

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. Эндодраальные 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