

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра физической и коллоидной химии**

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

ПОДГОТОВКА К КОЛЛОКВИУМУ

Методические рекомендации для студентов всех форм обучения
по направлениям подготовки:

18.03.01 — Химическая технология

29.03.03 — Технология полиграфического и упаковочного
производства

18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии

Составители:
Е. Ю. Демьянцева
Ю. А. Петрова
В. А. Липин

Санкт-Петербург
2025

Утверждено
на заседании кафедры ФиКХ
29.11.2024 протокол № 4

Рецензент Р. А. Смит

Методические рекомендации соответствуют программам и учебным планам дисциплины «Коллоидная химия» для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 18.03.01 «Химическая технология», 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Методические рекомендации предназначены для бакалавров всех форм обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве
методических рекомендаций

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 16.04.2025 г. Рег.№ 5022/24

Высшая школа технологии и энергетики СПб ГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

© ВШТЭ СПбГУПТД, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Основные понятия	5
2. Содержание курса «Коллоидная химия»	19
3. Методические указания по подготовке к сдаче коллоквиумов.....	20
4. Вопросы к коллоквиумам по дисциплине «Коллоидная химия»	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к обязательной части блока учебного плана «Дисциплины (модули)».

Цель изучения дисциплины – сформировать основные теоретические представления о поверхностных явлениях и дисперсных системах, показав их роль в природе и в различных отраслях промышленности; сформировать творческое мышление, объединить фундаментальные знания основных законов и методов проведения исследований с последующей обработкой и анализом результатов исследований; сформировать навыки самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований.

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести и закрепить следующие общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- ОПК-1: Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.
- ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Структура дисциплины «Коллоидная химия» включает лекции, лабораторные работы и самостоятельную работу.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Агрегация – образование контактов между частицами дисперсной фазы при потере дисперсной системой агрегативной устойчивости.

Адагуляция – образование контактов между частицами дисперсной фазы и макроповерхностью.

Адгезия – межфазное взаимодействие между приведенными в контакт конденсированными фазами разной природы.

Адсорбат – вещество, которое перераспределяется между объемной фазой и поверхностным слоем (при адсорбции).

Адсорбент – конденсированная фаза, формирующая поверхность в адсорбционной системе (твердая фаза в системах т–ж и т–г; жидкая фаза в системах ж–ж и ж–г).

Адсорбционный потенциал – работа переноса 1 моль пара, находящегося в равновесии с жидким адсорбатом в отсутствии адсорбента, в равновесную с адсорбентом паровую фазу.

Адсорбция – явление самопроизвольного перераспределения компонентов системы между объемной фазой и поверхностным слоем.

Адсорбция абсолютная – количество адсорбата, находящееся в поверхностном слое, отнесенное к единице площади поверхности или к единице массы адсорбента.

Адсорбция Гиббсовская (избыточная адсорбция) – избыток адсорбата в объеме поверхностного слоя по сравнению с его количеством в таком же объеме объемной фазы, отнесенный к единице площади поверхности или к единице массы адсорбента.

Адсорбции изобара – зависимость величины адсорбции от температуры при постоянном парциальном давлении паров адсорбата.

Адсорбции изопикна – зависимость величины адсорбции от температуры при постоянной концентрации адсорбата.

Адсорбции изостера – зависимость концентрации (парциального давления) адсорбата от температуры при постоянной величине адсорбции.

Адсорбции изотерма – зависимость величины адсорбции от концентрации или парциального давления адсорбата при постоянной температуре.

Адсорбция ионообменная – происходит за счет обмена катионами или анионами между адсорбентом и раствором.

Адсорбция мономолекулярная – адсорбция, при которой на поверхности адсорбента формируется не более чем мономолекулярный слой адсорбата.

Адсорбция полимолекулярная – адсорбция, при которой на поверхности адсорбента формируется полимолекулярный слой из молекул адсорбата.

Адсорбция физическая – адсорбция, обусловленная действием сил физической природы.

Адсорбция химическая (хемосорбция) – происходит в результате образования химической связи между адсорбатом и адсорбентом.

Активность поверхностная – параметр, количественно характеризующий способность вещества снижать поверхностное натяжение

растворителя при данной температуре (частная производная от поверхностного натяжения по концентрации растворенного вещества при его концентрации, стремящейся к нулю, взятая с обратным знаком).

Амфолит – ионит (адсорбент), способный при ионообменной адсорбции обмениваться как катионами, так и анионами.

Анализ дисперсионный – установление распределения частиц дисперсной фазы по размерам (определение среднего размера частиц).

Анализ седиментационный – метод дисперсионного анализа (определение дисперсного состава), в основе которого лежит определение размеров частиц по скорости осаждения частиц дисперсной фазы в жидкой дисперсионной среде.

Анионит – ионит (адсорбент), обменивающийся анионами при ионообменной адсорбции. Атомные контакты (точечные) – непосредственные контакты между частицами по нескольким атомным ячейкам, возникающие при коагуляции (структурообразовании) за счет прорыва адсорбционно-сольватных слоев.

Аэрозоль – дисперсная система с газообразной дисперсионной средой, в которой диспергированы капли жидкости или твердые частицы.

Баланс гидрофильно-липофильный – характеристика коллоидных поверхностно-активных веществ (ПАВ), отражающая соотношение между гидрофильными свойствами полярной группы молекулы ПАВ и липофильными свойствами ее углеводородного радикала.

Бингама модель – реологическая модель вязкопластического твердообразного тела, представляющая собой соединенные параллельно элементы (модели) Ньютона и Сен-Венана–Кулона, к которым последовательно присоединен элемент Гука.

Бингама тело – вязкопластичное тело, проявляющее упругие или вязкие свойства в зависимости от напряжения сдвига.

Броуновское движение – хаотическое движение частиц (капель) дисперсной фазы в ультрамикрорегетерогенных системах, имеющее тепловую природу.

Ван-дер-Ваальса силы – силы межмолекулярного (и межатомного) взаимодействия с энергией 10-20 кДж/моль. Включают в себя три типа взаимодействия: дисперсионное, индукционное и ориентационное.

Дисперсионное взаимодействие (силы Лондона) проявляются между неполярными молекулами за счет возникновения флуктуаций электронной плотности, которые приводят к появлению мгновенного диполя и наведению диполя в другой молекуле. Индукционное взаимодействие (силы Дебая) проявляется при взаимодействии полярной и неполярной молекулы за счет индуцирования полярной молекулой диполя в неполярной.

Ориентационное взаимодействие (силы Кeesома) реализуется при взаимодействии молекул, имеющих собственный постоянный диполь.

Время половинной коагуляции – время, по истечении которого первичная частичная концентрация в результате агрегации (коагуляции) частиц уменьшается в два раза.

Вещества поверхностно-активные (ПАВ) – органические вещества, молекулы которых имеют дифильное строение; понижают поверхностное (межфазное) натяжение в результате адсорбции.

Вещества поверхностно-активные амфотерные – вещества, молекулы которых содержат как кислотную (обычно карбоксильную) группу, так и основную (обычно аминогруппу), поэтому в зависимости от pH раствора они проявляют свойства или анионных ПАВ (при $\text{pH} > 9$), или катионных ПАВ (при $\text{pH} < 4$), или неионогенных ПАВ (при $\text{pH} 4\text{--}9$).

Вещества поверхностно-активные анионные – вещества, диссоциирующие в растворах с образованием поверхностно-активного аниона (например, соли карбоновых кислот).

Вещества поверхностно-активные истинно растворимые (ПАВ) – поверхностно-активные вещества, не способные к мицеллообразованию, т.е. при любых концентрациях образующие истинные растворы.

Вещества поверхностно-активные катионные – вещества, диссоциирующие в растворах с образованием поверхностно-активного катиона (например, соли четвертичных аммониевых оснований).

Вещества поверхностно-активные неионогенные – поверхностно-активные вещества, молекулы которых не диссоциируют в растворах.

Вещества поверхностно-инактивные – вещества, не адсорбирующиеся на границе раздела фаз и повышающие поверхностное (межфазное) натяжение (неорганические кислоты, соли и основания).

Высота гипсометрическая – высота, на которой частичная концентрация в дисперсной системе уменьшается в e раз (является мерой термодинамической седиментационной устойчивости системы).

Высота капиллярного поднятия – высота, на которую поднимается (опускается) жидкость под действием капиллярных сил (лапласовского давления).

Вязкость (внутреннее трение) – свойство жидкостей и газов оказывать сопротивление необратимому перемещению одной их части относительно другой при сдвиге и других видах деформации. Количественно вязкость характеризуют отношением напряжения сдвига к скорости деформации (уравнение Ньютона). Этот параметр называется динамической вязкостью.

Величина, обратная вязкости, называется текучестью.

Вязкость ньютоновская – динамическая вязкость, определяемая по уравнению Ньютона (как отношение напряжения к скорости сдвига) и учитывающая все виды сопротивления течению жидкости.

Вязкость относительная – отношение вязкости дисперсной системы (раствора полимера) к вязкости дисперсионной среды (растворителя)

Вязкость приведенная – отношение удельной вязкости к концентрации дисперсной системы (раствора полимера).

Вязкость удельная – разность вязкостей дисперсной системы (раствора полимера) и дисперсионной среды (растворителя), деленная на вязкость дисперсионной среды (растворителя).

Вязкость характеристическая – результат экстраполяции концентрационной зависимости приведенной вязкости к нулевому значению концентрации дисперсной системы (раствора полимера).

Вязкость эффективная – вязкость неньютоновской системы, рассчитанная по уравнению Ньютона.

Гамакера константа – параметр, входящий в уравнение для расчета молекулярной составляющей энергии взаимодействия двух частиц дисперсной фазы; зависит от природы взаимодействующих частиц.

Гартли мицеллы – сферические мицеллы, которые образуются в водных растворах поверхностно-активных веществ по достижении критической концентрации мицеллообразования (ККМ).

Гель (студень) – твердообразная структурированная дисперсная система, в которой частицы образуют пространственный каркас (сетку) во всем объеме системы.

Гельмгольца слой (адсорбционный слой) – плотный слой из противоионов в ДЭС, прилегающий к заряженной потенциалопределяющими ионами межфазной поверхности и удерживаемый у нее за счет электростатических сил и адсорбционного взаимодействия.

Гельмгольца толщина слоя (адсорбционного) – принимается равной радиусу гидратированных ионов, составляющих этот слой.

Гетерокоагуляция – взаимная коагуляция частиц разной природы.

Гетерогенность – многофазность (признак объекта коллоидной химии, указывает на наличие межфазной поверхности).

Гидрозо́ль – ультрамикроретерогенная система, состоящая из водной дисперсионной среды и твердой дисперсной фазы, размеры частиц которой лежат в пределах 1–100 нм.

Гистерезис смачивания – различие краевых углов натекания и оттекания.

Гуи слой (диффузный слой) – слой из противоионов в ДЭС, не вошедших в слой Гельмгольца, находящийся в растворе, примыкающем к межфазной поверхности, в котором электрический потенциал по мере удаления от поверхности уменьшается по экспоненте.

Гуи толщина слоя (диффузного) – принимается как расстояние, на котором потенциал диффузного слоя уменьшается в число раз, равное основанию натуральных логарифмов (в e раз).

Давление избыточное внутреннее (капиллярное давление) – разность давлений внутри тела с искривленной поверхностью и внутри того же тела с плоской поверхностью.

Давление поверхностное – давление адсорбционной пленки (разность поверхностных натяжений растворителя и раствора).

Десорбция – явление, обратное адсорбции (переход адсорбата из поверхностного слоя в объемную фазу).

Деформация – относительное смещение точек системы, при котором не нарушается ее сплошность.

Дзета-потенциал (электрокинетический потенциал, ζ -потенциал) – потенциал, возникающий на плоскости скольжения при отрыве части диффузного слоя.

Диализ – метод разделения компонентов раствора, основанный на различной скорости диффузии их через мембрану.

Диспергирование – метод получения дисперсных систем путем дробления или измельчения конденсированных тел.

Дисперсность – признак объекта коллоидной химии и одновременно параметр, характеризующий степень раздробленности дисперсной фазы, определяемый как величина, обратная определяющему (минимальному) размеру элемента дисперсной фазы.

Диффузия – самопроизвольный процесс переноса вещества, обусловленный градиентом химического потенциала (концентрации молекул, коллоидных частиц), приводящий, в частности, к выравниванию концентраций в системе.

Емкость (интегральная) двойного электрического слоя – отношение плотности заряда к величине электрического потенциала.

Жидкость неньютоновская – жидкость, течение которой не подчиняется уравнению Ньютона. Вязкость такой жидкости зависит от напряжения (скорости) сдвига.

Жидкость ньютоновская – жидкость, течение которой подчиняется уравнению Ньютона. Вязкость такой жидкости не зависит от напряжения (скорости) сдвига и является постоянной при данной температуре.

Жидкость псевдопластическая – неньютоновская жидкость, течение которой сопровождается ориентацией частиц в потоке (дисперсные системы с анизометричными частицами, разбавленные растворы полимеров), в результате чего вязкость системы уменьшается при увеличении напряжения или скорости сдвига.

Зародыш новой фазы – первичная частица (капля, пузырек), образующаяся в результате конденсации (кристаллизации) в пересыщенной системе.

Зародышеобразование – образование зародышей новой фазы в системе, находящейся в пересыщенном состоянии (реализуется в конденсационном методе получения дисперсных систем).

Золь – ультрамикрорегетерогенная (коллоидная) дисперсная система, в которой частицы твердой дисперсной фазы распределены в жидкой дисперсионной среде.

Изотерма двухмерного давления – зависимость поверхностного давления адсорбционной пленки (разности поверхностного натяжения растворителя и раствора ПАВ) от величины площади поверхности, занимаемой одним моном ПАВ (или одной молекулой ПАВ).

Изотерма поверхностного натяжения растворов ПАВ – зависимость величины поверхностного натяжения растворов от концентрации ПАВ при постоянной температуре.

Ионит органический (ионообменная смола) – сшитый полиэлектролит, способный к ионному обмену, с помощью которого осуществляется извлечение (адсорбция) из растворов определенных ионов.

Ионы потенциалопределяющие – ионы, располагающиеся непосредственно на границе раздела контактирующих фаз при формировании двойного электрического слоя (ионы, определяющие знак заряда поверхности).

Капиллярно-конденсационный гистерезис – несовпадение изотерм адсорбции и десорбции при адсорбции паров в мезопорах (переходных порах).

Катионит – адсорбент (ионит), способный обмениваться катионами (при ионообменной адсорбции).

Кельвина эффект – (см. перегонка изотермическая).

Коагуляция – сцепление частиц (образование агрегатов, слияние капель) в свободнодисперсных системах при потере ими агрегативной устойчивости, в результате чего поверхностная энергия уменьшается.

Коагуляция быстрая – коагуляция, протекающая в отсутствие потенциального барьера, при котором все столкновения частиц приводят к их агрегации.

Коагуляция концентрационная – коагуляция лиофобных дисперсных систем, происходящая при введении в них индифферентного электролита вследствие сжатия диффузной части двойного электрического слоя и последующего уменьшения сил электростатического отталкивания.

Коагуляция медленная – коагуляция лиофобных дисперсных систем, при которой не каждое столкновение частиц является эффективным, что обуславливается наличием потенциального барьера, препятствующего их агрегации.

Коагуляция нейтрализационная – коагуляция лиофобных дисперсных систем, происходящая при введении в них неиндифферентного электролита вследствие снижения абсолютного значения потенциала диффузного слоя или поверхностного потенциала частиц и последующего уменьшения сил электростатического отталкивания.

Коагуляция необратимая – коагуляция, сопровождающаяся образованием фазовых контактов между частицами.

Коагуляция обратимая – коагуляция, при которой между частицами в агрегатах сохраняются прослойки поверхностных слоев (ДЭС, дисперсионная среда, адсорбционный слой).

Коалесценция – коагуляция в эмульсиях, результатом которой является слияние капель. Поверхностная энергия в этом случае уменьшается, в основном в результате сокращения площади поверхности дисперсной фазы.

Когезия – взаимодействие между молекулами, ионами внутри одной фазы.

Конденсация капиллярная – конденсация паров в капиллярах (порах) при наличии в них вогнутых менисков жидкого адсорбата, происходящая при более низком давлении, чем конденсация паров той же жидкости на плоской поверхности (описывается уравнением Кельвина).

Контакты коагуляционные – обратимые контакты между частицами дисперсной фазы, при которых между ними сохраняются прослойки поверхностных слоев (дисперсионной среды).

Контакты фазовые – необратимые прочные контакты между частицами, возникающие в результате образования химических связей на площади, существенно превышающей площадь атомных ячеек.

Коэффициент шероховатости – количественная характеристика шероховатости. Определяется как отношение площади поверхности (с учетом ее неровностей) к ее проекции на плоскость.

Кривая вязкости – зависимость эффективной вязкости от напряжения или скорости сдвига.

Кривая потенциальная – зависимость суммарной энергии взаимодействия двух частиц от расстояния между ними.

Кривая распределения объема пор по размерам (интегральная) – зависимость объема (кумулятивного) пор от их диаметров (радиусов).

Кривая распределения объема пор по размерам (дифференциальная) – получают дифференцированием интегральной кривой распределения по диаметру (радиусу) пор.

Кривая (численного) распределения частиц по размерам (интегральная) – зависимость числа (кумулятивного) частиц от их диаметров (радиусов).

Кривая (численного) распределения частиц по размерам (дифференциальная) – получают дифференцированием интегральной кривой распределения по диаметру (радиусу) частиц.

Кривая седиментации – зависимость массы осевших частиц от времени седиментации.

Кривая течения – зависимость скорости деформации от напряжения сдвига или наоборот.

Кривизна поверхности – удвоенная производная от площади поверхности по объему элемента дисперсной фазы (количественная характеристика дисперсности).

Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) – минимальная концентрация поверхностно-активного вещества в растворе, при которой образуются мицеллы. Критическая концентрация структурообразования (ККС) – концентрация дисперсной фазы, при которой формируется пространственная структура во всем объеме дисперсной системы.

Ксерогель – высушенный (прокаленный) гель.

Латекс – гидрозоль полимера, получаемый методом эмульсионной полимеризации.

Ленгмюра–Блоджетт пленки – моно- и полимолекулярные пленки, получаемые путем переноса монослоев молекул ПАВ с границы раздела жидкость–газ на поверхность твердой подложки.

Ленгмюра весы – прибор для измерения поверхностного (двухмерного) давления адсорбционных пленок.

Ленгмюра частокол (монослой Ленгмюра) – расположение молекул поверхностно-активного вещества на границе раздела фаз в сплошном мономолекулярном слое, при котором углеводородные радикалы ориентированы перпендикулярно межфазной поверхности.

Лиозоль – ультрамикрорегетерогенная система (наносистема) с жидкой дисперсионной средой.

Мак-Бена мицеллы – пластинчатые мицеллы, образующиеся в водных растворах поверхностно-активных веществ.

Максвелла модель – реологическая модель упруговязкой жидкости, которую представляют в виде последовательно соединенных элементов (моделей) Гука и Ньютона.

Марангони–Гиббса эффект – движение (течение) в поверхностных слоях, вызываемое градиентом поверхностного натяжения. Неоднородность по поверхностному натяжению обычно обусловлена неодинаковостью состава и температуры на разных участках межфазной поверхности. Течение происходит из области малых в область больших поверхностных натяжений вследствие самопроизвольного уменьшения энергии Гиббса поверхности. Одним из проявлений эффекта является растекание жидкости с меньшим поверхностным натяжением по поверхности жидкости с большим поверхностным натяжением.

Микропористое тело – твердое пористое тело с размерами пор, не превышающими ~2 нм.

Микроэмульсия – лиофильная высокодисперсная система жидкость–жидкость, у которой межфазное натяжение не превышает критическое значение (по критерию Ребиндера–Щукина).

Мицелла поверхностно-активного вещества – самопроизвольно образующийся в растворе ассоциат (агрегат) из молекул или ионов ПАВ.

Мицелла поверхностно-активного вещества (прямая) – мицелла ПАВ в воде, в которой полярные группы обращены в сторону дисперсионной среды (воды), а гидрофобные радикалы – внутрь мицеллы.

Мицелла поверхностно-активного вещества (обратная) – мицелла ПАВ в неполярной среде, в которой полярные группы обращены внутрь мицеллы, а гидрофобные радикалы – в сторону дисперсионной среды.

Мицелла гидрофобного золя – частица дисперсной фазы золя, на поверхности которой сформирован двойной электрический слой.

Мицеллообразование (в растворах ПАВ) – образование мицелл (сферических, цилиндрических, пластинчатых и т.д.) в растворах коллоидных ПАВ.

Модифицирование поверхности – лиофилизация или лиофобизация поверхности твердых тел, как правило, в результате адсорбции поверхностно-активных веществ.

Моющее действие поверхностно-активных веществ – удаление загрязнений с любых поверхностей в растворах коллоидных ПАВ, основанное на явлениях адсорбции, мицеллообразования и солубилизации.

Мыла – анионные поверхностно-активные вещества, являющиеся солями карбоновых кислот с радикалами, содержащими 8-20 атомов углерода.

Наноэмульсия – дисперсная система «жидкость–жидкость» с размерами капель до 10 нм.

Натяжение межфазное – поверхностное натяжение на границе раздела двух конденсированных фаз (жидкость–жидкость, твердое–жидкость и твердое–твердое).

Натяжение поверхностное – термодинамическая характеристика поверхности; определяется частной производной от любого термодинамического потенциала по площади поверхности раздела фаз при постоянстве других параметров.

Нефелометрия – метод определения размеров частиц в золях, а также молекулярной массы полимеров, основанный на измерении интенсивности света, рассеянного системой.

Ньютона идеально вязкая жидкость (модель Ньютона) – моделируется демпфером (поршнем с отверстиями), помещенным в цилиндр, заполненный идеально вязкой жидкостью.

Опалесценция – дифракционное рассеяние лучей света частицами ультрамикрорегетерогенных дисперсных систем (золей).

Органозоль – ультрамикрорегетерогенная (коллоидная) система, в которой частицы диспергированы в среде органического растворителя.

Пена – лиофобная дисперсная система, в которой газовая фаза диспергирована в жидкой дисперсионной среде.

Пептизация – процесс, обратный коагуляции, в результате которого контакты между частицами в осадке, агрегатах или геле разрушаются, и система переходит в состояние свободнодисперсной.

Перегонка изотермическая – укрупнение частиц в результате переноса вещества от мелких частиц к более крупным (из-за неравенства химических потенциалов частиц, обладающих разными размерами), что ведет к постепенному исчезновению мелких частиц и снижению поверхностной энергии.

Пластичность – способность твердообразных тел (дисперсных систем) к течению при механических напряжениях, превышающих предел текучести.

Пленки поверхностно-активных веществ – адсорбционные пленки ПАВ на различных границах раздела фаз (например, пленки Ленгмюра–Блоджетт).

Поверхность гидрофильная – поверхность, смачиваемая водой (краевой угол меньше 90°).

Поверхность гидрофобная – поверхность, не смачиваемая водой (краевой угол больше 90°).

Поверхность раздела фаз – межфазная поверхность, разделяющая две контактирующие фазы.

Подвижность электрофоретическая – отношение скорости движения частиц дисперсной фазы при электрофорезе к напряженности электрического поля.

Ползучесть – течение структурированной дисперсной системы, при котором пространственная сетка (структура) успевает обратимо восстанавливаться (первый участок на полной реологической кривой, на

котором вязкость системы с ростом напряжения сдвига не изменяется и имеет максимальное значение).

Полимеры – высокомолекулярные соединения, молекулы которых состоят из множества небольших по размерам одинаковых повторяющихся группировок (мономерных звеньев), соединенных химическими связями.

Полиэлектролиты – полимеры, молекулы которых способны диссоциировать в растворах.

Понизители твердости – вещества, при адсорбции которых уменьшается поверхностная энергия тела, что ведет к снижению его прочности и величины работы диспергирования (проявление эффекта Ребиндера).

Пористость – отношение объема пор к общему объему пористого тела (доля пустот в объеме тела) или к массе тела.

Порог быстрой коагуляции – концентрация электролита, при которой все столкновения частиц завершаются их агрегацией.

Порометрия – метод определения распределения объема пор по размерам, в основе которого лежит измерение объема жидкости (как правило, ртути), вдавливаемой в пористое тело.

Потенциал седиментации – явление возникновения разности потенциалов по высоте столба суспензии при осаждении частиц, имеющих ДЭС.

Потенциал течения – явление возникновения разности потенциалов при течении дисперсионной среды под действием перепада давления через пористую мембрану, на стенках пор которой имеется ДЭС.

Предел текучести – величина механического напряжения, по достижении которой происходит переход от обратимой деформации к течению деформируемого тела (в дисперсных системах сопровождается разрушением структуры).

Противоионы – ионы ДЭС, компенсирующие заряд потенциалопределяющих ионов, располагающиеся в слое Гельмгольца (адсорбционном слое) и слое Гуи (диффузном слое).

Работа адгезии – работа, затрачиваемая на разрыв адгезионной связи, отнесенная к единице площади поверхности контакта фаз (является термодинамической характеристикой прочности адгезионного соединения).

Работа когезии – работа, затрачиваемая на разрыв когезионной связи, отнесенная к единице площади поверхности.

Равновесие седиментационно-диффузионное – равновесие в дисперсной системе, возникающее при равенстве потоков седиментации и диффузии.

Размер определяющий элемента дисперсной фазы – минимальный размер элемента дисперсной фазы (например, нити, пленки, частицы).

Расклинивающее давление – избыточное давление, возникающее в тонких пленках (прослойках) между частицами, равное разности между давлением, с которым эта пленка действует на ограничивающие ее поверхности частиц, и давлением в объеме дисперсионной среды.

Рассеяние света – (см. опалесценция).

Растекание – самопроизвольный процесс течения жидкости по поверхности другой конденсированной фазы (при нулевом краевом угле), в результате чего система переходит в состояние с минимальной энергией Гиббса.

Ребиндера–Щукина критерий лиофильности дисперсных систем – значение критического (максимального) межфазного натяжения, при котором обеспечивается термодинамическая устойчивость дисперсных систем.

Ребиндера эффект – эффект уменьшения прочности твердого тела за счет адсорбционного понижения поверхностной энергии.

Реология – наука о деформации и течении тел под действием механических напряжений.

Реопексия – явление возрастания прочности структуры (вязкости) дисперсной системы при механическом воздействии.

Сдвига напряжение – тангенциальный вид напряжения, создаваемый при действии на тело силы, направленной по касательной к его поверхности, в результате чего возникает деформация сдвига.

Сдвига напряжение критическое – напряжение сдвига, при котором начинается разрушение пространственной структуры в дисперсной системе.

Седиментация – осаждение частиц дисперсной фазы (в гравитационном или центробежном полях).

Седиментация обратная – всплывание частиц дисперсной фазы, обусловленное тем, что их плотность меньше плотности дисперсионной среды.

Силикагель – ксерогель диоксида кремния.

Синерезис – самопроизвольное постепенное упрочнение структуры, сопровождающееся выделением части дисперсионной среды из структурной сетки (старение гелей).

Система грубодисперсная – дисперсная система (например, суспензия), элементы дисперсной фазы которой имеют размеры, превышающие ~10 мкм.

Система дисперсная – система, состоящая из дисперсной фазы и дисперсионной среды (является объектом изучения коллоидной химии).

Система лиофильная дисперсная – самопроизвольно образующаяся термодинамически устойчивая к агрегации высокодисперсная система.

Система лиофобная дисперсная – термодинамически неустойчивая к агрегации дисперсная система с повышенным значением межфазного натяжения (самопроизвольно не образуется).

Система микрогетерогенная – дисперсная система, размеры элементов дисперсной фазы (например, частиц, капель) в которой находятся примерно в интервале 0,1÷10 мкм.

Система монодисперсная – дисперсная система, элементы дисперсной фазы которой (частицы, капли, пузырьки) имеют одинаковый размер.

Система полидисперсная – дисперсная система, элементы дисперсной фазы которой имеют различные размеры.

Система ультрамикрогетерогенная – свободнодисперсная система с размерами частиц (капель) дисперсной фазы от 1 до 100 нм.

Сита молекулярные – пористые кристаллические адсорбенты и катализаторы, обладающие строго регулярной структурой и микропорами,

способные адсорбировать только те молекулы, размеры которых не превышают размеры пор.

Среда дисперсионная – сплошная фаза, в которой распределены (диспергированы) частицы (капли, пузырьки) дисперсной фазы.

Слой двойной электрический (ДЭС) – образуется на межфазной границе. Состоит из двух слоев зарядов противоположного знака. ДЭС возникает в результате преимущественной адсорбции ионов одного знака заряда или диссоциации поверхностных функциональных групп, а также определенного ориентирования полярных молекул на межфазной поверхности.

Слой поверхностный – слой, находящийся на границе двух взаимодействующих фаз и отличающийся по свойствам от свойств каждой из фаз.

Смачивание – поверхностное явление, наблюдаемое на границе раздела трех фаз, одна из которых является жидкостью.

Солюбилизат – нерастворимое в данном растворителе вещество, сконцентрированное внутри мицелл ПАВ.

Солюбилизатор – поверхностно-активное вещество, образующее мицеллы, способные к солюбилизации.

Солюбилизация – внедрение в состав мицелл ПАВ (растворение во внутренней их части, в ядре) нерастворимых или малорастворимых в дисперсионной среде веществ.

Состав гранулометрический – распределение частиц по размерам, например, в порошках.

Степень полидисперсности – характеристика полидисперсности системы, определяемая, например, как отношение максимального размера частиц к минимальному.

Структура дилатантная – трехмерная структура, совершенная по расположению частиц, формирующаяся в агрегативно устойчивых дисперсных системах при достижении стесненных условий (при концентрации, отвечающей перекрыванию поверхностных слоев частиц дисперсной фазы).

Структура коагуляционно-тиксотропная – обратимая пространственная структура, образующаяся в дисперсных системах при возникновении между частицами коагуляционных или атомных контактов.

Структура конденсационная (кристаллизационная) – прочная необратимая пространственная структура, формирующаяся в дисперсных системах в результате образования фазовых межчастичных контактов во всем объеме дисперсной системы.

Структурообразование – образование пространственной структуры (сетки) в объеме дисперсной системы.

Студни – (см. гели).

Суспензия – седиментационно неустойчивая дисперсная система (микрогетерогенная), в которой частицы твердой фазы распределены в жидкой дисперсионной среде.

Текучесть – величина, обратная вязкости.

Тело жидкообразное – тело (дисперсная система), у которого предел текучести равен нулю.

Тело (адсорбент) макропористое – твердое пористое тело, размеры пор которого превышают 200 нм (связнодисперсная система).

Тело (адсорбент) мезопористое (переходнопористое) – твердое пористое тело, размеры пор которого лежат в пределах $2 \div 200$ нм.

Тело твердообразное – тело (дисперсная система), течение которого происходит при приложении напряжения, превышающего предел текучести.

Теплота адсорбции дифференциальная – теплота, которая выделяется при адсорбции бесконечно малого количества адсорбата на данной поверхности адсорбента при данной степени ее заполнения в пересчете на 1 моль адсорбата.

Теплота адсорбции (смачивания) изостерическая – дифференциальная теплота адсорбции (смачивания), определяемая по изостерам.

Теплота адсорбции (смачивания) интегральная – количество теплоты, выделяемое при адсорбции (смачивании) данного количества адсорбата на данной поверхности адсорбента.

Тиксотропия – способность структурированной дисперсной системы к самопроизвольному восстановлению структуры (вязкости) после ее механического разрушения.

Тиндаля эффект (Тиндаля конус) – проявление рассеяния света высокодисперсными системами. Хорошо заметно либо при пропускании пучка лучей через дисперсную систему при наблюдении сбоку, либо при фокусировании световых лучей внутри коллоидной системы, когда наблюдается светящийся конус – конус Тиндаля.

Турбидиметрия – метод исследования высокодисперсных систем (например, определение размеров частиц), основанный на измерении оптической плотности.

Угол краевой – количественная характеристика смачивания; определяется как угол между касательной, проведенной через точку контакта трех фаз к поверхности смачивающей жидкости, и смачиваемой поверхностью другой конденсированной фазы (угол отсчитывается от касательной в сторону смачивающей жидкости).

Угол краевой натекания (оттекания) – статический краевой угол, возникающий при увеличении (уменьшении) капли и отличающийся от равновесного краевого угла.

Угол смачивания – см. краевой угол.

Устойчивость седиментационная – устойчивость дисперсных систем к осаждению дисперсной фазы (вид устойчивости, характеризующий способность дисперсной системы сохранять равномерное распределение частиц по объему дисперсионной среды).

Устойчивость седиментационная кинетическая – обеспечивается гидродинамическими факторами и количественно характеризуется параметром, обратным константе седиментации.

Устойчивость седиментационная термодинамическая – характеристика седиментационной устойчивости в условиях

термодинамического равновесия (седиментационно-диффузионного равновесия); количественно определяется величиной гипсометрической высоты.

Фаза дисперсная – раздробленная фаза, распределенная в сплошной (дисперсионной) среде.

Фактор устойчивости адсорбционный – обусловлен адсорбцией на межфазной поверхности молекул стабилизатора, в результате чего уменьшается межфазное натяжение и изменяются межмолекулярные взаимодействия между частицами.

Фактор устойчивости сольватный – связан с уменьшением межфазного натяжения вследствие взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой и образованием на поверхности частиц сольватных слоев, требующих совершения работы для их разрушения при соударении частиц.

Фактор устойчивости структурно-механический – обусловлен формированием на поверхности частиц структурированных адсорбционных слоев из молекул полимеров или длинноцепочечных ПАВ, обладающих механической прочностью, упругостью и высокой вязкостью.

Фактор устойчивости электростатический – обусловлен уменьшением межфазного натяжения при образовании на поверхности частиц двойных электрических слоев и проявлением сил электростатического отталкивания (при перекрытии ДЭС).

Флокула – агрегат, в котором между частицами нет непосредственного контакта.

Флокулянт – реагент, при введении которого в дисперсной системе происходит флокуляция (чаще всего это полиэлектролиты, молекулы, которых могут связывать частицы “мостиками”).

Флокуляция – образование рыхлых агрегатов из частиц, разделенных прослойками дисперсионной среды.

Флотация – метод обогащения (разделения) руд, основанный на различной смачиваемости частиц ценной и пустой пород; метод очистки сточных вод.

Шероховатость поверхности – наличие на поверхности твердых тел неровностей (выступов, впадин).

Эластичность – упругость, развиваемая и исчезающая (в отличие от гужовской) не мгновенно, а во времени.

Электроосмос – движение жидкой среды в порах (капиллярах) под действием приложенного электрического поля.

Электрофорез – движение частиц дисперсной фазы относительно дисперсионной среды под действием приложенного электрического поля.

Электролит индифферентный – электролит, ионы которого не способны к специфической адсорбции на поверхности частиц дисперсной фазы.

Электролит неиндифферентный – электролит, ионы которого способны к специфической адсорбции в ДЭС.

Эмульсия – дисперсная система жидкость–жидкость, в которой капли одной жидкости диспергированы в другой.

Эмульсия прямая – дисперсная система, в которой капли масла (неполярной жидкости) диспергированы в воде.

Эмульсия обратная – дисперсная система, в которой капли воды диспергированы в масле (неполярной жидкости).

Юнга модуль – характеристика материала, количественно отражающая его упругие свойства; рассчитывается из закона Гука.

Явления капиллярные – явления, обусловленные наличием в капиллярах менисков жидкости (например, капиллярное поднятие, капиллярное опускание жидкостей).

Явления поверхностные – явления, протекающие на границе раздела фаз (в гетерогенных системах) и приводящие к снижению поверхностного (межфазного) натяжения (адсорбция, адгезия, смачивание и др.).

Явления электрокинетические – явления, обусловленные наличием двойных электрических слоев на межфазной поверхности и их диффузным строением (электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации).

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

Раздел 1. Поверхностные явления и адсорбция

Тема 1.1 Дисперсные системы. Дисперсная система. Дисперсионная среда. Коллоидные растворы и их особенности. Различия истинных и коллоидных растворов. Количественные характеристики и классификация дисперсных систем. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Самопроизвольные процессы в поверхностном слое. Адсорбция. Количественные характеристики адсорбции.

Тема 1.2. Адсорбция на границе «жидкий раствор–газ». Особенности системы. Зависимость поверхностного натяжения от природы и концентрации растворенного вещества. ПИВ, ПАВ, ПНВ. Уравнение адсорбции Гиббса. Построение изотермы адсорбции Гиббса. Поверхностная активность. Правило Дюкло–Траубе. Лабораторная работа: Определение поверхностного натяжения методом наибольшего давления пузырьков воздуха

Тема 1.3. Уравнения, связывающие поверхностное натяжение водных растворов ПАВ с их концентрацией. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Особенности адсорбции газа или пара на твердом адсорбенте. Параметры, от которых зависит величина адсорбции газа на твердом адсорбенте. Теория полимолекулярной адсорбции. Теория БЭТ.

Раздел 2. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем

Тема 2.1. Капиллярная конденсация. Уравнение Томсона–Кельвина. Устойчивость коллоидных систем. Зависимость адсорбции газов от свойств адсорбента. Пористость. Пористые и непористые адсорбенты. Цеолиты.

Адсорбция на границе раздела «твердое тело–жидкость». Молекулярная адсорбция из растворов. Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию.

Тема 2.3. Зависимость молекулярной адсорбции от равновесной концентрации адсорбтива. Влияние на молекулярную адсорбцию природы растворителя, природы адсорбента и адсорбтива. Факторы, влияющие на ионную адсорбцию из растворов на границе раздела «твердое тело–жидкость».

Тема 2.3. Иониты. Классификация ионитов. Смачивание. Краевой угол смачивания. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Уравнение Юнга. Явление смачивания и капиллярные явления. Уравнение Дюпре–Юнга. Адгезия.

Раздел 3. Получение и свойства коллоидных систем

Тема 3.1. Физические методы получения дисперсных систем. Химические методы получения дисперсных систем. Пептизация. Методы очистки коллоидных растворов и их принципы.

Тема 3.2. Оптические свойства коллоидных систем. Рассеяние света. Уравнение Бугера–Ламберта–Бера и его практическое применение. Опалесценция. Поглощение света и окраска золь. Уравнение Рэлея и его практическое применение. Мутность. Оптические методы исследования коллоидных растворов.

Тема 3.3. Граница скольжения. Факторы, от которых зависит дзета-потенциал. Методы определения дзета-потенциала. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Седиментационно-диффузионное равновесие. Уравнение Стокса. Кинетика коагуляции электролитами. Теория ДЛФО.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К СДАЧЕ КОЛЛОКВИУМОВ

Одним из оценочных средств текущего контроля успеваемости студента является коллоквиум.

Коллоквиум – (colloquium – разговор, беседа, научное собрание) занятие, целью которого является слушание и обсуждение доклада, выступления; коллоквиум как экзамен – форма текущего контроля и оценивания обученности студентов. Как правило, представляет собой мини-экзамен, проводящийся по завершении темы в середине календарного периода обучения и имеющий целью уменьшить список тем, выносимых на основной экзамен. В ходе коллоквиума могут также проверяться проекты, рефераты и другие письменные работы студентов. Оценка, полученная на коллоквиуме, может влиять на оценку на итоговом экзамене (по решению преподавателя), могут быть приняты различные правила учета результатов коллоквиума.

При подготовке к сдаче коллоквиумов можно воспользоваться материалами лекций и рекомендованной литературой.

Целью коллоквиума является определение качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке к коллоквиуму:

1. Закрепление полученных ранее теоретических знаний.
2. Выработка навыков самостоятельной работы.
3. Выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Тема коллоквиума известна, и он проводится по сравнительно недавно изученному материалу, в соответствии с перечнем тем и вопросов для подготовки. Ключевым требованием при подготовке к коллоквиуму выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку к коллоквиуму следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций. Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью контрольных вопросов и заданий.

Как правило, коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым студентом, когда в рамках заданного вопроса подробно обсуждаются стороны проблемы, что в целом позволяет оценить уровень понимания и усвоения учебного материала. Коллоквиум также может проводиться в группе обучающихся, каждому из которых адресуется конкретный вопрос. Одновременно подобная форма проведения коллоквиума подразумевает коллективное обсуждение наиболее сложных и важных вопросов учебного курса, что повышает внимание обучающихся, развивает их творческое мышление, способствует лучшему усвоению теоретического материала. Обучающийся может себя считать готовым к сдаче коллоквиума по избранной работе, когда у него есть им лично составленный и обработанный материал, доклад, конспект.

По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка, имеющая большой удельный вес в определении текущей успеваемости студента.

4. ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

Коллоквиум № 1

1. Поверхностные явления, поверхностное натяжение.
2. Внутреннее давление.
3. Опыты Дюпре и Плато.
4. Методы определения поверхностного натяжения.
5. Правило Антонова.
6. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Уравнение Этвеша.
7. Поверхностное натяжение на границе Т/Г, Т/Ж.
8. Уравнение Гиббса.
9. Понятие о ПАВ.

10. Поверхностное натяжение растворов ПАВ.
11. Правило Дюкло–Траубе.
12. Уравнение Шишковского.
13. Строение поверхностных слоев. Весы Ленгмюра.
14. Явление смачивания.
15. Флотация.

Коллоквиум № 2

1. Адсорбция. Десорбция. Сорбция. Капиллярная адсорбция.
2. Адсорбция паров и газов на твердых адсорбентах.
3. Адсорбция из растворов.
4. Уравнение Бедекера–Фрейндлиха.
5. Уравнение БЭТ.
6. Уравнение Ленгмюра.
7. Теории адсорбции.
8. Адсорбция на угле.
9. Типы изотерм адсорбции.

Коллоквиум № 3

1. Электрокинетические явления.
2. Приборы для изучения электрокинетических явлений.
3. Значение электрокинетических явлений.
4. Правило Шульце–Гарди.
5. Теории строения двойного электрического слоя.
6. Определение дзета-потенциала.
7. Явление перезарядки.

Коллоквиум № 4

1. Оптические свойства золей.
2. Рассеяние света. Уравнение Рэлея.
3. Абсорбция света. Уравнение Бугера–Ламберта–Бера.
4. Оптические методы исследования дисперсных систем.
5. Различия и общие свойства растворов ВМС и золей.

Коллоквиум № 5

1. Лиофильные и лиофобные коллоиды.
2. Методы получения дисперсных систем.
3. Механические, электрические и ультразвуковые методы.
4. Конденсационные методы.
5. Методы пептизации.
6. Методы очистки коллоидных систем.
7. Структура золей. Строение мицелл.
8. Коагуляция. Порог коагуляции. Кинетика коагуляции.
9. Теории коагуляции.

Коллоквиум № 6

1. Общая характеристика ВМС.
2. Фракционирование ВМС.
3. Типы молекулярной массы ВМС.
4. Методы определения молекулярной массы ВМС.
5. Вязкость растворов ВМС.
6. Методы определения вязкости.
7. Набухание ВМС.
8. Методы определения набухания ВМС.

Перечень литературы для подготовки к коллоквиумам по дисциплине «Коллоидная химия»:

1. Коллоидная химия : практические работы. – М. : Московский городской педагогический университет, 2010. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/26502.html> (дата обращения: 19.03.2025). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия: учебник для вузов / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – М.: Высшая школа, 2004.
3. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. – Лань, 2010.
4. Практикум по коллоидной химии ; под ред. В. Г. Куличихина. – М.: Вузовский учебник, 2013.
5. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – Высшая школа, 1976.
6. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии: Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М.: Альянс, 2004.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Осовская, И. И. Организация учебного процесса на кафедре физической и коллоидной химии: учебно-методическое пособие / И. И. Осовская, Е. Ю. Демьянцева. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2016. – 81 с. – URL: <http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem//9.pdf> (дата обращения: 19.03.2025). – Текст : электронный.
2. Сумм, Б. Д. Основы коллоидной химии / Б. Д. Сумм. – М.: Академия, 2009. – 240 с. – Текст : непосредственный.
3. Зимон, А. Д. Занимательная коллоидная химия / А. Д. Зимон. – М.: Агар, 2002. – 169 с. – Текст : непосредственный.
4. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы ; под ред. В.В. Назарова, А.С. Гродского. – М.: Академкнига, 2007. – 372 с. – Текст : непосредственный.