

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)
Элементы газовой динамики в приложении к эксперименту
с газодинамическими струями

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) **Элементы газовой динамики в приложении к эксперименту с газодинамическими струями**
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: основы термодинамики реальных газов; Знать: теоретические основы газодинамики течения газов и их смесей в соплах, струях и расширения газового облака в вакуум и фоновый газ; Уметь: применять имеющуюся математическую модель эксперимента для разработки адекватной стратегии его проведения (выбор оптимальных условий проведения, дизайн экспериментальной установки и выбор оптимального пути проведения); Уметь: на основе этой модели обрабатывать результаты эксперимента;</p>
<p>СПК-2. С. Способность проводить экспериментальные исследования в избранной области физической химии (кинетика и катализ, химическая термодинамика, молекулярная спектроскопия, химия поверхности)</p>	<p>Уметь: для конкретного эксперимента рассчитывать состав исходной смеси компонентов в сверхкритическом CO₂ и готовить ее в реакторе; Уметь: выполнять подготовку к эксперименту вакуумной части установки (установка подложки для напыления, фокусировка лазерного луча, вакуумирование и контролируемый напуск фонового газа); Уметь: оценить длительность и скважность импульсов электромагнитного клапана напуска смеси в рабочую камеру и выполнить напуск; Уметь: подготовить полученные в результате эксперимента образцы к последующему исследованию (электронно-микроскопическое или рассеяние света);</p>
<p>СПК-3. С. Способность использовать</p>	<p>Владеть: навыками работы на высоковакуумной установке;</p>

серийные и оригинальные установки (приборы, комплексы) для определения физико-химических свойств веществ	Владеть: навыками работы с реактором высокого давления; Владеть: навыками работы с электронным блоком управления импульсным клапаном;
СПК-4. С. Способность использовать физические и математические модели с учетом их возможностей и ограничений при обработке и интерпретации экспериментальных данных в избранной области физической химии	Знать: возможности и ограничения используемой при обработке экспериментальных данных модели квазиодномерной стационарной изэнтропической струи; Владеть: навыками использования и обработки данных ресурса NIST Chemistry WebBook;
СПК-5. С. Способность проводить квантовохимические, термодинамические и кинетические расчеты с использованием современных программных комплексов и баз данных	Уметь: использовать для вычислений пакет MATLAB;

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 40 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 18 часа – занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 32 часа составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен

Знать: основы термодинамики в рамках учебного курса физической химии. Аппарат дифференциального и интегрального исчисления (в рамках учебного курса математического анализа для химиков).

Уметь: решать дифференциальные уравнения и их системы в квадратурах, используя справочную литературу и ресурсы интернета

Владеть: вычислительными методами решения дифференциальных уравнений и их систем в рамках пакета MATLAB.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с	Самостоятельная

дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		преподавателем), часы из них					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
Тема 1. Газовая динамика одномерных течений. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии. Адиабатические и изэнтропические течения	8	2	2				4	4		4
Тема 2. Газодинамика стационарного течения в сопле. Приближение квазиодномерного течения. Истечение сверхзвуковой струи из сопла в вакуум и фоновый газ. Структура ударных волн («бочка» Маха) .	24	6	6				12	12		12
Тема 3. Газодинамика импульсной сверхзвуковой струи, истекающей в вакуум и фоновый газ. Теория распада произвольного разрыва.	24	6	6				12	12		12

Тема 4. Стратегия эксперимента со сверхзвуковыми струями на основе термического уравнения состояния Редлиха - Квонга для случая постоянной изохорной теплоемкости.	8	2	2				4	4		4
Тема 5. Теоретические основы работы на экспериментальном комплексе с импульсной струей лаборатории молекулярных пучков.	6	2	2	2			6			
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	2					2	2			
Итого	72	18	18	2		2	40	32		32

9. Образовательные технологии:

- 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 предоставляются: материалы спецкурса, задания для домашней работы, - рекомендованные для каждого домашнего задания разделы основной и вспомогательной литературы.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Базаров И. П. Термодинамика, Высшая школа, М., 1976.
2. Липман Г. В., Рошко А. Основы газовой динамики, ИЛ, М., 1960.
3. Станюкович К. П. Неустановившиеся движения сплошной среды, Наука, М., 1971.

Дополнительная литература

1. Райзер Ю. П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков. Издательский дом Интеллект, Долгопрудный, 2011.
 2. Сычев В. В. Дифференциальные уравнения термодинамики, Наука, М.,1981.
12. Язык преподавания – русский
13. Преподаватели:
1. в.н.с., к. ф.-м. н. Лазарев Александр Владимирович, кафедра физической химии химического факультета МГУ, lazer5@yandex.ru, 8 -495-939-39-52;
 2. н.с., к.х.н. Татаренко К.А., к.х.н., кафедра физической химии химического факультета МГУ, kiratatarenko@yandex.ru, 8 -495-939-39-52.

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. В чем состоит уникальность сверхзвуковых стационарных и импульсных струй, как инструмента физико-химических исследований?
2. Специфика уравнений газовой динамики в случае сверхкритических сред.
3. Уравнение Редлиха-Квонга – оптимальный вариант для построения моделей струй в случаях практически важных экспериментов со сверхкритическими средами.
4. Специфика и область применимости калорического уравнения состояния, используемого в газодинамических моделях струй сверхкритических флюидов.
5. Квазиодномерная модель расширения струи в сопле. Расчет параметров струи на срезе сопла.
6. Расчет параметров стационарной струи, расширяющейся в вакуум, за срезом сопла. Модели.
7. Расширение стационарной сверхзвуковой струи в фоновый газ. «Бочка» Маха. Расчет геометрии «бочки» Маха и параметров струи в ее пределах.
8. Распад произвольного разрыва как модель расширения импульсной струи в фоновый газ.
9. Построение стратегии эксперимента со струями в случае сверхкритических сред.
10. Теоретические основы обработки данных экспериментов со струями.

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 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
<p>Знать: основы термодинамики реальных газов;</p> <p>Знать: теоретические основы газодинамики течения газов и их смесей в соплах и расширения газового облака в вакуум и фоновый газ;</p> <p>Знать: возможности и ограничения используемой при обработке экспериментальных данных модели квазиодномерной стационарной изэнтропической струи;</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
<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: применять имеющуюся математическую модель эксперимента для разработки адекватной стратегии его проведения (выбор оптимальных условий проведения, дизайн экспериментальной установки и выбор оптимального пути проведения);</p> <p>Уметь: на основе этой модели обрабатывать результаты эксперимента;</p> <p>Уметь: для конкретного эксперимента рассчитывать состав исходной смеси компонентов в сверхкритическом CO₂ и готовить ее в реакторе;</p> <p>Уметь: выполнять подготовку к эксперименту вакуумной части установки (установка подложки для напыления, фокусировка лазерного луча, вакуумирование и контролируемый</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>

<p>напуск фонового газа); Уметь: оценить длительность и скважность импульсов электромагнитного клапана напуска смеси в рабочую камеру и выполнить напуск; Уметь: подготовить полученные в результате эксперимента образцы к последующему исследованию (электронно-микроскопическое или рассеяние света); Уметь: использовать для вычислений пакет MATLAB;</p>	
<p>Владеть: навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения; Владеть: навыками работы на высоковакуумной установке; Владеть: навыками работы с реактором высокого давления; Владеть: навыками работы с электронным блоком управления импульсным клапаном; Владеть: навыками обработки и использования данных ресурса NIST Chemistry WebBook;</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>