

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от

Рабочая программа дисциплины

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Специализация

Неорганическая химия

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Зайцев С.Д.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 20__ -20__ учебном году на заседании кафедры
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Зайцев С.Д.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 20__ -20__ учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 ОПОП по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (Б1.О.03), является обязательной для освоения студентами очной формы обучения на четвертом году обучения в седьмом семестре.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимо обладать базовыми знаниями по следующим разделам химии: «Физика», «Математика», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Высокомолекулярные соединения».

Дисциплина «Коллоидная химия» является основой для изучения таких областей знания как химическая технология, химии элементоорганических соединений, химические основы биологических процессов, введение в технологию наноматериалов. Освоение данной дисциплины также необходимо как предшествующее при дальнейшей практической деятельности в рамках выполнения квалификационных работ.

Курс отвечает основным требованиям в плане решения задачи по совершенствованию обучения в высшей школе. Этот курс дает широкие знания фундаментальных положений науки, которые необходимы как для непосредственной работы по специальности, так и для понимания главных направлений химической науки и ее развития.

Целью дисциплины является изучение фундаментальных основ науки о физико-химических закономерностях дисперсных систем и поверхностных явлений, обусловленных особым энергетическим состоянием вещества в поверхностном слое, а также приобретение практических навыков проведения исследований в области коллоидной химии как фундаментальной науки.

Задачи дисциплины:

- изучение взаимосвязи между природой границы раздела фаз и поверхностными явлениями (адсорбция на границе раздела жидкость – газ, адсорбция на твердой поверхности), а также использовании поверхностно-активных веществ для решения практических задач по созданию новых материалов;
- изучение основных свойств дисперсных систем и методов их получения;
- формирование умения применять экспериментальные физико-химические методы для исследования дисперсных систем;
- формирование представлений о важнейших свойствах дисперсных систем для понимания направленного воздействия на окружающую среду и природные процессы (структурирование почв, управление процессами образования атмосферных осадков) и теоретических основ важнейших технологических процессов (нанотехнологий, моющего действия, флотации, получения и обработки строительных материалов).

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

2.

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|---|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине** | |

| | | | |
|---|---|--|-----------------------------------|
| ОПК-1 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности | ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов | <p><i>Владеть навыками прогнозирования физических и химических свойств дисперсных систем, планирования и проведения физико-химических методов исследования дисперсных систем; способами описания и классификации дисперсных систем; понятийно-терминологическим аппаратом в области коллоидной химии</i></p> <p><i>Уметь классифицировать дисперсные системы; составлять названия мицелл зелей, полученных по приведенным уравнениям реакций; прогнозировать свойства и закономерности поведения дисперсных систем в зависимости от различных факторов; описывать методы получения дисперсных систем</i></p> <p><i>Знать задачи и объекты исследования коллоидной химии как науки, ее междисциплинарные связи; методы получения и основные свойства дисперсных систем, теоретические основы и модели поверхностных явлений; физико-химические методы, применяемые для изучения свойств дисперсных систем</i></p> | Устный опрос, коллоквиум, экзамен |
| | ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии | <p><i>Владеть навыками работы с современным оборудованием и методами работы с объектами коллоидной химии</i></p> <p><i>Уметь применять коллоидно-химические подходы к конкретным системам, планировать и осуществлять методики изучения свойств дисперсных систем</i></p> <p><i>Знать методики определения основных физико-химических свойств дисперсных систем</i></p> | |
| | ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности | <p><i>Владеть навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования</i></p> <p><i>Уметь критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач</i></p> <p><i>Знать основные методы научно-исследовательской деятельности</i></p> | |

| | | | |
|--|---|--|---|
| ОПК-2 Способен проводить химический эксперимент с соблюдением современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности | ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности | <i>Владеть навыками работы в лабораторных условиях</i> <i>Уметь работать с химической посудой</i> <i>Знать нормы техники безопасности при работе с коллоидными растворами</i> | Устный опрос, коллоквиум, экзамен |
| | ОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности | <i>Владеть навыками получения дисперсных систем</i> <i>Уметь проводить реакции органического синтеза с целью получения дисперсных систем с соблюдением необходимых мер безопасности, в том числе с токсичными и пожароопасными веществами</i> <i>Знать нормы техники безопасности при работе с коллоидными растворами</i> | |
| | ОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования | <i>Владеть методами анализа для изучения оптических, молекулярно-кинетических и электрических свойств дисперсных систем и методами изучения устойчивости коллоидных растворов</i> <i>Уметь проводить реакции органического синтеза по получению коллоидных растворов</i> <i>Знать теоретические основы физико-химических методов анализа с использованием современных методов исследования</i> | |
| ОПК-6 Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе | ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке | <i>Владеть навыками осуществления коммуникации в устной и письменной форме для решения широкого круга задач в профессионально-ориентированной сфере</i> <i>Уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь для решения широкого круга задач в профессионально-ориентированной сфере</i> <i>Знать нормы, правила и способы осуществления коммуникации в устной и письменной форме для решения широкого круга задач в профессионально-ориентированной сфере</i> | Устный опрос, отчет по лабораторным работам |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <p>ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры</p> | <p><i>Владеть навыками интерпретации данных, полученных в ходе выполнения лабораторных работ по получению коллоидных растворов и изучению их свойств</i></p> <p><i>Уметь осуществлять сбор, анализ, систематизацию и оценку результатов с учетом требований библиографической культуры</i></p> <p><i>Знать основные способы анализа, оценки и систематизации литературных данных, необходимых для решения профессиональных задач</i></p> | |
|--|--|--|--|

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | |
|--|---------------------------------|
| | очная форма обучения |
| Общая трудоемкость | 5 |
| Часов по учебному плану | 180 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 64 |
| - занятия семинарского типа | - |
| - лабораторные | 67 |
| самостоятельная работа | 13 |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 |

3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | | В том числе | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|---|-------|---------------------------|-------|----------------------------|-------|--------------|---|---|--------------|
| | | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы | |
| | | | из них | | | | | | | | | |
| | Очная | Очно-заочная | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | Занятия лабораторного типа | | Всего | | Очная | Очно-заочная |
| Очная | | | Очно-заочная | Очная | Очно-заочная | Очная | Очно-заочная | Очная | Очно-заочная | | | |
| Основные понятия, классификация и оптические свойства систем | 20 | - | 10 | - | - | - | 8 | - | 18 | - | 2 | - |
| Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем | 23 | - | 10 | - | - | - | 11 | - | 21 | - | 2 | - |
| Образование, устойчивость и коагуляция дисперсных систем | 20 | - | 10 | - | - | - | 8 | - | 18 | - | 2 | - |
| Электрические свойства дисперсных систем | 16 | - | 6 | - | - | - | 8 | - | 14 | - | 2 | - |
| Поверхностные явления. Поверхность раздела и поверхностный слой | 16 | - | 6 | - | - | - | 8 | - | 14 | - | 2 | - |
| Адсорбция. Смачивание и растекание жидкости. Краевой угол смачивания. | 26 | - | 8 | - | - | - | 16 | - | 24 | - | 2 | - |
| Кривизна поверхности и капиллярные явления. Природа прессыщения, метастабильное состояние | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | - | - |
| Электрокапиллярные явления | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | 1 | - |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|---|----|---|---|---|----|---|-----|---|----|---|
| Структурно-механические свойства дисперсных систем. Структурообразование | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 4 | - | - | - |
| Свойства и применение отдельных дисперсных систем: Суспензии. Эмульсии. Пены. Аэрозоли | 12 | - | 4 | - | - | - | 8 | - | 12 | - | - | - |
| Промежуточная аттестация – Экзамен | 36 | - | | - | | | | - | | - | | - |
| Итого | 180 | - | 64 | - | - | - | 67 | - | 131 | - | 13 | - |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках лабораторных занятий.

Промежуточная аттестация проходит в виде комплексного экзамена в письменной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса и практические задания в виде тестов и задач.

3.2.1. Основные понятия, классификация и оптические свойства дисперсных систем. Определение, задачи, направления коллоидной химии как самостоятельной области физико-химической науки. Классификации дисперсных систем. Оптические свойства дисперсных систем: рассеяние и поляризация света в коллоидных системах. Диаграммы Ми. Закон Рэлея. Поглощение света в дисперсных системах. Закон Ламберта-Бера. Нефелометрия, турбидиметрия, ультрамикроскопия. Причина окраски коллоидных систем. Решение задач.

3.2.2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение, его тепловая природа. Средняя кинетическая энергия частиц. Средний сдвиг, как характеристика интенсивности броуновского движения. Диффузия. Закон Фика. Вывод уравнения Эйнштейна для коэффициента диффузии. Связь броуновского движения и диффузии. Флокуляция. Седиментация суспензий в гравитационном и центробежных полях. Применение гипсометрического закона к дисперсным системам, седиментационно-диффузионное равновесие.

3.2.3. Образование, устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Образование дисперсных систем: Конденсационный метод. Основы термодинамической и кинетической теории образования новой (дисперсной) фазы. Методы диспергирования. Эффект Ребиндера. Пептизация. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных коллоидов, значение адсорбционных и сольватных слоев. Строение мицелл лиофобных коллоидов. Стабилизирующее действие диффузных слоев ионов. Основы теории устойчивости и коагуляции ДЛФО. Расклинивающее давление, электростатическая и молекулярная составляющие. Энергия электростатического отталкивания, энергия притяжения, общее уравнение для энергии взаимодействия заряженных дисперсных частиц в дисперсных системах и их анализ. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Связь порога коагуляции с электрокинетическим потенциалом. Лиотропные ряды Гофмейстера. Правило Шульце-Гарди. Коллоидная защита: коагуляция в системах, стабилизированных ВМС и ПАВ. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Решение задач.

3.2.4. Электрические свойства дисперсных систем. Двойной электрический слой на границе раздела фаз: Теории Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на электрокинетический и электрохимический потенциалы. Перезарядка поверхности. Методы определения электрокинетического потенциала. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциал седиментации и течения. Значение электрокинетических явлений в природе.

3.2.5. Поверхностные явления. Поверхность раздела и поверхностный слой. Свободная поверхностная энергия (поверхностное натяжение). Элементы термодинамики поверхностного слоя. Метод Гиббса. Уравнения термодинамических функций поверхностного слоя. Вывод уравнения Гиббса-Гельмгольца.

3.2.6. Адсорбция. Адсорбция на твердой поверхности: Классификация механизмов адсорбции. Уравнение потенциальной энергии. Взаимодействия молекулы с поверхностью. Вывод уравнения Гиббса. Изотерма, изопикна, изостера адсорбции. Теории адсорбции: Ленгмюра (вывод уравнения Ленгмюра), Поляни, БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов. Энтальпия и энтропия адсорбции. Классификация адсорбентов по размерам пор и структуре. Адсорбция на пористых материалах: капиллярная конденсация, явление гистерезиса. Понятие о хроматографии. Молекулярно-ситовый эффект. Адсорбция на границе раздела жидкость-газ: Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ). Строение и классификация ПАВ. Мицеллообразование ПАВ. Модели мицеллообразования. Энтропийная природа мицеллообразования. Методы изучения мицелл. Критический параметр упаковки. Точка Крафта. Правило Траубе. Уравнение Шишковского. Взаимосвязь уравнений адсорбции. Двумерный газ. Весы Ленгмюра. Определение молекулярных размеров ПАВ. Поверхностные пленки. Решение задач.

Смачивание и растекание жидкости: Краевой угол смачивания. Работа адгезии, когезии. Условия смачивания и растекания. Уравнение Юнга, Дюпре. Правило Антонова. Энтальпии смачивания. Коэффициент растекания Гаркинса. Влияние ПАВ на смачивание. Значение явлений смачивания. Флотация. Решение задач.

3.2.7. Кривизна поверхности и капиллярные явления. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности. Закон Лапласа. Капиллярное поднятие и опускание. Вывод закона Томсона (Кельвина). Формула Журрена. Изменение поверхностного натяжения с радиусом кривизны. Природа пресыщения, метастабильное состояние: Флуктуации плотности как зародыши новой фазы. Самопроизвольные процессы коагуляции, коалесценции, собирательной рекристаллизации, изотермической перегонки веществ от мелких частиц к крупным. Уравнение энергии Гиббса при образовании зародышей новой фазы.

3.2.8. Электрокапиллярные явления. Поверхностное натяжение и заряд поверхности. Вывод уравнение Липпмана. Связь между величинами адсорбции и заряда. Электрокапиллярная кривая. Потенциал точки нулевого заряда. Определение плотности заряда двойного слоя. Влияние адсорбции ионов и ПАВ на электрокапиллярную кривую.

3.2.9. Структурно-механические свойства дисперсных систем. Структурообразование: коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Механические свойства структурированных систем. Тиксотропия. Реология как метод исследования структур в дисперсных системах. Нормальные ньютоновские жидкости. Уравнения Ньютона и Пуазейля, их анализ. Уравнение Эйнштейна для определения вязкости дисперсных систем, границы его применения. Релаксационный характер течения жидкости. Реологические кривые. Признаки аномальной (структурной) вязкости. Влияние на нее различных факторов. Реологические кривые для аномально-вязких жидкостей.

3.2.10. Свойства и применение отдельных дисперсных систем. Суспензии: Полидисперсность. Стабилизация в водных и органических средах. Осаждение, фильтрация суспензий: влияние коагулянтов, флокулянтов и ПАВ. Эмульсии: Классификация. Стабилизация эмульсий ВМС, ПАВ и порошками. Обращение фаз, определение типа эмульсий. Разрушение эмульсий, обезвоживание и обессоливание нефти. Концентрированные

эмульсии. Форма частиц. Значение эмульсий. Пены: Типы пен. Стабилизация и разрушение. Пеногашение. Аэрозоли: Дымы, пыли, туманы. Получение, свойства, способы разрушения. Образование атмосферных осадков и управление этими процессами. Законы движения частиц. Заряд частиц. Камера Вильсона. Газовые разряды. Искусственное дождевание.

3.2.11. Лабораторный практикум

В рамках лабораторных занятий студенты выполняют следующие лабораторные работы: Седиментационный анализ порошков в гравитационном поле. Получение коллоидных растворов, определение размеров их частиц. Электрофорез. Коагуляция лиофобных коллоидных растворов. Определение удельной поверхности угля. Влияние поверхностно-активных веществ на смачивание твердых поверхностей. Определение параметров водного раствора ионогенного ПАВ в точке Крафта. Получение эмульсий и изучение их свойств.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает работу в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях) и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к собеседованию и контрольным работам.

К формам текущего контроля успеваемости дисциплины относится следующее:

- Собеседование
- Проверка отчетов по темам лабораторных занятий
- Коллоквиум

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамена.

К экзамену в 7-ом семестре очной формы обучения допускаются обучающиеся, выполнившие все лабораторные работы и сдавшие отчеты по темам лабораторных занятий.

Задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|--|--|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
| | Не зачтено | | зачтено | | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |

| | | | | | | | |
|---------------|--|---|--|---|--|---|---|
| | отказа обучающегося от ответа | | | ошибок | ых ошибок | | |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

При изучении дисциплины «Коллоидная химия» студенты получают следующие знания, умения и владения в рамках освоения компетенций **ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6:**

ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.

ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования.

ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.

ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.

Промежуточный контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде комплексного экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен в 7 семестре для очной формы обучения проводится в письменной форме в виде ответа обучающегося на теоретические вопросы курса (выводы формул и основных законов), решении практических задач и тестовых заданий.

Для проведения промежуточного контроля сформированности компетенции используется ответ по билету на экзамене.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|---------------|---------------------|--|
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | Отлично | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» |
| | Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| | Хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» |
| | Удовлетворительно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно» |
| не зачтено | Неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

6.2.1 Контрольные вопросы

| Вопросы | Код формируемой компетенции |
|---|-----------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. С точки зрения коллоидной химии поясните, почему небо днем имеет голубую окраску, а на закате красную? 2. Рассеяние света частицами, проводящими электрический ток. 3. Рассеяние света частицами, не проводящими электрический ток. 4. Диаграмма Ми. 5. Выведите уравнение Эйнштейна. 6. Проиллюстрируйте связь броуновского движения и диффузии частиц дисперсной фазы. 7. Закон Лапласа для дисперсных систем и условия его применения. 8. Выведите закон Фика. 9. Явление флокуляции. Предложите, чем можно ускорить очистку сточных вод. 10. Седиментация суспензий в гравитационном и центробежном полях. Какими законами описывается, их условия применимости. 11. Чем определяется критический радиус зародыша новой фазы? Как можно регулировать размеры частиц лиофобных дисперсных систем, получаемых методом конденсации? 12. Перечислите факторы агрегативной устойчивости коллоидных растворов. 13. Лиотропные ряды Гофмейстера. Рассмотрите зависимость электрокинетического потенциала и порогов коагуляции отрицательно заряженного золя от концентрации однозарядных катионов в лиотропном ряду. 14. Перезарядка двойного электрического слоя. Рассмотрите на примере золя AgI, стабилизированного KI. 15. Вывод уравнения Гиббса-Гельмгольца. 16. Выведите основные уравнения термодинамических функций поверхностного слоя. 17. Поверхностное натяжение. Рассмотрите два подхода к его определению. 18. Может ли адсорбция, описываемая методом «слоя конечной толщины», быть отрицательной: <ol style="list-style-type: none"> а) да; б) нет. 19. Особенности адсорбции на пористых материалах. | ОПК-1 |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Золь кремниевой кислоты получили при взаимодействии растворов K_2SiO_3 и HCl. Напишите формулу мицеллы золя и определите, какой из электролитов был в избытке, если противоионы в электрическом поле движутся к катоду? 2. Пены. Требования к пенообразователям. Роль пенообразователя в системе. Объясните процесс образования пены при брожении теста. 3. Рассмотрите строение мицеллы коллоидного раствора, полученного по реакции $((NH_4)_2S$ в избытке): $CuSO_4 + (NH_4)_2S \rightarrow CuS \downarrow + (NH_4)_2SO_4$ 4. Какими методами получают лиофобные дисперсные системы? | ОПК-2 |

| | |
|---|---------------------|
| <p>Приведите примеры.</p> <ol style="list-style-type: none"> Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены. Назовите причины возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности. Дайте характеристику строения двойного электрического слоя на поверхности раздела фаз. Как изменяется потенциал с расстоянием от поверхности? Основные положения теории строения двойного электрического слоя. При каких условиях применимо уравнение Гельмгольца-Смолуховского для скорости электрофореза? Какими свойствами должна обладать контактная жидкость? | |
| <ol style="list-style-type: none"> Что изучает коллоидная химия и каковы признаки ее объектов? Классификация дисперсных систем. Понятие степени дисперсности. Чем обусловлено светорассеяние в дисперсных системах и истинных растворах? Какими параметрами количественно характеризуют рассеяние света в системе? Чем различаются методы нефелометрии и турбидиметрии? Какие уравнения используются для определения характеристик рассеяния света? Какие оптические методы используют для определения размеров частиц дисперсных систем? Укажите границы применимости этих методов. Чем обусловлено броуновское движение частиц дисперсных систем? В каких системах возможно броуновское движение? Приведите примеры. Как можно характеризовать движение частиц в дисперсных системах. Приведите уравнение, устанавливающее связь между сдвигом и коэффициентом диффузии. Как можно определить размеры частиц из уравнения Эйнштейна? Какие дисперсные системы относятся к суспензиям? Что понимают под толщиной диффузной части двойного электрического слоя? Чем определяются толщина плотной и диффузионной частей двойного электрического слоя? Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы влияют на электрокинетический потенциал отрицательно заряженных частиц при введении в золь нитратов калия, бария и лантана? Обсудите причины возникновения избыточной поверхностной энергии на границе раздела «жидкость – газ». Термодинамический и силовой подход к определению поверхностного натяжения. Назовите размерности величины поверхностного натяжения. Как влияет природа вещества и температура на поверхностное натяжение жидкостей? Как можно повлиять на смачиваемость поверхности? Что приводит к гидрофобизации поверхности? Как увеличится свободная поверхностная энергия капель, содержащихся в 1 кг майонеза, по сравнению с нераздробленной его массой площадью $0.65 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$? Чему равно внутреннее давление и приращение энергии Гиббса для капель жировой фракции | <p>ОПК-6</p> |

| | |
|---|--|
| <p>майонеза диаметром 35 мкм? Плотность жировой фракции $0.9 \cdot 10^3$ кг/м³; межфазное поверхностное натяжение 55 мДж/м²; мольный объем жира 0.19 м³/моль.</p> <p>17. Определить площадь, приходящуюся на одну молекулу анилина $C_6H_5NH_2$, и толщину моноадсорбционного слоя на границе с воздухом, если предельная адсорбция Γ_∞ равна $6 \cdot 10^{-9}$ кмоль/м².</p> <p>18. Предельная адсорбция валериановой кислоты равна $4 \cdot 10^{-6}$ моль/м². Рассчитайте коэффициенты в уравнении Шишковского, если известно, что раствор валериановой кислоты концентрации 4 ммоль/л при 293 К снижает поверхностное натяжение на 2 мДж/м².</p> <p>19. Рассчитайте избыточное давление внутри капель бензола, равновесных с паром, если удельная поверхность системы составляет $6 \cdot 10^8$ м⁻¹, а поверхностное натяжение бензола 28.87 мДж/м² при 293 К.</p> | |
|---|--|

6.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6:

Примерный перечень заданий для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

- Поверхностное натяжение в большинстве случаев меньше у:
 - полярных жидкостей;
 - неполярных жидкостей?
- В чем заключается правило Антонова?
 - снижение коэффициента Гаркинса при взаимном насыщении жидкостей;
 - увеличение смачиваемости при введении ПАВ;
 - увеличение давление пара над искривленной поверхностью по сравнению с давлением его над ровной поверхностью;
 - изменение растекания жидкости при изменении гидрофильности поверхности.
- Изобразите зависимость поверхностного натяжения от температуры для индивидуальных жидкостей (1) и растворов ПАВ (2). Объясните ход кривой (2).
- Жидкость лучше смачивает поверхность, если (ответьте ДА, НЕТ на каждый вариант):
 - она имеет более низкое поверхностное натяжение;
 - при понижении температуры;
 - поверхность более шероховата.

Какими силами (во всех случаях) это обусловлено: когезионными или адгезионными?
- Вывод закона Лапласа.
- Гомогенная конденсация отличается от гетерогенной тем, что
 - при гомогенной конденсации зародыши возникают внутри объема исходной фазы в результате флуктуации плотности или концентрации;
 - при гомогенной конденсации зародыши возникают на поверхности посторонних частиц;
 - при гомогенной конденсации зародыши возникают на поверхности стенок сосуда, в котором находится исходная система.
- Свободная энергия образования зародыша критического размера при гомогенной конденсации равна доле его поверхностной энергии. Эта доля составляет
 - 1/2;
 - 1/3;
 - 1/4;
 - 2/3;
 - 3/4.

8. Метастабильное состояние. Природа пересыщения.
9. Если радиус зародыша новой фазы превышает критический радиус зародыша, то
 - а) происходит самопроизвольное исчезновение зародыша;
 - б) происходит самопроизвольный рост зародыша;
 - в) наступает метастабильное состояние.
10. Уравнение электрокапиллярной кривой. Дайте определение понятию «потенциал нулевого заряда».
11. Выведите уравнение Липпмана.
12. Изобразите зависимости вязкости коллоидных систем от концентрации дисперсной фазы.
13. Коагуляционные структуры. Явление тиксотропии. Сущность явления. Где это явление встречается в природе?
14. Уравнение Эйнштейна для определения вязкости дисперсных систем и границы его применения.
15. Кратность пены это:
 - а) мера пенообразования;
 - б) величина, выражающая отношение начального объема пены к начальному объему раствора пенообразователя;
 - в) величина, выражающая отношение начального объема пены к объему раствора пенообразователя, израсходованного на эту пену.
16. Искусственное дождевание.

Примерный перечень заданий для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Рассмотрите образование двойного электрического слоя коллоидной частицы AgI (KI в избытке).
2. Пептизация. Объясните сущность этого метода. Предложите способы перевода осадка в раствор (осадок получен по приведенному уравнению реакции). Напишите мицеллы образовавшихся золей.

$$\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$$
3. На чем основывается седиментационный анализ? В чем заключаются седиментационная и агрегативная устойчивости?
4. Что такое константа седиментации и что она характеризует? Напишите выражение для константы седиментации сферической частицы, если осаждение ее подчиняется закону Стокса.
5. Что такое коллоидная мицелла?
6. Назовите способы перевода осадка в коллоидный раствор.
7. В чем заключается эффект Ребиндера?
8. Чем обусловлена агрегативная неустойчивость лиофобных дисперсных систем? Какие процессы самопроизвольно происходят в этих системах?

Примерный перечень заданий для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

1. Необходимо извлечь масляную кислоту из водного раствора. Какой адсорбент следует взять для этой цели: силикагель SiO_2 , уголь, крахмал? Ответ обоснуйте. Изобразите адсорбцию масляной кислоты на поверхности адсорбентов. Как при этом меняется смачиваемость поверхности?
2. Поясните использование явления смачивания при флотации и стирке.
3. Что называется поверхностной активностью? Как определить эту величину?
4. Какие уравнения используются для описания адсорбции ПАВ на границе «жидкость – газ»? Проанализируйте эти уравнения. Приведите изотермы адсорбции.
5. Как изменяются основные термодинамические функции при адсорбции ПАВ?

6. Каковы основные признаки физической и химической адсорбции?
7. Строение адсорбционного слоя ПАВ на границе «жидкость – газ». Как рассчитывают площадь, занимаемой молекулой ПАВ в поверхностном слое?
8. Выведите закон Томсона.
9. Проиллюстрируйте связь между величинами адсорбции и заряда
10. Рассмотрите влияние адсорбции ионов и ПАВ на вид электрокапиллярной кривой.
11. Уравнение Ньютона и Пуазейля, их анализ и область применения.
12. С точки зрения коллоидной химии объясните образование оползней.
13. Как можно определить тип эмульсий?
14. Стабилизация эмульсий ВМС, ПАВ и порошками.
15. Оцените размер частиц SrSO_4 , зная, что их растворимость на 3 масс.% больше растворимости крупных кристаллов. Межфазное натяжение при 298К примите равным 85 мДж/м^2 , плотность SrSO_4 3.96 г/см^3 .
16. Суспензия кварца содержит сферические частицы, причем 30% объема приходится на частицы, имеющие радиус $1 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, а объем остальных – на частицы радиуса $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$. Какова удельная поверхность кварца?
17. Аэрозоль ртути сконденсировался в виде большой капли объемом 3.5 см^3 . Определите, на сколько уменьшилась поверхностная энергия ртути, если дисперсность аэрозоля составляла 10 мкм^{-1} . Поверхностное натяжение ртути примите равным 0.475 Дж/м^2 .
18. Золь сернокислого бария получен смешением равных объемов растворов $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и H_2SO_4 . Напишите формулу мицеллы. Одинаковы ли исходные концентрации растворов, если частицы золя перемещаются к аноду?
19. Вычислите коэффициент растекания и определите, будет ли растекаться нормальный гексан по воде, если работа когезии для гексана 0.0368 Дж/м^2 , а работа адгезии гексана к воде 0.0401 Дж/м^2 .
20. Экспериментально получено значение коэффициента растекания гептанола по воде, равное 37 мН/м . Рассчитайте межфазное натяжение на границе вода - гептанол, принимая значения поверхностных натяжений воды и гептанола соответственно 71.96 и 26.1 мН/м .
21. Краевой угол воды на парафине равен 111° при 298 К. Для 0.1 М раствора бутиламина в воде поверхностное натяжение составляет 56.3 мДж/м^2 , краевой угол на парафине 92° . Рассчитайте поверхностное давление пленки бутиламина, адсорбированной на поверхности раздела фаз парафин-вода. Поверхностное натяжение воды 71.96 мДж/м^2 .

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коллоидная химия: учебник для академического бакалавриата / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. 7-е изд., испр. и доп.- М.: Издательство Юрайт, 2016. – 444 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/7579BD7A-83E4-4B19-B191-09C20E7035B2#page/1>
2. Коллоидная химия: учебник и практикум для академического бакалавриата. Гавронская Ю.Ю., Пак В.Н. - М.: Издательство Юрайт, 2016. – 287 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/96B12024-CE78-4D6D-BAE5-4C7CB2575B13#page/1>

б) дополнительная литература:

1. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. [Текст] - Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 568 с.
2. Холмберг К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. [Текст] Пер. с англ. М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 528 с.

3. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение. [Текст] - СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.

в) **программное обеспечение и Интернет-ресурсы** (в соответствии с содержанием дисциплины)

<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/colloid-roldugin-lectures/> Научная библиотека МГУ

http://www.bgpu.ru/irbis/cgi-bin/irbis64r_14 Научная библиотека БГПУ

http://www.ph4s.ru/book_him_phys.html

<https://www.biblio-online.ru/viewer/7579BD7A-83E4-4B19-B191-09C20E7035B2#page/1>

<https://www.biblio-online.ru/viewer/96B12024-CE78-4D6D-BAE5-4C7CB2575B13#page/1>

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии на сайтах издательств «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>) и электронных библиотечных системах ННГУ (<http://www.lib.unn.ru/ebs.html>), доступ к которым предоставлен студентам. Сайты издательств содержат произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонды библиотек сформированы с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории (лекционные с вместимостью 200 человек) для проведения учебных занятий, предусмотренных программой. Лекционные аудитории (308 корп. 5, 328 корп. 2) оснащены оборудованием и техническими средствами обучения: переносным мультимедийным проектором, ноутбуком и выходом в сеть Интернет, доской и мелом (для разбора частных вопросов и детализации теоретических аспектов дисциплины, а также решения практических задач). Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – лаборатория (к. 131, корп. 5), оснащенная оборудованием: вытяжные шкафы; термостаты, прибор Ребиндера, прибор Кена для проведения электрофореза, установка для изучения смачивания в условиях натекания, установка Ленгмюра-Блоджетт, торсионные весы для исследования кинетики седиментации суспензий, спектрофотометр, микроскоп, химическая посуда общего и специального назначения; сушильный шкаф; дистиллятор; технические и аналитические весы; рефрактометр; набор химических реактивов.

| Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|--|--|---|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: пр. Гагарина, 23, корп. 2, ауд. 328 | Комплект специализированной мебели, Доска для мела ДК 11 Э 3012 (3 элемента); технические средства: проекционный экран ScreenMedia Goldview настенный, переносной мультимедийный проектор, ноутбук Lenovo G770 | • Microsoft Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, лицензия OEM • Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic Open 1 License No Level, лицензия №60411808, дата выдачи 24.05.2012 г. |
| Помещение для самостоятельной работы | Комплект специализированной мебели, персональные | • Microsoft Windows Professional 10, Лицензия № 67001233, дата выдачи |

| | | |
|---|---|--|
| пр. Гагарина, 23, корп. 1, ауд. 205 | компьютеры, имеется выход в интернет | 09.06.2016 г. • Microsoft Office MS Office Standard 2013; серверная лицензия MS SQL Server Лицензия № 65097676, дата выдачи 23.04.2015 г. |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп. 5, ауд.308 | Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор BenQ MP-512 DLP, ноутбук Acer Extensa 5620Z T2390 | • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г. • Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г. |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа пр. Гагарина, 23, корп.2, ауд. 131 | Комплект специализированной мебели; технические средства: переносной проекционный экран DRAPER DIPLOMAT 60x60 MW BlackCase, мультимедийный проектор QUADRA H11100, ноутбук HP ProBook 4520s | • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г. • Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г. |

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду (205 корп. 1).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ. Приказ ННГУ от 13.05.2020г. № 275-ОД «О введении в действие образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»

Автор:

д.х.н., профессор кафедры ВМС и КХ

_____ О.Г. Замышляева

Рецензент:

д.х.н., заведующий кафедрой физической химии

_____ А.В. Маркин

Заведующий кафедрой ВМС и КХ, д.х.н.

_____ С.Д. Зайцев

Программа одобрена на заседании методической комиссии химического факультета от ____
_____ 2022 года, протокол № ____.