

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

Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДЕНО:
Директор Института «Умные
материалы и технологии»
И.А. Курзина

Рабочая программа дисциплины

Коллоидная химия

по направлению подготовки

27.03.05 Инноватика

Направленность (профиль) подготовки:

Tomsk International Science Program, с профессиональным модулем Молекулярная инженерия / Molecular Engineering

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер

Год приема

2024

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 формулировать и анализировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний естественных, математических и технических наук, с учетом требований законодательства.

ОПК-2. Способен подготовить и представить результаты выполненной работы и исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1. Знает основные положения и законы естественных, математических и технических наук, нормативы, регулирующие научную и производственную деятельность.

РООПК-1.2. Умеет анализировать исходные данные в профессиональных задачах на основе знаний естественных, математических и технических наук, нормативов, регулирующих научную и производственную деятельность.

РООПК-2.1. Знает методы обработки, анализа и обобщения научно-технической информации и результатов работы, исследования. Основные требования к представлению результатов выполненной работы, исследования в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов.

2. Задачи освоения дисциплины

– Научиться применять понятийный аппарат физической химии для прогнозирования направления и изучения особенностей протекания физико-химических процессов в дисперсных системах, в том числе применяемых в медицине.

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

В результате освоения дисциплины студент должен:

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;

Уметь:

– 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 части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Английский

7. Объем дисциплины (модуля)

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

- лекции: 16 ч.;
- семинарские занятия: 12 ч.
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 18 ч.

в том числе практическая подготовка: 30 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, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, деловых игр по темам, выполнения домашних заданий 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. Экзаменационный билет состоит из двух частей. 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»

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

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.. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 336 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/145851>.

–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.. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 672 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/168830>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/168830.jpg>

–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., Итгиев 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 / Нигматуллин Н. Г., Ганиева Е. С. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 116 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/169119>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/169119.jpg>
- 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

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатории, оборудованные для выполнения лабораторных работ в рамках дисциплины «Коллоидная химия».

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

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

Санду Мария Петровна, канд.хим.наук, ассистент Химический факультет ТГУ