

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета

А.Д.Король

27 июня 2025 г.

Регистрационный № 3282/6.



КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальностей:

6-05-0531-01 Химия

6-05-0531-02 Химия лекарственных соединений

6-05-0531-04 Химия (научно-педагогическая деятельность)

2025 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 6-05-0531-01-2023 и учебных планов № 6-5.5-41/01, № 6-5.5-41/02, № 6-5.5-41/03 от 15.05.2023; ОСВО 6-05-0531-02-2023 и учебных планов № 6-5.5-42/01, № 6-5.5-42/02 от 15.05.2023; ОСВО 6-05-0531-04-2023 и учебного плана № 6-5.5-43/01 от 15.05.2023.

СОСТАВИТЕЛИ:

Т.А.Савицкая, профессор кафедры физической химии химического факультета Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор;

Д.А.Котилов, доцент кафедры физической химии химического факультета Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Т.Н.Невар, заместитель директора по научной и инновационной работе ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси», кандидат химических наук;

Л.В.Овсеенко, заместитель директора по научной и инновационной работе ГНУ «Институт общей и неорганической химии АН Беларуси», кандидат химических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической химии и электрохимии БГУ
(протокол № 15 от 19.06.2025)

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 11 от 26.06.2025)

Заведующий кафедрой



Е.А.Стрельцов

Т.В. Ковальчук-Радзичская


ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – ознакомление студентов с основами учения о дисперсных системах и поверхностных явлениях, происходящих на границах раздела фаз, формирование четкого представления об универсальности дисперсного состояния материи и роли размерного эффекта в физикохимии дисперсных систем.

Задачи учебной дисциплины:

- способствовать формированию у студентов коллоидно-химического восприятия окружающего мира, основанного на знании универсальности коллоидного состояния вещества, молекулярного механизма коллоидных процессов и их количественного описания;
- познакомить студентов с важнейшими закономерностями, которым подчиняется поведение гетерогенных дисперсных систем и поверхностные явления в них;
- дать представление об экспериментальных методах коллоидной химии, которые позволяют изучать и количественно характеризовать дисперсные системы и поверхностные явления;
- в лабораторных условиях сформировать навыки владения классическими методами исследования коллоидной химии, к которым относятся методы оценки поверхностного натяжения на границе жидкость-газ и жидкость-жидкость, седиментационный анализ, определение удельной поверхности адсорбентов, критической концентрации мицеллообразования ПАВ, порога электролитной коагуляции зольей, электрокинетического потенциала и т.п.;
- познакомить студентов с возможными областями применения знаний по коллоидной химии в научных исследованиях и технологических процессах, реализованных в Республике Беларусь.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Химия макромолекулярных и коллоидных систем» государственного компонента.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебной дисциплиной «Физическая химия».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Коллоидная химия» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

Базовые профессиональные компетенции:

Анализировать коллоидно-химические закономерности образования и устойчивости дисперсных систем, механизмы и роль поверхностных явлений, возникающих на границе раздела фаз.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные задачи, положения и направления развития коллоидной химии, их обоснование;

- основные характеристики и особенности коллоидного состояния вещества, роль размерного эффекта в физико-химии дисперсных систем; методы получения и очистки дисперсных систем;
- закономерности диффузии, броуновского движения, седиментации и седиментационно-диффузионного равновесия;
- оптические, электрические и реологические свойства дисперсных систем;
- основы теории устойчивости дисперсных систем;
- особенности получения и свойства таких дисперсных систем, как золи, суспензии, эмульсии, пены аэрозоли;
- новейшие достижения в области коллоидной химии и перспективы их использования для получения новых материалов.

уметь:

- применять экспериментальные методы коллоидной химии для изучения и количественной характеристики дисперсных систем;
- использовать основы учения о коллоидном состоянии вещества и особых свойств поверхностных слоев для объяснения поведения дисперсных систем в научных исследованиях и технологических процессах.

иметь навыки:

- применения базовых коллоидно-химических знаний для оценки и прогнозирования свойств исследуемых объектов из класса дисперсных систем;
- анализа дисперсных систем с учетом размерного эффекта, способа их получения и демонстрации основных коллоидно-химических свойств;
- выбора современных физико-химических методов анализа для характеристики свойств дисперсных систем.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре для специальностей «Химия (фармацевтическая деятельность)», «Химия лекарственных соединений» (медицинская и фармацевтическая химия, аналитическая биофармхимия) и в 6 семестре для специальностей «Химия (зеленые химические технологии функциональных материалов и систем), (Химико-аналитическая и экспертная деятельность)», «Химия (научно-педагогическая деятельность)». В соответствии с учебным планом всего на изучение учебной дисциплины «Коллоидная химия» отведено для **очной формы** получения высшего образования – 114 часов, в том числе 72 аудиторных часа, лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 30 часов, семинарские занятия – 10 часов. Из них:

Лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 30 часов, семинарские занятия – 6 часов, управляемая самостоятельная работа (УСР) – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Тема 1.1. Основные понятия, определения. Коллоидное состояние вещества

Определение, основные понятия, объекты и цели изучения коллоидной химии. Фундаментальные проблемы химического характера – исследование химических реакций и явлений в различных коллоидных системах: микроэмульсиях и мицеллах, тонких жидких пленках, монослоях, пенах – новое направление развития коллоидной химии. Причины возникновения поверхностных явлений в дисперсных системах. Основные количественные характеристики дисперсности. Коллоидное состояние вещества. Краткий исторический обзор развития коллоидной химии.

Классификация дисперсных систем. Различные типы классификации дисперсных систем: по размерам частиц, по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по числу характеристических размеров дисперсной фазы, по межчастичному взаимодействию, по межфазному взаимодействию, по характеру распределения фаз, по фракционному составу частиц дисперсной фазы. Нанодисперсные системы как объекты коллоидной химии. Особенности свойств наноразмерных систем. Классификация нанодисперсных систем. Нанотермодинамика. Особое место растворов высокомолекулярных соединений в коллоидно-химической классификации. Поли- и монодисперсные коллоидные системы. Коллоидные кристаллы.

Лиофильные и лиофобные системы; сходство и различия между ними и растворами и дисперсиями высокомолекулярных соединений

РАЗДЕЛ 2. ПОЛУЧЕНИЕ ЛИОФОБНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Тема 2.1. Диспергационные методы получения

Лиофобные дисперсные системы. Основы термодинамики образования дисперсных систем. Диспергационные методы получения: общая характеристика. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел. Использование эффекта Ребиндера для уменьшения работы диспергирования. Физическое, химическое и физико-химическое диспергирование. Пептизация и её разновидности. Процессы диспергирования в природе, современной технике и химической технологии.

Тема 2.2. Конденсационные методы получения

Термодинамические основы образования зародышей новой фазы. Общие закономерности гомогенного зародышеобразования (по Гиббсу-Фольмеру). Конденсация пересыщенного пара. Кристаллизация (конденсация) из раствора. Кристаллизация из расплава. Кинетика возникновения зародышей в метастабильной системе. Гетерогенное образование новой фазы.

Конденсационные способы получения дисперсных систем. Физическая, физико-химическая и химическая конденсация. Мицеллы как структурные единицы дисперсной фазы гидрозолей. Состав и строение мицелл. Очистка коллоидных золей: диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Определение мембраны. Классификация мембран и мембранных методов разделения.

Тема 2.3. Новые методы синтеза высокодисперсных систем, аэрогелей, композиционных материалов

Общая характеристика синтеза в нанореакторах: микроэмульсиях, мицеллярных системах (темплатный синтез), высокопористых телах (цеолитах) и др. Получение кремнезолей ионообменным методом. Получение и применение аэрогелей. Композиционные наноструктурированные материалы.

РАЗДЕЛ 3. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Тема 3.1. Поверхностное натяжение

Причины возникновения поверхностных явлений. Граница раздела фаз, ее силовое поле. Удельная поверхностная энергия как характеристика этого поля; молекулярное давление. Определение поверхностного натяжения. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение жидкостей: химическая природа вещества, температура, кривизна поверхности и др. Межфазное натяжение на границе раздела двух жидкостей; правило Антонова. Методы измерения поверхностного натяжения на легкоподвижных границах фаз.

Тема 3.2. Смачивание и растекание

Явления капиллярности и смачивания. Количественные характеристики смачивания: краевой угол, работа адгезии, теплота смачивания. Закон Юнга. Соотношение между работами когезии и адгезии при смачивании. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел; лиофильные и лиофобные поверхности. Смачивание реальных твердых поверхностей. Капиллярное давление. Закон Лапласа. Капиллярное поднятие жидкости, уравнение Жюрена. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз; закон Томсона (Кельвина). Капиллярная конденсация. Роль капиллярных явлений в промышленности и агротехнике.

Тема 3.3. Адсорбция на различных поверхностях раздела фаз

Адсорбция на жидкой поверхности. Адсорбция как самопроизвольное концентрирование на границе раздела фаз компонентов, понижающих поверхностное натяжение. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества на разных межфазных границах.

Органические поверхностно-активные вещества (ПАВ) с дифильными молекулами; их классификация по молекулярному строению (анионные, катионные, амфолитные, неионогенные, низко- и высокомолекулярные) и по

механизму действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества). Представление о гидрофильно-олеофильном балансе молекул ПАВ.

Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность и ее изменение в гомологических рядах. Работа адсорбции. Теоретическое обоснование правила Дюкло-Траубе. Уравнение Ленгмюра, его связь с уравнениями Гиббса и Шишковского.

Адсорбция газов на твердой поверхности. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Локализованная адсорбция газов на твердой поверхности по теории Ленгмюра. Потенциальная теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Теория БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов.

Особенности адсорбции молекул и ионов из растворов на твердой поверхности. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей.

Тема 3.4. Двухмерное состояние вещества

Двухмерное состояние вещества в адсорбционном слое. Слои малорастворимых ПАВ на поверхности воды. Весы Ленгмюра. Двухмерное (поверхностное) давление. Уравнение двухмерного состояния вещества. Изотерма двухмерного давления. Основные типы поверхностных пленок нерастворимых ПАВ. Пленки Ленгмюра-Блоджетт как модели организованных структур.

РАЗДЕЛ 4. СВОЙСТВА И УСТОЙЧИВОСТЬ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Тема 4.1. Молекулярно-кинетические свойства

Универсальность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных систем. Теория броуновского движения по Эйнштейну-Смолуховскому, экспериментальная проверка теории Перреном, Сведбергом. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна. Осмотическое давление. Обратный осмос. Осмотические свойства дисперсных систем и мембранное равновесие, их роль в биологических процессах.

Седиментация в дисперсных системах: в гравитационном и центробежном полях. Устройство ультрацентрифуги. Седиментационный анализ суспензий. Уравнение Сведберга-Одена.

Седиментационно-диффузионное равновесие коллоидных частиц. Экспериментальное определение числа Авогадро.

Научно-философское значение исследований молекулярно-кинетических свойств дисперсных систем.

Тема 4.2. Электрические свойства

Причины образования и строение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца-Перрена, Гуи-

Чепмена, Штерна). Электрокинетический потенциал. Двойной электрический слой частиц гидрофобных золь (мицелл), белков и полиэлектролитов. Строение мицеллы гидрофобного золь. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов, концентрации и температуры на электрокинетический потенциал. Перезарядка поверхности. Изoeлектрическое состояние в дисперсных системах. Основы ионного обмена; роль обменной адсорбции в почвоведении, при химических способах водоочистки.

Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы протекания и седиментации. Методы изучения электрокинетических явлений и измерения электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца – Смолуховского.

Практическое приложение электрокинетических явлений: осушение грунтов, электрофоретическое осаждение, использование электрохимически активных диафрагм.

Тема 4.3. Оптические свойства

Рассеяние и поляризация света в коллоидных системах. Закон Релея и условия его применимости. Поглощение света в дисперсных системах. Применение закона Ламберта-Бера к мутным средам. Нерелеевское рассеяние и поглощение света непроводящими и проводящими частицами. Окраска коллоидных систем; окрашенные коллоиды в природе и технике. Двойное лучепреломление в коллоидных системах. Нефелометрия и турбидиметрия. Ультрамикроскопия.

Тема 4.4. Виды устойчивости. Теория ДЛФО. Коагуляция

Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Роль теплового движения. Нарушение агрегативной устойчивости вследствие протекания самопроизвольных процессов коагуляции, коалесценции, изотермической перегонки.

Основы теории устойчивости лиофобных золь (теория ДЛФО). Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Ионно-электростатическая составляющая расклинивающего давления.

Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как фактор сильной стабилизации. Стабилизирующее действие двойных диффузных слоев ионов; электростатическая составляющая расклинивающего давления. Эффект Марангони-Гиббса (эффективная упругость адсорбционных слоев) как фактор стабилизации пленок, пен и эмульсий).

Коагуляция гидрофобных золь электролитами. Порог коагуляции; правило Шульце-Гарди. Критерий Эйлера-Корфа. Кинетика быстрой и медленной коагуляции. Стадии коагуляции. Концентрационная и нейтрализационная коагуляция. Порог коагуляции; правила электролитной коагуляции. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Пептизация. Коагуляция смесью электролитов. Взаимная коагуляция золь.

Коллоидная защита. Сенсибилизация. Гетерокоагуляция, адагуляция. Флокуляция зольей полиэлектролитами. Устойчивость и коагуляция зольей и суспензий в технологических процессах и в природе.

Тема 4.5. Отдельные представители дисперсных систем

Эмульсии. Классификация эмульсий. Методы получения эмульсий. Основные характеристики эмульсий. Агрегативная устойчивость эмульсий. Типы эмульгаторов и принципы их выбора. Способы разрушения эмульсий. Практическое применение эмульсий.

Пены. Аэрозоли. Классификация пен. Методы получения пен. Основные характеристики пен. Устойчивость пен. Методы разрушения пен. Практическое применение пен. Классификация аэрозолей. Методы получения аэрозолей. Общая характеристика аэрозолей. Методы разрушения аэрозолей. Физико-химические основы диспергирования веществ при помощи аэрозольных баллонов. Практическое применение аэрозолей.

РАЗДЕЛ 5. ЛИОФИЛЬНЫЕ КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ

Тема 5.1. Критические эмульсии и микроэмульсии

Условия образования и термодинамическая стабильность лиофильных коллоидных систем. Критерий Ребиндера-Щукина самопроизвольного диспергирования объемных фаз. Критические эмульсии как лиофильные коллоидные системы. Микроэмульсии: состав и строение. Области применения микроэмульсий.

Тема 5.2. Мицеллярные растворы ПАВ

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и высокомолекулярные вещества (ВМС), способные образовывать лиофильные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Термодинамика мицеллообразования. Самоорганизация молекул ПАВ с образованием частиц наноразмерной псевдофазы. Строение мицелл ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Температура Крафта. Растворы коллоидных ПАВ как ультрамикрорегетерогенные системы с фазовым разделением на микроуровне. Солюбилизация в растворах мицеллообразующих ПАВ. Области применения мицеллярных растворов ПАВ.

РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Тема 6.1. Структурообразование и основы реологии

Понятие о физико-химической механике и ее основных задачах. Структурообразование в дисперсных системах; типы дисперсных структур. Природа контактов между элементами структуры; прочность дисперсной структуры. Образование и свойства гелей. Коагуляционные структуры; явление тиксотропии. Кристаллизационные структуры.

Реологические модели: упругость, вязкость, пластичность. Описание реологического поведения дисперсных систем на основе моделей Максвелла, Кельвина, Бингама, Шведова. Полные реологические кривые свободнодисперсной системы с анизометричными частицами и связнодисперсной системы с коагуляционными контактами между частицами.

РАЗДЕЛ 7. КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Тема 7.1. Основные загрязнители и методы очистки воды

Зеленая химия и ее основные принципы. Химия окружающей среды. Роль коллоидной химии в охране окружающей среды.

Характеристика основных механических, химических и микробиологических загрязнителей воды. Спонтанное и принудительное разрушение дисперсий. Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем. Коагуляция и флокуляция. Механические методы разрушения дисперсий. Микрофлотация и фильтрование. Обратный осмос, ультрафильтрация и микрофильтрация. Динамические мембраны. Методы обеззараживания воды. Использование адсорбции и ионного обмена. Комплексные способы очистки воды, включающие микробиологическую очистку, гетерокоагуляцию и др. Методы разрушения и улавливания аэрозолей. Борьба с загрязнением атмосферы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная (дневная) форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Общая характеристика и классификация дисперсных систем	4					2	
1.1	Основные понятия, определения. Коллоидное состояние вещества	4					2	Эссе
2	Получение лиофобных дисперсных систем	6					2	
2.1	Диспергационные методы получения	2						Экспресс-опрос
2.2	Конденсационные методы получения	4						Диалог вопрос-ответ
2.3	Новые методы синтеза высокодисперсных систем, аэрогелей, композиционных материалов						2	Презентация
3.	Поверхностные явления	8			12			
3.1	Поверхностное натяжение	2			6			Защита лабораторных работ
3.2	Смачивание и растекание	2						Эвристический диалог
3.3	Адсорбция на различных поверхностях раздела фаз	2			6			Решение задач
3.4	Двухмерное состояние вещества	2						Экспресс-опрос

4	Свойства и устойчивость дисперсных систем	10			18			
4.1	Молекулярно-кинетические свойства	6			6			Решение задач
4.2	Электрические свойства				6			Защита лабораторных работ
4.3	Оптические свойства				6			Устный опрос
4.4	Виды устойчивости. Теория ДЛФО. Коагуляция	2						Экспресс-опрос
4.5	Отдельные представители дисперсных систем	2						Эвристический диалог
5	Липофильные коллоидные системы	4		2				
5.1	Критические эмульсии и микроэмульсии	2		2				Устный опрос, тест
5.2	Мицеллярные растворы ПАВ	2						
6	Основы физико-химической механики			2				
6.1	Структурообразование и основы реологии			2				Устный опрос, тест
7	Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды			2				
7.1	Основные загрязнители и способы очистки воды			2				Устный опрос, тест
	Итого:	32		6	30		4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Щукин, Е.Д. Коллоидная химия. Учебник для академического бакалавриата / Е.Д. Щукин, А.Д. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Юрайт, 2023. – 444 с.
2. Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. – 6-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 412 с.
3. Гельфман, М.И. Коллоидная химия: учебник для вузов / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. – 8-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 336 с.
4. Клындюк, А.И. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для студ. учреждений высшего образования по группе специальностей "Химическая инженерия и процессы, технологии в области охраны окружающей среды" / А. И. Клындюк. - Минск : РИВШ, 2024. - 395 с.

Дополнительная литература

1. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии / С.С.Воюцкий. – М.: Химия, 1975. – 512 с.
2. Ребиндер, П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах:
3. Коллоидная химия / П.А. Ребиндер. – М.: Наука, 1978. – 368 с.
4. Ребиндер, П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах: Физико-химическая механика / П.А. Ребиндер. – М.: Наука, 1979. – 381 с.
5. Адамсон, А. Физическая химия поверхностей / А. Адамсон – М.: Мир, 1979. – 568 с.
6. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии / Ю.Г Фролов. – М.: Химия, 2004. – 463 с.
7. Сумм, Б.Д. Основы коллоидной химии / Б.Д. Сумм. – М. Издательский центр «Академия», 2006. – 240 с.
8. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки в обл. хим. технологии и биотехнологии / [В. В. Назаров и др.] ; под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. - Москва : Академкнига, 2007. – 373 с.
9. Савицкая, Т. А. Коллоидная химия : лабораторный практикум для студ. хим. фак. спец. G 1-31 05 01 "Химия" : в 2 ч. Ч.1 : Поверхностные явления / Т. А. Савицкая, М. П. Шиманович. - Минск : БГУ, 2004. - 104 с.
10. Савицкая, Т.А. Коллоидная химия: Опорный конспект лекций для студентов специальности 1-31 05 01 «Химия» / Т.А.Савицкая, Д.А. Котиков. – Минск: БГУ, 2009. – 123 с.
11. Савицкая, Т.А. Коллоидная химия: вопросы, ответы, задания: пособие для студентов хим. и воен. факультетов / Т.А.Савицкая, Д.А.Котиков. – Минск: БГУ, 2009. – 132 с.

12. Савицкая, Т. А. Коллоидная химия : лабораторный практикум для студентов, обучающихся по специальности 1-31 05 01 "Химия (по направлениям)" : в 2 ч. Ч. 2 : Дисперсные системы / Т. А. Савицкая, М. Б. Черепенников, М. П. Шевелева. - Минск : БГУ, 2012. - 200 с.
13. Савицкая, Т.А. Коллоидная химия. Строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем /Т.А.Савицкая, Д.А.Котиков, Т.А.Шичкова. – Минск: БГУ, 2013. – 76с.
14. Ершов, Ю.А. Коллоидная химия / Ю.А. Ершов – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 352 с.
15. Зимон, А.Д. Коллоидная химия наночастиц / А.Д. Зимон, А.Н. Павлов. – М.:Научный мир, 2012. – 224 с.
16. Зимон, А.Д. Занимательная коллоидная химия / А.Д. Зимон. – М.:ЛЕНАНД, 2017. – 256 с.
17. Зимон, А. Д. Коллоидная химия. Общий курс : учебник / А. Д. Зимон ; Московский государственный ун-т технологий и управления им. К. Г. Разумовского. - Изд. стер. - Москва : URSS : Красанд, 2019. - 342 с.
18. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ : монография / А.И. Русанов, А.К. Щёкин. – 3-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 612 с.
19. Плентнев М.Ю. Технология эмульсий. Гидрофильно-липофильный балланс и обращение фаз : учебное пособие для вузов /М.Ю. Плетев – 4-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 100 с.
20. Коллоидная химия. Практикум и задачник: учебное пособие для вузов / В.В.Назаров, А.С. Гродский, Н.А. Шабанов [и др.] под редакцией В.В.Назарова, А.С. Градского. .– 2-е изд. стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 436 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Текущий контроль уровня знаний, обучающихся может осуществляться с использованием следующих средств диагностики:

1. Эвристические диалоги по отдельным темам;
2. Экспресс- и устные опросы, в том числе защита лабораторных работ;
3. Эссе;
4. Презентация;
5. Тесты;
6. Решение задач.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Коллоидная химия» учебным планом предусмотрен экзамен.

Для формирования итоговой отметки по учебной дисциплине используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых

коэффициентов для текущей и промежуточной аттестации студентов по учебной дисциплине.

Формирование итоговой отметки в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации (примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации):

- решение задач – 20 %;
- устные ответы на лабораторных занятиях – 30 %
- ответы на семинарских занятиях, в том числе участие в эвристических диалогах – 25 %;
- тестирование – 25 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе итоговой отметки текущей аттестации (модульно-рейтинговой системы оценки знаний) 60 % и отметки на экзамене 40 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы

Тема 1.1. Основные понятия, определения. Коллоидное состояние вещества (2 ч)

Задание 1. Написать эссе на одну из следующих тем:

- 1) Один из вопросов коллоидной химии, который и сегодня вызывает дискуссии – это...
- 2) Явления самоорганизации в дисперсных системах привлекают внимание, поскольку...
- 3) Различия в свойства коллоидных растворов и растворов полимеров связаны прежде всего с ...

Форма контроля – эссе.

Тема 2.3. Новые методы синтеза высокодисперсных систем, аэрогелей, композиционных материалов (2 ч)

Задание 1. Проанализировать литературные (оригинальные статьи 5 последних лет издания) данные по новым методам синтеза высокодисперсных систем: синтез в нанореакторах: микроэмульсиях, мицеллярных системах (темплатный синтез), высокопористых телах (цеолитах) и др. Рассмотреть методы получения и применения аэрогелей. Дать определение композиционным наноструктурированным материалам и привести примеры их получения. Подготовить презентацию и разместить ее на *educhet* для проверки.

Форма контроля – презентация.

Примерная тематика семинарских занятий

1. Лиофильные дисперсные системы. Критические эмульсии и микроэмульсии. Мицеллярные растворы ПАВ.
2. Основы физико-химической механики Структурообразование и основы реологии.

3. Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды. Основные загрязнители и методы очистки воды.

Примерная тематика лабораторных работ

Работа № 1. Определение поверхностного натяжения на границе жидкость-газ (сталагмометрическим методом и методом наибольшего давления газовых пузырьков).

Работа № 2. Определение поверхностного натяжения растворов нескольких веществ одного гомологического ряда (проверка справедливости правила Дюкло-Траубе).

Работа № 3. Изучение адсорбции на границе раствор-газ и определение удельной поверхности адсорбента.

Работа № 4. Получение золя серы и определение среднего размера его частиц турбидиметрическим методом.

Работа № 5. Седиментационный анализ суспензий.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

Линейный (традиционный) метод (лекция, семинарские занятия);

Активные (интерактивные) методы:

проблемно-ориентированное обучение PBL (Problem-Based Learning). Обучающиеся приобретают знания и навыки при решении реальных, открытых проблем. Учебный процесс строится на основе практических заданий, а не традиционного изложения материала, что способствует более глубокому пониманию и развитию навыков критического мышления;

командно-ориентированное обучение TBL (Team-Based Learning). Обучение, основанное на использовании малых групп, дает возможность сначала изучить учебный материал, а на занятии применить полученные знания, умения и навыки при помощи последовательности действий, включающей индивидуальную работу, командную работу, а также мгновенную обратную связь;

научно-ориентированное обучение RBL (Research-Based Learning). Исследование становится центральным инструментом образовательного процесса. Вместо традиционного усвоения готовых знаний, студенты активно участвуют в исследовательской деятельности, что способствует более глубокому пониманию материала и развитию навыков критического мышления.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск и обзор литературы и электронных источников по заданной теме;
- изучение материалов, размещенных на образовательном портале <https://educhem.bsu.by/> (дисциплина «Коллоидная химия»);

— подготовка к семинарским занятиям.

Внеаудиторные учебные занятия проводятся с использованием электронной образовательной среды образовательного портала <https://educhem.bsu.by/>.

Электронный образовательный контент по учебной дисциплине размещается на образовательном портале <https://educhem.bsu.by/>.

Доступ к ресурсам учебной дисциплины обучающихся осуществляется с использованием авторизации посредством учетных записей.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Причины возникновения поверхностных явлений в дисперсных системах. Основные количественные характеристики дисперсности.
2. Коллоидное состояние вещества. Основные определения. История становления коллоидной химии как науки.
3. Охарактеризуйте различные типы классификации дисперсных систем. Остановитесь подробнее на лиофильных и лиофобных системах; сходстве и различии между ними, а также свойствах растворов высокомолекулярных соединений.
4. Особое место растворов высокомолекулярных соединений в коллоидно-химической классификации.
5. Нанодисперсные системы как объекты коллоидной химии. Особенности свойств наноразмерных систем. Классификация нанодисперсных систем. Нанотермодинамика.
6. Диспергационные методы получения лиофобных дисперсных систем.
7. Конденсационные методы получения лиофобных дисперсных систем.
8. Связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел. Использование эффекта Ребиндера для уменьшения работы диспергирования.
9. Физическое, химическое и физико-химическое диспергирование. Пептизация и её разновидности. Процессы диспергирования в природе, современной технике и химической технологии.
10. Мицеллы как структурные единицы дисперсной фазы гидрозолей. Состав и строение мицелл.
11. Очистка коллоидных золь: диализ, электродиализ, ультрафильтрация. Определение мембраны. Классификация мембран и мембранных методов разделения.
12. Общая характеристика синтеза в нанореакторах: микроэмульсиях, мицеллярных системах (темплатный синтез), высокопористых телах (цеолитах).
13. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
14. Причины возникновения поверхностных явлений. Граница раздела фаз, ее силовое поле. Удельная поверхностная энергия как характеристика этого поля; молекулярное давление. Определение поверхностного натяжения.

15. Межфазное натяжение на границе раздела двух жидкостей; правило Антонова. Методы измерения поверхностного натяжения на легкоподвижных границах фаз.
16. Теория броуновского движения и её значение для естествознания.
17. Диффузия и ее особенности в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна. Методы оценки коэффициента диффузии.
18. Осмотическое давление и его особенности в коллоидных системах.
19. Диффузионно-седиментационное равновесие и его использование для анализа дисперсных систем.
20. Седиментационный анализ суспензий и эмульсий (теоретические основы, проведение и обработка экспериментальных данных).
21. Седиментационный анализ в центробежном поле как метод оценки размеров коллоидных частиц и макромолекул полимеров.
22. Межфазная поверхность, ее силовое поле. Поверхностное натяжение как характеристика этого поля (энергетическая и силовая трактовка, термодинамическое определение, методы измерения на различных границах).
23. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации раствора ПАВ. Уравнение Шишковского и методы определения его констант. Поверхностная активность, её определение и изменение в гомологических рядах.
24. Капиллярное давление. Примеры капиллярных явлений. Уравнение Жюрена и его использование. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности сосуществующих фаз.
25. Уравнение двухмерного состояния вещества в адсорбционном слое. Типы поверхностных пленок. Изотермы двухмерного давления. Весы Ленгмюра.
26. Основные типы поверхностных пленок нерастворимых ПАВ. Пленки Ленгмюра-Блоджетт как модели организованных структур.
27. Адсорбция. Определение и количественные характеристики. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и примеры его применения.
28. Адсорбция газов и паров на твердой поверхности. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
29. Потенциальная теория Поляни, её возможности и отличие от теории БЭТ.
30. Основы термодинамики поверхностных явлений. Метод избыточных термодинамических функций поверхностного слоя (метод Гиббса) и метод слоя конечной толщины.
31. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества на разных межфазных границах. Классификация поверхностно-активных веществ.
32. Причины образования двойного электрического слоя на границе раздела фаз. Теории строения ДЭС. Современная модель строения мицеллы гидрофобного золя.
33. Потенциалы двойного электрического слоя частиц гидрофобных зольей. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов, концентрации и температуры на термодинамический и электрокинетический потенциалы.

34. Электрокинетические явления. Электрофорез, электроосмос, потенциал протекания, потенциал седиментации.
35. Основы теории устойчивости гидрофобных золей. Виды устойчивости дисперсных систем. Факторы агрегативной устойчивости.
36. Коагуляция гидрофобных золей электролитами. Правила электролитной коагуляции.
37. Лиофильные коллоидные системы. Условия образования, свойства и применение.
38. Рассеяние света коллоидными системами. Закон Релея и условия его применимости.
39. Турбидиметрия, нефелометрия и ультрамикроскопия как методы дисперсионного анализа.
40. Что такое удельная поверхность адсорбента и как ее можно определить экспериментально? Предложите различные варианты.
41. Что изучает реология? Опишите три простейшие реологические модели: упругость, вязкость, пластичность.
42. Определение реологии. Опишите реологические модели Максвелла, Кельвина-Фойгта, Бингама, Шведова.
43. Что Вы знаете о прямых, обратных, критических эмульсиях и микроэмульсиях? К какому типу коллоидных систем относится каждая из этих разновидностей эмульсий?
44. Микроэмульсии и наноэмульсии. Сходство и различие. Методы получения.
45. Мицеллярные растворы поверхностно-активных веществ. Термодинамика образования. Критическая концентрация мицеллообразования, точка Крафта, температура помутнения. Области применения. Мицеллярный катализ.
46. Что такое аэрозоли? Приведите названия разновидностей аэрозольных систем. Чем обусловлены специфические свойства аэрозолей и как их разрушают?
47. Что Вы знаете о периодических коллоидных структурах? При ответе не забудьте упомянуть о теории ДЛФО, которая объясняет условия существования таких систем.
48. Представление о коллоидных кристаллах.
49. Структурообразование в дисперсных системах. Основы реологии. Реологические модели.
50. Реологические кривые. Тиксотропия и дилатансия.
51. Охарактеризуйте возможные виды загрязнений в природной воде поверхностных источников. С помощью каких методов их можно удалить? Какие коллоидно-химические явления имеют место при очистке воды?
52. Методы очистки природных и сточных вод, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем. Коагуляция и флокуляция.

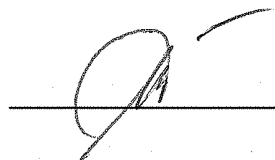
53. Микрофлотация и фильтрование. Обратный осмос, ультрафильтрация и микрофильтрация. Динамические мембраны. Методы обеззараживания воды. Использование адсорбции и ионного обмена.

54. Пены. Получение. свойства, применение.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физическая химия	Кафедра физической химии и электрохимии	Предложения отсутствуют	Рекомендовать к утверждению учебную программу (протокол № 15 от 19.06.2025)

Заведующий кафедрой
физической химии и электрохимии,
д.х.н., профессор



Е.А.Стрельцов

19.06.2025

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УО

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
