

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(ВлГУ)

Институт биологии и экологии

(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Смирнова Н.Н.
« 21 » 05 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир, 2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: углубление знаний в области специфических свойств дисперсных систем, которые являются основой многих технологических процессов и широко используются при получении различных материалов, основные свойства которых зависят от дисперсности, природы поверхности и связаны с закономерностями структурообразования.

Задачи: изучение явлений присущих дисперсным системам, исследование физико-химических свойств и закономерностей и их изменений в коллоидных растворах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина коллоидной химии изучается в обязательной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: неорганическая химия, органическая химия, физика, математика, физическая химия.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|--|--|--|----------------------------------|
| | Индикатор достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| ПК-2. Способен проводить входной и технологический контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для организации рационального ведения технологического процесса производства в целях разработки мероприятий по повышению эффективности производства | ПК 2.1. Знает методы технохимического и лабораторного контроля качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов ПК 2.2. Умеет проводить лабораторные исследования качества сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов в соответствии со стандартными методиками. ПК 2.3. Владеет навыками входного и технологического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов для организации рационального ведения технологического процесса производства в целях разработки мероприятий по повышению эффективности производства. | Знать: правила приемки, методы отбора и подготовки проб и химических образцов к анализу, для оценки экологического состояния объектов; Уметь: проводить лабораторные исследования, анализы отобранных проб и образцов Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований; методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств. | Тесты |

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет:

1) для очной формы обучения: 4 зачетных единиц, 144 часов.

Тематический план форма обучения – заочная

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником | | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|----------------------------|---|---------|-----------------|---|----------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | в форме практической подготовки | | |
| 1 | Введение. Содержание и задачи курса. | 5 | 1-3 | 2 | | | | 15 | |
| 2 | Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. | 5 | 4-6 | 2 | | | | 15 | Рейтинг-контроль №1 |
| 3 | Термодинамика поверхностных явлений. | 5 | 7-9 | | | 2 | | 15 | |
| 4 | Адсорбция на поверхности раздела фаз. Капиллярные явления. | 5 | 10-12 | | | 2 | | 16 | Рейтинг-контроль №2 |
| 5 | Электрокинетические явления в дисперсных системах. | 5 | 13-14 | 2 | | | | 14 | |
| 6 | Устойчивость дисперсных систем. | 5 | 15-16 | | | 2 | | 13 | |
| 7 | Основы физико-химической механики дисперсных систем. | 5 | 17-18 | | | 2 | | 15 | Рейтинг-контроль №3 |
| Всего за 5 семестр: | | | | 6 | | 8 | | 103 | Экзамен (27) |
| Наличие в дисциплине КП/КР | | | | | | | | | |
| Итого по дисциплине | | | | 6 | | 8 | | 103 | Экзамен (27) |

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение. Содержание и задачи курса.

Тема 1 Понятие о коллоидных системах и определение коллоидной химии как науки.

Содержание темы. Коллоидная химия - наука о физико-химических свойствах дисперсных систем и поверхностных явлениях. Дисперсные системы как особый класс гетерогенных систем. Возрастание роли естественных границ раздела по мере увеличения степени раздробленности одной или нескольких фаз гетерогенной системы. Меры раздробленности дисперсной фазы.

Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз, по форме и размерам частиц дисперсной фазы, их концентрации и по другим признакам.

Сходство и различие корпускулярных высокодисперсных систем с растворами высокомолекулярных веществ. Способы получения дисперсных систем.

Раздел 2. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем.

Тема 1. Тепловое движение молекул и броуновское движение.

Содержание темы. Понятие о броуновском движении частиц дисперсной фазы и кинетических свойствах дисперсных систем. Определение корпускулярных высокодисперсных систем как растворов, где "растворителем" служит дисперсионная среда, а в качестве "растворенного вещества" выступает дисперсная фаза. Способы выражения концентрации частиц дисперсной фазы.

Диффузия частиц дисперсной фазы. Понятие о градиенте концентрации, диффузионном потоке, поверхностной плотности диффузионного потока частиц. Законы диффузии Фика. Термодинамическое описание диффузии. Уравнение для коэффициента диффузионной проводимости среды. Обоснование законов Фика. Уравнение для коэффициента диффузии частиц в вязкой среде.

Теория броуновского движения частиц дисперсной фазы. Уравнение для средней квадратичной проекции смещения частиц.

Тема 2. Седиментационно – диффузное равновесие.

Содержание темы. Седиментация частиц дисперсной фазы в поле земного притяжения и в центробежном поле. Законы движения отдельной частицы в вязкой среде под действием внешнего силового поля. Понятие о седиментационном потоке и поверхностной плотности седиментационного потока частиц.

Седиментационно-диффузионное равновесие в корпускулярно - дисперсных системах. Понятие о кинетической устойчивости этих систем. Законы распределения концентрации частиц дисперсной фазы в пространстве при седиментационно-диффузионном равновесии в гравитационном поле Земли и центробежном поле. Определение массы и размеров частиц с помощью этих законов.

Седиментационный анализ корпускулярно-дисперсных систем. Расчет радиуса частицы по закону её движения в вязкой среде в поле земного притяжения и центробежном поле. Методы определения скорости движения частиц в случае монодисперсной системы, в том числе метод накопления осадка. Определение радиусов частиц полидисперсной системы и построение кривой распределения частиц по радиусам с помощью метода накопления осадка.

Тема 3. Оптические свойства золь и методы их исследования.

Содержание темы. Рассеяние света (излучения) корпускулярно-дисперсными системами, его причины. Ультрамикроскопический метод изучения высокодисперсных систем.

Количественные характеристики явления рассеяния излучения дисперсными системами: поток, поверхностная плотность потока (интенсивность) рассеянного излучения, коэффициент рассеяния среды и др. Закономерности светорассеяния системами с непоглощающими частицами дисперсной фазы. Случай очень мелких частиц сферической формы. Уравнения Рэлея для интенсивности и потока рассеянного излучения и коэффициента рассеяния. Системы с более крупными частицами. Особенности светорассеяния системами с поглощающими частицами дисперсной фазы.

Нефелометрический и фотометрический методы исследования корпускулярно-дисперсных систем. Определение концентрации, размера и формы частиц с помощью этих методов.

Раздел 5. Электрокинетические явления в дисперсных системах.

Тема 1. Понятие об электрокинетических явлениях.

Содержание темы. Общие представления об электрокинетических явлениях. Электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации, способы их наблюдения. Практическое использование этих явлений. Причины образования заряда на коллоидных частицах лиозолей. Факторы, влияющие на подвижность частиц в электрическом поле. Эффект релаксации и эффект электрофоретического торможения. Понятие о мицеллах. Мицеллярная теория строения лиофобных золей. Образование мицелл золя с отрицательно и положительно заряженными частицами.

Тема 2. Теория двойного электрического слоя.

Содержание темы. Строение двойного электрического слоя. Теория Гельмгольца и её недостаточность для объяснения электрокинетических явлений. Теория Гуи – Чэпмена. Понятие об диффузном слое противоионов и его возникновении. Причины расхождения экспериментально и теоретически найденных значений емкости двойного электрического слоя исходя из предложенной модели. Теория Штерна. Схема двойного электрического слоя по Штерну и падение в нем электрического потенциала. Влияние валентности ионов на толщину диффузного слоя и число противоионов в адсорбционном слое. Строение двойного электрического слоя для сферических частиц.

Тема 3. Электрокинетический потенциал и его определение.

Содержание темы. Понятие о плоскости скольжения и электрокинетическом потенциале. Уравнение для скорости относительного движения фаз под действием постоянного электрического поля. Расчет электрокинетического потенциала на основе опытных данных по электрофорезу или электроосмосу. Влияние природы и концентрации электролитов на электрокинетический потенциал и скорость относительного движения фаз. Теория электрокинетических явлений. Электрокинетический потенциал, как характеристика электрических свойств рассматриваемой границы раздела. Влияние различных факторов (введение в систему электролитов, изменение pH, концентрации раствора, температуры) на электрокинетический потенциал.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 3. Термодинамика поверхностных явлений

Тема 1. Поверхностная энергия. Явление смачивания

Содержание лабораторной работы. Изучение смачивания полимерных материалов жидкостями и оценка для них работы адгезии. Измерение краевых углов смачивания при различных концентрациях растворов поверхностно активных веществ.

Раздел 4. Адсорбция на поверхности раздела фаз. Капиллярные явления.

Тема 1. Адсорбция на границе жидкость – газ.

Содержание лабораторной работы. Количественное изучение поверхностного натяжения и закономерностей адсорбции на границе раствор – воздух; сравнение поверхностной активности различных поверхностно-активных веществ, определение основных характеристик адсорбционного слоя.

Тема 2. Адсорбция на границе твердое тело – жидкость.

Содержание лабораторной работы. Изучение адсорбции поверхностно-активного вещества из водного раствора на твердом адсорбенте и расчет удельной поверхности адсорбента.

Раздел 6. Устойчивость дисперсных систем.

Тема 1. Основные положения устойчивости и коагуляции коллоидных систем

Содержание лабораторной работы. Изучение коагуляции и стабилизации дисперсных систем; определение порогов коагуляции различными электролитами, определение защитного числа стабилизатора.

Тема 2. Кинетика коагуляции.

Содержание лабораторной работы. Определение кинетических параметров коагуляции латекса электролитами турбидиметрическим методом.

Раздел 7. Основы физико-химической механики дисперсных систем.

Тема 1. Структурно – механические свойства дисперсных систем.

Содержание лабораторной работы. Изучение мицеллообразования в растворах поверхностно активных веществ и его влияния на свойства раствора. Используя уравнение Эйнштейна рассчитать значения параметра, характеризующего процесс структурирования системы.

Тема 2. Вязкость жидких дисперсных систем.

Содержание лабораторной работы. Изучение структурно-механических свойств дисперсной системы методом вискозиметрии. Определить время истечения всех приготовленных растворов и растворителя, пользуясь капиллярным вискозиметром. Вычислить относительную и приведенную вязкость для каждого раствора.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде рейтинг-контролей, посредством развернутых ответов на вопросы:

Вопросы к рейтинг-контролю №1.

ВОПРОС 1.2.1. *Какое из положений, характеризующих молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем, не соответствует экспериментальным данным?*

ОТВЕТЫ:

1. Степень дисперсности — это величина, обратная линейному размеру частиц дисперсной фазы.
2. По степени дисперсности все системы классифицируются на грубодисперсные, микрогетерогенные, истинно—коллоидные, молекулярные и монодисперсные — истинные растворы.
3. К молекулярно—кинетическим свойствам дисперсных систем относятся броуновское движение, диффузия, осмос и седиментация.
4. Броуновское движение имеет молекулярно — кинетическую природу и является следствием теплового движения молекул.
5. Явление диффузии свойственно всем системам от молекулярных до грубодисперсных. Скорость процесса зависит от величины и формы частиц дисперсной фазы; процесс идет тем быстрее, чем выше температура и крупнее частицы.
6. Поскольку равномерное распределение вещества—фазы по всему объему раствора наиболее вероятно, процесс диффузии идет с увеличением энтропии и является самопроизвольным.
7. Под концентрацией дисперсной системы следует считать число кинетических единиц — коллоидных частиц в единице объема системы, т.е. численную концентрацию частиц дисперсной фазы.
8. Особенность осмотического давления коллоидных растворов по сравнению с истинными растворами — его малое значение и непостоянство.

9. Малое осмотическое давление любой коллоидной системы объясняется тем, что благодаря большой массе частиц дисперсной фазы при одинаковой весовой концентрации численная концентрация коллоидного раствора всегда значительно меньше, чем истинного.

ВОПРОС 1.2.2. Проанализируйте утверждения, характеризующие броуновское движение. Какое из них ошибочно?

ОТВЕТЫ:

1. Хаотическое движение частицы дисперсной фазы охватывает определенный объем пространства, возрастающий во времени. В горизонтальной плоскости он соответствует возрастающей площади, пропорциональной квадрату среднего сдвига.
2. Для сферической частицы радиуса r значение квадрата среднего сдвига прямо пропорционально абсолютной температуре и времени наблюдения и обратно пропорционально сопротивлению среды.
3. Броуновское движение свойственно любым частицам как органического, так и неорганического происхождения. Оно проявляется тем интенсивнее, чем больше температура и меньше вязкость среды.
4. Когда коллоидная частица поднимается в броуновском движении, потенциальная энергия системы возрастает, и теплота окружающей среды превращается в механическую работу в отсутствие начальной разности температур.
5. Броуновское движение — реальный опыт, показывающий, независимо от какой бы то ни было молекулярной теории, что вечный двигатель второго рода постоянно “действует”, хотя и не может быть практически использован.

ВОПРОС 1.2.3. Рассчитайте отношение значений среднего сдвига частиц с радиусами $r_1=2 \cdot 10^{-9}$ м и $r_2=8 \cdot 10^{-7}$ м при их броуновском движении за равные отрезки времени.

ОТВЕТЫ:

1. $6,25 \cdot 10^{-6}$
2. $2,5 \cdot 10^{-3}$
3. $5,0 \cdot 10^{-2}$
4. $2,0 \cdot 10$
5. $4,0 \cdot 10^2$

ВОПРОС 1.2.4. Какое из указанных явлений не характерно для истинно—коллоидных систем?

ОТВЕТЫ:

1. Коллоидные растворы способны рассеивать свет или опалесцировать, что указывает на их неоднородность.
2. Коллоидно — дисперсные системы способны к диализу, т.е. они могут быть очищены от различных примесей кристаллических веществ.
3. Частицы дисперсной фазы могут обладать электрическим зарядом, поэтому коллоидные растворы обнаруживают явление электролиза.
4. Для коллоидных систем характерна весьма медленная диффузия.
5. Величина осмотического давления для коллоидных растворов характеризуется малым значением и непостоянством.
6. Коллоидные системы отличаются агрегативной неустойчивостью и способны коагулировать под влиянием внешних воздействий.

ВОПРОС 1.3.1. Изучите положения, характеризующие методы получения дисперсных систем. Какое из них недостаточно обоснованно?

ОТВЕТЫ:

1. Коллоидные системы, занимающие промежуточное положение между грубодисперсными и молекулярными, могут быть получены либо объединением молекул или ионов в агрегаты, либо в результате диспергирования больших частиц до требуемых размеров.
2. Диспергирование — это измельчение твердых или жидких тел в инертной, не взаимодействующей с измельчаемым веществом, среде.
3. В противоположность растворению диспергирование проходит, как правило, не самопроизвольно, а с затратой внешней работы.
4. В отдельных случаях твердое тело или жидкость могут самопроизвольно диспергироваться в жидкой среде с образованием коллоидной или микрогетерогенной лиофильной системы.
5. Пример физической конденсации — образование тумана: при понижении температуры воздуха давление водяного пара становится выше равновесного и в газовой фазе возникает новая жидкая фаза.
6. Метод химической конденсации заключается в образовании новой фазы в гомогенной среде в результате изменения состава среды.

ВОПРОС 1.3.2. Найти отношение скоростей оседания капелек водяного тумана, если их радиусы равны соответственно: $r_1=10^{-4}$ м и $r_2=10^{-6}$ м

ОТВЕТЫ:

1. 10^{-6}
2. 10^{-4}
3. 10^{-2}
4. 10^2
5. 10^4

ВОПРОС 1.3.2. В каком из приведенных примеров вещество дисперсной фазы — твердое тело, а вещество дисперсионной среды — жидкость?

ОТВЕТЫ:

1. думы, пыли, смог
2. мыльные пены, эмульсии
3. гидрозоль, органозоль
4. уголь, силикагель
5. сплавы, ситаллы
6. нефть, молоко
7. минералы: опал, жемчуг.

ВОПРОС 1.3.4. Какое из уравнений не следует использовать для определения молекулярно-кинетических свойств коллоидно-дисперсных систем? ОIВЕТЫ:

1. $p = cRT$
2. $dm = -DA \frac{dc}{dx} d\tau$
3. $\overline{\Delta x^2} = \frac{RT\tau}{3\pi\eta N_A}$
4. $\overline{\Delta x^2} = 2D\tau$
5. $D = \frac{RT}{6\pi\eta N_A}$

где c — моляльная концентрация; p — осмотическое давление; D - коэффициент диффузии.

ВОПРОС 1.3.5. Найти отношение осмотических давлений для двух гидрозоль сернистого мышьяка одинаковой концентрации, но различной дисперсности с радиусами сферических моночастиц соответственно $r_1=3\cdot 10^{-8}$ м и $r_2=6\cdot 10^{-9}$ м.

ОТВЕТЫ:

1. $3,8\cdot 10^{-6}$

2. $8 \cdot 10^{-3}$
3. 0,7
4. 5,0
5. 11,0

Рейтинг-контроль 2

ВОПРОС 2.1.1. *Ознакомьтесь с положениями, характеризующими поверхностные явления. Какое из них — неудовлетворительно?*

ОТВЕТЫ:

1. Поверхностными называется тонкий трехмерный слой, образующийся на поверхности контактирующих фаз и имеющий конечные размеры.
2. На границе раздела жидкость — газ равнодействующая сил межмолекулярного взаимодействия направлена нормально к поверхности в сторону жидкой фазы.
3. Работа, совершаемая в изотермических условиях в процессе перевода молекулы из объемной фазы в поверхностный слой, равна увеличению свободной поверхностной энергии.
4. Поверхностная энергия — это работа разрыва связей при дроблении твердых тел, связанная с увеличением поверхности раздела.
5. Внутреннее давление — это сила, с которой поверхностный слой воздействует на объем фазы.

ВОПРОС 2.1.2. *Изучите определения, характеризующие природу поверхностного натяжения. Какое из них требует уточнения?*

ОТВЕТЫ:

1. Работа образования единицы поверхности, совершаемая против сил внутреннего давления, называется поверхностным натяжением.
2. Величина σ — поверхностное натяжение — является коэффициентом пропорциональности между работой, затраченной на изменение площади поверхности и этим изменением площади.
3. Согласно экспериментальным данным поверхностное натяжение линейно уменьшается с ростом температуры вплоть до критической.
4. Величина σ характеризует межмолекулярное сцепление, полярность жидкости и связана с дипольным моментом, поляризуемостью вещества и диэлектрической проницаемостью.
5. Все утверждения справедливы.

ВОПРОС 2.1.3. *В каком случае переход к следующему фрагменту вывода уравнение адсорбции Гиббса недостаточно обосновано?*

ОТВЕТ:

1. Изменение свободной энергии поверхностного слоя:

$$dF = \sigma dA + Ad\sigma + \sum_i \mu_i dn_i + \sum_i n_i d\mu_i \quad (1)$$

2. По аналогии с уравнением Гиббса-Дюгема:

$$Ad\sigma + \sum_i n_i d\mu_i = 0 \quad (2)$$

3. Ограничиваясь только изотермическими процессами и разделив обе части уравнения (2) на A , получим, $d\sigma = -\sum_i \Gamma_i d\mu_i$

4. Для бинарной система (индекс 1 — растворитель, 2 — растворенное вещество $d\sigma = -\Gamma_1 d\mu_1 - \Gamma_2 d\mu_2$

5. Так как $d\mu = RT d \ln a$, допуская замену активности на концентрацию для разбавленных растворов, получим $\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc}$

ВОПРОС 2.1.4. *Для каких из приведенных веществ в случае водных растворов величина $d\sigma/dc$ больше нуля?*

1. неорганические электролиты
2. органические кислоты
3. спирты
4. белки
5. сложные эфиры.

ВОПРОС 2.2.1. Проанализируйте уравнения, характеризующие поверхностное натяжение и поверхностную энергию. Какое из них требуется дополнительно уточнить?

ОТВЕТЫ:

1. $\Delta w = \sigma \Delta A$

2. $\sigma = \left(\frac{dG}{dA} \right)_{T, P, n_i}$

3. $U = \sigma - T \left(\frac{dG}{dT} \right)_V$

4. $\frac{dG}{dT} = const$

5. $\sigma = \left(\frac{dF}{dA} \right)_{V, T, n}$

ВОПРОС 2.2.2. Изучите положения, характеризующие природу адсорбционных сил. Какое из них не соответствует современным представлениям?

ОТВЕТЫ:

1. Адсорбционными называются силы межмолекулярного взаимодействия между молекулами или атомами, находящимися в разных фазах.
2. Как силы особого рода адсорбционные силы обладают ориентационным, индукционным и дисперсионным взаимодействием.
3. Для понимания природы адсорбционных сил необходимо учитывать, что в акте адсорбции молекула адсорбата взаимодействует не с одним, а со всеми ближайшими атомами адсорбента, т.е. с объемом.
4. Толщина адсорбционных слоев может достигать тысяч ангстрем, этот факт указывает на дальное действие адсорбционных сил.
5. Теория межмолекулярных сил показывает, что все три компоненты энергии притяжения: ориентационная, индукционная и дисперсионная составляющие обратно пропорциональны шестой степени расстояния.

ВОПРОС 2.2.3. Какая из приведенных зависимостей называется изотермой адсорбции?

ОТВЕТЫ:

1. $a = f(T)$

2. $a = f(P)$

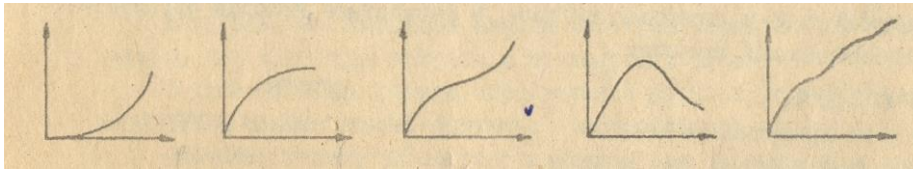
3. $P = f(T)$

4. $P = f(a)$

5. $T = f(P)$

ВОПРОС 2.2.4. Изучите кривые, представляющие зависимость количества адсорбируемого вещества (ордината) от давления в газовой фазе (абсцисса) для межфазной поверхности раздела твердое тело — газ. Какая из кривых характерна для теории адсорбции БЭТ?

ОТВЕТЫ:



ВОПРОС 2.2.5. Проанализируйте уравнения, описывающие адсорбцию на твердой и жидкой поверхности раздела фаз. Какое из них является эмпирическим?

ОТВЕТЫ:

$$1. a(1+kP) = a_{\max} kP$$

k – константа

$$2. \lg a = \lg b + \frac{1}{n} \lg P$$

b, n – константы

$$3. \Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{kc}{1+kc}$$

c – концентрация

$$4. a = \frac{a_{\max} kP/P_s}{\left(1 - \frac{P}{P_s}\right) \left[1 + (k-1) \frac{P}{P_s}\right]}$$

P_s – давление насыщенного пара

$$5. a = K_{\Gamma} P$$

K_{Γ} – константа Генри

Рейтинг-контроль 3

ВОПРОС 3.1.1. Изучите положения, характеризующие адсорбцию на межфазной поверхности твердое тело — газ. Какое из них не согласуется с исходными положениями теории адсорбции Ленгмюра?

ОТВЕТЫ:

1. Адсорбция молекул адсорбтива происходит на активных центрах, находящихся на поверхности твердого адсорбента.
2. Адсорбированные молекулы удерживаются активными центрами только в течение определенного времени, которое не зависит от температуры.
3. Поверхностная концентрация адсорбтива пропорциональна давлению газа и концентрации свободных активных центров.
4. Вследствие малого радиуса действия адсорбционных сил и их способности к насыщению поверхность адсорбента может быть заполнена только одним мономолекулярным слоем адсорбтива.
5. Адсорбированные на соседних активных центрах молекулы адсорбтива не взаимодействуют между собой.
6. Адсорбция представляется как квазихимическая реакция между молекулой газа и активным центром, в результате которой образуется адсорбированный комплекс.

ВОПРОС 3.1.2. Какую из приведенных величин определяет частная производная от термодинамического потенциала по площади?

$$\left(\frac{dG}{dA}\right)_{T,P,c}$$

ОТВЕТЫ:

1. химический потенциал

2. внутренняя энергия
3. поверхностное натяжение
4. поверхностная активность
5. свободная энергия.

ВОПРОС 3.1.3. Проанализируйте следующие исходные положения теории молекулярной адсорбции Поляни. Какое из них не соответствует современным теоретическим и экспериментальным данным?

ОТВЕТЫ:

1. Адсорбция обуславливается только физическими Ван-дер-ваальсовыми силами. На поверхности адсорбента нет активных центров.
2. Адсорбционные силы действуют на расстояния, превышающие размеры отдельных молекул адсорбтива. Образуется адсорбционный объем.
3. Каждая точка внутри адсорбционного объема характеризуется определенным значением адсорбционного потенциала.
4. Адсорбционный потенциал представляет собой изотермическую работу сжатия газа (пара) при переводе его из объемной фазы в область поверхностного слоя с давлением, отличным от равновесного.
5. Действие адсорбционных сил по мере удаления от межфазной поверхности уменьшается и на некотором расстоянии равно нулю.
6. Зависимость адсорбционного потенциала от адсорбционного объема носит название характеристической кривой.

ВОПРОС 3.1.4. Какой из перечисленных экспериментальных методов не позволяет определять поверхностное натяжение?

ОТВЕТЫ:

1. Метод максимального давления пузырька (метод Ребиндера)
2. Метод перемещения шарика в дисперсионной среде
3. Сталагмометрический метод отрыва капли жидкости
4. Тензиметрический метод отрыва кольца
5. Метод капиллярного поднятия жидкости.

ВОПРОС 3.1.5. Изучите положения, характеризующие адсорбцию на межфазной поверхности твердое тело — газ (пар). Какое из них существенно отличается от основных положений теории полимолекулярной адсорбции паров Брунауэра — Эмметта — Теллера?

ОТВЕТЫ:

1. На поверхности твердого адсорбента имеются неравноценны в энергетическом отношении активные центры.
2. Адсорбция многослойна. Каждая молекула первого слоя служит центром для адсорбции второго и последующих слоев.
3. Первый слой адсорбтива образуется в результате действия Ван-дер-ваальсовых сил, последующие — в результате компенсации.
4. Адсорбированная фаза представляется как совокупность адсорбированных комплексов — молекулярных цепочек, которые энергетически не взаимодействуют друг с другом.
5. Теплоты адсорбции единичного и двойного комплексов приблизительно одинаковы и равны теплоте объемной конденсации.
6. Адсорбцию молекул пара можно рассматривать как серию квазихимических реакций образования адсорбционных комплексов.
7. При значениях давления в газовой фазе, далеких от давления насыщенного пара, образуется мономолекулярный слой.
8. При увеличении давления в газовой фазе число свободных активных центров сокращается, а число кратных комплексов растет.
9. Объемная конденсация пара происходит при достижении давлений, равных давлению насыщенного пара при данной температуре

10. Предполагается, что площадь, приходящаяся на одну молекулу адсорбтива в поверхностном слое, - постоянная величина. Это дает возможность вычислять величину удельной поверхности адсорбента.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

1. Структура дисперсных систем. Дисперсная фаза, дисперсионная среда. Количественные характеристики дисперсности
2. Классификация дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по концентрации, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой.
3. Понятие о лиофильных и лиофобных дисперсных системах. Особенности коллоидного состояния вещества.
4. Суспензии и их свойства. Получение. Агрегативная устойчивость и определяющие её факторы. Седиментационный анализ суспензий. Пасты.
5. Эмульсии, пены и их свойства. Получение. Типы эмульсий. Устойчивость эмульсий и пен и её нарушение. Факторы устойчивости эмульсий и пен. Свойства концентрированных и высококонцентрированных эмульсий.
6. Методы получения и очистки коллоидных растворов.
7. Молекулярно-кинетические и оптические свойства коллоидных систем. Броуновское движение (уравнение Эйнштейна), диффузия (уравнения Фика), осмотическое давление. Их взаимосвязь.
8. Седиментация. Седиментационная устойчивость и седиментационное равновесие. Центрифуга и её применение для исследования коллоидных систем.
9. Рассеивание и поглощение света. Уравнение Рэлея. Ультрамикроскопия и электронная микроскопия коллоидных систем. Определение формы, размеров и массы коллоидных частиц.
10. Термодинамика поверхностных явлений. Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Зависимость поверхностного натяжения от температуры.
11. Связь поверхностной энергии Гиббса и поверхностной энтальпии. Краевой угол смачивания. Термодинамические условия смачивания и растекания. Гидрофильность и гидрофобность поверхности твердых тел.
12. Адсорбция поверхностно-активных веществ (ПАВ). Термодинамика адсорбции. Вывод уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
13. Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность. Правило Дюкло–Траубе. Уравнение Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции..
14. Ориентация молекул ПАВ в поверхностном слое. Определение площади, занимаемой молекулой ПАВ в насыщенном адсорбционном слое. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел.
15. Природа электрических явлений в дисперсных системах. Механизм возникновения электрического заряда на границе раздела двух фаз. Строение двойного электрического слоя.
16. Мицелла, строение мицеллы гидрофобного золя. Заряд и электрокинетический потенциал коллоидной частицы. Явление перезарядки коллоидных частиц.
17. Электрокинетические явления. Электрофорез. Связь электрофоретической скорости коллоидных частиц с их электрокинетическим потенциалом (уравнение Гельмгольца-Смолуховского). Электрофоретическая подвижность. Электроосмос. Электроосмотический метод измерения электрокинетического потенциала.
18. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивость коллоидных систем. Агрегация и седиментация частиц дисперсной фазы.

19. Коагуляция и факторы, её вызывающие. Медленная и быстрая коагуляция. Порог коагуляции, его определение. Правило Шульце–Гарди. Коагуляция золью смесями электролитов. Правило аддитивности, антагонизм и синергизм ионов.
20. Вязкость растворов. Отклонение свойств растворов от законов Ньютона. Уравнение Бингама. Причины аномальной вязкости растворов полимеров. Методы измерения вязкости растворов
21. Факторы устойчивости растворов. Тиксотропия студней и гелей. Синерезис.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

КОНТРОЛИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА 4.1.

ВОПРОС 4.1.1. *Проанализируйте нижеприведенные положения, характеризующие механизм образования двойного электрического слоя, Найдите положение, являющееся либо неверным, либо спорным!*

ОТВЕТЫ:

1. Электрические явления на межфазных поверхностях — следствие избыточной поверхностной энергии — результат взаимодействия соприкасающихся фаз между собой.
2. Специфическая адсорбция ионов — переход из жидкой фазы в поверхностный слой частиц дисперсной фазы – сопровождается перераспределением зарядов в области поверхностного слоя.
3. Если межфазная поверхность образована веществами, не способными обмениваться зарядами, то двойной электрический слой может образоваться в результате ориентирования полярных молекул.
4. Переход ионов или электронов из одной фазы в другую на границе раздела называется поверхностной диссоциацией.
5. Адсорбция ионогенного поверхностно—активного вещества может происходить на границе двух несмешивающихся жидкостей, например, воды и бензола. Полярная группа молекулы поверхностно — активного вещества, обращенная к воде, будет диссоциировать; в результате диссоциации межфазная поверхность приобретает заряд.
6. Если в систему металл — вода добавить хлористый натрий, то за счет избирательной адсорбции анионов хлора на металле появится избыточный отрицательный заряд, в близлежащем слое раствора будет избыточный положительный заряд из ионов натрия.
7. При контакте металла с газовой фазой происходит переход электронов от металла к газу. Межфазная поверхность заряжается.

ВОПРОС 4.1.2. *Изучите положения, характеризующие механизм образования двойного слоя ионов на примере образования золь сульфата бария. Какое из них требует уточнения?*

ОТВЕТЫ:

1. При сливании водных растворов хлорида бария и сульфата натрия образуется золь сульфата бария.
2. В зависимости от условий (концентрация компонентов, температуры и других) образуются микрокристаллики $BaSO_4$ большей или меньшей дисперсности.
3. Если исходные компоненты взяты не в строго стехиометрических соотношениях, то ионы бария или сульфат-ионы могут оказаться в значительном избытке.
4. При избытке, например ионов бария, они начнут переходить из раствора в твердую фазу и занимать вакантные места, достраивая кристаллическую решетку.
5. При этом твердая фаза приобретает положительный заряд, жидкая — отрицательный. Избыточные сульфат-ионы вследствие кулоновского взаимодействия подтянутся из раствора к адсорбированным на поверхности ионам бария — образуется двойной слой ионов.
6. Ионы бария, вызывающие в данном случае возникновение межфазного потенциала, называются потенциалопределяющими.

7. Сульфат-ионы, концентрирующиеся в растворе около заряженной поверхности кристаллов сульфата бария называются противоионами.

ВОПРОС 4.1.3. *Какое из определений, характеризующих электрокинетические явления, можно считать противоречивым?*

ОТВЕТЫ:

1. Явление переноса жидкости под действием внешнего электрического поля, наблюдаемое в капиллярно—пористых телах, а также в одиночных капиллярах, называется электроосмосом.
2. Перемещение частиц дисперсной фазы в электрическом поле относительно дисперсионной среды называется электрофорезом.
3. Возникновение разности потенциалов между двумя сторонами пористой диафрагмы при пропускании через нее воды либо между концами одиночного капилляра при протекании через него воды называется потенциалом течения.
4. Появление разности потенциалов между двумя электродами, расположенными на разной высоте сосуда, в котором оседает (перемещается) суспензия мелкодисперсного кварца, называется потенциалом оседания или потенциалом седиментации.
5. Электрокинетические явления проявляются тем слабее, чем мельче частицы дисперсной фазы, и исчезают совсем при переводе дисперсной системы в молекулярный раствор.
6. Причина электрокинетических явлений заключается в существовании противоположных зарядов твердой и жидкой фаз системы.
7. Разноименность зарядов фаз приводит в случае неподвижного пористого тела в электрическом поле к перемещению подвижных противоионов вместе с жидкой фазой.
8. Сущность электрокинетических явлений заключается в передвижении частиц дисперсной фазы и дисперсионной среды при приложении к системе разности потенциалов или, наоборот, в возникновении разности потенциалов при относительном перемещении фазы и среды.

КОНТРОЛИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА 4.2.

ВОПРОС 4.2.1. *Проанализируйте рассуждения о природе электрокинетического потенциала и укажите ошибочное?*

ОТВЕТЫ:

1. Электрокинетический потенциал — это электрический потенциал, отсчитываемый от границы скольжения до уровня в жидкой фазе, достаточно удаленного от межфазной границы раздела.
2. Граница скольжения устанавливается при относительном перемещении фаз, например при течении жидкости вдоль твердой поверхности.
3. Невозможно указать точное положение границы скольжения.
4. С достаточной уверенностью можно предположить, что первый слой ионов и первый слой молекул воды, смачивающих твердую фазу не перемещаются относительно твердой фазы при течении жидкости.
5. Электрокинетический потенциал возникает при относительном перемещении фаз под действием приложенного электрического поля.

ВОПРОС 4.2.2. *Рассмотрите положения, описывающие механизм образования двойного электрического слоя ионов. Какое из них противоречит экспериментальным данным?*

ОТВЕТЫ:

1. На границе вода — твердый йодид серебра в воду будут переходить преимущественно ионы серебра, так как они более гидратированы.
2. Поверхность йодида серебра будет иметь некоторый избыток ионов йода, который со стороны воды будет нейтрализован избытком ионов серебра в прилегающем слое.
3. Этот процесс приведет к возникновению межфазного скачка потенциалов, препятствующего дальнейшему переходу ионов.

4. Двойной слой ионов образуется не самопроизвольно, а в результате уменьшения энергии поверхностного слоя.
5. В результате процесса перехода ионов устанавливается равновесие, которому соответствует определенное значение скачка потенциалов.

ВОПРОС 4.2.3. *Какое из явлений наблюдается, если жидкость под влиянием разности потенциалов перемещается через пористую неподвижную мембрану к одному из электродов?*

1. Электролиз
2. электрофорез
3. электроосмос
4. эффект Квинке
5. эффект Дорна
6. электродиализ.

КОНТРОЛИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА 4.3.

ВОПРОС 4.3.1. *Проанализируйте положения характеризующие строение двойного электрического слоя. Какое из них не согласуется с современными теоретическими и экспериментальными данными?*

ОТВЕТЫ:

1. Двойной электрический слой состоит из ионов одно знака, относительно прочно связанных с дисперсной фазой, и эквивалентного количества противоположно заряженных ионов, находящихся в дисперсионной среде вблизи межфазной поверхности.
2. Заряд на поверхности твердой дисперсной фазы в первом приближении рассматривается как поверхностный заряд.
3. Двойной электрический слой образуется в результате избирательной адсорбции одного из ионов, присутствующих в дисперсионной среде.
4. Двойной электрический слой на межфазной границе твердое тело — жидкость представляется как плоский конденсатор, одна обкладка которого связана с поверхностью твердого тела, а другая, несущая противоположный заряд, находится в жидкости вблизи поверхности.
5. Вследствие теплового движения ионов противоионы рассеяны в жидкой фазе на некотором расстоянии.

ВОПРОС 4.3.2. *При каких значениях электрокинетического потенциала в милливольтках дисперсная система может считаться устойчивой?*

ОТВЕТЫ:

1. 0...30
2. 0...50
3. 0...100
4. 30...70
5. 50...100

ВОПРОС 4.3.3. *Какое из уравнений соответствует теории строения двойного электрического слоя, предложенной Штерном?*

$$1. \sigma = \frac{\varepsilon}{4\pi\delta} \varphi$$

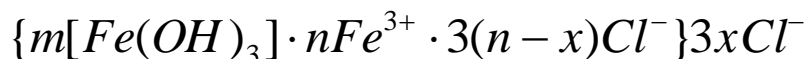
$$2. c_+ = c_0 \exp\left(-\frac{Fz\varphi}{RT}\right)$$

$$3. \xi = 4\pi\eta Q\zeta / \varepsilon l$$

$$4. c_- = c_0 \exp\left(-\frac{\Phi_- + zF\varphi}{RT}\right)$$

$$5. \xi = 4\pi\eta U / \varepsilon H$$

ВОПРОС 4.3.4. Изучите определения, характеризующие структуру мицеллы



Какое из них неточно?

ОТВЕТЫ:

1. m – число нейтральных молекул, образующих агрегаты
2. n – число потенциалобразующих ионов
3. 3(n-x) – число противоионов, находящихся вблизи поверхности
4. x – число противоионов, рассеянных в жидкой фазе на некотором расстоянии от границы раздела
5. (n-x)+x – число ионов, находящихся в диффузионном слое.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ |
|---|-------------|--|
| | | Наличие в электронном каталоге ЭБС |
| 1 | 2 | 3 |
| Основная литература | | |
| Марков В. Ф. Маскаева Л. Н. Брусницына Л. А. Алексеева Т. А. Коллоидная химия: примеры и задачи: Учебное пособие - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 188 с. | 2017 | http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763836042.html |
| Ольшевский М.В., Дорофеева И.Б. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Рейтинговая система организации и оценки самостоятельной работы студента/ Учеб. пособие. ВлГУ, Владимир. – 2003. -70 с. | 2003 | http://znanium.com/catalog/product/941739 |
| Практические работы по коллоидной химии. Шиляева Л.П., Судакова Н.Н., Белоусова В.Н., Минакова Т.С., Мамонтов Г.В. Учебное пособие. 2015. 244 стр. | 2015 | http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970604359.html |
| Дополнительная литература | | |
| Кириченко О. А. Практикум по коллоидной химии: Учебно-методическое пособие - М.:МПУ, 2012. - 110 с. | 2012 | http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996311392.html |
| Францева Н. Н. Безгина Ю. А. Романенко Е. С. Волосова Е. В. Коллоидная химии: учебное пособие. - Ставрополь: Параграф, 2013. - 52 с. | 2013 | http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN9785996311392.html |

6.2. Периодические издания

1. Вода: химия и экология.
2. Сорбционные и хроматографические процессы.
3. Environ Technol.
4. Восточно – Европейский журнал передовых технологий

6.3. Интернет-ресурсы

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. <http://www.chemport.ru/>
3. <http://www.xumuk.ru/>
4. <http://elibrary.ru/>
5. <http://sci-hub.org/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации*. Лабораторные и лекционные занятия проводятся в ауд. 331-1 «Физическая и коллоидная химия».

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения Windows 7, Microsoft Office 2010.

Рабочую программу составил д.х.н. проф. Кухтин Б.А. Кухтин
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) научный сотрудник ООО «БМТ» к.х.н. Третьяков А.В. Третьяков
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии
Протокол № 28 от 16.05.22 года
Заведующий кафедрой д.х.н. проф. Кухтин Б.А. Кухтин
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»
Протокол № 28 от 16.05.22 года
Председатель комиссии д.б.н. проф. Трифонова Т.А. Трифорова
(ФИО, подпись)