

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические процессы получения и свойства наноматериалов»

Дисциплина «Физико-химические процессы получения и свойства наноматериалов» является частью программы бакалавриата «Материаловедение и технологии материалов (общий профиль, СУОС)» по направлению «22.03.01 Материаловедение и технологии материалов».

Цели и задачи дисциплины

Цель - ознакомление с физико-химическими особенностями строения и свойств наночастиц и наноматериалов, физико-химическими основами получения наночастиц, процессами формирования наноструктур и наноматериалов; формирование представления о процессах самоорганизации и нанотехнологии, главных направлениях современного и будущего применения наноматериалов. Задачи: 1. Изучение особенностей структуры нанообъектов и наноструктурированных систем, их физико-механических, биологических и химических свойств, закономерностей, связывающих размерный фактор и свойства наночастиц и наноматериалов; 2. Изучение основ химических, физических и биологических методов синтеза наночастиц и наноматериалов, процессов нанотехнологий, применяемых в современном производстве; 3. Уметь интерпретировать результаты, полученные в результате изучения наночастиц, наноматериалов и других нанообъектов с учетом современного представления наук о материалах; 4. Уметь анализировать научно-техническую информацию и изучать отечественный и зарубежный опыт по получению наноматериалов 5. Владеть практическими навыками синтеза наночастиц в жидких средах и получения наноматериалов; 6. Владеть навыками проведения исследования наночастиц, наноматериалов и других нанообъектов с учетом размерного фактора..

Изучаемые объекты дисциплины

-Наночастицы металлов и неметаллов, нанокристаллические материалы, пленки и покрытия, фуллерены, нанотрубки, супрамолекулярные ансамбли и устройства; -Размерные эффекты, структура, свойства нанообъектов и наноструктурированных систем; - Физико-химические процессы получения наночастиц металлов и их соединений и других нанообъектов, гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов..

Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|-----|
| | | Номер семестра | |
| | | 6 | 7 |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 135 | 63 | 72 |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 59 | 27 | 32 |
| - лабораторные работы (ЛР) | 34 | 16 | 18 |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 34 | 16 | 18 |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 8 | 4 | 4 |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 189 | 81 | 108 |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | 36 | | 36 |
| Дифференцированный зачет | 9 | 9 | |
| Зачет | | | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | 18 | | 18 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 360 | 144 | 216 |

Краткое содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 6-й семестр | | | | |
| Физико-химические свойства кластеров и наночастиц | 6 | 8 | 4 | 20 |
| Электронное строение. Атомные и молекулярные орбитали. Электронные состояния для трехмерных, двумерных, одномерных и нульмерных структур. Магические числа. Модель желе. Структурные и фазовые превращения. Период решетки. Фононный спектр, температура плавления и теплоемкость. Магнитные свойства наночастиц. Суперпарамагнетизм. Оптические свойства металлических и полупроводниковых наночастиц. Плазмонный резонанс. Реакционная способность наночастиц. Биологические свойства наночастиц. | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Наночастицы, наноструктуры и наноматериалы. | 3 | 0 | 0 | 2 |
| Классификация нанообъектов. Нанообъекты в твердом веществе, в жидкостях и газах. Металлические и молекулярные кластеры. Супрамолекулярные структуры. Коллоидные кластеры и наноструктуры. Нанокристаллы. Тонкие пленки. Углеродные наноматериалы. Нанокompозитные материалы. Биологические наноматериалы. | | | | |
| Общая характеристика наносостояния. | 4 | 8 | 2 | 20 |
| Принципы структурной организации нанообъектов. Основные особенности наноструктур. Границы раздела фаз. Структура поверхности и межфазных границ. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов. Микроструктура компактных нанокристаллических материалов. Особенности структуры субмикрорекристаллических металлов. Наноструктура неупорядоченных систем. Особенности проявления размерных эффектов в наносистемах. Физические причины специфики наноматериалов. Общая характеристика. Размерные эффекты квантовых наноструктур. Равновесие в наносистемах. | | | | |
| Физико-химические свойства наноматериалов и нанообъектов | 4 | 0 | 2 | 11 |
| Свойства супрамолекулярных ансамблей и устройств. Свойства тонких пленок и поверхностных слоев. Фотонные кристаллы. Размерность фотонных кристаллов. Фотонные запрещенные зоны. Основы теории фотонных кристаллов. Материалы для фотонных кристаллов. | | | | |
| Свойства углеродных наноструктур | 6 | 0 | 2 | 8 |
| Физические свойства фуллеренов. Химия фуллеренов. Физические свойства фуллерита. Эндодральные комплексы. Наноалмазы. Одностенные и многостенные нанотрубки. Физические и химические свойства УНТ. Свойства неорганических нанотрубок и нанопроволок. Графен и его свойства. | | | | |
| Области применения наноматериалов. | 4 | 0 | 6 | 20 |
| Сложившиеся и перспективные области применения наноматериалов в различных | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| отраслях промышленности. Конструкционные и инструментальные наноматериалы. Наноматериалы триботехнического назначения. Функциональные наноматериалы. Медицинские и биологические наноматериалы. | | | | |
| ИТОГО по 6-му семестру | 27 | 16 | 16 | 81 |
| 7-й семестр | | | | |
| Процессы получения фуллереноподобных наноструктур, неорганических нанотрубок и формирования одномерных наноструктур. | 2 | 0 | 0 | 8 |
| Получение фуллереноподобных и неорганических нанотрубок из прекурсоров со слоистой структурой. Темплатный синтез нанотрубок. Формирование нанотрубок с использованием принципа структурного несоответствия. Классификация одномерных наноструктур: нанонити, наностержни, наноленты. Методы формирования одномерных наноструктур. | | | | |
| Общая характеристика процессов получения наночастиц. | 1 | 0 | 2 | 4 |
| Общие подходы, характерные для методов получения наночастиц. Классификация методов получения наноразмерных частиц (nanoparticles): методы «снизу-вверх» (bottom-up) и методы «сверху-вниз» (top-down), физические и химические методы, биологические методы. | | | | |
| Методы получения нанопористых материалов и супрамолекулярных ансамблей. | 4 | 0 | 4 | 10 |
| Строение нанопористых материалов. Природные и синтетические нанопористые материалы. Цеолиты как пример природных нанопористых структур. Методы получения нанопористых материалов. Темплатный синтез. Основные понятия и термины супрамолекулярной химии. Природа супрамолекулярных взаимодействий. Образование супрамолекул. Супрамолекулярные ансамбли. Виды супрамолекулярных устройств. Биологические системы и их модели. | | | | |
| Электрохимические методы формирования наноструктур. | 1 | 0 | 0 | 4 |
| Общая характеристика метода. Законы | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Фарадея. Катодный и анодный процессы. Получение пористого кремния. Получение пористого Al ₂ O ₃ и TiO ₂ методом анодного окисления. | | | | |
| Методы получения наночастиц, основанные на химических процессах. | 4 | 14 | 4 | 20 |
| Химическое осаждение из паровой фазы. Детонационный синтез. Плазмохимический синтез. Методы химического осаждения (соосаждения). Осаждение из коллоидных растворов (золь-гель). Гидротермальный метод. Микроэмульсионный метод. Криохимический метод. Термическое разложение (пиролиз). Радиационное разложение соединений. Восстановительные процессы: метод восстановления соединений металлов, метод жидкофазного восстановления, фото- и радиационно-химическое восстановление. Электрохимические методы. Биологические методы синтеза. | | | | |
| Методы получения консолидированных наноматериалов. | 3 | 0 | 0 | 8 |
| Порошковые технологии. Особенности поведения наночастиц при прессовании и спекании. Интенсивная пластическая деформация. Деформация кручением под высоким давлением, равноканальное угловое прессование. Особенности формирования структуры. Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния. | | | | |
| Процессы самоорганизации в наносистемах. | 2 | 0 | 4 | 16 |
| Самоорганизация в природе. Открытые и закрытые системы. Диссипативная и консервативная самоорганизация. Самоорганизация в наносистемах. | | | | |
| Методы синтеза фуллеренов, углеродных нанотрубок и графена. | 4 | 4 | 0 | 10 |
| Классификация углеродных материалов. Строение и номенклатура фуллеренов. Возгонка и десублимация графита в электрической дуге. Лазерное испарение графитовой мишени. Пиролиз углеводородов. Синтез фуллереновых производных. Методы очистки и детектирования. Механизм образования фуллеренов. Строение нанотрубок. Термическое распыление в | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| дугеом разряде. Метод лазерной абляции. Термическое разложение (диспропорционирование) СО. Пиролиз углеводородов. Механизмы образования УНТ. Методы синтеза графена. | | | | |
| Методы получения наночастиц, основанные на физических процессах. | 3 | 0 | 4 | 10 |
| Методы испарения-конденсации (газофазный синтез): левитационно-струйный метод; электрический взрыв проводников; лазерная абляция. Диспергационные методы: механическое измельчение (механосинтез); ультразвуковое диспергирование; распыление расплава. | | | | |
| Нанолитография | 4 | 0 | 0 | 10 |
| Общая характеристика пучковых методов. Оптическая (фото) литография. Методы преодоления дифракционного предела: коррекция оптической близости, введение искусственного фазового сдвига, иммерсия, двойное экспонирование, внеосевое освещение и др. Литография ЭУФ-диапазона. Рентгеновская литография. Электронная литография. Ионно-лучевая литография. Непучковые методы нанолитографии: наноимпринт-литография, литография наносферами. перьевая нанолитография. | | | | |
| Технологии тонких пленок и покрытий. | 4 | 0 | 0 | 8 |
| Общая характеристика методов физического осаждения из паровой фазы (Physical Vapor Deposition): термическое испарение, катодное и магнетронное распыление, ионно-лучевые методы. Механизмы роста пленок. Химическое осаждение из паровой фазы (CVD). Химическое осаждение из растворов (spin-coating, dip-coating, spray coating). Пленки Ленгмюра-Блоджетт. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия металлоорганических соединений. Метод молекулярного наслаивания и атомно-слоевая эпитаксия. | | | | |
| ИТОГО по 7-му семестру | 32 | 18 | 18 | 108 |
| ИТОГО по дисциплине | 59 | 34 | 34 | 189 |