

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

1.4.10 «Коллоидная химия»

по техническим наукам

Белгород 2025

1. Определение, основные понятия коллоидной химии

Коллоидная химия - наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях. Фундаментальные особенности ультрадисперсного (коллоидного) состояния вещества.

Признаки объектов коллоидной химии: гетерогенность, дисперсность. Количественные характеристики дисперсности: размер частиц, удельная поверхность, кривизна поверхности, дисперсность. Классификация дисперсных систем по размеру частиц, агрегатному состоянию, полярности фаз (взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды), устойчивости и структурному состоянию.

Поверхностная энергия, адсорбция, смачивание, капиллярность, адгезия, когезия, электрические явления, возникновение новых фаз, устойчивость, коагуляция, структурообразование. Роль поверхностных явлений и дисперсных систем в природе и химической технологии. Коллоидная химия и защита окружающей среды.

2. Термодинамика поверхностных явлений

Основы термодинамики поверхностного слоя. Основные отличия свойств поверхностного слоя от свойств объемных фаз. Способы описания термодинамики поверхностных явлений. Метод избыточных величин Гиббса. Избыточные термодинамические функции – поверхностное натяжение и адсорбция. Разделяющая поверхность и поверхность разрыва. Поверхностная энергия в обобщенном уравнении I и II начал термодинамики. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для внутренней (полной) энергии поверхностного слоя. Теплота образования единицы поверхности. Зависимость энергетических параметров поверхностного слоя от температуры. Уравнение Гиббса-Дюгема, уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Природа поверхностного натяжения, формула Баккера.

Поверхностное натяжение и адсорбция. Определение адсорбции. Изотерма, изопикна, изобара, изостера адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса (связь поверхностного натяжения с химическим потенциалом). Гиббсовская (избыточная) адсорбция. Частное выражение уравнения Гиббса. Поверхностная активность веществ. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные вещества на разных границах раздела фаз.

Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил взаимодействия при адгезии. Адгезионное соединение и его характеристики. Механизмы процессов адгезии. Характер и условия разрушения адгезионного соединения. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лيوфильные и лиофобные поверхности. Измерение краевого угла. Факторы, влияющие на установление равновесия при

смачивании. Гистерезис краевого угла смачивания. Влияние ПАВ, температуры и шероховатости поверхности на смачивание. Условия растекания жидкостей. Межфазное натяжение на границе между взаимно-насыщенными жидкостями и правило Антонова. Избирательное смачивание. Практическое значение адгезии и смачивания. Флотация.

Дисперсность и термодинамические свойства тел. Дисперсность как термодинамический параметр. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел (уравнение Лапласа). Поверхностная энергия и равновесные формы тел. Принцип Гиббса-Кюри. Закон Вульфа. Капиллярный метод определения поверхностного натяжения (формула Жюрена). Уравнение капиллярной конденсации Кельвина; изотермическая перегонка вещества. Роль капиллярных явлений в природе и технологии. Зависимость термодинамической реакционной способности от дисперсности. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции, температуру фазового перехода. Нанодисперсные системы.

3. Адсорбция газов и паров на поверхности твердых тел

Классификация механизмов адсорбции (физическая адсорбция, хемосорбция и ионообменная адсорбция). Природа адсорбционных сил. Особенности составляющих сил Ван-дер-Ваальса (ориентационных, индукционных и дисперсионных) при адсорбции. Уравнение для потенциальной энергии взаимодействия атома (молекулы) с поверхностью тела при адсорбции.

Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Уравнение адсорбции Генри. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и его анализ. Определение констант уравнения адсорбции. Уравнение Фрейндлиха. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Определение удельной поверхности методом БЭТ.

Динамическое уравнение адсорбции. Уравнение Френкеля. Расчет термодинамических параметров адсорбции. Интегральная и дифференциальная (адсорбционный потенциал) работы адсорбции; интегральная и дифференциальная энтропия и энтальпия (теплота) адсорбции и смачивания на энергетически однородной и неоднородной поверхностях.

Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Количественные характеристики пористых материалов. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории адсорбции.

Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Особенности адсорбции на микропористых материалах. Потенциальная теория Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Обобщенное уравнение теории Дубинина объемного заполнения микропор, частные

случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радushкевича). Адсорбция газов и паров в химической технологии.

4. Адсорбция из растворов

Обменная молекулярная адсорбция. Уравнение Гиббса для обменной молекулярной адсорбции. Изотерма гиббсовской адсорбции. Уравнение изотермы молекулярной адсорбции с константой обмена и ее анализ. Изотермы избирательной адсорбции, адсорбционная азеотропия.

Ионообменная адсорбция. Классификация ионитов и методы их получения. Основные физико-химические характеристики ионитов. Полная и динамическая обменные емкости, набухаемость и селективность. Константа равновесия ионного обмена, формула Никольского. Уравнение изотермы ионного обмена. Практическое использование ионитов.

Адсорбция ПАВ на границе раствора с газом. Уравнение Гиббса. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора (формула Шишковского). Отличия адсорбции на поверхности жидкостей и твердых тел.

Поверхностные пленки нерастворимых веществ. Типы поверхностных пленок и определение их характеристик. Определение строения адсорбционного слоя и размеров молекул ПАВ. Весы Ленгмюра. Уравнения состояния газообразных поверхностных (адсорбционных) пленок и причины уменьшения поверхностного натяжения растворов ПАВ, Связь с формулой Баккера. Факторы, определяющие агрегатное состояние адсорбционных пленок. Химические реакции в поверхностных пленках. Пленки высокомолекулярных и белковых веществ. Методы получения пленок Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ-пленки). Применение ЛБ-пленок в биологии и технике.

5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем

Образование двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением (уравнение Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС по этим кривым.

Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение. Уравнение Гуи-Чепмена. Толщина диффузного слоя и влияние на нее различных факторов. Емкость ДЭС. Двойной электрический слой по теории Штерна, его недостатки. Перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы гидрофобного золя.

Экспериментальные методы исследования ДЭС. Электрокинетические и электрокапиллярные явления. Электрокинетический потенциал и влияние на него различных факторов. Соотношения между электрическим потенциалом и

поверхностным натяжением (уравнения Липпмана). Уравнение Гельмгольца-Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Эффекты, не учитываемые этим уравнением (поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект). Уравнение Хюкеля-Онзагера, уравнение Генри. Практическое использование электрокинетических явлений.

6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем

Броуновское движение и его макроскопические проявления. Диффузия, закон Фика, коэффициентом диффузии и среднеквадратичный сдвиг частиц (формула Эйнштейна-Смолуховского). Осмотическое давление ультрамикроретерогенных систем.

Сопоставимость интенсивностей регулярного и хаотичного движение частиц коллоидных систем. Связь размеров частиц со скоростью их осаждения. Закон Стокса. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Распределения частиц по их размерам. Седиментация в центробежном поле. Равновесное ультрацентрифугирование как абсолютный метод определения массы частиц.

Седиментационно-диффузионное равновесие, закон Больцмана и его логарифмическая форма (гипсометрический закон), не требующая знания предэкспоненты. Высота столба взвеси, как необходимый параметр нормирования распределения Больцмана и определения численного значения предэкспоненты. Условие образования осадка, закон распределения частиц по высоте при наличии осадка, доля дисперсной фазы в осадке и взвеси.

7. Оптические свойства и методы исследования дисперсных систем

Явления, наблюдающиеся при распространении света в дисперсных системах. Физическая сущность рассеяния света. Условия и виды рэлеевского рассеяния. Рассеяние малыми частицами поляризованного и неполяризованного света. Уравнение Рэля и его анализ. Форма индикатриссы рассеяния. Рассеяние поляризованного и неполяризованного света большими частицами. Причины угловой асимметрии рассеяния. Определение молекулярных масс высокомолекулярных соединений. Турбидиметрия и нефелометрия. Определение размеров частиц, не подчиняющихся уравнению Рэля (уравнение Геллера). Уравнение Дебая для определения молекулярных и мицеллярных масс. Квазиупругое (динамическое) светорассеяние, фотон-корреляционная спектроскопия.

Микроскопические методы определения дисперсного состава. Оптическая микроскопия. Темнопольная микроскопия. Щелевой ультрамикроскоп. Конденсор темного поля. Световая микроскопия в проходящем свете. Электронная микроскопия и ее виды. Туннельная (полевая) микроскопия.

8. Получение, агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Общие вопросы устойчивости дисперсных систем. Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы: самопроизвольное образование одних и необходимость стабилизации других. Критерий лиофильности систем по Ребиндеру-Щукину. Растворы коллоидных ПАВ и ВМС как лиофильные системы. Процессы в дисперсных системах, обусловленные агрегативной неустойчивостью: изотермическая перегонка, коалесценция, коагуляция.

Получение лиофобных дисперсных систем. Методы диспергирования. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Физико-химическое диспергирование осадков (пептизация).

Гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша. Две стадии образования новой фазы (теория Гиббса-Фольмера) - нуклеация (зародышеобразование) и рост частиц. Связь кинетики образования новой фазы с пересыщением. Управление дисперсностью при гомогенной конденсации. Примеры получения дисперсных систем методами физической и химической конденсации.

Кинетика коагуляции лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Уравнение скорости коагуляции, константа скорости и время половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Специфика коагуляции концентрированных дисперсных систем и при больших временах от начала процесса. Фрактальная размерность флокул. Конечное состояние коагулирующей взвеси. Структурирование и расслоение.

Агрегативная устойчивость лиофобных систем. Факторы устойчивости лиофобных систем. Основные положения теории ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная. Уравнение для расклинивающего давления и энергии электростатического отталкивания при взаимодействии слабозаряженных поверхностей. Уравнение для энергии притяжения между частицами. Общее уравнение для энергии взаимодействия дисперсных частиц. Потенциальные кривые взаимодействия частиц в ионостабилизированных дисперсных системах. Потенциальный барьер и его зависимость от толщины диффузного слоя. Коагуляция в первичном и вторичном минимумах.

Электролитная коагуляция; нейтрализационная и концентрационная коагуляции. Порог коагуляции. Пептизация коагулятов. Влияние на порог коагуляции заряда ионов электролита. Правило Шульце-Гарди (закон Дерягина). Коагуляция смесями электролитов.

Структурно-механический барьер по Ребиндеру. Формирование связно-дисперсных структур. Реологические параметры межфазных адсорбционных слоев (модуль упругости и вязкость). Лиофилизация поверхности частиц дисперсной фазы (уменьшение сложной константы Гамакера).

Модели агрегации в дисперсных системах, агрегаты как фрактальные системы. Особенности дисперсных систем, стабилизированных ВМС и ПАВ.

Методы очистки промышленных суспензий, основанные на изменении агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем.

Системы с жидкой дисперсионной средой. Лиозоли, жидкие кристаллы, суспензии. Диаграмма фазовых состояний многокомпонентных систем, содержащих ПАВ. Стабилизация и коагуляция золь и суспензий в водных и органических средах. Золь-гель переход как способ получения новых материалов. Осаждение, фильтрация суспензий и использование коагулянтов, флокулянтов и ПАВ. Технические суспензии и пасты минеральных и органических веществ.

Эмульсии, их классификация. Стабилизация эмульсий ПАВ, ВМС и порошками. Обращение фаз эмульсий. Определение типа эмульсий. Разрушение эмульсий. Деэмульгаторы. Эмульсии в природе, технике и химической технологии.

Пены, их стабилизация и разрушение. Тонкие пленки (серые, черные). Поверхностное натяжение тонких пленок. Эффекты Гиббса и Марангони-Гиббса.

Системы с газообразной дисперсионной средой. Аэрозоли: дымы, пыли, туманы. Получение, свойства и способы разрушения аэрозолей. Факторы стабилизации аэрозолей. Физические основы улавливания аэрозолей на фильтрах. Порошки, их текучесть, склонность к коагуляции. Физико-химические основы переработки порошков.

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

8. Поверхностно-активные вещества

Общая характеристика и классификация ПАВ. Свойства водных растворов ПАВ. Мицеллообразование. Влияние длины углеводородного радикала на критическую концентрацию ассоциации и ККМ. Точка Крафта. Оценка дифильных свойств ПАВ. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ), гидрофильно-олеофильное соотношение и их определения. Гидрофобные взаимодействия в водных растворах ПАВ. Изменение структуры воды при мицеллообразовании. Энтропийная природа мицеллообразования в водной среде. Факторы, влияющие на критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ). Методы определения ККМ. Образование мицелл в неводной среде (обратных мицелл). Природа сил при

мицеллообразовании в углеводородной среде. Термодинамика мицеллообразования. Квазихимический и псевдофазный подходы. Два уровня ассоциации. Солюбилизация. Микроэмульсии. Основные факторы моющего действия в водной и неводной среде. Смеси ИПАВ и НПАВ. Биоразлагаемость и токсичность ПАВ.

Строение и полиморфные превращения мицелл. Классификация жидкокристаллического состояния. Фазовые переходы в жидкокристаллических системах. Лиотропные жидкие кристаллы. Мембраноподобные системы (везикулы). Мицеллярный катализ.

9. Растворы высокомолекулярных соединений

Фазовые диаграммы растворов полимеров. Термодинамический критерий деления растворов на разбавленные и концентрированные.

Конформационное состояние макромолекулы. Размеры и форма макромолекулы в растворе. Свойства гауссова клубка. Термодинамика набухания и растворения полимеров. Межмолекулярные и внутримолекулярные взаимодействия в растворах полимеров. Свойства разбавленных растворов полимеров. Осмотическое давление. Термодинамическое сродство полимеров к растворителю и его критерии. Температура Флори. Характеристическая концентрация как граница разбавленных растворов полимеров. Концентрированные растворы полимеров. Применение правила фаз Гиббса к растворам полимеров. Растворы полиэлектролитов. Белковые системы, комплексы полиэлектролитов и ПАВ.

10. Физико-химическая механика дисперсных систем

Структурообразование в дисперсных системах. Формирование структур в различных дисперсных системах (наносистемах) как частный случай коагуляции. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры; взаимные переходы. Теория структурообразования - основа получения новых материалов. Типы и прочность контактов между частицами в структурированных дисперсных системах. Влияние дисперсионной среды, ПАВ и электролитов на силы сцепления в контактах.

Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия: классификация основных типов материалов по деформационным свойствам, способности обладать формой, размером, объемом. Твердые, жидкие, газообразные среды. Реологические параметры, описывающие их реакцию на механическое воздействие: деформация, течение, скорость деформации, напряжение. Реологические модели (Гука, Сен-Венана-Кулона, Ньютона, Кельвина и Максвелла). Принципы моделирования реологических свойств тел. Упруговязкое, вязкоупругое, вязкопластическое тела. Время релаксации напряжения и деформации.

Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Псевдопластические и дилатантные жидкости. Тиксотропия и реопексия. Бингамовские и небингамовские твердообразные тела. Методы измерения вязкости. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна. Уравнения Штаудингера, Марка-Куна-Хаувинка и Хаггинса для растворов полимеров.

Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем. Типичные кривые течения. Характеристики прочности структуры. Зависимость вязкости от напряжения сдвига. Полная реологическая кривая.

Гели (студни); синерезис. Золь-гель технология неорганических материалов как контролируемый переход от свободнодисперсной системы (золя) к связнодисперсной (гелю) и материалу.

Эффект Ребиндера. Связь прочности с поверхностным натяжением (уравнение Гриффитса). Адсорбционное влияние среды на пластичность и прочность твердых тел и материалов. Адсорбционное понижение прочности. Эффект Ребиндера; основные факторы, определяющих формы и интенсивность его проявления; роль в геологических процессах, использование в технике.

12. Явления переноса в пористых телах и мембранные методы разделения смесей

Классификация мембран и мембранных методов. Принципы получения мембран и их характеристики. Мембранные равновесия. Уравнения Доннана. Мембранные потенциалы.

Течение жидкостей и газов в пористых телах. Закон Дарси и коэффициент проницаемости, уравнение Гаген-Пуазейля. Кнудсеновский поток и разделение газов. Диализ и электродиализ. Микрофльтрация, ультрафльтрация и обратный осмос. Проницаемость и селективность, концентрационная поляризация. Применение мембранных методов.

13. Коллоидная химия и охрана окружающей среды

Коагуляционные методы очистки природных и сточных вод. Перикинетическая, ортокинетическая коагуляция, гетерокоагуляция. Коагуляция порошками. Электрохимическая коагуляция. Флокуляционные методы очистки. Пенная сепарация Флотация, микрофлотация,. Адсорбционные методы очистки сточных вод от органических веществ. Баромембранные методы очистки. Способы осаждения аэрозолей.

Рекомендуемая основная литература

Перечень основной литературы

1. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия : Учебник для вузов по спец. "Химия" и направлению "Химия" / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – 5-е изд., испр. – Москва : Высш. шк., 2007. – 444 с. : ил. – (Для высших учебных заведений). – Библиогр.: с. 433. – ISBN 978-5-06-005900-7.
2. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии : Учебник / Д. А. Фридрихсберг. – 4-е изд., испр. и доп. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. – 411 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1070-5.
3. Фролов, Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : Учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. – 4-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2009. – 463 с. : ил. – Библиогр.: с. 452. – ISBN 978-5-903034-81-9.
4. Бибик, Е.Е. Коллоидные растворы и суспензии. Руководство к действию: учебное пособие / Е.Е. Бибик. – Санкт-Петербург : ЦОП «Профессия», 2018. – 252 с. – ISBN 978-5-91884-092-4.
5. Бибик, Е.Е. Сборник задач по коллоидной химии: учебное пособие / Е.Е. Бибик. – 2-е изд., доп. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 57 с.
6. Сумм, Б.Д. Основы коллоидной химии / Б.Д. Сумм. – М.: Академия – 2007. – 405с.

Электронные издания

1. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии : Учебник для вузов / Д. А. Фридрихсберг. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 412 с. — ISBN 978-5-8114-8425-6 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176683> (дата обращения: 27.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Русанов, А. И. Лекции по термодинамике поверхностей : учебное пособие / А. И. Русанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1487-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/6602> (дата обращения: 27.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Волков, В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник / В. А. Волков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1819-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65045> (дата обращения: 27.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Вережников, В. Н. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ : учебное пособие / В. Н. Вережников, И. И. Гермашева, М. Ю. Крысин. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1929-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64325> (дата обращения: 27.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Русанов, А. И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ : монография / А. И. Русанов, А. К. Щёкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 612 с. — ISBN 978-5-8114-9889-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/201617> (дата обращения: 27.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Практикум по коллоидной химии : учебное пособие / М. И. Гельфман, Н. В. Кирсанова, О. В. Ковалевич, О. В. Салищева. — Санкт-Петербург : Лань, 2005. — 256 с. — ISBN 5-8114-0603-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4033> (дата обращения: 27.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«интернет»

1. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова на базе ПО "ИРБИС 64+" - http://ntb.bstu.ru/irbis64r_plus
2. Российская государственная библиотека - <https://www.rsl.ru>
3. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
4. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - <https://www.viniti.ru>
5. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <http://e.lanbook.com>
6. Электронно-библиотечная система «IPRBooks» - <http://www.iprbookshop.ru>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (Библиоклуб.ру) - <http://biblioclub.ru/>
9. Электронный архив открытого доступа БГТУ им. В.Г.Шухова - <http://dspace.bstu.ru/>

Примерный перечень экзаменационных вопросов

1. Оптические свойства дисперсных систем. Явления, наблюдающиеся при распространении света в дисперсных системах. Физическая сущность рассеяния света.
2. Высокомолекулярные соединения как дисперсные системы. Методы определения молекулярных масс высокомолекулярных соединений.
3. Термодинамика набухания и растворения полимеров.
4. Получение дисперсных систем: гомогенная и гетерогенная конденсация. Метастабильное состояние. Энергия образования зародыша новой фазы, критический радиус зародыша.
5. Золь-гель переход как способ получения новых материалов.
6. Смачивание. Влияние ПАВ, температуры и шероховатости поверхности на смачивание.
7. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем по размеру частиц, по агрегатному состоянию и по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды, классификация свободно- и связно- дисперсных систем.
8. Диффузия в дисперсных системах. Связь между сдвигом частиц и коэффициентом диффузии (закон Эйнштейна-Смолуховского).
9. Мембранные методы разделения смесей. Классификация мембран и мембранных методов.
10. Поверхностное и межфазное натяжение: термодинамическое определение, физический смысл, влияние природы взаимодействующих фаз. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Зависимость термодинамических параметров поверхностного слоя от температуры.
11. Адсорбция. Понятие об абсолютной и гиббсовской адсорбции. Метод избытков Гиббса.
12. Фундаментальное адсорбционного уравнения Гиббса и его анализ. Поверхностная активность; поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
13. Адгезия, смачивание и растекание. Уравнение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания и уравнение Юнга. Уравнение Дюпре-Юнга для работы адгезии. Влияние ПАВ на адгезию и смачивание. Растекание, коэффициент растекания по Гаркинсу.
14. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности (дисперсности) на внутреннее давление тел. Капиллярные явления.
15. Влияние дисперсности на термодинамическую реакционную способность. Уравнение капиллярной конденсации Кельвина и его анализ. Влияние дисперсности на растворимость, температуру фазового перехода и константу равновесия химической реакции.

16. Методы получения дисперсных систем: диспергирование и конденсация. Уравнение Ребиндера для работы диспергирования. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера). Конденсация физическая и химическая. Энергия Гиббса образования зародыша новой фазы при гомогенной конденсации; роль пересыщения.
17. Классификация механизмов адсорбции. Природа адсорбционных сил и их особенности при физической адсорбции. Изотерма, изостера, изопикна адсорбции. Энергия взаимодействия атома адсорбата с поверхностью адсорбента.
18. Мономолекулярная адсорбция. Уравнение Генри. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Анализ изотермы адсорбции.
19. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ: исходные положения, вывод уравнения изотермы и его анализ. Определение удельной поверхности адсорбентов, катализаторов и др.
20. Количественные характеристики пористых материалов: пористость, удельная поверхность, размер пор. Пористые тела корпускулярной, кристаллической и губчатой структуры, методы их получения. Классификация пор по Дубинину и теории физической адсорбции.
21. Адсорбция на пористых адсорбентах. Теория капиллярной конденсации. Капиллярно-конденсационный гистерезис. Расчет и назначение интегральной и дифференциальной кривых распределения объема пор по их размерам.
22. Потенциальная теория адсорбции Поляни. Адсорбционный потенциал. Характеристическая кривая адсорбции. Температурная инвариантность и аффинность характеристических кривых.
23. Особенности адсорбции на микропористых адсорбентах. Обобщенное уравнение теории Дубинина (теория объемного заполнения микропор), частные случаи этого уравнения (уравнение Дубинина-Радушкевича). Расчет общего объема микропор по изотерме адсорбции.
24. Особенности адсорбции ПАВ на границе раздела раствор-воздух. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность (правило Дюкло - Траубе). Зависимость поверхностного натяжения растворов от концентрации ПАВ при соблюдении закона Генри и уравнения Ленгмюра.
25. Поверхностное давление адсорбционной пленки ПАВ. Уравнения состояния двумерного газа для адсорбционной пленки; различные агрегатные состояния адсорбционных пленок. Весы Ленгмюра и определение размеров молекул ПАВ.
26. Седиментационно-диффузионное равновесие. Мера седиментационной устойчивости. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость дисперсных систем.
27. Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Соотношения между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением

(уравнения Липпмана). Электрокапиллярные кривые и определение параметров ДЭС.

28. Общие представления о теориях строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС и его решение для случая слабозаряженных поверхностей. Уравнение Гуи-Чепмена.

29. Современная теория строения ДЭС; роль специфической адсорбции, перезарядка поверхности. Примеры образования ДЭС. Строение мицеллы (формулы ДЭС).

30. Лиофобные дисперсные системы. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Определение константы скорости и времени половинной коагуляции. Зависимость числа частиц разного порядка от времени.

31. Теория агрегативной устойчивости ДЛФО. Расклинивающее давление и его составляющие. Расчет потенциальных кривых парного взаимодействия частиц; потенциальные кривые для агрегативно устойчивой и неустойчивой дисперсных систем.

32. Возможности и ограничения классической теории ДЛФО. Основные пути развития теории ДЛФО на современном этапе.

33. Факторы агрегативной устойчивости лиофобных дисперсных систем. Электролитная коагуляция (концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Правило Шульце – Гарди (закон Дерягина), правило Эйлера – Корфа. Способы стабилизации лиофобных дисперсных систем.

34. Структурообразование в соответствии с теорией ДЛФО. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Условия перехода одних структур в другие. Классификация дисперсных систем по реологическим (структурно-механическим) свойствам.

35. Реологический метод исследования структур в дисперсных системах. Основные понятия и аксиомы реологии. Реологические модели идеальных тел (модели Гука, Ньютона, Сен-Венана-Кулона). Методы измерения вязкости.

36. Моделирование реологических свойств тел, модель и уравнение Бингама. Кривые течения и вязкости жидкообразной и твердообразной систем с коагуляционной структурой. Ползучесть, предел текучести.

37. Растворы полимеров как лиофильные дисперсные системы. Основы микрокапсулирования. Простая и сложная коацервация.

38. Микроэмульсии. Получение и особенности коллоидно-химического поведения. Микроэмульсии как типичные лиофильные системы.

39. Наноэмульсии. Получение и свойства. Наноэмульсии как типичные лиофобные системы.