

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Физико-химия нанокластеров и наноструктур

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

общий

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

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 «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: вариативная часть, профессиональная подготовка, общепрофессиональные спецкурсы по выбору, курс предназначен для студентов факультета наук о материалах **4-го года обучения (7-й семестр)**, курс является обязательным по выбору

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Общая химия и химия элементов с основами качественного анализа

Общая физика

Введение в физику твердого тела и физика полупроводников

Химическая термодинамика и кинетика

Материалы – прошлое, настоящее, будущее

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: различные механизмы кристаллизации, а также о методы направленного воздействия на процессы, протекающие при формировании наноматериалов; особенности гидротермального, ультразвукового и микроволнового воздействия на жидкофазные и гетерогенные системы

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е. (72 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	7				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	72				72
Аудиторная работа:	36				36
Лекции, акад. Часов	36				36
Семинары, акад. Часов					
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. часов	36				36
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Зач..				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Общие сведения о процессах формирования и роста кристаллов, Гидротермальный синтез наноструктур (12 ч)

Механизмы кристаллизации

Классическая и неклассическая кристаллизация. Мезокристаллы. Методы исследования механизмов кристаллизации наночастиц.

Гидротермальный синтез наноматериалов

Аппаратура для гидротермального синтеза. Физико-химические основы гидротермального роста кристаллов. Гидротермальный синтез цеолитов. Гидротермальный синтез оксидов, халькогенидов, пниктидов. Гидротермальные методы получения наноматериалов. Методы *in situ* анализа процессов формирования наноматериалов в гидротермальных условиях.

Синтез наноструктур с использованием ультразвукового воздействия (12 ч)

Общие сведения об ультразвуковых колебаниях

Ультразвуковые колебания в твердых телах, жидкостях, газах. Сопоставление акустических и электромагнитных колебаний. Основные частотные диапазоны и области применения ультразвука. Практические применения ультразвуковых волн низкой интенсивности. Акустическая микроскопия. Источники ультразвуковых колебаний. Аэродинамические и гидродинамические преобразователи. Электроакустические преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Магнитострикционные преобразователи. Волноводы и концентраторы.

Сономеханический синтез неорганических нанокластеров и наноструктур

Сопоставление механизмов воздействия ультразвука на жидкофазные и твердофазные системы и физико-химических следствий такого воздействия. Физико-химическое действие ультразвука на гомогенные жидкости. Явление кавитации. Основные параметры кавитации. Факторы, определяющие интенсивность кавитации. Механические эффекты кавитации.

Ультразвуковой синтез неорганических нанокластеров и наноструктур, основанный на механическом воздействии ультразвука

Сонохимический синтез пниктидов и халькогенидов. Получение графена и родственных материалов.

Сонохимия в неводных средах

Механизм сонохимических реакций в неводных средах. Основные теории протекания сонохимических процессов в неводных средах. Синтез нанодисперсных металлов и нанесенных кластеров из карбониллов металлов. Получение оксидов, сульфидов, карбидов, нитридов. Получение аморфных наноматериалов. Синтез на основе дикетонатов металлов.

Сонохимия в водных средах

Сонолиз воды. Скорость сонолиза. Окислительно-восстановительные реакции в водной среде. Сонохимическая дозиметрия. Синтез нанодисперсных благородных металлов. Синтез пористых углеродных материалов. Влияние ультразвуковой обработки на химический и фазовый состав наноматериалов. Воздействие ультразвука на структуру аморфных гидроксидов металлов. Гидротермально-ультразвуковой синтез. Кристаллизация в гидротермально-ультразвуковых условиях.

Твердофазный сонохимический синтез

Генерация протяженных дефектов в ультразвуковом поле. Диффузионные процессы в ультразвуковом поле. Твердофазные реакции в ультразвуковом поле. Получение наноструктурированных материалов в ультразвуковом поле.

Синтез наноструктур с использованием микроволнового воздействия (12 ч)

Взаимодействие микроволнового излучения с веществом

Основные механизмы взаимодействия микроволнового излучения с веществом. Поляризация. Частотная зависимость диэлектрической постоянной. Диэлектрические свойства материалов. Температурная зависимость диэлектрических свойств. Нагрев в микроволновом поле.

Источники микроволнового излучения

Основные характеристики магнетронов, клистронов, гиротронов и др. Одномодовые и многомодовые СВЧ-печи. Скважность. Современные исследовательские и промышленные микроволновые установки. Защита от микроволнового излучения. Равномерность и селективность микроволнового нагрева. Скорость нагрева.

Синтез наноматериалов в микроволновом поле

Синтез наночастиц металлов, оксидов металлов и других классов соединений. Синтез молекулярных сит. Некоторые органические реакции, протекающие в СВЧ поле. Получение нанокомпозитных материалов. Гидротермально-микроволновой синтез наноматериалов. Микроволновое и гибридное спекание в СВЧ поле.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1. Механизмы роста кристаллов – особенности протекания, методы анализа, структура формирующихся материалов.
2. Гидротермальные/сольвотермальные методы получения наноматериалов. Основные факторы, оказывающие влияние на протекание гидротермальных процессов.
3. Методы *in situ* и *ex situ* анализа процессов формирования наноматериалов в гидротермальных условиях.
4. Источники ультразвуковых колебаний. Методы введения ультразвука в реакционные среды.
5. Области применения ультразвуковых колебаний в химии и материаловедении.
6. Сопоставление механизмов воздействия ультразвука на жидкофазные и твердофазные системы и физико-химических следствий такого воздействия.
7. Основные теории протекания сонохимических процессов в водных и неводных средах.
8. Механизм протекания твердофазных сонохимических реакций.
9. Сонохимические реакции в гидротермальных условиях.
10. Основные механизмы взаимодействия микроволнового излучения с веществом.
11. Источники микроволнового излучения. Способы реализации микроволновой обработки жидких и твердых фаз.
12. Особенности синтеза наноматериалов в микроволновом поле, достоинства и недостатки.
13. Гидротермально-микроволновой синтез наноматериалов.
14. Спекание материалов в микроволновом поле, гибридное спекание.
15. Специфические эффекты микроволнового воздействия при получении наноматериалов.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, В.В. Полисадова, А.П. Зыкова. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов. — Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2008.
2. В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. — Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010.

Дополнительная литература

1. Физическая акустика. Том I. Методы и приборы ультразвуковых исследований. Часть А, Б. Под ред. У. Мэзона. — М.: Мир, 1966, 1967.
2. Маргулис М.А. Основы звукохимии. Химические реакции в акустических полях. — М.: Высшая школа, 1984.
3. Кингстон Г.М., Джесси Л.Б. Пробоподготовка в микроволновых печах. — М.: Мир, 1991.
4. Архангельский Ю.С., Девяткин И.И. Сверхвысокочастотные нагревательные установки для интенсификации технологических процессов. — Саратов: Саратов. гос. ун-т, 1983.
5. А.Н. Лобачев. Гидротермальный синтез и выращивание монокристаллов. — М.: Наука, 1982.

6. Б.Н. Литвин, В.И. Пополитов, И.В. Тананаев. Гидротермальный синтез неорганических соединений. – М.:Наука, 1984.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор,

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н., чл.-корр.РАН В.К. Иванов