

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

САЕ Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



И.А. Курзина

« 05 » 11 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Коллоидная химия

по направлению подготовки

19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки:

«Молекулярная инженерия»

Форма обучения

Очная

Квалификация

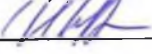
Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП



И.А. Курзина

Председатель УМК



Г.А. Воронова

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях;

– ОПК-7 – способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Демонстрирует способность применять законы математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи при решении поставленной задачи;

ИОПК-1.2. Владеет методами теоретического и экспериментального исследования биологических и химических процессов, анализа и обработки экспериментальных данных.

ИОПК-7.1. Проводит экспериментальные исследования и испытания по заданной методике;

ИОПК-7.2. Применяет математические, физические физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы для наблюдения, измерения, обработки и интерпретации экспериментальных данных.

2. Задачи освоения дисциплины

– знать основные положения, законы и сущность современных теорий, смысл основных понятий в области коллоидной химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач;

– освоить методы исследования, применяемые в рамках дисциплины «Коллоидная химия», такие как электронная микроскопия, ультрамикроскопия, ультрацентрифугирование, электрофорез, нефелометрия и др.

– решать типовые задачи, связанные с основными разделами коллоидной химии: адсорбция, смачивание, дисперсные системы, электрокинетические явления, строение двойного электрического слоя, растворы высокомолекулярных соединений;

– использовать законы и основы коллоидной химии и применять их в решении практических задач;

– владеть навыками расчета основных физико-химических характеристик и параметров для описания процессов и поверхностных явлений в дисперсных системах.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Физика, Математика, Физическая химия, Органическая химия.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

- лекции: 20 ч.;
- семинарские занятия: 6 ч.
- практические занятия: 0 ч.
- лабораторные работы: 20 ч.

в том числе практическая подготовка: 26 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Общие представления учения об адсорбции.

Основные понятия коллоидной химии, объекты и цели изучения. Коллоидные частицы и коллоидные системы. Коллоидное (дисперсное) состояние вещества. Количественное определение дисперсности: дисперсность и удельная поверхность, кривизна поверхности частиц дисперсной фазы. Роль поверхностных явлений в процессах, протекающих в дисперсных системах. Адсорбция, адсорбент, адсорбат. Значение коллоидной химии в развитии биологии, биотехнологии и медицины. Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия Гиббса. Удельная поверхность и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Основные методы измерения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхностей твердых тел. Полное смачивание (термодинамическое условие). Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Энтальпия смачивания и коэффициент гидрофильности.

Тема 2. Адсорбция на границе твердое тело-раствор.

Молекулярные механизмы адсорбции из растворов. Ориентация молекул в поверхностном слое. Определение площади, занимаемой молекулой поверхностно-активного вещества в насыщенном адсорбционном слое, и максимальной длины молекулы ПАВ. Термодинамический анализ адсорбции. Измерение адсорбции на границах раздела твердое тело-газ. Факторы, влияющие на адсорбцию газов и растворенных веществ. Мономолекулярная адсорбция, уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция. Адсорбция веществ из растворов на поверхности твердых тел. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Модифицирующие свойства ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация твердой поверхности. Управление смачиванием в процессах флотации.

Тема 3. Адсорбция на границе жидкость-газ.

Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Измерение адсорбции на границах раздела твердое тело – жидкость. Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностной энергии. Адсорбция на границе раздела фаз «жидкость-газ». Поверхностно-активные вещества (ПАВ), поверхностно-инактивные вещества (ПИВ) и поверхностно-неактивные вещества (ПНВ). Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность. Правило Траубе-Дюкло. Классификация ПАВ по механизму их действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие средства) и ионогенности (неионогенные, катионоактивные, анионоактивные, амфолиты). Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ.

Тема 4. Коллоидные поверхностно-активные вещества

Коллоидные системы, образованные поверхностно-активными веществами. Мицеллярные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Солюбилизация и ее значение в медицине. Мицеллярные коллоидные системы в медицине. Коллоидная защита.

Тема 5. Адсорбция электролитов.

Неспецифическая (эквивалентная) адсорбция ионов. Избирательная адсорбция ионов. Правило Панета–Фаянса. Лиотропные ряды. Ионообменная адсорбция. Иониты и их классификация. Обменная емкость. Применение ионитов в медицине. Хроматография (М.С.Цвет). Классификация хроматографических методов по технике выполнения и по механизму процесса. Применение хроматографии для получения и анализа лекарственных веществ. Гель–фильтрация.

Тема 6. Адсорбция на границе жидкость-жидкость.

Эмульсии. Типы эмульсий и их классификация. Методы получения эмульсий. Факторы агрегативной устойчивости эмульсий. Эмульгаторы и механизм их действия. Типы эмульгаторов. Определение типа эмульсии. Обращение фаз эмульсии. Способы разрушения эмульсий. Коалесценция. Практическая значимость эмульсий.

Тема 7. Классификация, получения и очистка коллоидных систем.

Дисперсные системы. Структура дисперсных систем. Дисперсная фаза, дисперсионная среда. Степень дисперсности. Классификация дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды (аэрозоли, лиозоли), по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой (лиофобные и лиофильные коллоиды), по подвижности дисперсной фазы (свободнодисперсные и связнодисперсные коллоидные системы). Получение коллоидных систем: конденсация и диспергирование, химические способы получения. Очистка дисперсных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация.

Тема 8. Электрокинетические явления и строение мицеллы лиофобных коллоидных систем.

Электрокинетические явления. Строение и электрический заряд коллоидных частиц. Природа электрических явлений в дисперсных системах. Механизм возникновения электрического заряда на границе раздела двух фаз. Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Теория Гельмгольца, Гуи–Чепмена, Штерна. Строение мицеллы. Понятие электрокинетического потенциала коллоидной частицы. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Явление перезарядки коллоидных частиц. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания. Теория Гельмгольца–Смолуховского. Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Методы определения электрокинетического потенциала. Изозлектрическое состояние в дисперсных системах; методы определения изозлектрической точки. Практические приложения электрокинетических явлений.

Тема 9. Устойчивость. Процессы коагуляции и стабилизации коллоидных золей.

Агрегативная и седиментационная устойчивость. Факторы стабилизации дисперсных систем Коагуляция коллоидных систем. Изменение агрегативной устойчивости при помощи электролитов. Порог коагуляции, его определение. Правило Шульце - Гарди. Коагуляция золей смесями электролитов. Правило аддитивности, антагонизм и синергизм ионов. Теории коагуляции. Адсорбционная теория Фрейндлиха.

Теория Дерягина–Ландау–Фервея–Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Зависимость энергии взаимодействия частиц дисперсной фазы от расстояния между ними. Структурно-механический барьер (теория Ребиндера). Реологические свойства адсорбционных слоев ПАВ – стабилизаторов коллоидов.

Тема 10. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем.

Броуновское движение, диффузия (уравнение Эйнштейна), распределение коллоидных частиц в гравитационном поле. Седиментация и седиментационная устойчивость. Осмотические свойства. Закономерности светорассеяния и светопоглощения, явление Тиндаля. Уравнение Рэлея. Оптические методы изучения дисперсных систем: ультрамикроскопия, нефелометрия, турбодиметрия. Определение формы, размеров и массы коллоидных частиц.

Тема 11. Классификация, особенности строения высокомолекулярных соединений. Взаимодействие растворов высокомолекулярных соединений с растворителем.

Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы. Молекулярные коллоидные системы Методы получения ВМС. Классификация ВМС, гибкость цепи полимеров Внутреннее вращение звеньев в макромолекулах ВМС. Кристаллическое и аморфное состояние ВМС. Полимерные неэлектролиты и полиэлектролиты. Полиамфолиты. Изоэлектрическая точка полиамфолитов и методы ее определения. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения ВМС. Влияние различных факторов на степень набухания. Лиотропные ряды ионов.

Тема 12. Осмотическое давление и вязкость растворов ВМС.

Вязкость растворов ВМС. Отклонение свойств растворов ВМС от законов Ньютона и Пуазейля. Причины аномальной вязкости растворов полимеров. Методы измерения вязкости растворов ВМС. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Уравнение Штаудингера и его модификация. Определение молярной массы полимера вискозиметрическим методом. Осмотические свойства растворов ВМС. Осмотическое давление растворов полимерных неэлектролитов. Отклонение от закона Вант–Гоффа. Уравнение Галлера. Определение молярной массы полимерных неэлектролитов. Полиэлектролиты. Осмотическое давление растворов полиэлектролитов. Мембранное равновесие Доннана. Факторы устойчивости растворов ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов.

Тема 13. Гели и студни.

Застудневание. Влияние различных факторов на скорость застудневания. Тиксотропия студней и гелей. Синерезис студней. Студни в медицине. Диффузия и периодические реакции в студнях и гелях. Гелеобразование (желатинирование).

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения лабораторных работ, решения задач и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» <https://moodle.tsu.ru/enrol/index.php?id=24172>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Гельфман М. И. Коллоидная химия : учебник для вузов / Гельфман М. И., Ковалевич О. В., Юстратов В. П. - 8-е изд., стер.. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 336 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/288854>

– Щукин Е. Д. Коллоидная химия : [учебник для вузов по специальности "Химия" и направлению "Химия"] / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - Изд. 5-е, испр.. - Москва : Высшая школа, 2007. - 443

– Малов В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Словарь-справочник / Малов В. А., Наумов В. Н.. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 180 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/187772>.

– Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии : учебник / Д. А. Фридрихсберг. - Изд. 4-е, испр. и доп.. - Санкт-Петербург [и др.] в Лань, 2010. - 410, с.: табл., рис. - (Учебники для вузов. Специальная литература). URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4027

– Волков В. А.. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы / Волков В. А.. - 2-е изд., испр.. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 672 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/212069>

– Васюкова А. Н., Задачаина О. П., Насонова Н. В., Перепёлкина Л. И. Типовые расчеты по физической и коллоидной химии: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 144 с.

б) дополнительная литература:

– Кумыков Р. М. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие для вузов / Кумыков Р. М., Иттиев А. Б.. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 236 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/160121>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/160121.jpg>

– Якупов Т. Р. Физическая и коллоидная химия: учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Ф. Ф. Зиннатов, Г. Н. Зайнашева. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 144 с.

– Нигматуллин Н. Г.. Практикум по физической и коллоидной химии : учебное пособие для вузов / Нигматуллин Н. Г., Ганиева Е. С.. - 2-е изд., стер.. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 116 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/276443>

– Encyclopedia of surface and colloid science. Vol. 1–8 / edited by P. Somasundaran. – 2nd ed.. – New York [a. o.] : Taylor & Francis, 2006.

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 – Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 – публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных: не предусмотрены

14. Материально-техническое обеспечение

| Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования | Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием площади и номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации) |
|--|---|
| <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория № 115 Оборудование: Графическая станция, процессор Intel i5, 16Гб оперативной памяти, монитор 24 дюйма Демонстрационный экран Мультимедиа-проектор Учебная мебель: рабочие места по количеству обучающихся (аудиторные столы, стулья); рабочее место преподавателя (стол, стул); аудиторная доска</p> | <p>634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (29 по паспорту БТИ) Площадь 40,9 м²</p> |
| <p>Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория № 133 Весы лабораторные высокого (II) класса точности. Центрифуга. рН-метр / иономер ИТАН. Столы лабораторные. Стол. Штатив лабораторный. Дистиллятор. Лабораторная посуда. Пипетки. Вибромагнитная установка. Химические реактивы. ПК с принтером. Стол приборный. Стулья. Шкаф для хранения реактивов. Установка титровальная. Экран Projecta SlimScreen. Проекционный экран Da Life Cosmopolitan Electrol. Весы HR-200 (210г, 0,1мг), A&D в комплекте с гирей. Центрифуга ОПН 8 с ротором РУ 180Л. Центрифуга ОПН-12 с ротором РУ 180Л. Нагревательная плита ES HS30300M. Колбонагреватель ES-4110 1000 мл. Магнитная мешалка ПЭ 6100 с подогревом.</p> | <p>634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (68 по паспорту БТИ) Площадь 42,3 м²</p> |
| <p>Учебная аудитория для самостоятельной работы, индивидуальных консультаций. Аудитория № 121^A Учебная мебель: рабочие места по количеству обучающихся</p> | <p>634050, Томская область, г. Томск, пр-кт Ленина, 36, стр.7 (86 по паспорту БТИ)</p> |

| | |
|--|-----------------------------|
| (аудиторные столы, стулья); рабочее место преподавателя (стол, стул) | Площадь 23,8 м ² |
|--|-----------------------------|

15. Информация о разработчиках

Курзина Ирина Александровна, д-р физ.-мат. наук, доцент, зав. кафедрой природных соединений, фармацевтической и медицинской химии ХФ НИ ТГУ

Санду Мария Петровна, ассистент кафедры природных соединений, фармацевтической и медицинской химии ХФ НИ ТГУ