

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

Коллоидные наносистемы: получение, свойства Б1.В.ОД.4

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия супрамолекулярных нано- и биосистем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Якимова Л.С.

Рецензент(ы):

Антипин И.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Антипин И. С.

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. Якимова Л.С. Кафедра органической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова , Luidmila.Savelyeva@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Коллоидная химия играет фундаментальную роль в нанонауке и нанотехнологии. Цель изучения дисциплины "Коллоидные наносистемы: получение, свойства" - формирование научного мировоззрения, целостных представлений о коллоидной химии как науке, основных направлениях ее развития и новейших достижениях, оценки роли коллоидной химии в развитии нанотехнологий и получении наноматериалов; приобретение фундаментальных знаний о дисперсных системах и поверхностных явлениях, возникающих на границе раздела фаз; развитие познавательных интересов и интеллектуальных способностей в процессе самостоятельного обновления знаний и использования их в профессиональной деятельности.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.4 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 " Б2.В.4 Профессиональный" образовательной программы магистратуры Химия супрамолекулярных нано- и биосистем. Осваивается на 2 курсе, 3 семестре магистратуры. Форма обучения - очная.

"Коллоидные наносистемы: получение, свойства" является частью дисциплин физической и коллоидной химии и позволяет студентам освоить теоретические и практические подходы, применяемые в современных нанотехнологиях, базирующихся на свойствах дисперсных систем. Дисциплина требует предварительного знания основ общей, физической, коллоидной химии, а также физики в пределах базового курса.

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:

4. должен демонстрировать способность и готовность:
применять полученные знания на практике

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Наночастицы как объекты коллоидной химии	3	1-2	4	0	0	
2.	Тема 2. Поверхностная энергия	3	3-4	2	2	0	
3.	Тема 3. Получение наночастиц	3	5-6	2	2	0	устный опрос
4.	Тема 4. Поверхностные явления	3	7-8	2	2	0	
5.	Тема 5. Наночастицы как высокодисперсные системы	3	8-9	0	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. Объемные свойства наночастиц	3	10-11	0	6	0	
7.	Тема 7. Размерный эффект и его проявления	3	12	0	2	0	устный опрос
8.	Тема 8. Практическое применение наночастиц	3	13	0	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			10	20	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Наночастицы как объекты коллоидной химии
лекционное занятие (4 часа(ов)):

1. Классификация наночастиц Диапазон размеров наночастиц: наименьший, определяющий возможность образования фазовой границы между дисперсной фазой и дисперсионной средой. Предельный размер, соответствующий размеру некоторых физических величин (протяженности дислокации, длиной свободного пробега электронов). Разнообразие и многообразие форм наночастиц, как дисперсной фазы. Трехмерные, двухмерные (нановолокна, нанопоры, нанотрубки, нанокапилляры), одномерные в виде пленок и адсорбционных слоев. Наноструктуры из наночастиц и в объеме (в том числе металлические наночастицы в полимерах) и порах твердого тела. Классификация систем наночастиц по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. 2 Дисперсная фаза наночастиц Структура, форма и размер дисперсной фазы наночастиц. Неравновесный процесс образования наночастиц. Разнообразие форм частиц данной фазы в зависимости от условий получения (давление, температура и т.д.). Изменение плотности наночастиц за счет пустот, пор и газовых полостей. Различная ориентация кристаллов, способствующих понижению плотности на границе раздела фаз. Многокомпонентная и многофазная структура наночастиц. Особенности строения кристаллических и аморфных наночастиц. Монодисперсность и полидисперсность наночастиц. Теоретические распределения наночастиц по размерам ? нормальное или логнормальное (логарифмическое нормальное). Зависимость полидисперсности наночастиц от их свойств, способов получения, ?времени жизни? и других факторов. Значительная удельная поверхность наночастиц за счет пористости, различной плотности, геометрической неоднородности, кристаллической структуры.

Тема 2. Поверхностная энергия

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Дополнительный избыток поверхностной энергии наночастиц, обусловленный их размерами, условием образования (высокие или низкие температуры, значительная скорость процесса, воздействие мощных источников излучения) и изменением атомно-кристаллической структуры материалов. Возникновение неоднородной деформации и неоднородного распределения компонентов и фаз на поверхности. Увеличение смещения атомов, дефектность. Сокращение расстояния между атомами на плоскости. Поверхностная релаксация и избыточная поверхностная энергия. Избыточная энергия как энергия дефектов, пропорциональная их числу. Свободная поверхностная энергия в виде энергии Гиббса, ее поверхностное и объемное слагаемые. Удельная свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от размеров наночастиц: расчёт по формуле Толмана и упрощенной формуле Русанова. Причины роста удельной поверхностной энергии по мере снижения размеров частиц. Увеличение доли атомов на поверхности частиц. Неравновесное состояние поверхности наночастиц. Изменение удельной свободной поверхностной энергии с течением времени и ее связь с энергией Гиббса. Способы определения удельной свободной поверхностной энергии наночастиц по кинетике испарения и температуры плавления.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Дополнительный избыток поверхностной энергии наночастиц, обусловленный их размерами, условием образования (высокие или низкие температуры, значительная скорость процесса, воздействие мощных источников излучения) и изменением атомно-кристаллической структуры материалов. Возникновение неоднородной деформации и неоднородного распределения компонентов и фаз на поверхности. Увеличение смещения атомов, дефектность. Сокращение расстояния между атомами на плоскости. Поверхностная релаксация и избыточная поверхностная энергия. Избыточная энергия как энергия дефектов, пропорциональная их числу. Свободная поверхностная энергия в виде энергии Гиббса, ее поверхностное и объемное слагаемые. Удельная свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от размеров наночастиц: расчёт по формуле Толмана и упрощенной формуле Русанова. Причины роста удельной поверхностной энергии по мере снижения размеров частиц. Увеличение доли атомов на поверхности частиц. Неравновесное состояние поверхности наночастиц. Изменение удельной свободной поверхностной энергии с течением времени и ее связь с энергией Гиббса. Способы определения удельной свободной поверхностной энергии наночастиц по кинетике испарения и температуры плавления.

Тема 3. Получение наночастиц

лекционное занятие (2 часа(ов)):

1 Классификация способов получения наночастиц
 Возможность классификации способов получения наночастиц: диспергированием и конденсацией путём разграничения физических и химических способов. Особенности получения наночастиц диспергированием, то есть сверху ? вниз, от ненаноразмерных тел к наночастицам. Ограниченные возможности диспергирования. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования. Возможность расчета минимального расчета наночастиц при диспергировании с учетом структурно-механических параметров. Интенсификация процесса диспергирования: ультразвуковое и электроискровое, при помощи ударных волн и низкотемпературной плазмы.
 2. Получения наночастиц конденсацией (снизу - вверх) Принцип снизу ? вверх означает получение наночастиц из молекул. Особенности основных конденсационных способов: жидкостное восстановление, радиолиз, плазменное напыление. Стадии процесса получения наночастиц при помощи молекулярного наращивания. Кристаллизация из раствора. Особенности золь-гель перехода и элементарные акты этого процесса.
 3 Методы определения размера наночастиц и исследования состояния поверхности Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Рассеяние света. Сканирующая туннельная и атомная силовая микроскопия. Дифракция рентгеновских лучей и электронов. Принципы работы сканирующих зондовых приборов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

1 Классификация способов получения наночастиц
 Возможность классификации способов получения наночастиц: диспергированием и конденсацией путём разграничения физических и химических способов. Особенности получения наночастиц диспергированием, то есть сверху ? вниз, от ненаноразмерных тел к наночастицам. Ограниченные возможности диспергирования. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования. Возможность расчета минимального расчета наночастиц при диспергировании с учетом структурно-механических параметров. Интенсификация процесса диспергирования: ультразвуковое и электроискровое, при помощи ударных волн и низкотемпературной плазмы.
 2. Получения наночастиц конденсацией (снизу - вверх) Принцип снизу ? вверх означает получение наночастиц из молекул. Особенности основных конденсационных способов: жидкостное восстановление, радиолиз, плазменное напыление. Стадии процесса получения наночастиц при помощи молекулярного наращивания. Кристаллизация из раствора. Особенности золь-гель перехода и элементарные акты этого процесса.
 3 Методы определения размера наночастиц и исследования состояния поверхности Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Рассеяние света. Сканирующая туннельная и атомная силовая микроскопия. Дифракция рентгеновских лучей и электронов. Принципы работы сканирующих зондовых приборов.

Тема 4. Поверхностные явления

лекционное занятие (2 часа(ов)):

1 Адсорбция Влияние избытка поверхностной энергии на адсорбцию. Повышенная адсорбционная активность наночастиц и значительно адсорбционная емкость. Увеличение скорости адсорбционного процесса. Зависимость адсорбционного потенциала от размера частиц. Изменение свойств поверхности наночастиц в результате адсорбции. Каталитическая активность наночастиц и связь ее с избытком поверхностной энергии. Применение наночастиц для очистки воды.
 2 Адгезия Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие. Экспериментальное определение силы адгезии наночастиц путем моделирования и в сопоставлении с силой трения. Расчетные значения сил адгезии по теории Дерягина ? Мюллера ? Топорова (ДМТ). Связь силы адгезии с равновесной работой адгезии и поверхностным натяжением. Адгезия нанокapель и особенности смачивания ими. Уравнения Юнга для нанокapель. Зависимость краевого угла от размера нанокapель. Возможность расчета этой зависимости. Сопоставление экспериментальных данных и расчетных по значению краевого угла наноразмерных капель. Линейное натяжение нанокapель и горизонтальная сила, приложенная трехфазовому контакту. Смачивание нитей нанокapлями и тонкой упругой пленки. Кинетика растекания нанокapель.

практическое занятие (2 часа(ов)):

1 Адсорбция Влияние избытка поверхностной энергии на адсорбцию. Повышенная адсорбционная активность наночастиц и значительно адсорбционная емкость. Увеличение скорости адсорбционного процесса. Зависимость адсорбционного потенциала от размера частиц. Изменение свойств поверхности наночастиц в результате адсорбции. Каталитическая активность наночастиц и связь ее с избытком поверхностной энергии. Применение наночастиц для очистки воды. 2 Адгезия Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие. Экспериментальное определение силы адгезии наночастиц путем моделирования и в сопоставлении с силой трения. Расчетные значения сил адгезии по теории Дерягина ? Мюллера ? Топорова (ДМТ). Связь силы адгезии с равновесной работой адгезии и поверхностным натяжением. Адгезия наноклапел и особенности смачивания ими. Уравнения Юнга для наноклапел. Зависимость краевого угла от размера наноклапел. Возможность расчета этой зависимости. Сопоставление экспериментальных данных и расчетных по значению краевого угла наноразмерных клапел. Линейное натяжение наноклапел и горизонтальная сила, приложенная трехфазовому контакту. Смачивание нитей наноклапелями и тонкой упругой пленки. Кинетика растекания наноклапел.

Тема 5. Наночастицы как высокодисперсные системы

практическое занятие (4 часа(ов)):

1 Особенности молекулярно ? кинетических свойств Диффузия. Основные закономерности и математические выражения, и ее определение. Количественная особенность диффузии наночастиц в отличие от ионной и молекулярной. Три вида диффузии в отношении кристаллических наночастиц: межкристаллическая, поверхностная и на границе дисперсной фазы и дисперсионной среды. Соотношение между ними в зависимости от свойств наночастиц. Особенности процесса диффузии для аморфных наночастиц. Броуновское движение ? причины и определение его эффективности. Связь броуновского движения со свойствами наночастиц, дисперсионной среды и их взаимного влияния. Осмос ? причины и следствия. Осмотическое давление и его математическое выражение. Особенности осмоса наночастиц и через мембраны, имеющие наноразмерные поры. 2 Электрокинетические свойства. Особенности структуры двойного электрического слоя (ДЭС) с учетом дискретности кристаллической поверхности наночастиц. Соизмеримость адсорбционной и особенно диффузных частей ДЭС с размерами самих наночастиц. Воздействие электрического поля в ходе перемещения наночастиц. Проявление электрокинетических явлений в наноразмерных капиллярах. Взаимное влияние на структуру ДЭС радиуса капилляров и размера наночастиц. 3 Оптические свойства. Влияние дискретной кристаллической структуры наночастиц на рассеяние и поглощение света. Оптические свойства в зависимости от размера наночастиц. Отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера при пропускании света через слой наночастиц.

Тема 6. Объемные свойства наночастиц

практическое занятие (6 часа(ов)):

1 Устойчивость. Два вида устойчивости наночастиц ? агрегативная и седиментационная. Возможно образование систем с фиксированным положением наночастиц в матрице, полимерной. Структуры образуются из наночастиц. Особенности седиментационной и агрегативной устойчивости в жидкой среде. Отклонение от теории ДЛФО и особенности расклинивающего давления с учетом того, что радиус наночастиц может быть меньше толщины прослойки между частицами. Расчет энергии межмолекулярного взаимодействия в зависимости от отношения между радиусом наночастиц и прослойки между ними. Особенности определения константы Гамакера. Снижение энергии межмолекулярного взаимодействия с уменьшением размеров наночастиц. Расчет электростатической компоненты расклинивающего давления с учетом перекрытия двойных электрических слоев. Агрегативная неустойчивость. Связь электрокинетических явлений с величиной дзета ? потенциала. Коагуляция и нарушение агрегативной и седиментационной устойчивости. Зависимость этих процессов от свойств наночастиц растворителя и внешнего воздействия. 2 Структурно-механические свойства Структурно ? механические свойства отдельных наночастиц (твердость, прочность и др.) и массы из наночастиц. Свободнодисперсные и связнодисперсные наносистемы. Особенности структурированных связнодисперсных наночастиц. Системы, способные течь и обладающие прочностью и упругостью. Предел текучести связнодисперсных систем. Расчет предела текучести по закону Холла ? Петча. Зависимость предела текучести от размера наночастиц и их твердости. Оценка упругих свойств наночастиц при помощи модуля Юнга и модуля сдвига. Причины значительного повышения упругих и прочностных свойств наночастиц по сравнению с обычными системами. 3 Самопроизвольно образующиеся наносистемы Прямые и обратные мицеллы. Кинетика образования мицелл. Особенности структуры мицеллы как комплекса жидкообразных и твердых тел. Адсорбционные слои ПАВ на поверхности раздела фаз. Образование структурно ? механического барьера в адсорбционных слоях ПАВ. Возможность образования локальной концентрации и островковой наноразмерной структуры ПАВ. Кольца Лизеганга за счет выпадения твердых осадков и образования наночастиц.

Тема 7. Размерный эффект и его проявления

практическое занятие (2 часа(ов)):

Размерный эффект и его проявления

Тема 8. Практическое применение наночастиц

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое применение наночастиц

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
3.	Тема 3. Получение наночастиц	3	5-6	подготовка к устному опросу	15	устный опрос
5.	Тема 5. Наночастицы как высокодисперсные системы	3	8-9	подготовка к устному опросу	12	устный опрос
7.	Тема 7. Размерный эффект и его проявления	3	12	подготовка к устному опросу	15	устный опрос
	Итого				42	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины осуществляется через использование традиционных (лекции, практические занятия) и инновационных образовательных технологий, активных и интерактивных форм проведения занятий: изложение лекционного материала с элементами диалога, обсуждения, использование мультимедийных программ, подготовка и выступление студентов с докладами на семинарских занятиях по предложенной теме.

Проводится обсуждение актуальных тем, разбор конкретных ситуаций.

Изучение дисциплины включает:

- посещение всех видов аудиторных работ;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- работу с источниками Интернет;
- подготовку к различным формам контроля (устный опрос);
- подготовка к итоговой форме контроля - экзамен.

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

Тема 1. Наночастицы как объекты коллоидной химии

Тема 2. Поверхностная энергия

Тема 3. Получение наночастиц

устный опрос , примерные вопросы:

1 Классификация способов получения наночастиц
Возможность классификации способов получения наночастиц: диспергированием и конденсацией путём разграничения физических и химических способов. Особенности получения наночастиц диспергированием, то есть сверху ? вниз, от ненаноразмерных тел к наночастицам. Ограниченные возможности диспергирования. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования. Возможность расчета минимального размера наночастиц при диспергировании с учетом структурно-механических параметров. Интенсификация процесса диспергирования: ультразвуковое и электроискровое, при помощи ударных волн и низкотемпературной плазмы. 2. Получения наночастиц конденсацией (снизу - вверх) Принцип снизу ? вверх означает получение наночастиц из молекул. Особенности основных конденсационных способов: жидкостное восстановление, радиолиз, плазменное напыление. Стадии процесса получения наночастиц при помощи молекулярного наращивания. Кристаллизация из раствора. Особенности золь-гель перехода и элементарные акты этого процесса. 3 Методы определения размера наночастиц и исследования состояния поверхности Сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия. Рассеяние света. Сканирующая туннельная и атомная силовая микроскопия. Дифракция рентгеновских лучей и электронов. Принципы работы сканирующих зондовых приборов.

Тема 4. Поверхностные явления

Тема 5. Наночастицы как высокодисперсные системы

устный опрос , примерные вопросы:

1 Особенности молекулярно ? кинетических свойств Диффузия. Основные закономерности и математические выражения, и ее определение. Количественная особенность диффузии наночастиц в отличие от ионной и молекулярной. Три вида диффузии в отношении кристаллических наночастиц: межкристаллическая, поверхностная и на границе дисперсной фазы и дисперсионной среды. Соотношение между ними в зависимости от свойств наночастиц. Особенности процесса диффузии для аморфных наночастиц. Броуновское движение ? причины и определение его эффективности. Связь броуновского движения со свойствами наночастиц, дисперсионной среды и их взаимного влияния. Осмос ? причины и следствия. Осмотическое давление и его математическое выражение. Особенности осмоса наночастиц и через мембраны, имеющие наноразмерные поры. 2 Электрокинетические свойства. Особенности структуры двойного электрического слоя (ДЭС) с учетом дискретности кристаллической поверхности наночастиц. Соизмеримость адсорбционной и особенно диффузных частей ДЭС с размерами самих наночастиц. Воздействие электрического поля в ходе перемещения наночастиц. Проявление электрокинетических явлений в наноразмерных капиллярах. Взаимное влияние на структуру ДЭС радиуса капилляров и размера наночастиц. 3 Оптические свойства. Влияние дискретной кристаллической структуры наночастиц на рассеяние и поглощение света. Оптические свойства в зависимости от размера наночастиц. Отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера при пропускании света через слой наночастиц.

Тема 6. Объемные свойства наночастиц

Тема 7. Размерный эффект и его проявления

устный опрос , примерные вопросы:

1 Устойчивость. Два вида устойчивости наночастиц ? агрегативная и седиментационная. Возможно образование систем с фиксированным положением наночастиц в матрице, полимерной. Структуры образуются из наночастиц. Особенности седиментационной и агрегативной устойчивости в жидкой среде. Отклонение от теории ДЛФО и особенности раскливающего давления с учетом того, что радиус наночастиц может быть меньше толщины прослойки между частицами. Расчет энергии межмолекулярного взаимодействия в зависимости от отношения между радиусом наночастиц и прослойки между ними. Особенности определения константы Гамакера. Снижение энергии межмолекулярного взаимодействия с уменьшением размеров наночастиц. Расчет электростатической компоненты раскливающего давления с учетом перекрытия двойных электрических слоев. Агрегативная неустойчивость. Связь электрокинетических явлений с величиной дзета ? потенциала. Коагуляция и нарушение агрегативной и седиментационной устойчивости. Зависимость этих процессов от свойств наночастиц растворителя и внешнего воздействия. 2 Структурно-механические свойства Структурно ? механические свойства отдельных наночастиц (твёрдость, прочность и др.) и массы из наночастиц. Свободнодисперсные и связнодисперсные наносистемы. Особенности структурированных связнодисперсных наночастиц. Системы, способные течь и обладающие прочностью и упругостью. Предел текучести связнодисперсных систем. Расчет предела текучести по закону Холла ? Петча. Зависимость предела текучести от размера наночастиц и их твердости. Оценка упругих свойств наночастиц при помощи модуля Юнга и модуля сдвига. Причины значительного повышения упругих и прочностных свойств наночастиц по сравнению с обычными системами. 3 Самопроизвольно образующиеся наносистемы Прямые и обратные мицеллы. Кинетика образования мицелл. Особенности структуры мицеллы как комплекса жидкообразных и твердых тел. Адсорбционные слои ПАВ на поверхности раздела фаз. Образование структурно ? механического барьера в адсорбционных слоях ПАВ. Возможность образования локальной концентрации и островковой наноразмерной структуры ПАВ. Кольца Лизеганга за счет выпадения твердых осадков и образования наночастиц.

Тема 8. Практическое применение наночастиц

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

. Высокодисперсные системы как объекты коллоидной химии. Наночастицы - представители высокодисперсных систем

2. Новые качества наночастиц. Обоснование минимального и максимального размера наночастиц. Разнообразие и многообразие форм наночастиц. Трёх-мерные, двухмерные и одномерные наночастицы.
3. Классификация наночастиц по агрегатному состоянию. Особенности кри-сталлических и аморфных наночастиц. Разнообразие структур и форм нано-частиц. Структура и фазовое состояние наночастиц различных модифика-ций.
4. Причины повышенной удельной поверхности наночастиц. Полидисперсность наночастиц. Геометрическая неоднородность наночастиц. Распределение наночастиц по размерам: нормальное и логарифмическое нормальное.
5. Зависимость избыточной поверхностной энергии Гиббса G_S от размера час-тиц. Поверхностные и объёмные слагаемые величины G_S .
6. Влияние экстремальных условий образования наночастиц на поверхностные явления. . Избыточная поверхностная энергия как энергия дефектов кри-сталлических наночастиц.
7. Поверхностное натяжение σ и его зависимость от размера наночастиц. Фор-мула Толмана для σ как функции размера наночастиц. Тоже по упрощённой формуле Русанова.
8. Способы определения поверхностного натяжения наночастиц. Связь между неравновесной и равновесной удельной свободной поверхностной энергией наночастиц.
9. Изменение удельной свободной поверхностной энергии с течением времени.
10. Влияние избытка поверхностной энергии на процесс адсорбции наночасти-цами. Повышенная адсорбционная активность (ёмкость) наночастиц. Увели-чение скорости адсорбционного процесса.
11. Зависимость адсорбционного потенциала от размера частиц. Применение наночастиц для очистки воды. Особенности применения наночастиц в каче-стве катализатора.
12. Причины повышенной адгезии наночастиц. Влияние избытка поверхностной энергии на адгезионное взаимодействие наночастиц. Определение адгезии наночастиц путём моделирования
13. Расчётное значение силы адгезии наночастиц по теории Дерягина- Мюллера - Топорова (ДМТ). Связь силы адгезии с равновесной работой сил адгезии и поверхностном натяжении.
14. Уравнение Юнга для наночапель. Зависимость краевого угла смачивания от размера наночапель. Линейное натяжение наночапель.
15. Смачивание нитей наночапель. Смачивание тонкой упругой плёнки. Ста-дии растекания наночапель. Качественные особенности диффузии наноча-стиц.
16. Сопоставление диффузии наночастиц с ионной и молекулярной диффузией. Три вида диффузии в отношении кристаллических наночастиц.
17. Соотношение межкристаллической, поверхностной и межфазовой диффузии
18. Соотношение коэффициента диффузии для трёх её различных видов кри-сталлических тел. Особенности структуры аморфных наночастиц.
19. Влияние свойств наночастиц на броуновское движение. Зависимость бро-уновского движения от свойств наночастиц, дисперсионной среды и их вза-имного влияния.
20. Осмотическое давление, его математическое выражение для наночастиц. Осмос через мембраны с наноразмерными порами.
21. Структура двойного электрического слоя с учётом дискретности кристалли-ческой поверхности наночастиц. Соизмеримость адсорбционной и особенно диффузной части двойного электрического слоя с размерами самих нано-стиц. Разделение электронного поля на наночастиц, находящегося в виде зо-ля.
22. Электролитические явления в наноразмерных капиллярах. Электроосмос в зависимости от соотношения размера частиц и радиуса наночапель. Линей-ная скорость электроосмоса в наноразмерных капиллярах.
23. Влияние дискретной кристаллической структуры наночастиц на рассеяние и поглощение света. Оптические свойства в зависимости от размера нано-стиц. Отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера при пропускании света через слой наночастиц.
24. Классификация способов получения наночастиц. Диспергирование и кон-денсационные способы получения наночастиц. Специфические способы по-лучения наночастиц.

25. Элементарные процессы и стадии механического диспергирования. Физические и химические способы получения наночастиц. Варианты процесса диспергирования.
26. Образование наночастиц конденсационными способами. Жидкостное восстановление и радиолиз.
27. Стадия метода молекулярного наращивания. Получение наночастиц кристаллизацией из раствора. Особенности получения частиц путём золь-гель перехода.
28. Классификация методов определения размеров наночастиц. Принцип работы сканируемых зондовых приборов.
29. Особенности двух видов устойчивости наночастиц. Системы с фиксированным положением наночастиц.
30. Седиментационная устойчивость золя и аэрозоля. Отклонение от теории ДЛФО для наночастиц.

7.1. Основная литература:

- Курс коллоидной химии, Фридрихсберг, Дмитрий Александрович, 2010г.
- Практическое руководство к лабораторным работам по коллоидной химии, Зиганшин, Марат Ахмедович; Соломонов, Борис Николаевич, 2012г.
- Курс лекций по физической и коллоидной химии, Зиганшин, Марат Ахмедович; Горбачук, Валерий Виленович, 2010г.
- Коллоидная химия, Гельфман, Марк Иосифович; Ковалевич, Ольга Викторовна; Юстратов, Владимир Петрович, 2010г.
- Коллоидная химия, Шукин, Евгений Дмитриевич; Перцов, Александр Валериевич; Амелина, Елена Анатольевна, 2013г.
6. 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>.

7.2. Дополнительная литература:

- Физическая и коллоидная химия, Кругляков, Петр Максимович; Хаскова, Татьяна Николаевна, 2007г.
- Физическая и коллоидная химия, Белик, Валентина Васильевна; Киенская, Карина Игоревна, 2005г.
- Нанохимия, Сергеев, Глеб Борисович, 2009г.
- Основы нанотехнологии и нанохимии, Стойков, Иван Иванович; Евтюгин, Геннадий Артурович, 2010г.
5. Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ / Лань, 2015, 304 стр. <http://e.lanbook.com/view/book/64325/>
6. Волков В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы / Лань, 2015, 672 стр. <http://e.lanbook.com/view/book/65045/>

7.3. Интернет-ресурсы:

- <http://www.nanojournal.ru/> - <http://www.nanojournal.ru/>
- <http://www.nanometer.ru> - <http://www.nanometer.ru>
- <http://www.nano-technology.org> - <http://www.nano-technology.org>
- Коллоидная химия. Кафедра коллоидной химии. РХТУ им. Д.И. Менделеева - <http://colloid.distant.ru/>

Учебные материалы по коллоидной химии. Химический факультет МГУ. -
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Коллоидные наносистемы: получение, свойства" 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.

мультимедийная аудитория

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):

Якимова Л.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Антипин И.С. _____

"__" _____ 201__ г.