

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Наночастицы металлов и их соединений Б1.В.ОД.10.1

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Кутырева М.П.

**Рецензент(ы):**

Улахович Н.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Амиров Р. Р.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Кутырева М.П. Кафедра неорганической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Marianna.Kutyreva@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Наночастицы металлов" является подготовка к научно-исследовательской и педагогической деятельности, связанной с реализацией и продвижением инновационных технологий и исследований в области химии и химической технологии, а также в смежных областях, включая медицинскую химию, фармацевтическую химию и биохимию. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы представления о современных знаниях в области физикохимии формирования металлосодержащих наночастиц, методах их получения, способах их стабилизации, основных методах получения и структуре наночастиц металлов и использовании макромолекулярных соединений для их получения.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.6.2" основной образовательной программы 04.04.01 Химия супрамолекулярных нано- и биосистем и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов базовой части цикла СЗ "Неорганическая химия" (ионные равновесия в растворе, окислительно-восстановительные реакции) и "Органическая химия" (методы синтеза органических соединений, спектральные методы изучения структуры органических соединений).

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Знать основные понятия и термины химии наночастиц. Обладать теоретическими знаниями о физико-химических методах получения металлосодержащих наночастиц.

2. должен уметь:

Понимать модели стабилизации наночастиц металлов.

Иметь представление о способах практического применения металлосодержащих наночастиц.

3. должен владеть:

Владеть навыками использования знаний в получения наночастиц металлов для решения задач дизайна лекарственных препаратов нового поколения, разработки новых гибридных материалов и покрытий.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

показать навыки химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования наночастиц металлов

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетных(ые) единиц(ы) 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Наночастицы, кластерные системы различного размера.	3	1	2	0	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Модели образования металлсодержащих наночастиц. Кинетика формирования новой фазы, статистическая концепция образования. Моделирование образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.	3	2	0	2	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Физические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.	3	3	2	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Химические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц: синтез в реакциях восстановления, в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях, электрохимический синтез, криохимический синтез.	3	4	2	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Реакции термического распада: термолиз в газовой фазе, термолиз карбониллов, термолиз в растворах, твердофазный термолиз, термолиз карбоксилатов.	3	5	2	0	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров. Интерактивный опрос.	3	6	2	0	0	тестирование
7.	Тема 7. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Общая характеристика методов.	3	7	0	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц.	3	8	0	2	0	домашнее задание
9.	Тема 9. Круглый стол: Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов?	3	9	0	2	0	научный доклад
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			10	8	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Наночастицы, кластерные системы различного размера.**

*лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Термин «нано» происходит от греческого «нанос» (карлик) и соответствует одной миллиардной части единицы. Таким образом, нанотехнологии и науки о наноструктурах и наноматериалах имеют дело с объектами размером от 1 до 100 нм, и рассматривают процессы и совершаемые действия, происходящие в нанометровом диапазоне пространственных размеров (Размер атома составляет несколько десятых нанометра). Нанотехнологией называется междисциплинарная область науки, в которой изучаются закономерности физико-химических процессов в пространственных областях нанометровых размеров с целью управления отдельными атомами, молекулами, молекулярными системами при создании новых молекул, наноструктур, наноустройств и материалов со специальными физическими, химическими и биологическими свойствами. Сущность нанотехнологии состоит в возможности работать на атомарном и молекулярном уровне, в масштабе длин 1-100 нм, для того, чтобы создавать и использовать материалы и устройства, имеющие новые свойства и функции благодаря малой шкале их структуры. Таким образом, термин «нанотехнология» относится к размерам именно структурных элементов. Наука о малоразмерных объектах (nanoscience) – это совокупность знаний о свойствах веществ и явлений в нанометровом масштабе. Нанообъект – это физический объект исследований (и разработок), размеры которого принято измерять в нанометрах. Кластер представляет собой группу из небольшого (счетного) и, в общем случае, переменного числа взаимодействующих атомов (ионов, молекул). Ясно, что минимальное число атомов в кластере равно двум. Верхней границе кластера соответствует такое число атомов, когда добавление еще одного атома уже не меняет свойства кластера, так как переход количественных изменений в качественные уже закончился. Положение верхней границы кластера неоднозначно, но с химической точки зрения большая часть изменений заканчивается, когда число атомов в группе не превышает 1 - 2 тысячи. Верхнюю границу размеров кластера можно рассматривать как границу между кластером и изолированной наночастицей. Наночастица – это квази-нульмерный (0D) нанообъект, у которого все характерные линейные размеры имеют один порядок величины; как правило, наночастицы имеют сфероидальную форму; если в наночастице наблюдается ярко выраженное упорядоченное расположение атомов (или ионов), то такие наночастицы называют нанокристаллитами.

**Тема 2. Модели образования металлсодержащих наночастиц. Кинетика формирования новой фазы, статистическая концепция образования. Моделирование образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Механизмы формирования нанокластеров описывает классическая теория зародышеобразования, основанная на предположении, что зарождающиеся кластеры новой фазы ведут себя как сферические жидкие капли, находящиеся в атмосфере пересыщенного пара [4]. Свободная энергия этих кластеров складывается из положительной свободной поверхностной энергии  $E_{\sigma}$  и отрицательной свободной объемной энергии  $E_v$ . Для кластера, состоящего из  $n$  атомов или молекул, поверхностная энергия может быть вычислена по формуле (1). Вклад объемной энергии вычисляется по формуле (2). Таким образом, свободная энергия формирования нанокластера, состоящего из  $n$  атомов или молекул вычисляется по формуле (4). Положительное значение энергии поверхности раздела фаз препятствует начальному зародышеобразованию. Это приводит к существованию энергетического барьера, который должна преодолеть система для инициирования процесса образования наночастиц. Минимальный размер нанокластера или зародыша рассчитывается по формуле (5). (5) Зародыши и кластеры с меньшим размером термодинамически неустойчивы. Величина энергетического барьера, который надо преодолеть системе для начала процесса зародышеобразования вычисляется по формуле (6). Оптические свойства наночастиц металлов. Спектр поглощения коллоидного раствора не зависит от размера частиц дисперсной фазы ( $D$ ), если их размер намного меньше длины волны падающего света ( $\lambda$ ). Для наносистем, в которых  $1 < D < 100$  нм, диапазон длин волн видимого света  $300 > \lambda > 700$  нм, экспериментально наблюдаемые полосы поглощения обусловлены резонансным поглощением плазмонов. Под плазмоном понимают квазичастицу, отвечающую коллективным колебаниям свободных электронов в металле. Размер частицы, диэлектрическая проницаемость наночастицы и окружающей среды определяют индивидуальную частоту колебаний электронной плотности. Совпадение частоты падающего излучения с собственной частотой колебаний электронной плотности наночастицы металла приводит к возникновению резонансного поглощения, т.е. к появлению в электронных спектрах плдлс плазмонного резонанса (ППР). Положение и полуширина ППР определяется размером и однородностью наночастиц металла.

### **Тема 3. Физические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Методы получения наноразмерных частиц (НРЧ). Особенности получения наноструктур. Условия получения наноматериалов: неравновесность систем. однородность наночастиц. монодисперсность наночастиц. Классификация методов получения наноструктур и наноматериалов (методы наносборки и групповые методы, ~сверху-вниз~, снизу-вверх, химические и физические). Методы молекулярных пучков (молекулярные пучки малой интенсивности, сверхзвуковое истечение газов из сопла). Аэрозольный метод (газофазный синтез), вакуумное испарение, ионная бомбардировка, катодное распыление, низкотемпературная плазма (плазмохимический синтез).

### **Тема 4. Химические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц: синтез в реакциях восстановления, в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях, электрохимический синтез, криохимический синтез.**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***



Из химических методов наиболее распространены известные уже свыше ста лет методы синтеза НРЧМ в процессе восстановления соединений металлов в присутствии разнообразных стабилизаторов, осаждение НРЧ солей и оксидов металлов из коллоидных растворов. В качестве восстановителей используются гидриды легких металлов, алюмогидриды, борогидриды, некоторые amino- и гидразинобораны, гипофосфиты, формальдегид, соли щавелевой и винной кислот, гидрохинон, декстрины и ряд других неорганических соединений, например  $CS_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $SnCl_2$ , но чаще всего водород и некоторые водородсодержащие соединения (аммиак, гидразин и его производные,  $H_2S$ ,  $H_2O_2$ ). Осаждение из коллоидных растворов. Синтез НРЧ в реакциях восстановления. Восстановление водородом и газообразными водородсодержащими соединениями. Химическое восстановление в жидких средах. Общие закономерности. Восстановление ионов металлов тетрагидроборатами щелочных металлов и боразотоводородными соединениями. Восстановление металлов гипофосфитом. Восстановление металлов азотоводородными соединениями. Восстановление металлов органическими соединениями. Получение НРЧ в реакциях, стимулированных высокоэнергетическим излучением. Электрохимические методы получения НРЧ. Криохимический синтез.

#### **Тема 5. Реакции термического распада: термолиз в газовой фазе, термолиз карбониллов, термолиз в растворах, твердофазный термолиз, термолиз карбоксилатов.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Условия термического распада металлосодержащих соединений в различных агрегатных состояниях. Газофазный пиролиз для получения наночастиц металлов I, IV-VIII групп ( стационарные и нестационарные условия, в вакууме, в атмосфере инертного газа). Химические аспекты газофазного пиролиза., M-L-связей. Способы термического разложения в растворах. Твердофазный термолиз органических и неорганических веществ. Термолиз карбоксилатов металлов, Особенности строения карбоксилатов металлов. Кинетика термолиза карбоксилатов, деградация кристаллогидратов карбоксилатов переходных металлов. Термолиз безводных карбоксилатов переходных металлов

#### **Тема 6. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров. Интерактивный опрос.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Надмолекулярные структуры в полимерах. Примеры некоторых типов надмолекулярных образований в полимерах. Управление характером морфологии ПЭ в условиях ионно-координационной полимеризации на комплексных катализаторах. Синтез сверхвысокомолекулярного ПЭ в суспензионном режиме. Введение наноразмерных наполнителей. Инкорпорирование кластеров неорганического полимера в органическую полимерную матрицу. Получение нанокомпозитов методом полимеризационного наполнения. Инкорпорирование неорганического полимера в органическую полимерную матрицу по типу ВПС

#### **Тема 7. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Общая характеристика методов.**

##### ***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Общая характеристика методов. Практически все методы формирования изолированных НРЧ можно использовать и для получения наночастиц, заключенных в полимерные матрицы. Описанные методы обычно двухстадийны: молекулярное диспергирование, атомизация либо восстановление и последующая конденсация атомного металла до НРЧ. Однако эти реакции весьма быстро следуют одна за другой и практически не могут быть разделены. По сути это один сложный процесс возникновения зародышей и роста твердой фазы. Без присутствия специальным образом подготовленной матрицы невозможен синтез структурно-однородных НРЧ, а на их основе ? материалов с оптимальными электрическими, магнитными, оптическими и физико-механическими свойствами. По формальным признакам методы получения композитных материалов, представляющих собой полимерную матрицу, в которой случайным образом распределены ультрадисперсные частицы или кластеры (совокупность прилегающих друг к другу дискретных частиц металла в виде агрегатов неопределенной формы и величины) могут быть разделены на три большие группы: физические, физико-химические и химические. Как правило, такое деление весьма условно и основывается главным образом на способе формирования НРЧ и на характере их взаимодействия с матрицей. Механохимическое диспергирование. Микрокапсулирование наночастиц полимерами. Напыление атомного металла на полимеры. Криохимический метод. Термические способы испарения атомов металла на полимеры. Напыление металла при полимеризации в плазме

## **Тема 8. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц.**

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Восстановители и восстановительные процессы. Восстанавливающими агентами, как и в процессах без полимеров, служат водород, тетрагидроборат натрия, гидразин, гидразин гидрат, гидразинборан, фенилгидразин, фотографические восстановители (гидрохинон, п-фенилендиамин, пирогаллол и др.). Для восстановления ионов металлов в полимерных системах используют также очень эффективный гомогенный восстановитель триэтилсилан (гомогенный, но медленно восстанавливающий агент), различные спирты (чаще многоатомные). Типичные металлы для формирования НРЧ этим методом находятся в ряду до водорода, ионы металлов с более высоким потенциалом восстанавливаются легче, восстановление водородом ионов металлов с положительным электрохимическим электродным потенциалом термодинамически более выгодно. Представляют особый интерес исследования возможностей использования в качестве восстанавливающих агентов высокомолекулярных восстановителей, которые могли бы выполнять одновременно функции как восстановителя ионов металлов, так и стабилизатора образующейся суспензии наночастиц. В частности, показана возможность восстановления золотохлороводородной кислоты ПЭИ, ПЭГ и ПВПр. Обычно восстановитель медленно прибавляют в инертной атмосфере при комнатной температуре или чуть выше в случае благородных металлов: при кипячении в спиртовых, водных, спиртоводных и других средах. Восстанавливаемое вещество можно вводить непосредственно с полимером (и тогда вероятность предварительного формирования в системе макромолекулярных металлокомплексов больше) либо использовать раствор восстанавливающего агента с полимером. При умеренных скоростях подачи ионов металлов иногда происходит последовательное увеличение среднего размера НРЧ в полимерах, металлокомплексов. Несмотря на то, что концентрация ионов металла, связываемых функциональными группами полимера, определяемая составом формирующихся комплексов (сорбционная емкость), невелика, в многоцикловых процессах степень связывания металла может достигать десятков, а иногда и сотен процентов по отношению к полимеру. Это происходит вследствие того, что в восстановительных средах комплексообразующая способность большинства функциональных групп полимера (например, карбоксильных в случае ПАК) после образования фазы металла, его оксида либо сульфида практически полностью восстанавливается (хотя не исключено, что часть функциональных групп полимера участвует в образовании химических связей с поверхностными атомами НРЧ). Восстановление в растворах полимеров. Восстановление в блок-сополимерах. Формирование НРЧ в гетерогенных полимерных системах

## **Тема 9. Круглый стол: Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов?**

### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Понятия дендример, гиперразветвленный полимер. Методы синтеза и свойства наночастиц на платформе дендримеров. Методы синтеза и свойства наночастиц на платформе гиперразветвленных полимеров. диоксид кремния как матрица для синтеза наночастиц металлов.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Наночастицы, кластерные системы различного размера.	3	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Модели образования металлсодержащих наночастиц. Кинетика формирования новой фазы, статистическая концепция образования. Моделирование образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.	3	2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. Физические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.	3	3	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Химические методы получения металлосодержащих наноразмерных частиц: синтез в реакциях восстановления, в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях, электрохимический синтез, криохимический синтез.	3	4	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Реакции термического распада: термолиз в газовой фазе, термолиз карбониллов, термолиз в растворах, твердофазный термолиз, термолиз карбоксилатов.	3	5	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
6.	Тема 6. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров. Интерактивный опрос.	3	6	подготовка к тестированию	2	тестирование
7.	Тема 7. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Общая характеристика методов.	3	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц.	3	8	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
9.	Тема 9. Круглый стол: Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов?	3	9		2	научный доклад
	Итого				18	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- компьютерные презентации лекций;
- интерактивный опрос по разделам 1-5
- интерактивный опрос по разделам 6-8;
- круглый стол по разделу 9 "Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов"

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Введение. Наночастицы, кластерные системы различного размера.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Размерные эффекты

### **Тема 2. Модели образования металлсодержащих наночастиц. Кинетика формирования новой фазы, статистическая концепция образования. Моделирование образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Моделирование образования металлических наночастиц в отсутствие и при наличии химических реакций.

### **Тема 3. Физические методы получения металлсодержащих наноразмерных частиц. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.**

устный опрос , примерные вопросы:

Получение наночастиц металлов путем диспергирования.

### **Тема 4. Химические методы получения металлсодержащих наноразмерных частиц: синтез в реакциях восстановления, в жидкофазных окислительно-восстановительных реакциях, электрохимический синтез, криохимический синтез.**

устный опрос , примерные вопросы:

электрохимический синтез, криохимический синтез.

### **Тема 5. Реакции термического распада: термолиз в газовой фазе, термолиз карбониллов, термолиз в растворах, твердофазный термолиз, термолиз карбоксилатов.**

домашнее задание , примерные вопросы:

термолиз в растворах

### **Тема 6. Макромолекулы как стабилизаторы ультрадисперсного состояния. Параметры оценки стабилизирующей способности полимеров. Интерактивный опрос.**

тестирование , примерные вопросы:

1. Какой размер имеют наноразмерные частицы? А. 1-50 нм. Б. 50-100 нм. В. 100-1000 нм. 2. К физическим методам получения наночастиц металлов относятся: А. Пиролиз Б. Катодное распыление. В. Восстановление в растворе. Г. Диспергирование.

### **Тема 7. Основные методы получения и структура наноразмерных частиц в полимерах. Общая характеристика методов.**

устный опрос , примерные вопросы:

физические методы получения наночастиц, стабилизированных полимерами

### **Тема 8. Восстановительные методы синтеза полимер-связанных наноразмерных частиц.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Электрохимические характеристики восстановителей и условия восстановления при синтезе полимеримобилизованных наночастиц

### **Тема 9. Круглый стол: Современные методы синтеза наночастиц металлов на поверхности гиперразветвленных полимеров, дендримеров и неорганических оксидов?**

научный доклад , примерные вопросы:

Научный доклад на 10 минут на тему " Синтез и свойства наночастиц металла, стабилизированных полимером"

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Примеры тестовых заданий по темам 1-6

1. Какой размер имеют наноразмерные частицы?
  - А. 1-50 нм.
  - Б. 50-100 нм.
  - В. 100-1000 нм.
2. К физическим методам получения наночастиц металлов относятся:
  - А. Пиролиз
  - Б. Катодное распыление.
  - В. Восстановление в растворе.
  - Г. Диспергирование.

Примеры тестовых заданий по темам 6-11

1. Укажите цвет золя наночастиц золота  $d=23$  нм:
  - А. Фиолетовый.
  - Б. Красный.
  - В. Лиловый.
  - Г. Синий.
2. Чем определяется скорость восстановления ионов металлов в полимерной матрице?
  - А. Скоростью диффузии ионов металлов.
  - Б. Природой фонового электролита.
  - В. Скоростью восстановления.
  - Г. Радиусом атома металла

Контрольные вопросы к коллоквиуму

1. Какие необычные свойства проявляют наночастицы металлов.
2. Какое модифицирующее действие оказывают наночастицы металлов на полимеры.
3. Опишите химические превращения, которые может претерпевать полимерная матрица под воздействием наночастиц металлов.
4. Каким образом присутствие наночастиц металлов в полимерном композите влияет на электропроводящие свойства композита..
5. Опишите использование полимеримобилизованных наночастиц металлов в развитии мембранной и пленочной технологий.
6. В чем заключаются новые свойства магнитных нанокомпозитов и магнитных нанопокровов?
7. Опишите оптические и полупроводниковые свойства металлических наночастиц.

Контрольные вопросы к самостоятельной работе студентов

1. Опишите гомогенное и гетерогенное зародышеобразование металлосодержащих наночастиц.
2. Охарактеризуйте влияние температуры на процесс образования новой фазы.
3. Каковы кинетические закономерности образования новой фазы?
4. Опишите формирование кластеров в газофазных реакциях.
5. В чем сущность моделирования фрактальных структур?
6. Охарактеризуйте структуру и кинетику роста фрактального кластера.
7. Что такое фрактальные нити?
8. Охарактеризуйте физические методы получения металлических наночастиц.
9. Опишите получение металлонаночастиц с использованием низкотемпературной плазмы.
10. Опишите получение металлонаночастиц с использованием диспергирования.
11. Что такое сонохимический синтез?
12. Опишите термолиз металлоорганических прекурсоров.
13. Охарактеризуйте термолиз в газовой фазе.

14. Охарактеризуйте полимерные соединения как стабилизаторы.
15. Что такое матричная изоляция.
16. Дайте характеристику методам и структуре металлических наночастиц в полимерах.
17. Опишите механохимическое диспергирование наночастиц металлов.
18. Опишите получение металлонаночастиц на стадии поликонденсации.
19. Охарактеризуйте твердофазный термолиз металлоорганических прекурсоров в полимерных матрицах.
20. Охарактеризуйте морфологию и дисперсность продуктов термолиза.
21. Опишите биосорбцию и биокоагуляцию наночастиц металлов
22. В чем специфика катализа полимериммобилизованными наночастицами металлов?

Примеры вопросов к зачету

1. Наночастицы металлов. Основные определения и классификации.
2. В чем сущность кластерной модели зародышеобразования?
3. Кластерные модели образования наночастиц металлов.
4. Получение наночастиц металлов путем диспергирования.
5. Синтез наночастиц металлов в реакциях восстановления.
6. Термолиз карбониллов металлов.
7. Параметры стабилизирующей способности полимеров. Условия стабилизации наночастиц металлов.
8. Поверхностная защита, матричная изоляция.
9. Микрокапсулирование наночастиц металлов полимерами.
10. Восстановительные методы синтеза полимер-иммобилизованных металлических наночастиц.

### 7.1. Основная литература:

Научные основы нанотехнологий и новые приборы, Брайдсон, Рик;Гиббс, Майк Р. Дж.;Грелл, Мартин;Келсалл, Роберт У., 2011г.

2. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5793](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5793)

3. Метод УФ-спектроскопии и его применение в органической и физической химии [Текст: электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. С. Якимова ; Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова, Каф. орган. химии .? Электронные данные (1 файл: 0,67 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .? Загл. с экрана .? Для 2-го семестра .? Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015 .? Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ .? <URL:[http://libweb.kpfu.ru/ebooks/07-ICH/07\\_54\\_000903.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/07-ICH/07_54_000903.pdf)>

### 7.2. Дополнительная литература:

Нанохимия, Сергеев, Глеб Борисович, 2009г.

Наноструктурные материалы, Андриевский, Ростислав Александрович;Рагуля, Андрей Владимирович, 2005г.

Биометаллоорганическая химия, Милаева, Е. Р., 2009г.

Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии, Гусев, Александр Иванович, 2009г.

5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2173)

6. Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - М.: Физматлит, 2009. - 456 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291)

7. Маджидов Т.И. Хемоинформатика и молекулярное моделирование: дистанционный курс для студентов бакалавриата и магистратуры направления подготовки: 020100 "Химия" [Электронный ресурс]. Площадка "Зилант" СУО КФУ, 2013. // <http://zilant.kpfu.ru/course/view.php?id=376>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Homeopathic Medicine is Nanopharmacology - <http://www.i-sis.org.uk/nanopharmacology.php>

Krause C. Laser ablation: opening door to the new materials for industry - <http://www.ornl.gov/info/ornlreview/rev27-12/text/lasarmain.html>

Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. ? М.: Машиностроение, 2012. ? 656 с. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5793](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5793)

Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. ? 416 с. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2173](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2173)

Кластеры - [http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_1670.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_1670.html)

Нанометр -

[http://www.nanometer.ru/2010/09/27/obrazovatelnij\\_portal\\_www\\_nanoopen\\_ru\\_sekcia\\_nsm\\_218161.html](http://www.nanometer.ru/2010/09/27/obrazovatelnij_portal_www_nanoopen_ru_sekcia_nsm_218161.html)

Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. - - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2291](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2291)

Форум нанотехнологий - <http://e-science.ru/forum/index.php?showforum=73>

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Наночастицы металлов и их соединений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный проектор

Система интерактивного опроса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Химия супрамолекулярных нано- и биосистем .



Автор(ы):

Кутырева М.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Улахович Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.