

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Аннотация рабочей программы дисциплины
Б1.О.19 Коллоидная химия**

| | |
|--------------------------------|---|
| Направление подготовки: | 19.03.01 Биотехнология |
| Профиль подготовки: | Производство биофармацевтических препаратов |
| Форма обучения: | очная |

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических и биологических наук и их взаимосвязи

ОПК-1.2 Использует базовые знания в области математики, физики, химии при проведении работ биологической направленности, в том числе в биотехнологии

Знать:

ОПК-1.2/Зн6 Знать классификацию коллоидных систем, используемых в биотехнологии, а также основные физико-химические свойства этих систем и закономерности протекания в них различных процессов.

Уметь:

ОПК-1.2/Ум2 Умеет проводить расчеты и составлять отчет о результатах эксперимента

ОПК-1.2/Ум6 Уметь интерпретировать строение коллоидных систем, используемых в биотехнологии, на основании знаний физико-химических свойств этих систем и закономерностей протекания в них различных процессов.

ОПК-5 Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать качественные и количественные показатели получаемой продукции

ОПК-5.2 Обоснованно выбирает методы и средства для контроля и мониторинга параметров технологического процесса, свойств сырья, материалов и готовой продукции

Уметь:

ОПК-5.2/Ум3 Знать основные способы и приемы проведения по заданной методике экспериментальных исследований и испытаний свойств коллоидных систем, используемых в биотехнологии, а также параметров различных процессов, протекающих в указанных системах и с их участием, а также обработки и интерпретации полученных экспериментальных данных.

ОПК-5.2/Ум4 Уметь осуществлять по заданной методике экспериментальные исследования и испытания свойств коллоидных систем, используемых в биотехнологии, а также параметров различных процессов, протекающих в указанных системах и с их участием, а также обрабатывать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.

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

ОПК-7.2 Проводит наблюдения и измерения, применяя математические, физические, физико-химические, биологические и микробиологические методы

Знать:

ОПК-7.2/Зн7 Знать основные современные методы и приемы, используемые для расчета, систематизации и анализа результатов физико-химических и химических экспериментов, наблюдений и измерений свойств коллоидных систем, используемых в биотехнологии, а также параметров различных процессов, протекающих в указанных системах и с их участием.

Уметь:

ОПК-7.2/Ум8 Уметь обобщать, систематизировать и анализировать результаты физико-химических и химических экспериментов, наблюдений и измерений свойств коллоидных систем, используемых в биотехнологии, а также параметров различных процессов, протекающих в указанных системах и с их участием, в рамках решения задач своей профессиональной деятельности.

Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.19 «Коллоидная химия» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.О.11 Аналитическая химия;
- Б1.О.12 Материаловедение;
- Б1.О.17 Микробиология;
- Б1.О.08 Общая биология с основами генетики;
- Б1.О.07 Общая и неорганическая химия;
- Б1.О.14 Органическая химия;
- Б1.О.18 Основы биохимии и молекулярной биологии;
- Б1.О.05 Прикладная математика;
- Б1.О.16 Прикладная механика;
- Б2.О.02(У) учебная практика, ознакомительная практика (технологическая);
- Б1.О.06 Физика с основами биофизики;
- Б1.О.15 Физическая химия;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.О.27 Биоинженерия;

- Б1.О.26 Массообменные процессы и аппараты биотехнологии;
- Б1.О.32 Метрологическое обеспечение биотехнологических производств;
- Б1.О.17 Микробиология;
- Б1.О.28 Оборудование и основы проектирования биотехнологических производств;
- Б1.О.21 Основы биотехнологии;
- Б1.О.18 Основы биохимии и молекулярной биологии;
- Б1.О.30 Основы генетики и селекции микроорганизмов;
- Б3.О.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы;
- Б2.О.03(П) производственная практика, технологическая практика;
- Б1.О.20 Процессы и аппараты биотехнологии;
- Б1.О.31 Системы управления биотехнологическими процессами;
- Б1.О.29 Статистические методы обработки данных с использованием программного обеспечения;
- Б1.О.25 Физико-химические методы анализа;
- Б1.О.23 Электротехника и промышленная электроника;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

Содержание разделов, тем дисциплины

Раздел 1. Поверхностные явления в коллоидно-дисперсных системах

Тема 1.1. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение

Предмет и основные этапы развития коллоидной химии. Практическое значение поверхностных явлений. Основные отличия свойств поверхностного слоя от свойств объемных фаз. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение (силовое и энергетическое определение). Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностная активность, её выражение и измерение. Поверхностно активные и поверхностно инактивные вещества на разных межфазных границах. Правило Дюкло-Траубе.

Тема 1.2. Сорбция диэлектриков

Виды сорбции: адсорбция, абсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация. Адгезия и когезия, смачивание и растекание жидкостей. Природа сил взаимодействия при адгезии. Характер и условия разрушения адгезионного соединения. Краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильные и лиофобные поверхности. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Адсорбция диэлектриков: обозначение, размерность, положительная и отрицательная адсорбция. Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Природа адсорбционных сил. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела при адсорбции. Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Определение констант уравнения. Уравнение Фрейндлиха. Изотерма адсорбции. Характеристика участков изотермы. Адсорбция на границе раздела «жидкость-газ» и «жидкость-жидкость». Уравнение адсорбции Гиббса. Строение адсорбционных слоев. Адсорбция на границе раздела «твердое тело – газ» и «твердое тело – жидкость». Измерение величины адсорбции на этих границах.

Раздел 2. Адсорбция электролитов и двойной электрический слой

Тема 2.1. Адсорбция электролитов. Механизмы образования и роль в этом процессе двойного электрического слоя.

Адсорбция электролитов. Термодинамические основы возникновения двойного электрического слоя. Образование двойного электрического слоя на ионных кристаллах и оксидах. Потенциалобразующие ионы и противоионы. Правило Панета–Фаянса. Ионный обмен: иониты, закономерности ионного обмена.

Тема 2.2. Строение двойного электрического слоя

Теории строения двойного электрического слоя: Гельмгольца, Гуи–Чепмена, Гуи–Штерна–Грэма. Потенциалы двойного электрического слоя. Факторы, влияющие на электрокинетический потенциал двойного электрического слоя: температура, концентрация, природа и заряд ионов электролита. Строение мицеллы золя.

Раздел 3. Коллоидно–дисперсные системы: классификация, основные физико–химические свойства, получение, стабилизация и дестабилизация

Тема 3.1. Классификация и общие физико–химические свойства коллоидно–дисперсных систем

Дисперсность. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Классификации дисперсных систем: по дисперсности, по агрегатному состоянию фаз, по структуре, по межфазному взаимодействию, по фазовой различимости. Основные общие свойства дисперсных систем: молекулярно-кинетические, диффузия, осмотическое давление, седиментационное равновесие, оптические свойства – общие закономерности.

Тема 3.2. Отдельные классы дисперсных систем

Эмульсии. Методы получения эмульсий. Классификация эмульсий по природе фаз и концентрации. Методы определения типа эмульсии. Устойчивость эмульсий. Роль и принцип действия эмульгаторов в стабилизации эмульсий. Типы эмульгаторов. Основные принципы подбора эмульгаторов. Теории устойчивости различных типов эмульсий. Обращение фаз и другие методы разрушения эмульсий. Стабилизация эмульсий мелкодисперсными порошками, а также поверхностно активными и высокомолекулярными веществами. Обращение фаз эмульсий. Определение типа эмульсий. Разрушение эмульсий. Деэмульгаторы. Эмульсии в природе, технике и химической технологии. Практическое значение эмульсий.

Пены – методы получения и основные характеристики. Образование и разрушение пен, пенообразователи и пеногасители. Практическое значение пен.

Тонкие пленки («серые и чёрные»). Поверхностное натяжение тонких пленок. Эффекты Гиббса и Марангони–Гиббса.

Системы с газообразной дисперсионной средой. Аэрозоли: дымы, пыли, туманы. Получение, свойства и способы разрушения аэрозолей. Факторы стабилизации аэрозолей. Физические основы улавливания аэрозолей на фильтрах.

Порошки, их текучесть, дисперсность, склонность к коагуляции и другие свойства. Физико–химические основы переработки порошков.

Золи и суспензии, их свойства и агрегативная устойчивость. Дисперсность суспензий, седиментационный анализ, закон Стокса.

Системы с твёрдой дисперсионной средой. Факторы стабилизации в системах с твёрдой дисперсионной средой. Высокопористые материалы – адсорбенты и катализаторы. Пенопласты, пенобетон, пеностекло. Наполненные и закристаллизованные стекла и эмали. Наполненные полимеры, композиционные материалы. Металлические сплавы.

Тема 3.3. Получение и очистка дисперсных систем

Получение дисперсных систем методами диспергирования, конденсации и физико-химического диспергирования (пептизации) и т.д. Методы очистки дисперсных систем: диализ, электродиализ и т.д.

Тема 3.4. Электрокинетические свойства дисперсных систем

Прямые и обратные электрокинетические явления. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Электрокинетические свойства дисперсных систем, опыты Рейса и причины возникновения электрокинетических явлений. Электрофоретическая подвижность, уравнение Гельмгольца–Смолуховского, методы определения электрофоретической подвижности, практическое применение электрофореза. Электроосмос, уравнение Гельмгольца–Смолуховского для расчета электрокинетического потенциала, эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Практическое использование электрокинетических явлений – осушка дисперсных систем, электродиализ, электрофорез и т.д.

Тема 3.5. Стабилизация и дестабилизация коллоидно–дисперсных систем

Седиментационная устойчивость коллоидно–дисперсных систем и её нарушение. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость коллоидно–дисперсных систем. Агрегативная устойчивость коллоидно–дисперсных систем – термодинамические и кинетические факторы. Нарушение агрегативной устойчивости коллоидно–дисперсных систем и факторы, на неё влияющие. Теории устойчивости и коагуляции зелей. Основные положения теории Дерягина–Ландау–Фервея–Овербека. Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах. Электролитная, нейтрализационная и концентрационная коагуляция. Порог коагуляции. Пептизация коагулятов. Влияние на порог коагуляции заряда ионов электролита. Правило Шульце–Гарди (закон Дерягина). Коагуляция смесями электролитов. Структурно–механический барьер по Ребиндеру. Формирование связно–дисперсных структур. Реологические параметры межфазных адсорбционных слоев (модуль упругости и вязкость). Лиофилизация поверхности частиц дисперсной фазы (уменьшение сложной константы Гамакера). Модели агрегации в дисперсных системах, агрегаты как фрактальные системы. Особенности дисперсных систем, стабилизированных высокомолекулярными и поверхностно активными веществами. Кинетика коагуляции дисперсных систем: быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Уравнение скорости коагуляции, константа скорости и время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Агрегативная устойчивость лиофобных дисперсных систем. Факторы устойчивости лиофобных дисперсных систем. Коагуляция гидрофобных зелей под действием электролитов. Сверхэквивалентная адсорбция, неправильные ряды. Лиотропные ряды. Коллоидная защита и сенсбилизация дисперсных систем. Практическое использование устойчивости и коагуляции коллоидно–дисперсных систем.

Раздел 4. Поверхностно–активные вещества и их мицеллярные растворы

Тема 4.1. Поверхностно активные вещества и их мицеллярные растворы

Общая характеристика и классификация поверхностно активных веществ. Свойства водных растворов поверхностно активных веществ. Мицеллообразование в растворах поверхностно активных веществ. Влияние длины углеводородного радикала на критическую концентрацию ассоциации и мицеллообразования поверхностно активных веществ. Точка Крафта. Оценка дифильных свойств поверхностно активных веществ. Гидрофильно–липофильный баланс и гидрофильно–олеофильное соотношение у поверхностно активных веществ, методы их определения. Гидрофобные взаимодействия в водных растворах поверхностно активных веществ. Изменение структуры воды при мицеллообразовании в растворах поверхностно активных веществ. Энтропийная природа мицеллообразования в водной среде. Факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования в растворах поверхностно активных веществ. Образование мицелл поверхностно активных веществ в неводной среде (обратных мицелл). Природа сил при мицеллообразовании поверхностно активных веществ в углеводородной среде. Термодинамика мицеллообразования. Квазихимический и псевдофазный подходы. Два уровня ассоциации. Солюбилизация. Микроэмульсии. Основные факторы моющего действия поверхностно активных веществ в водной и неводной среде. Смеси ионных и неионных поверхностно активных веществ. Биоразлагаемость и токсичность поверхностно активных веществ.

Раздел 5. Высокомолекулярные вещества и их растворы. Реология растворов высокомолекулярных веществ и коллоидно-дисперсных систем

Тема 5.1. Высокомолекулярные вещества и их растворы: классификация, свойства, применение

Высокомолекулярные вещества. Их классификация: по типу реакции получения, по разветвленности, по природе функциональных групп. Основы теории эластичности высокомолекулярных веществ. Фазовые состояния высокомолекулярных веществ, термомеханическая кривая. Взаимодействие высокомолекулярных веществ с растворителями. Набухание полимеров. Кинетика и термодинамика процессов набухания и растворения высокомолекулярных веществ. Изоэлектрическая точка полиамфолитов, методы её определения. Растворы высокомолекулярных веществ. Их высаливание и коацервация. Факторы, влияющие на эти процессы. Осмотическое давление в растворах высокомолекулярных веществ. Мембранное равновесие (равновесие Доннана). Фазовые диаграммы растворов полимеров. Термодинамический критерий деления растворов высокомолекулярных веществ на разбавленные и концентрированные. Конформационное состояние макромолекул высокомолекулярных веществ. Размеры и форма макромолекул высокомолекулярных веществ в растворе. Свойства «гауссова клубка». Межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия в растворах полимеров. Свойства разбавленных растворов полимеров. Термодинамическое сродство полимеров к растворителю и его критерии. Температура Флори. Характеристическая концентрация как граница разбавленных растворов полимеров. Концентрированные растворы полимеров. Применение правила фаз Гиббса к растворам полимеров. Растворы полиэлектролитов. Белковые системы. Комплексы полиэлектролитов и поверхностно активных веществ.

Тема 5.2. Реология растворов высокомолекулярных веществ и коллоидно-дисперсных систем

Реология как раздел коллоидной химии. Реологические свойства чистых жидкостей и неструктурированных коллоидных систем. Закон Ньютона и уравнение Пуазейля. Вязкость и методы её определения. Уравнение Эйнштейна для расчета вязкости. Аномалия вязкости. Структурная и пластическая вязкость. Уравнение Бингама. Структурообразование в дисперсных системах. Формирование структур в различных дисперсных системах (наносистемах), как частный случай коагуляции. Коагуляционно–тиксотропные и конденсационно–кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Теория структурообразования – основа получения новых материалов. Типы и прочность контактов между частицами в структурированных дисперсных системах. Влияние дисперсионной среды, поверхностно активных веществ и электролитов на силы сцепления в контактах. Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия. Реологические параметры. Реологические модели (Гука, Сен-Венана–Кулона, Ньютона, Кельвина и Максвелла). Принципы моделирования реологических свойств тел. Упруговязкие, вязкоупругие и вязкопластические тела. Время релаксации напряжения и деформации. Классификация дисперсных систем по структурно–механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Тиксотропия и реопексия. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка–Куна–Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Зависимость вязкости от напряжения сдвига. Полная реологическая кривая.

| Период обучения | Общая трудоемкость (часы) | Общая трудоемкость (ЗЕТ) | Контактная работа (часы, всего) | Консультации в период теоретического обучения (часы) | Лабораторные занятия (часы) | Лекции (часы) | Самостоятельная работа студента (часы) | Промежуточная аттестация (часы) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------|---------------|--|---------------------------------|
| Пятый семестр | 108 | 3 | 62 | 5 | 39 | 18 | 44 | Зачет (2) |
| Всего | 108 | 3 | 62 | 5 | 39 | 18 | 44 | 2 |

Разработчик(и)

Кафедра физической и коллоидной химии, кандидат химических наук, доцент Сибирцев В. С.