

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Смирнов Сергей Николаевич

Должность: врио ректора

Дата подписания: 09.08.2023 12:26:56

Уникальный программный ключ:

69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

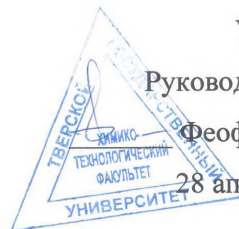
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

28 апреля 2021 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## Коллоидная химия

**Направление подготовки**

04.03.01 Химия -

**Направленность (профиль)**

Перспективные материалы: синтез и анализ

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель: к.х.н., доцент Хижняк С.Д. \_\_\_\_\_

Тверь, 2021

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины:**

*Целью* освоения дисциплины является: формирование и систематизация знаний о свойствах гетерогенных дисперсных систем и поверхностных явлениях.

*Задачами* освоения дисциплины являются: познакомить студентов с основными идеями и методами исследования коллоидных систем, их применением не только в повседневной жизни, технологии, медицине, но также и в тех областях физической химии, которые входят в круг научных интересов кафедры.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Коллоидная химия» входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Курс «Коллоидной химии» является завершающим разделом общего курса «Физическая химия». Он опирается на знания, полученные при изучении дисциплин «Неорганической химии», «Органической химии» и «Физической химии».

### **3. Объем дисциплины: 4 зачетные единицы, 144 академических часов, в том числе:**

**контактная аудиторная работа;** лекции - 22 часа, практические занятия – 22 часа;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы – 30 часов;

**самостоятельная работа:** 43 часа, контроль - 27 часов.

### **4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и	ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	<p>ОПК-6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p> <p>ОПК-6.2 Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры</p> <p>ОПК-6.3 Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе</p> <p>ОПК-6.4 Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках</p>

**5. Форма промежуточной аттестации и семестр:**  
экзамен в 8-м семестре.

**6. Язык преподавания русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (час)			Самостоятельная работа (час) контроль
		Лекции	Лабораторные /практические занятия	Контроль самостоятельной работы	
Предмет и задачи коллоидной химии. Классификация дисперсных систем. Методы их получения и очистки	12	2	2	2	6

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение, осмос и диффузия в дисперсных системах. Седиментационно-диффузионное равновесие. Ультрацентрифугирование.	16	2	2	4	8
Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света, уравнение Рэлея. Нефелометрия, турбидиметрия и ультрамикроскопия. Дисперсионный анализ полидисперсных систем.	16	2	2	3	9
Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Смачивание. Закон Юнга. Работа когезии и адгезии. <i>Флотация</i> . Капиллярные явления. Изотермическая перегонка и капиллярная конденсация.	16	2	2	3	9
Адсорбция на границе раздела раствор-газ. Уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностно-активные вещества. Поверхностная активность и правило Траубе-Дюкло. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Предельная адсорбция и определение молекулярных параметров ПАВ.	18	4	4	4	6
Адсорбция газов на твёрдой поверхности. Пять типов изотерм адсорбции. Адсорбционные силы и кинетика адсорбционного процесса. Теории адсорбции газов. Адсорбенты и их сравнительные характеристики.	16	2	2	4	8

Адсорбция из растворов на твердую поверхность. Молекулярная адсорбция и правило уравнивания полярностей Ребиндера. Двойной электрический слой и теории ДЭС. Правило Фаянса-Панета. Дзета-потенциал.	18	4	4	4	6
Электрокинетические явления в дисперсных системах. Электроосмос и электрофорез. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Методы определения дзета-потенциала.	16	2	2	3	9
Устойчивость и коагуляция лиофобных дисперсных систем. Коагуляция электролитами. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди и уравнение Ландау-Дерягина. <i>Структурно-механические свойства дисперсных систем. Синерезис и тиксотропия.</i>	16	2	2	3	9
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>70</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем ( <i>в строгом соответствии с разделом II РПД</i> )	Вид занятия	Образовательные технологии
Предмет и задачи коллоидной химии. Классификация дисперсных систем. Методы их получения и очистки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet)

<p>Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение, осмос и диффузия в дисперсных системах. Седиментационно-диффузионное равновесие. Ультрацентрифугирование.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>
<p>Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света, уравнение Рэлея. Нефелометрия, турбидиметрия и ультрамикроскопия. Дисперсионный анализ полидисперсных систем.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>
<p>Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Смачивание. Закон Юнга. Работа когезии и адгезии. <i>Флотация</i>. Капиллярные явления. Изотермическая перегонка и капиллярная конденсация.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>
<p>Адсорбция на границе раздела раствор-газ. Уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностно-активные вещества. Поверхностная активность и правило Траубе-Дюкло. Уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Предельная адсорбция и определение молекулярных параметров ПАВ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>

<p>Адсорбция газов на твёрдой поверхности. Пять типов изотерм адсорбции. Адсорбционные силы и кинетика адсорбционного процесса. Теории адсорбции газов. Адсорбенты и их сравнительные характеристики.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>
<p>Адсорбция из растворов на твердую поверхность. Молекулярная адсорбция и правило уравнивания полярностей Ребиндера. Двойной электрический слой и теории ДЭС. Правило Фаянса-Панета. Дзета-потенциал.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>
<p>Электрокинетические явления в дисперсных системах. Электроосмос и электрофорез. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Методы определения дзета-потенциала.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>
<p>Устойчивость и коагуляция лиофобных дисперсных систем. Коагуляция электролитами. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди и уравнение Ландау-Дерягина. <i>Структурно-механические свойства дисперсных систем. Синерезис и тиксотропия.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• лекция</li> <li>• решение задач и упражнений</li> <li>• лабораторная работа в химической лаборатории</li> <li>• проверка домашних заданий</li> </ul>	<p>традиционные (лекция), информационные (лекция – визуализация, презентация), интерактивные технологии (использование ресурсов Internet, работа в режиме онлайн)</p>

#### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

**РАСЧЕТ БАЛЛОВ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Коллоидная химия»**

**1 модуль**

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ОПК-1.3 ОПК-2.1	Лабораторная работа 1 - Получение коллоидных растворов конденсационным методом	5 балл
2	ОПК-6.1 ОПК-6.2	Лабораторная работа 2 - Проведение седиментационного анализа суспензий весовым методом	5 балла
3	ОПК-6.3 ОПК-6.4	Лабораторная работа 3 – Изучение адсорбции пищевого красителя из растворов на твердом адсорбенте	5 баллов
4		Лабораторная работа 4 – Определение знака заряда коллоидных частиц с помощью электрофореза	5 баллов
5		Контроль самостоятельной работы. Решение задач и упражнений. Тестирование	10 баллов
		<b>Итого:</b>	<b>30</b>

**2 модуль**

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
6	ОПК-1.3 ОПК-2.1	Лабораторная работа 5 - <b>УСТОЙЧИВОСТЬ И КОАГУЛЯЦИЯ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ</b>	5 баллов
7	ОПК-6.1 ОПК-6.2	Лабораторная работа 6 <b>ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ</b>	5 баллов
8	ОПК-6.3 ОПК-6.4	Лабораторная работа 7 - <b>ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СТУДНЕОБРАЗОВАНИЯ</b>	5 баллов
9		Лабораторная работа 8 <b>ПОЛУЧЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ</b>	5 баллов
10		Контроль самостоятельной работы. Решение задач и упражнений. Тестирование	10 баллов



	<b>Итого:</b>	<b>30 баллов</b>
	<b>Итого за семестр</b>	<b>60 баллов</b>

## Текущий контроль успеваемости

### 1 модуль

#### Лабораторная работа № 1

#### «МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ»

Вопросы и задания для подготовки к работе

1. Дайте определения следующим понятиям:

*Коллоидный раствор* –

*Мицелла* –

*Стабилизатор* –

*Потенциалопределяющие ионы* –

*Двойной электрический слой*

*(ДЭС)* –

*Адсорбционный слой* –

*Диффузный слой* -

*Граница (плоскость) скольжения* -

*Электрокинетический потенциал ( $\zeta$ )* –

*Термодинамический потенциал ( $\varphi^\circ$ )* –

*Диспергационный метод* –

*Конденсационный метод* –

2. Какие дисперсные системы называются коллоидными растворами?

3. Охарактеризуйте две основные группы методов получения дисперсных систем?

4. В чем состоит сущность методов диспергирования? Укажите основные способы диспергирования твердых материалов.

Какое оборудование для этого используют?

5. Охарактеризуйте способы получения дисперсных систем путем конденсации.

6. Сформулируйте правило Панета-Фаянса.

7. На примере мицеллы золя сульфида цинка, стабилизированного хлоридом цинка, расскажите о строении двойного электрического слоя. Укажите потенциалобразующие ионы и противоионы.

8. Золь берлинской лазури  $K_4[Fe(CN)_6]$  получен конденсационным методом с помощью реакции ионного обмена



Напишите формулу мицеллы золя с положительными коллоидными частицами. Какая соль является стабилизатором такого золя? Как следует проводить реакцию, чтобы получить золь с отрицательными частицами.

9. Изобразите формулу мицеллы гидрофобного золя, полученного при действии гидроксида калия на нитрат хрома(III), если известно, что в электрическом поле коллоидные частицы этого золя движутся к катоду? Расскажите о строении ДЭС полученной мицеллы.

10. Золь бромида серебра получен при смешивании  $20 \text{ см}^3$  раствора нитрата серебра концентрации  $0,008 \text{ моль/дм}^3$  и  $30 \text{ см}^3$  раствора  $KBr$  с молярной концентрацией  $0,006 \text{ моль/дм}^3$ . Напишите формулу мицеллы золя.

**Цель работы:** Изучить способы получения коллоидных растворов и их свойства.

## Лабораторная работа № 2

### «ПРОВЕДЕНИЕ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО АНАЛИЗА СУСПЕНЗИЙ ВЕСОВЫМ МЕТОДОМ»

Вопросы и задания для подготовки к работе

1. Какие системы называются суспензиями? Какие размеры имеют частички дисперсной фазы в суспензиях?
2. В чем заключается седиментационный анализ суспензий и порошков?
3. Как на основе кривой седиментации определить максимальный и минимальный радиусы частиц дисперсной фазы?
4. Что такое интегральная кривая распределения и как ее построить?
5. Какие сведения можно получить из дифференциальной кривой распределения?

**Цель работы:** 1. Исследование кинетики седиментации методом непрерывного взвешивания осадка. 2. Определение фракционного состава.

## Лабораторная работа № 3

### «ИЗУЧЕНИЕ АДСОРБЦИИ КРАСИТЕЛЯ ИЗ РАСТВОРОВ НА ТВЕРДОМ АДСОРБЕНТЕ»

Вопросы и задания для подготовки к работе

1. Основные определения:

*Адсорбция* –

*Десорбция* –

*Адсорбент* –

*Адсорбтив* –

*Адсорбат* –

*Удельная поверхность адсорбента* –

2. Почему адсорбция является процессом самопроизвольным?
3. Какие величины используют для количественного описания адсорбции?
4. По каким признакам можно отличить физическую адсорбцию от хемосорбции?
5. Перечислите факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию из растворов на твердом адсорбенте.
6. Приведите классификацию адсорбентов по структуре, по полярности, по размеру пор.
7. Сформулируйте правило уравнивания полярностей Ребиндера. Какие адсорбенты (полярные или неполярные) следует выбирать для очистки питьевой воды от примесей фенола?
8. Каким образом получают активированные угли? Удельная поверхность исследуемого образца активированного угля составляет 300 м<sup>2</sup>/г. Что означает эта цифра?
9. Как влияют размеры пор адсорбента на его адсорбционную способность? В чем заключается обращение правила Дюкло-Траубе при адсорбции органических веществ из растворов на неполярных адсорбентах. Как на практике определяют удельную поверхность пористых адсорбентов?
10. Какую зависимость выражает изотерма адсорбции? Напишите эмпирическое уравнение адсорбции Фрейндлиха. Как определить константы уравнения Фрейндлиха, если имеются экспериментальные данные по адсорбции в некотором интервале концентраций? Укажите границы применимости этого уравнения.

**Цель работы:** Количественное изучение адсорбции пищевого красителя на активированном угле. Графическое определение постоянных величин уравнения Фрейндлиха.

## Лабораторная работа № 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Вопросы и задания для подготовки к работе

*Двойной электрический слой (ДЭС) –*

*Адсорбционный слой –*

*Диффузный слой -*

*Граница (плоскость) скольжения -*

*Электрокинетический потенциал ( $\zeta$ ) –*

*Термодинамический потенциал ( $\varphi^0$ ) –*

1. Объяснить явление электрофореза;
2. Что такое дзета-потенциал?

**Цель работы:** определение электрокинетического потенциала коллоидных частиц золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

## 2 модуль

## Лабораторная работа № 5

### «УСТОЙЧИВОСТЬ И КОАГУЛЯЦИЯ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ»

Вопросы и задания для подготовки к работе

1. Дайте определения следующим понятиям:

*Агрегативная устойчивость –*

*Седиментационная устойчивость –*

*Коагулирующая способность –*

*Порог коагуляции –*

*Коагуляция –*

*Ион-коагулянт –*

*Защитное число –*

2. Какими способами можно вызвать коагуляцию лиофобной дисперсной системы? Что называют быстрой и медленной коагуляцией?

3. Перечислите правила коагуляции электролитами.

4. Как формулируется правило Шульце-Гарди?

5. От чего зависит коагулирующая способность электролитов?

Коагуляция золя гидроксида железа(III) наступает при добавлении к  $10 \text{ см}^3$  этого золя следующих растворов: в первом случае  $9,6 \text{ см}^3 \text{ KCl } c=2,5 \text{ моль/дм}^3$ ; во втором случае  $0,5 \text{ см}^3 \text{ K}_2\text{CrO}_4 c=0,01 \text{ моль/дм}^3$ . Вычислите порог коагуляции золя гидроксида железа(III) электролитами  $\text{KCl}$  и  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ . У какого электролита более высокая коагулирующая способность?

6. В чем заключается защитное действие высокомолекулярных соединений (ВМС)? От чего зависит защитное действие ВМС? Как можно количественно выразить защитное действие ВМС?

7. В каком случае добавление ВМС приводит к коагуляции дисперсной системы? В чем заключается механизм действия коагулянтов-флокулянтов? Приведите примеры применения флокулянтов в различных отраслях промышленности.

**Цель работы:** определить порог коагуляции золя гидроксида железа(III) электролитами, содержащими противоионы разной валентности; проверить справедливость правила Шульце-Гарди.

## Лабораторная работа № 6

### «ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ»

Вопросы и задания для подготовки к работе

1. Дайте определение:

*Электронная микроскопия –*

*Ультрамикроскопия –*

*Поточная ультрамикроскопия –*

*Турбидиметрия –*

*Нефелометрия –*

*Опалесценция –*

2. Какие оптические явления можно наблюдать при прохождении света через дисперсные системы?

3. Какие системы способны рассеивать свет? В чем состоит сущность рассеяния света?

4. Запишите уравнение Релея; укажите, что означает каждая величина, входящая в него. Перечислите факторы, от которых зависит интенсивность рассеянного света. При каких условиях справедливо уравнение Релея?

5. Выполняется ли закон светорассеяния Релея для суспензий, являющихся микрогетерогенными системами?

6. Почему бесцветные коллоидные растворы (белые золи) при боковом освещении имеют голубоватую окраску, а в проходящем свете красноватую?

7. Какое явление лежит в основе нефелометрического метода исследования дисперсных систем? Какие свойства золь можно определить этим методом? Как называются приборы, необходимые для исследований? В чем принцип их работы?

8. На чем основан турбидиметрический метод исследования дисперсных систем? Как определить размер частиц золя турбидиметрическим методом?

**Цель работы:** 1. Освоение методики нефелометрического и турбидиметрического метода исследования дисперсных систем. 2. Определение концентрации частиц золя канифоли.

## Лабораторная работа № 7

### «ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СТУДНЕОБРАЗОВАНИЯ»

Вопросы и задания для подготовки к работе

1. Дайте определение:

*Студни –*

*Студнеобразование –*

*Тиксотропия –*

*Синерезис –*

*Критическая концентрация студнеобразования –*

2. Какие системы называются студнями I типа, студнями II типа

3. В чем состоит причина студнеобразования? Является ли студнеобразование самопроизвольным процессом?

4. Какие факторы влияют на студнеобразование?

5. Способствует ли застудневанию понижение температуры?

6. Что такое рН среды? Как влияет рН раствора на студнеобразование в водных растворах белков?

7. Укажите, какие из ионов, по сравнению с водой, замедляют студнеобразование:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NCS}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ? Почему?
8. Как влияет концентрация сахара на студнеобразование в водном растворе пектина?
9. Что такое синерезис? Характерно ли это явление для студней? Приведите пример синерезиса студня.

**Цель работы:** Изучение влияния различных факторов на студнеобразование.

## Лабораторная работа № 8

Вопросы и задания для подготовки к работе

1. Дайте определения следующим понятиям:

*Эмульсия* –

*Прямая эмульсия* –

*Обратная эмульсия* –

*Эмульгатор* –

*Эмульгирование* –

*Седиментация* –

*Коалесценция* –

*Агрегативная устойчивость эмульсий* –

2. Как классифицируют эмульсии?
3. Какими методами можно получить эмульсии?
4. Какие факторы влияют на агрегативную устойчивость эмульсий?
5. Какие типы эмульгаторов Вы знаете? Каков механизм их действия?
6. Как можно определить тип эмульсии?
7. Что называется обращением фаз эмульсии? Какие факторы его вызывают?
8. Какие существуют методы разрушения эмульсий?
9. Перечислите способы практического использования эмульсий. Приведите примеры.

**Цель работы:** Получение эмульсий; определение их типа; объяснение строения и устойчивости полученных эмульсий.

## Самостоятельная работа + Контроль самостоятельной работы по дисциплине «Коллоидная химия»

Самостоятельная работа по дисциплине «Коллоидная химия» проводится с целью углубления и закрепления полученных студентами в ходе лекционных и практических занятий, а также приобретения навыков анализа результатов проведенного научного исследования и умения пользоваться рекомендованной литературой.

Рабочая программа дисциплины предназначена для освоения дисциплины «Коллоидная химия» студентами четвертого курса химико-технологического факультета в соответствии с утвержденным учебным планом Тверского государственного университета.

Самостоятельное изучение дисциплины целесообразно начинать с ознакомления с программой дисциплины и предъявляемыми требованиями. В процессе изучения учебного материала необходимо добиваться понимания физического смысла рассматриваемых явлений и их математической трактовки.

В ходе самостоятельной работы студенты проводят поиск по заданной тематике, анализируют статьи, материалы различных сайтов, видеоконференций, вебинаров и представляют результаты в виде отчетов по практическим работам и письменных ответов на вопросы. Поиск и анализ статей осуществляется в базах данных GOOGLE. Осуществляется работа с русскими и английскими источниками информации.

### **Шкала оценивания выполнения индикаторов:ответов**

Индикатор считается выполненным, если либо во время текущей, аттестации студент набрал как минимум пороговое количество баллов за те виды активности, которые отвечают за данный индикатор.

Индикатор	Текущая аттестация		Экзамен	
	Порог	Максимум	Порог	Максимум
ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-6.4	30	30	60	100

### **Шкала и критерии выставления оценок за дисциплину:**

Шкала и критерии выставления оценок описаны в локальной нормативной документации Тверского государственного университета (Положение о рейтинговой системе обучения студентов ТвГУ). Зачет может быть получен только в том случае, если выполнены все индикаторы.

#### ***Техника безопасности при работе в химической лаборатории***

1. Необходимо точно выполнять все указания преподавателя и лаборанта. Строго воспрещается проводить работы, не предусмотренные планом.
2. Не разрешается в лаборатории находиться в верхней одежде. В лаборатории необходимо быть в халате.
3. На рабочем столе должны находиться только те предметы, которые нужны в данное время для работы.
4. Студентам не разрешается оставлять реактивы на своих рабочих местах.
5. Все опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, а также с концентрированными кислотами и щелочами производить только в вытяжном шкафу.

6. Опыты с легко воспламеняющимися веществами необходимо производить вдали от огня.
7. При нагревании растворов в пробирки всегда следует держать ее таким образом, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону от работающего, и его соседей по рабочему столу. Особенно важно соблюдать это в тех случаях, когда нагреваемой жидкостью являются концентрированные кислоты или растворы щелочей. Рекомендуется эти опыты производить в вытяжном шкафу.
8. Не наклонять лицо над нагреваемой жидкостью или сплавляемыми веществами во избежание попадания брызг на лицо.
9. Не следует вдыхать пахучие вещества, в том числе и выделяющиеся газы, близко наклоняясь к сосуду с этими веществами. Следует легким движением руки направить струю воздуха от отверстия сосуда к себе и осторожно вдохнуть.
10. Брать щелочь разрешается только шпателем, щипцами или пинцетом. Необходимо тщательно убирать остатки щелочи с рабочего места. Те же меры необходимо соблюдать при работе с фосфорным ангидридом.
11. При разбавлении концентрированных кислот, особенно серной, вливать кислоту в воду, а не наоборот.
12. Остатки соединений редких и ценных металлов сливать в особые банки (взять у лаборанта).
13. В раковину выливать только воду. Отходы следует сливать в специальные склянки.
14. Нельзя ничего пробовать на вкус.
15. Запрещается в лаборатории пить и употреблять пищу.

## **V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

### **а) Основная литература:**

1. Гельфман М. И. Коллоидная химия [Текст] / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. - Москва : Лань, 2017. - 336 с. : граф. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 328. – Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91307>
2. Зимон А.Д. Коллоидная химия / Учебник, editorial URSS. 2015. 342 с.
3. Беляев А.П., Кучук В.И. Физическая и коллоидная химия / Учебник, ГЭОТАР-Медиа, 2018 г. 752 с.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии / Учебник, 2-е изд. - М.: Химия, 1976. - 512 с, [http://www.newlibrary.ru/book/voyuckii\\_s\\_s\\_/kurs\\_kolloidnoi\\_himii.html](http://www.newlibrary.ru/book/voyuckii_s_s_/kurs_kolloidnoi_himii.html)



2. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л., 4 –е изд., исправленное, дополненное, Химия, 2010, 416 с. <https://mplast.by/biblioteka/kniga-kurs-kolloidnoy-himii-fridrihsberg/>

### **Программное обеспечение**

- а) Лицензионное программное обеспечение:
- Microsoft Office профессиональный плюс 2013
  - Microsoft Windows 10 Enterprise
  - HyperChem
  - Origin 8.1

### **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

1. Виртуальная образовательная среда ТвГУ (<http://moodle.tversu.ru>)
2. Научная библиотека ТвГУ (<http://library.tversu.ru>)
  1. <http://www.xumuk.ru>
  2. <http://www.studarihiv.ru/dir/cat16/subj19/file932/view932.html>
  3. <http://www.alhimik.ru/teleclass/glava3/gl-3-1.shtml>
  4. <http://www.ostu.ru/personal/sim/Concept/DAT/planlex.html>
  5. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html)
  6. <http://ximozal.ucoz.ru/photo/1>

## **VI. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. Учебная программа**

**Тема 1.** Основные понятия коллоидной химии, объекты и цели изучения. Различные типы классификации дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по размерам частиц и т.д. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы. Диспергационные и конденсационные способы получения дисперсных систем. Основные методы очистки золей (диализ и ультрафильтрация).

**Тема 2.** Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение, осмос и диффузия в дисперсных системах. Закон Эйнштейна. Седиментационно-диффузионное равновесие. Применение ультрацентрифуг для определения массы ультрадисперсных частиц и макромолекул. Седиментационный анализ полидисперсных систем.

**Тема 3.** Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света, уравнение Рэлея. Нефелометрия и ультрамикроскопия. Турбидиметрия.



**Тема 4.** Поверхностные явления. Поверхность раздела фаз и свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Смачивание. Закон Юнга. Работы когезии и адгезии. Флотация. Капиллярные явления. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Закон Томсона.

**Тема 5.** Адсорбция на поверхности раздела фаз. Поверхностный слой по Гиббсу. Адсорбция на границе раздела раствор-газ. Термодинамика процесса адсорбции и уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностно-активные вещества. Поверхностная активность и правило Траубе-Дюкло. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. Уравнения Шишковского и Ленгмюра. Строение монослоев растворимых ПАВ и расчет размеров молекул ПАВ.

**Тема 6.** Адсорбция газов и паров на твёрдой поверхности. Пять типов изотерм адсорбции. Адсорбционные силы и кинетика адсорбционного процесса. Теории адсорбции Ленгмюра, Поляни и БЭТ.

**Тема 7.** Адсорбция из растворов на твёрдую поверхность. Адсорбция ПАВ из растворов и правило уравнивания полярностей Ребиндера. Двойной электрический слой и модели строения ДЭС (теории Гельмгольца, Гуи-Чепмена, Штерна). Правило Фаянса-Панета. Дзета-потенциал. Строение мицеллы гидрофобного золя. Лиотропные ряды.

**Тема 8.** Электрокинетические явления в дисперсных системах. Электроосмос и электрофорез. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Методы определения дзета-потенциала.

**Тема 9.** Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Агрегативная и седиментационная устойчивость. Коагуляция электролитами. Порог коагуляции. Правило Шульце-Гарди и уравнение Ландау-Дерягина. Кинетика коагуляции. Пептизация.

**Тема 10.** Структурно-механические свойства дисперсных систем. Коагуляционные и кристаллизационные структуры. Явления тиксотропии и синерезиса. Образование и свойства гелей.

**Тема 11.** Эмульсии и пены. Классификация, определение степени дисперсности. Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Роль гидрофильно-липофильного баланса молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий. Обращение фаз в эмульсиях. Практическое применение эмульсий.

### **Перечень вопросов и заданий для подготовки к рубежному контролю**

#### **Тема I. Общая характеристика дисперсных систем и их молекулярно-кинетические свойства**

##### **Вопросы.**

1. Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов?
2. По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры дисперсных систем?
3. Каковы основные методы получения и очистки дисперсных систем?
4. Какими параметрами характеризуют степень раздробленности и какова

связь между ними?

5. Чем обусловлено броуновское движение частиц дисперсных систем? Какова количественная взаимосвязь между броуновским движением и тепловым движением молекул среды?
6. Как можно определить размеры дисперсных частиц или концентрацию их в лиозолях по осмотическому давлению?
7. Что называется коэффициентом диффузии и на основании каких измерений он может быть определен?
8. Что такое седиментационно-диффузионное равновесие? Как определяют размеры частиц в условиях этого равновесия?
9. Какие известны Вам методы дисперсионного анализа? Для каких дисперсных систем применяется седиментационный анализ в гравитационном поле и центробежном поле?
10. Какие системы называют монодисперсными и полидисперсными? Что служит характеристикой полидисперсности системы?
11. Каково назначение интегральных и дифференциальных кривых распределения частиц по размерам? Как изменяется вид этих кривых по мере приближения полидисперсной системы к монодисперсной?

## **Тема 2. Оптические свойства дисперсных систем**

### **Вопросы**

1. Какие оптические явления наблюдаются при падении луча на дисперсную систему? Какие методы исследования дисперсных систем основаны на этих явлениях?
2. Какие оптические методы используются для определения размеров частиц дисперсных систем?
3. Чем обусловлено светорассеяние в дисперсных системах и истинных растворах? Какими параметрами количественно характеризуют рассеяние света в системе?
4. Какие золи называют "белыми"? Какова связь между оптической плотностью и мутностью белых золь? Для каких дисперсных систем применимо уравнение Рэлея?
5. Как влияют размеры частиц на зависимость оптической плотности "белых" золь от длины волны падающего света?
6. Чем различаются методы нефелометрии и турбидиметрии? Какие уравнения используются для определения характеристик рассеяния света?
7. Для каких дисперсных систем применимо уравнение Дебая? Какие параметры дисперсных систем определяют по методу Дебая?
8. В чем заключаются особенности метода ультрамикроскопии? Для каких дисперсных систем применим этот метод? Какие характеристики дисперсных систем могут быть определены этим методом?

## **Тема 3. Поверхностные явления и адсорбция**

### **Вопросы**

1. Что такое поверхностное натяжение и в каких единицах оно измеряется?

- Как зависит поверхностное натяжение от природы вещества, образующего поверхность (межмолекулярного взаимодействия)?
2. Какие методы используются для определения поверхностного натяжения? Поясните суть этих методов.
  3. По какому уравнению можно рассчитать полную поверхностную энергию? Какие данные необходимы для такого расчета?
  4. Что называется адсорбцией и как количественно ее характеризуют? Напишите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и дайте определение избыточной адсорбции.
  5. Учитывая, что адсорбция - самопроизвольный процесс, обосновать термодинамически, что этот процесс является экзотермическим.
  6. Что такое поверхностная активность? Какие вещества называются поверхностно-активными?
  7. Что называют адгезией и смачиванием? Какие параметры используют для их количественной характеристики?
  8. Покажите взаимосвязь между адгезией и способностью жидкости смачивать твердую поверхность, В чем состоит различие между явлениями адгезии и смачивания?
  9. Как влияет природа твердого тела и жидкости (межмолекулярное взаимодействие в них) на смачивание и адгезию?
  10. Дайте характеристику и приведите примеры гидрофильных и гидрофобных поверхностей. Как можно повлиять на смачивание поверхности?
  11. Чем обусловлено улучшение смачивания водой гидрофобных поверхностей при введении в нее ПАВ?
  12. Как влияет кривизна поверхности и природа жидкости на ее внутреннее давление? Каковы причины поднятия (опускания) жидкости в капиллярах?
  13. Чем обусловлена сферическая форма капель жидкости в условиях невесомости?
  14. Почему в капиллярах пар конденсируется при давлениях более низких, чем на плоской поверхности?
  15. Какие уравнения описывают зависимость поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации? При каких условиях они применимы?
  16. Как рассчитать толщину адсорбционного слоя и «посадочную» площадку молекул ПАВ, зная зависимость поверхностного натяжения от состава раствора?
  17. Дайте характеристику основных понятий адсорбции газов на твердой поверхности. Что такое изотерма, изостера и изопикна адсорбции?
  18. Напишите уравнение изотермы адсорбции теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. При каких условиях это уравнение применимо?
  19. Дайте определение интегральной и дифференциальной теплоты адсорбции. Как находят изостерическую и "чистую" теплоты адсорбции?
  20. Каковы особенности характеристической кривой адсорбента? Что означает аффинность характеристических кривых?

21. Как определяют константы уравнения БЭТ? Для чего применяют это уравнение?
22. Расскажите об ориентации молекул алифатических спиртов или кислот при адсорбции их из водных растворов на активном угле. Чем определяется площадь молекулы в адсорбционном слое?
23. Сформулируйте правило Траубе применительно к адсорбции из растворов на микропористом адсорбенте. В чем заключается обратимость этого правила?
24. Что собой представляют ионообменные адсорбенты? Что называют полной и динамической обменной емкостью ионита и как их определяют?

#### **Тема 4. Электрокинетические свойства дисперсных систем**

##### **Вопросы**

1. Каковы возможные причины возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности? Приведите примеры механизмов образования двойного электрического слоя в различных дисперсных системах.
2. Дайте характеристику строения двойного электрического слоя на поверхности раздела фаз. Как изменяется потенциал с расстоянием от поверхности?
3. Расскажите об основных положениях теории строения двойного электрического слоя. Что понимают под толщиной диффузной части ДЭС? Чем определяется толщина плотной и диффузной частей ДЭС?
4. Каким закономерностям подчиняется адсорбция ионов? Изобразите строение коллоидных частиц, несущих: а) положительный заряд, б) отрицательный заряд. Укажите на схемах составные части мицелл.
5. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены.
6. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на дзета-потенциал? Как изменяется дзета-потенциал отрицательно заряженных частиц при введении в золь нитратов калия, бария и лантана?
7. Что такое нулевые точки заряда и изоточки, какими методами они исследуются в различных системах, как изменяются в зависимости от состава среды?
8. Каковы основные эффекты взаимодействия коллоидных систем с нейтральными солями? В чем выражаются специфические явления при этом взаимодействии? Как изменяется структура двойного слоя в результате этого взаимодействия?
9. При каких условиях применимо уравнение Гельмгольца-Смолуховского для скорости электрофореза?

#### **Тема 5. Устойчивость и коагуляция лиофобных коллоидов**

##### **Вопросы**

- I. Чем определяется агрегативная устойчивость лиофобных коллоидов, чем она отличается от кинетической устойчивости?

2. В чем заключается правило Шульце-Гарди? В каком соотношении находятся пороги коагуляции для различных ионов?
3. Каким образом происходит сокращения толщины двойного слоя при коагуляции коллоидов электролитами и почему оно приводит к коагуляции?
4. Какой процесс называют коагуляцией? Чем завершается процесс коагуляции? Какими способами можно вызвать коагуляцию лиофобной коллоидной системы?
5. Что такое потенциальные кривые взаимодействия коллоидных частиц и каков их характер? Каким образом на их основе объясняются явления коагуляции и тиксотропии?
6. Действием каких факторов обеспечивается агрегативная устойчивость лиофобных дисперсных систем? Какие вещества используют в качестве стабилизаторов этих систем?
7. В чем заключается пептизация и какими методами она осуществляется?
8. Чем определяется значение сольватных слоев для устойчивости коллоидов?
9. Какое значение для устойчивости имеют адсорбционные слои поверхностно-активных веществ и чем оно определяется?
10. В чем заключается защитное действие и сенсибилизация?

## **Тема 6. Образование и свойства лиофильных коллоидов**

### **Вопросы.**

1. По какому признаку дисперсные системы делят на лиофобные и лиофильные? Чем объяснить самопроизвольное возрастание межфазной поверхности при образовании лиофильных дисперсных систем?
2. Какой параметр используется в качестве критерия лиофильности дисперсной системы?
3. Какие дисперсные системы относят к лиофильным? Приведите примеры таких систем. Как происходит формирование частиц дисперсной фазы в лиофильных системах?
4. Чем отличаются коллоидные ПАВ от истинно растворимых? Что называют критической концентрацией мицеллообразования?
5. Какие существуют методы определения ККМ? Почему при концентрациях, превышающих ККМ, поверхностное натяжение растворов ПАВ практически не изменяется?
6. Какие факторы влияют на ККМ? Как и почему влияет длина углеводородного радикала на ККМ в разных по полярности растворителях?
7. Каким образом ориентируются молекулы ПАВ в мицеллах, образующихся в полярной и неполярной средах? От чего зависит форма мицелл в растворах коллоидных ПАВ?
8. Как влияет на ККМ природа полярной группы молекул ПАВ? Каково влияние добавок индифферентного электролита на ККМ ионогенных и неионогенных ПАВ?
9. Какое явление называют солубилизацией? Чем обусловлено это явление? Каково практическое значение этого явления?

10. Расскажите о практическом применении ПАВ. На чем основано использование ПАВ в качестве стабилизаторов дисперсных систем? В чем заключается механизм моющего действия растворов ПАВ?
11. Каковы особенности растворения полимеров? Какой процесс называется набуханием? В каких случаях происходит ограниченное и неограниченное набухание полимера?
12. Укажите характеристики набухания полимеров в низкомолекулярных жидкостях. Что такое степень набухания и как она определяется?
15. Как влияют индифферентные электролиты на заряд и форму молекул полиэлектролитов?
16. Каково практическое применение растворов полимеров? Рассмотрите факторы, обеспечивающие агрегативную устойчивость дисперсных систем при стабилизации их полимерами.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

1. Определение, основные задачи и направления коллоидной химии.
2. Классификация дисперсных систем в зависимости от размеров частиц и агрегатного состояния среды и фазы.
3. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Теория броуновского движения (Эйнштейн-Смолуховский).
4. Диффузия в дисперсных системах. Уравнение Стокса-Эйнштейна.
5. Седиментация в дисперсных системах. Седиментационный анализ суспензий. Построение кривых распределения частиц на основании графической обработки кривых седиментации.
6. Светорассеяние в дисперсных системах. Закон Рэлея и условия его применения.
7. Поглощение света дисперсными системами. Применение закона Бугера-Ламберта-Бера к мутным средам.
8. Оптические методы исследования дисперсных систем: ультрамикроскопия, нефелометрия, турбидиметрия, электронная микроскопия.
9. Граница раздела фаз. Поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации растворенного вещества. Методы измерения поверхностного натяжения.
10. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Математическое описание изотермы поверхностного натяжения ПАВ – уравнение Шишковского.
11. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностная активность, правило Дюкло-Траубе. Весы Лэнгмюра, определение размеров органических молекул.
12. Виды адсорбции. Адсорбция на поверхности твердого тела, причина адсорбции. Величина адсорбции, теплота адсорбции, их экспериментальное определение.
13. Локализованная адсорбция газов на твердой поверхности по теории Лэнгмюра.
14. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни.
15. Основные положения теории адсорбции БЭТ.
16. Образование двойного электрического слоя на границе твердое тело-раствор. Правило Фаянса-Панета. Лиотропные ряды.
17. Электрокинетические явления. Теория строения двойного электрического слоя Гельмгольца-Перрена, Гуи-Чапмена.
18. Современные представления о теории строения двойного электрического слоя. Теория Штерна. Методы измерения электрокинетического потенциала. Электрофорез.

19. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический потенциал. Изоэлектрическое состояния.
20. Лиофильные и лиофобные дисперсные системы.
21. Строение мицеллы золя. Способы установления знака заряда коллоидной частицы.
22. Коагуляция дисперсных систем. Правило коагуляции электролитами.
23. Способы получения и очистки коллоидных растворов.
24. Типы эмульсий, методы установления типа эмульсии. Получение и разрушение эмульсий. Стабилизация эмульсий. Гидрофильно-лиофильный баланс.

## **VII. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине:**

В ходе изучения дисциплины используется лекционный класс и химическая лаборатория, оснащенная необходимым оборудованием:

1. Учебная аудитория с мультимедийной установкой,
2. Химическая лаборатория,
3. Методические руководства по выполнению лабораторных работ.

## **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета