

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



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Коллоидная химия наноматериалов БЗ.ДВ.3

Направление подготовки: 020100.62 - Химия

Профиль подготовки: Физическая химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Горбачук В.В.

**Рецензент(ы):**

Зиганшин М.А. , Соломонов Б.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

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 720615

Казань  
2014

## 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) профессор, д.н. (профессор) Горбачук В.В. Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Valery.Gorbachuk@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Освоение обучающимися современных представлений о коллоидной химии наноматериалов, методах их приготовления, основных физических методах исследования и практических приложениях

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020100.62 Химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

"Коллоидная химия наноматериалов" относится к вариативной части профессионального блока дисциплин (курс по выбору) и является разделом физической и коллоидной химии, позволяющим студентам освоить теоретические и практические подходы применяемые в современных нанотехнологиях, базирующихся на свойствах дисперсных систем, получить общее представление о физических и физико-химических приборах и методах, применяемых в этой области. Дисциплина требует предварительного знания основ 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
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы современных нанотехнологий использующих свойства дисперсных систем

2. должен уметь:

использовать основные теоретические и практические подходы коллоидной химии для решения практических задач в области нанотехнологии

3. должен владеть:

теоретическими и практическими подходами коллоидной химии для решения практических задач в области нанотехнологии, использующей особые свойства дисперсных систем

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Решать практические задачи с применением продуктов нанотехнологии, относящихся к коллоидным системам

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 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. Базовые понятия коллоидной химии. Положение коллоидной химии наноматериалов в ряду других наук	8	1	3	0	0	
2.	Тема 2. Основные типы коллоидных наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)	8	2	4	0	0	
3.	Тема 3. Способы получения коллоидных наноматериалов.	8	3-4	6	0	0	
4.	Тема 4. Основные свойства коллоидных наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические	8	5-7	9	0	0	контрольная работа
5.	Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования коллоидных наноматериалов	8	8-9	4	0	0	
6.	Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения коллоидных наноматериалов.	8	10-13	8	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем	8	14-15	4	0	0	
8.	Тема 8. Построение особых наноархитектур на основе коллоидных наноматериалов	8	16-17	4	0	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			42	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Базовые понятия коллоидной химии. Положение коллоидной химии наноматериалов в ряду других наук**

###### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Базовые понятия коллоидной химии. Предмет коллоидной химии наноматериалов. Основные объекты и методы. Положение коллоидной химии наноматериалов в ряду других наук.

##### **Тема 2. Основные типы коллоидных наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основные типы коллоидных наноматериалов. нанопористые структуры, наночастицы, нанотрубки и нановолокна, нанодисперсии (коллоиды), наноструктурированные поверхности и пленки, нанокристаллы и нанокластеры. Классификация по геометрии, химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому). Композиционные наноматериалы. Методы расчета пористости коллоидных наноматериалов на основе экспериментальных данных об изотермах адсорбции

##### **Тема 3. Способы получения коллоидных наноматериалов.**

###### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Способы получения коллоидных наноматериалов. Экспериментальные методы получения сферических силикатных наночастиц, фуллерена, углеродных нанотрубок, золотых наночастиц, квантовых точек, нановолокон, пленок Лэнгмюра-Блоджетт. Методы химической модификации коллоидных наноматериалов. Приготовление силикатных наночастиц

##### **Тема 4. Основные свойства коллоидных наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические**

###### **лекционное занятие (9 часа(ов)):**

Основные свойства коллоидных наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические. Релеевское рассеяние света, динамическое рассеяние света, акустическая спектроскопия, линейная и нелинейная реология, диффузия и электрокинетический потенциал коллоидных наноматериалов

##### **Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования коллоидных наноматериалов**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Определение пористости наноматериалов, распределения частиц по размерам, вязкости для коллоидных растворов наночастиц. Применение методов электрофореза и электроосмоса для определения электрокинетического потенциала коллоидных наноматериалов. Определение распределения частиц по размерам и вязкости для коллоидных растворов наночастиц

**Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения коллоидных наноматериалов.**

**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Физические и физико-химические приборы для изучения коллоидных наноматериалов. Спектрометр динамического рассеяния света (фотонная корреляционная спектроскопия), ротационный вискозиметр, азотный порозиметр, прибор для электрофореза. Оптическая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Спектрометр поверхностного плазмонного резонанса. Измерение электрокинетического потенциала коллоидных наночастиц методом электрофореза

**Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Практическое применение коллоидных наноматериалов в сенсорных системах, в фармацевтике, медицинской диагностике, экологическом мониторинге, в гетерогенном и микрогетерогенном катализе, в косметике и пищевой промышленности, в строительстве  
 Детектирование белков в водном растворе с применением пленок Лэнгмюра-Блоджетт

**Тема 8. Построение особых наноархитектур на основе коллоидных наноматериалов**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Построение особых наноархитектур на основе коллоидных наноматериалов. Двумерные и трехмерные наноархитектуры. Металлорганические сетчатые структуры.

**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
4.	Тема 4. Основные свойства коллоидных наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические	8	5-7	подготовка к контрольной работе изучение теоретического лекционного материала; - проработка теории	15	контрольная работа
8.	Тема 8. Построение особых наноархитектур на основе коллоидных наноматериалов	8	16-17	подготовка к контрольной работе изучение теоретического лекционного материала; - проработка теории	15	контрольная работа
Итого					30	

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

Презентации лекций, образовательные ресурсы в Интернете



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

**Тема 1. Базовые понятия коллоидной химии. Положение коллоидной химии наноматериалов в ряду других наук**

**Тема 2. Основные типы коллоидных наноматериалов. Классификация по химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому)**

**Тема 3. Способы получения коллоидных наноматериалов.**

**Тема 4. Основные свойства коллоидных наноматериалов: оптические, реологические, молекулярно-кинетические, электрокинетические**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы к контрольной работе: 1. Как меняется степень светорассеяния в дисперсной системе с увеличением длины волны падающего света? 2. Как меняется степень светорассеяния в дисперсной системе с увеличением размера частиц дисперсной фазы? 3. Что является необходимым условием для светорассеяния в дисперсной системе? 4. Чем нефелометрия отличается от турбидиметрии? 5. Почему ультрамикроскопия позволяет видеть частицы, на два порядка меньшие тех, что видны в обычный оптический микроскоп? 6. Что позволяет измерить метод динамического светорассеяния? 7. В чем преимущество метода динамического светорассеяния по сравнению с нефелометрией при определении размера дисперсных частиц? 8. Что является необходимым условием для применения метода динамического светорассеяния для изучения свойств дисперсных систем? 9. Чем обусловлено движение дисперсных частиц в системе в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия?

**Тема 5. Физические и физико-химические методы исследования коллоидных наноматериалов**

**Тема 6. Физические и физико-химические приборы для изучения коллоидных наноматериалов.**

**Тема 7. Практическое использование наноматериалов, основанное на их особых свойствах как дисперсных систем**

**Тема 8. Построение особых наноархитектур на основе коллоидных наноматериалов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вопросы к контрольной работе: 1. Двигаются ли дисперсные частицы в дисперсной системе в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия? Почему? 2. Чем обусловлено смещение дисперсных частиц относительно их исходного положения через заданный интервал времени в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия? От чего зависит это смещение? 3. Как определить молекулярный вес высокомолекулярного вещества, используя его молекулярно-кинетические свойства? Что для этого нужно измерить? 4. Что происходит в дисперсной системе, разделенной надвое мембраной, проницаемой для растворителя (дисперсной среды) и непроницаемой для частиц дисперсной фазы, если одну часть этой системы разбавить? 5. Что будет происходить, после того как в одно колено U-образной трубки, заполненной водой, залить небольшое количество золя гидрата окиси железа? Почему? 6. Что является необходимым условием диффузии? 7. Почему не все частицы глины оседают на дно цилиндра при изучении ее седиментации в воде? 8. Почему туман иногда бывает устойчив в пасмурную погоду? 9. Как измерить число Авогадро, изучая диффузионно-седиментационное равновесие? 10. Какие потенциалы дисперсной системы уравниваются в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия?

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает следующие виды:

- изучение теоретического лекционного материала;

- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература).

Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов:

1. Как меняется степень светорассеяния в дисперсной системе с увеличением длины волны падающего света?
2. Как меняется степень светорассеяния в дисперсной системе с увеличением размера частиц дисперсной фазы?
3. Что является необходимым условием для светорассеяния в дисперсной системе?
4. Чем нефелометрия отличается от турбидиметрии?
5. Почему ультрамикроскопия позволяет видеть частицы, на два порядка меньшие тех, что видны в обычный оптический микроскоп?
6. Что позволяет измерить метод динамического светорассеяния?
7. В чем преимущество метода динамического светорассеяния по сравнению с нефелометрией при определении размера дисперсных частиц?
8. Что является необходимым условием для применения метода динамического светорассеяния для изучения свойств дисперсных систем?
9. Чем обусловлено движение дисперсных частиц в системе в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия?
10. Двигаются ли дисперсные частицы в дисперсной системе в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия? Почему?
11. Чем обусловлено смещение дисперсных частиц относительно их исходного положения через заданный интервал времени в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия? От чего зависит это смещение?
12. Как определить молекулярный вес высокомолекулярного вещества, используя его молекулярно-кинетические свойства? Что для этого нужно измерить?
13. Что происходит в дисперсной системе, разделенной надвое мембраной, проницаемой для растворителя (дисперсной среды) и непроницаемой для частиц дисперсной фазы, если одну часть этой системы разбавить?
14. Что будет происходить, после того как в одно колено U-образной трубки, заполненной водой, залить небольшое количество золя гидрата окиси железа? Почему?
15. Что является необходимым условием диффузии?
16. Почему не все частицы глины оседают на дно цилиндра при изучении ее седиментации в воде?
17. Почему туман иногда бывает устойчив в пасмурную погоду?
18. Как измерить число Авогадро, изучая диффузионно-седиментационное равновесие?
19. Какие потенциалы дисперсной системы уравниваются в состоянии диффузионно-седиментационного равновесия?
20. Опишите метод получения сферических силикатных наночастиц. Как определить их гидродинамический диаметр?
21. Опишите метод получения фуллерена
22. Опишите метод получения углеродных нанотрубок. Как определить их гидродинамический диаметр?
23. Предложите метод получения золотых наночастиц. Как определить их электрокинетический потенциал?
24. Предложите метод получения квантовых точек.
25. Опишите метод получения нановолокон.
26. Предложите метод получения многослойных пленок Лэнгмюра-Блоджетт. Как определить их толщину?

Билеты к зачету

Билет 1



1. Основные типы коллоидных наноматериалов.
2. Определение пористости наноматериалов.

Билет 2

1. Классификация коллоидных наноматериалов по геометрии, химическому и фазовому составу, происхождению (синтетическому, биологическому).
2. Методы расчета пористости коллоидных наноматериалов на основе экспериментальных данных об изотермах адсорбции

Билет 3

1. Способы получения коллоидных наноматериалов.
2. Применение методов электрофореза и электроосмоса для определения электрокинетического потенциала коллоидных наноматериалов.

Билет 4

1. Методы химической модификации коллоидных наноматериалов.
2. Определение распределения наночастиц по размерам

Билет 5

1. Композиционные наноматериалы.
2. Определение вязкости дисперсных систем: золь наночастиц.

Билет 6

1. Оптические свойства коллоидных наноматериалов
2. Прибор для исследования коллоидных наноматериалов : ротационный вискозиметр

Билет 7

1. Реологические свойства коллоидных наноматериалов
2. Прибор для исследования коллоидных наноматериалов: спектрометр динамического рассеяния света.

Билет 8

1. Электрокинетические свойства коллоидных наноматериалов
2. Практическое применение коллоидных наноматериалов

Билет 9

1. Коллоидные наноматериалы в виде двумерных и трехмерных наноархитектур
2. Спектрометр поверхностного плазмонного резонанса.

### 7.1. Основная литература:

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия: учебное пособие для студентов / Г.Б. Сергеев.[3-е изд.]. - Москва: Книжный дом Университет, 2009. - 333 с.
2. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. ?Москва: Физматлит, 2009. ?456 с.
3. Головин Ю.И. Основы нанотехнологий. [Электронный ресурс]. - М.: Машиностроение, 2012. - 656 с. Режим доступа:  
[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)
4. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. ?Издание 2-е, исправленное. ?Москва: Физматлит, 2009. ?416 с.:
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. [Электронный ресурс]. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с.  
Режим доступа:[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. [Электронный ресурс]. - М.: Физматлит, 2009. - 456 с.

Режим доступа:[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)

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию М.: Бином, - 2007.
2. Суздаев И.П. Физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013.
3. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2007.

## 7.3. Интернет-ресурсы:

- . Википедия. Коллоидная химия. . - [http://en.wikipedia.org/wiki/Colloid\\_chemistry](http://en.wikipedia.org/wiki/Colloid_chemistry)
- . Горбачук В.В., Загуменнов В.А., Сироткин В.А., Суслов Д.А., Никитин Е.В. Практическое руководство к лабораторным работам по коллоидной химии. (Для студентов химического и биологического факультетов). . - <http://www.kpfu.ru/docs/F1471859998/chemPH03.pdf>
- . Коллоидная химия. Кафедра коллоидной химии. РХТУ им. Д.И.Менделеева. . - <http://colloid.distant.ru/>
- Горбачук В.В. Презентации лекций, программа курса, вопросы для самоконтроля. . - <http://cheminst.ksu.ru/vvg/>
- 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 "Коллоидная химия наноматериалов" 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.

Оборудование:

Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 204 F1 (Netzsch),  
Совмещенный термонализатор STA 449 C (Netzsch),

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020100.62 "Химия" и профилю подготовки Физическая химия .

Автор(ы):

Горбачук В.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Зиганшин М.А. \_\_\_\_\_

Соломонов Б.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.