е изд. — М.: Наука, 1992.
2. Гейдон А. Г., Вольфгард Х. Г. Пламя, его структура, излучение и температура / пер. с англ. Н. С. Чернецкого – М.: Metallurgizdat, 1959.
3. Пупышев А. П., Суриков В. Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов - Екатеринбург: УрО РАН, 2006.
4. Кудрявцев А. А., Смирнов А. С., Цендин Л. Д. Физика тлеющего разряда : учеб. пособие для студентов вузов. - СПб.: Лань, 2010.
5. Bendicho C., de Loos-Vollebregt M. T. C. Solid Sampling in Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry Using Commercial Atomizers. A Review // J. Anal. At. Spectrom., 1991, V.6, P.353-374.

- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

## 12. Язык преподавания – русский

## 13. Преподаватели:

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

13.2. 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 - зачет. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

**Вопросы по теме № 1**

Чем локальное термодинамическое равновесие отличается от полного равновесия? В чем суть принципа детального равновесия? Какие равновесные функции распределения Вы знаете? Что такое идеальная плазма? Приведите примеры систем близких к состоянию идеальной плазмы. Какие факторы влияют на степень атомизации вещества в плазме? Какие процессы уменьшают степень атомизации?

**Вопросы по теме № 2**

Какова структура пламени? Какие частицы излучают из этих частей? Каковы температуры и концентрации электронов в типичных пламенах? Какова степень атомизации и ионизации щелочных, щелочно-земельных элементов и алюминия в пламени природный газ-воздух? Какие пламена Вы бы предпочли использовать для определения цезия, алюминия и железа? Почему?

**Вопросы по теме № 3**

Какова структура дугового разряда? Опишите характерные размеры областей разряда и их термодинамические параметры. Какие электроды Вы бы предпочли использовать для определения никеля: угольные, стальные или вольфрамовые? Почему?

**Вопросы по теме № 4**

Какова структура искрового разряда? Чем он принципиально отличается от дугового разряда? Опишите характерные параметры (интенсивность свечения, температура, концентрация электронов) искрового разряда. Как они меняются во времени? Что такое кривая обесквивания?

**Вопросы по теме № 5**

Какова структура плазменного канала в плазматроне? Опишите характерные параметры (интенсивность свечения, температура, концентрация электронов) плазматрона. Какой газ носитель Вы бы предпочли использовать в плазматроне?

**Вопросы по теме № 6**

Какова структура индуктивно-связанной плазмы? Какие способы оптического наблюдения излучения ИСП Вы знаете? Сравните степень атомизации и ионизации щелочных и щелочно-земельных металлов в ИСП и пламенах.

**Вопросы по теме № 7**

Каково время свечения и характерные размеры лазерно-индуцированной плазмы? Можно ли в лазерной плазме одновременно наблюдать излучение ионов, атомов и оксидов/нитридов металлов? Приведите примеры. В чем заключается основное преимущество лазерной плазмы по сравнению с другими атомизаторами?

**Вопросы по теме № 8**

Приведите примеры использования тлеющего разряда при атмосферном давлении. Можно ли считать тлеющий разряд равновесной плазмой?

**Вопросы по теме № 9**

Какие процессы происходят при электротермической атомизации вещества? Для чего нужно озоление вещества? Можно ли с помощью электротермического атомизатора проводить прямой анализ веществ? Приведите примеры.

**Перечень вопросов к зачету:**

1. Понятие локального термодинамического равновесия: основные законы, описывающие это состояние. Принцип детального равновесия.
2. Плазма: понятие, основные параметры, уравнение состояния идеальной плазмы, типы плазмы.
3. Степень атомизации: понятие, факторы, влияющие на нее, примеры легкоатомизируемых и трудноатомизируемых соединений.
4. Пламенные атомизаторы: параметры и структура пламени, процессы, протекающие в пламенах, степень атомизации различных элементов, мешающие факторы, метрологические характеристики.
5. Дуга постоянного тока: устройство, принципы работы, основные характеристики, параметры и структура плазменного канала, процессы, протекающие в канале, степень атомизации, мешающие факторы, метрологические характеристики.
6. Высоковольтная конденсированная искра: принципы работы, основные характеристики, параметры и структура плазменного канала, процессы, протекающие в канале, степень атомизации, кривые обжигания, мешающие факторы, метрологические характеристики.
7. Плазматрон: принципы работы, основные характеристики, параметры и структура плазмы, основные процессы, степень атомизации, мешающие факторы, метрологические характеристики.
8. Индуктивно-связанная плазма: принципы работы, основные характеристики, параметры и структура плазмы, основные процессы, степень атомизации, мешающие факторы, метрологические характеристики.
9. Лазерные атомизаторы: принципы работы, основные характеристики, параметры и структура плазмы, основные процессы, степень атомизации, мешающие факторы, метрологические характеристики.
10. Тлеющий разряд: принципы работы, основные характеристики, параметры и структура плазмы, основные процессы, степень атомизации, мешающие факторы, метрологические характеристики.
11. Электротермический атомизатор: принципы работы, основные характеристики, основные процессы, степень атомизации, мешающие факторы, метрологические характеристики.

**Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

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

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
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)	Успешное и систематическое умение



			непринципиального характера)	
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
Знать: теоретические основы физических и химических процессов, происходящих в атомизаторах атмосферного давления	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете
Уметь: грамотно планировать эксперимент Уметь: использовать знания о процессах в атомизаторах для выбора схемы анализа с учетом требований поставленной задачи Уметь: использовать программные продукты для выполнения термодинамических расчетов основных свойств атомов и молекул	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос при сдаче задачи и на зачете
Владеть: навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач научного исследования Владеть: навыками расчета равновесного состава газа/плазмы в конкретных условиях атомизаторов 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