



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Утверждаю:
декан факультета почвоведения МГУ

_____ С.А. Шоба
«21» _____ мая _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки: 06.03.02. «Почвоведение»

Автор-составитель:

старший преподаватель, к.х.н. Потешнова М.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета почвоведения МГУ, протокол № 2 от «17» _____ мая _____ 2018 г.

Председатель УМК _____ Рахлеева А.А.

Москва
2018 г.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: базовая часть

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

Общая химия, Аналитическая химия, Органическая химия, Физическая химия, Физика, Высшая математика

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:

Компетенции выпускников, формируемые частично при реализации дисциплины (модуля):

Способность в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях, объектах изучения и методах естествознания (УК-5.Б)

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знает теоретические основы главных разделов коллоидной химии: поверхностные и капиллярные явления, адсорбция поверхностно-активных веществ, образование дисперсных систем и их молекулярно – кинетические свойства, мицеллярные структуры, электроповерхностные явления, устойчивость, структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем.

Умеет использовать теоретические знания для анализа и объяснения физических и химических процессов протекающих при образовании, функционировании и обработке почв

Владеет системой фундаментальных научных понятий современной коллоидной химии.

Имеет опыт деятельности по использованию теоретических знаний для анализа результатов эксперимента.

4. Формат обучения: лекции, семинары

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., в том числе 60 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 84 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины «Коллоидная химия»	Трудоемкость (в ак. часах) по формам занятий				Форма контроля
		Аудиторная работа (с разбивкой по формам и видам)				
		Лекции	Семинары	Лабораторная работа	Самостоятельная	

					работа	
	Раздел 1. Свойства поверхности раздела фаз и поверхностные явления.			8		
1.	Определение коллоидной химии. Дисперсные системы. Особенности поверхности раздела фаз. Поверхностное натяжение	2	нет	нет	2	Тестирование
2.	Смачивание и капиллярные явления.	2	нет	нет	2	Тестирование
3	Адсорбция из растворов.	2	нет	нет	2	Тестирование
	Раздел 2. Образование дисперсных систем. Электро- поверхностные свойства			8	2	
4.	Образование дисперсных систем: лиофобные и лиофильные дисперсные системы.	2	нет	нет	2	Тестирование
5.	Электро-поверхностные свойства дисперсных систем: двойной электрический слой (ДЭС) и электрокинетические явления	2	нет	нет	2	Тестирование
	Раздел 3. Устойчивость, структуро- образование и структурно- механические			20		

	свойства дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем					
6	Устойчивость лиофобных дисперсных систем. Агрегативная устойчивость	2	нет	нет	2	Тестирование
7.	Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем.	2	нет	нет	2	Тестирование
8.	Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Седиментационная устойчивость	4	нет	нет	2	Тестирование
Итого:		18	0	36	18	72
Промежуточная аттестация						Зачет Экзамен

Содержание дисциплины по разделам и темам:

Раздел 1. Свойства поверхности раздела фаз и поверхностные явления.

Тема 1. Определение коллоидной химии. Дисперсные системы. Особенности поверхности раздела фаз. Поверхностное натяжение.

Определение и классификация дисперсных систем. Причины возникновения избыточной свободной энергии на поверхности раздела фаз. Поверхностное натяжение как характеристика избытка свободной энергии в поверхностном слое. Поверхностная энергия и энергия взаимодействия молекул (атомов, ионов) в конденсированной фазе. Энергия (работа) когезии как характеристика молекулярных взаимодействий в объеме конденсированной фазы. Связь работы когезии и поверхностного натяжения. Полярные и неполярные фазы. Поверхность раздела между конденсированными фазами. Работа адгезии, как характеристика взаимодействия между молекулами граничащих фаз. Межфазное натяжение как характеристика разности полярностей граничащих фаз.

Тема 2. Смачивание и капиллярные явления.

Понятие о смачивании и несмачивании твердых тел. Краевой угол, как характеристика смачивания. Смачивание водой и углеводородами полярных и неполярных поверхностей. Термодинамические условия смачивания, растекания и несмачивания: сопоставление работ адгезии и когезии. Работа растекания. Избирательное смачивание. Количественные

характеристики гидрофильности и гидрофобности поверхностей. Влияние химического состава почв на их смачиваемость водой.

Капиллярные явления: капиллярное давление, капиллярное поднятие. Зависимость подъема жидкостей в капиллярах от поверхностного натяжения жидкости, радиуса капилляра, краевого угла смачивания. Стягивание частиц менисками. Зависимость стягивающей силы менисков от размера частиц и поверхностного натяжения жидкости. Роль капиллярных явлений в почвенных системах. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности (размеров частиц дисперсной фазы). Закон Томсона (Кельвина) как основа описания самопроизвольных процессов изотермической перегонки, собирательной рекристаллизации, капиллярной конденсации.

Тема 3. Адсорбция из растворов.

Адсорбция как самопроизвольное сгущение на поверхности раздела фаз массы компонентов. Величина адсорбции, ее размерность. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от концентрации этих веществ. Поверхностная активность. Относительность понятия «поверхностная активность». Вода как поверхностно-активное вещество.

Изотермы поверхностного натяжения водных растворов ПАВ. Уравнение Шишковского, его анализ. Предельные значения поверхностного натяжения, достигаемые при введении веществ с дифильным строением молекул в водную фазу. Влияние строения молекул ПАВ на поверхностную активность. Правило Дюкло–Траубе. Энтропийная природа процесса адсорбции ПАВ из водных растворов.

Мономолекулярная адсорбция по Ленгмюру. Изотерма адсорбции. Уравнение Ленгмюра. Представление о расположении молекул ПАВ в разреженных и плотных адсорбционных слоях. Определение размеров молекулы ПАВ. Определение удельной поверхности адсорбента.

Адсорбция на границе двух конденсированных фаз. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Изотерма межфазного натяжения на границе двух несмешивающихся жидкостей. Управление смачиванием твердых тел с помощью ПАВ. Гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей; роль хемосорбции ПАВ. Изотермы смачивания. Коллоидно-химические основы флотации. Значение адсорбции для функционирования и агротехнических свойств почв; очистка воды от вредных примесей.

Лабораторные работы: Адсорбция ПАВ из водных растворов на различных поверхностях раздела фаз и определение удельной поверхности адсорбента; Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание твердых поверхностей.

Раздел 2. Образование дисперсных систем. Электроповерхностные свойства.

Тема 4. Образование дисперсных систем: лиофобные и лиофильные дисперсные системы.

Образование свобододисперсных систем при диспергировании и дезагрегации. Леофильные, лиофобные и псевдолиофильные дисперсные системы. Затраты энергии при диспергировании; сопоставление с поверхностной энергией. Использование эффекта Ребиндера для повышения эффективности диспергирования; роль этого эффекта в процессах почвообразования и эрозии почв.

Образование лиофобных дисперсных систем при конденсации. Основы теории гомогенного образования зародышей новой фазы при фазовых переходах. Критический зародыш; зависимость его размера и работы образования от величины пересыщения в системе. Гетерогенное образование зародышей новой фазы; влияние смачивания и шероховатости подложки на зародышеобразование. Процессы конденсации в почвообразовании.

Лиофильные коллоидные системы – термодинамически стабильные ультрамикрорегетерогенные дисперсные системы, образующиеся при самопроизвольном диспергировании объемных фаз. Критерий самопроизвольного диспергирования. Мыла, как вещества, способные образовывать лиофильные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах мыл.

Псевдолиофильные дисперсные системы, как системы, образующиеся при самопроизвольном диспергировании агрегатов (пептизации). Термодинамические условия пептизации. Дисперсии монтмориллонитовых глин, как системы промежуточные между лиофобными и истинно лиофильными.

Тема 5. Электроповерхностные свойства дисперсных систем: двойной электрический слой (ДЭС) и электрокинетические явления.

Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Причины возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на поверхности твердых тел. Качественные представления о строении ДЭС. Модель ДЭС по Гельмгольцу. Модель ДЭС по Гуи – Чепмену (влияние потенциальной (электростатической) и кинетической (тепловой) энергии на распределение противоионов в ДЭС). Модель Штерна. Граница скольжения. Электрокинетический (ζ -) потенциал. Строение мицелл гидрозолей. Уравнение Гельмгольца - Смолуховского для описания скорости относительного смещения фаз. Поверхностная проводимость. Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на строение ДЭС. Изоэлектрическое состояние. Перезарядка поверхности коллоидных частиц. Роль специфической адсорбции; лиотропные ряды. Закономерности ионного обмена между ДЭС и раствором при введении электролитов. Ионный обмен в природных дисперсных системах; его значение для функционирования и регулирования агрохимических свойств почв. Практическое использование электрокинетических явлений.

Лабораторная работа: Получение зольей, определение знака заряда их частиц и электрокинетического потенциала методом электрофореза.

Раздел 3. Устойчивость, структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем.

Тема 6. Устойчивость лиофобных дисперсных систем. Агрегативная устойчивость.

Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Нарушение агрегативной устойчивости вследствие протекания самопроизвольных процессов коагуляции, коалесценции, рекристаллизации; изменение при этом свободной поверхностной энергии. Пептизация как процесс обратный коагуляции.

Роль тонких пленок в устойчивости дисперсных систем. Расклинивающее давление в тонких пленках (по Дерягину). Молекулярные взаимодействия в дисперсных системах; молекулярная составляющая расклинивающего давления. Энергия и сила притяжения двух сферических частиц.

Факторы стабилизации дисперсных систем. Электростатическая составляющая расклинивающего давления как результат отталкивания диффузных слоев противоионов ДЭС; влияние электролитов на силу и энергию отталкивания.

Основы теории ДЛФО. Сопоставление энергии молекулярного притяжения частиц и энергии отталкивания диффузных слоев противоионов ДЭС на поверхности частиц. Зависимость энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними. Потенциальный барьер, вторичный (дальний) и первичный (ближний) минимум; влияние электролитов на высоту и положение потенциального барьера.

Коагуляция лиофобных зольей электролитами. Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита; порог коагуляции. Правило Шульце - Гарди. Зоны коагуляции при введении электролита, вызывающего перезарядку частиц золья. Пептизация коагулятов

под действием электролитов. Связь устойчивости и коагуляции с электрокинетическим потенциалом. Критерий Эйлера - Корфа.

Структурная составляющая расклинивающего давления как следствие образования на гидрофильных поверхностях структурированных слоев молекул воды.

Структурно-механический барьер (по Ребиндеру) как сильный фактор стабилизации дисперсных систем. Защитные коллоиды. Роль механических свойств адсорбционных слоев и лиофилизации поверхности в обеспечении устойчивости относительно коагуляции и коалесценции.

Флокуляция дисперсных систем полиэлектролитами. Роль коагуляции и флокуляции в процессах почвообразования, регулирования агротехнических свойств почв и очистки воды от загрязнений.

Тема 7. Структурообразование и структурно - механические свойства дисперсных систем.

Возникновение и развитие пространственных структур в дисперсных системах. Параметры, определяющие прочность дисперсных структур: число контактов в сечении (зависящее от дисперсности и упаковки частиц) и средняя прочность индивидуального контакта. Природа контактов между частицами образующихся структур. Классификация дисперсных структур по типу контактов. Коагуляционные структуры. Условия их образования. Прочность единичного коагуляционного контакта. Механические свойства структур с коагуляционным типом контакта. Явление тиксотропии. Роль тиксотропии в природе и технике. Кристаллизационные структуры. Процессы, приводящие к образованию фазовых контактов (спекание, прессование, срастание при выделении новой фазы из пересыщенной среды). Образование конденсационно-кристаллизационных структур на примере твердения полуводного гипса. Роль пересыщения в дисперсионной среде. Коагуляционные и конденсационные структуры в почвенных системах. Основы реологии. Основные реологические законы, описывающие упругое, вязкое и пластичное поведение идеализированных тел. Модель Бингама. Предельное напряжение сдвига. Эффективная вязкость. Реологические свойства свободнодисперсных систем с изометричными и анизометричными частицами. Аномалия вязкости. Реологические свойства структурированных дисперсных систем. Полная реологическая кривая связнодисперсной системы с коагуляционной структурой. Коллоидно-химические основы управления свойствами почвенных дисперсных структур.

Тема 8. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем, седиментационная устойчивость.

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение и диффузия в коллоидных системах; уравнение Эйнштейна; закон Фика. Седиментация в дисперсных системах. Методы седиментационного анализа суспензий (и эмульсий). Кривые накопления осадка. Уравнение Сведберга – Одена. Построение интегральной и дифференциальной кривых распределения массы частиц по размерам. Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена – Больцмана. Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды.

Лабораторные работы: Влияние природы дисперсионной среды на агрегативную устойчивость суспензии гидрофильного порошка; Седиментационный анализ суспензии; Исследование зон коагуляции и стабилизации гидрозолей; Влияние электролитов на устойчивость суспензии глины и кинетику нестационарной фильтрации; Реологические свойства дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля.

Примеры тестовых заданий:

1. Рассчитайте удельную поверхность капелек водяного тумана диаметром 20 нм.
2. Рассчитайте дисперсность коллоидной системы, образованной сферическими частицами диаметром 100 нм.
3. Определите дисперсность илестых частиц, в предположении их сферической формы, если диаметр частиц равен 6 мкм.
4. Оцените высоту капиллярного поднятия воды в стеклянном капилляре диаметром 1 мкм.
5. Рассчитайте изменение прочности твёрдого тела, если поместить его в адсорбционно-активную среду, уменьшающую поверхностную энергию в 4 раза.
6. При добавлении к отрицательно заряженному золю иодида серебра раствора нитрата алюминия электрокинетический потенциал частиц увеличился от -78 мВ до -39 мВ. Оцените изменение скорости движения частиц в условиях электрофореза (по отношению к скорости движения частиц в исходном золе).
7. Подберите среду для выполнения седиментационного анализа порошка хлорида натрия.
8. Подберите среду для выполнения седиментационного анализа порошка кальцита (карбоната кальция).
9. Оцените энергию взаимодействия частиц в коагуляционном контакте и сопоставьте с энергией теплового движения при 20⁰С ($kT = 4,04 \cdot 10^{-21}$ Дж), если значение сложной константы Гамакера составляет 10^{-19} Дж, радиус частиц 10 нм, а расстояние между частицами 0,2 нм.
10. Оцените силу сцепления двух кварцевых шариков радиусом 1 см, находящихся в водной среде и разделенных зазором 0,1 мкм, если значение сложной константы Гамакера составляет $1,7 \cdot 10^{-20}$ Дж.
11. Предложите наиболее эффективный способ уменьшения эрозии мелкозернистых глинистых почв.
12. Укажите факторы стабилизации лиофобных дисперсных систем, реализующиеся в разбавленной суспензии гидрофильного порошка в воде.

Лабораторная работа 1. Адсорбция ПАВ из водных растворов на различных поверхностях раздела фаз и определение удельной поверхности адсорбента.

1. Дайте определение адсорбции. Каковы единицы измерения адсорбции?
2. Как рассчитать изотерму адсорбции ПАВ на поверхности раздела фаз раствор – воздух и раствор – твердый адсорбент на основе изучения концентрационной зависимости поверхностного натяжения раствора ПАВ?
3. Как определить величину максимальной адсорбции на границе раздела фаз раствор – воздух и раствор – твердый адсорбент?
4. Нарисуйте, как ориентируются молекулы ПАВ в насыщенном и разреженном адсорбционных слоях на границе раздела фаз водный раствор ПАВ – воздух.
5. Как рассчитать площадь поперечного сечения и осевую длину молекулы ПАВ?
6. Как оценить удельную поверхность адсорбента?

Лабораторная работа 2. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание твердых поверхностей.

1. Что является мерой смачивания? Как измеряется краевой угол? Какие значения принимает краевой угол в случае смачивания, несмачивания, растекания?
2. Уравнение Юнга (схема для вывода уравнения).

3. Термодинамические условия смачивания, несмачивания и растекания.
4. Сформулируйте правило уравнивания полярностей Ребиндера. Есть ли исключения из этого правила?
5. Нарисуйте изотерму смачивания для следующих случаев: а) гидрофилизация исходно гидрофобной поверхности, б) гидрофобизация исходно гидрофильной поверхности.
6. Что такое «перемасливание» поверхности, в каких случаях можно наблюдать это явление? Нарисуйте изотерму смачивания.
7. Как улучшить смачивание исходно гидрофильной поверхности?
8. Как можно рассчитать работу адгезии жидкости к твердому телу на основе значений поверхностного натяжения жидкости и краевого угла смачивания?

Лабораторная работа 3. Получение зольей, определение знака заряда их частиц и электрокинетического потенциала методом электрофореза.

1. Укажите причины возникновения ДЭС (приведите примеры).
2. Современные представления о строении ДЭС (модель Штерна)
3. Электрокинетический (или дзета-) потенциал (определение).
4. Объясните строение мицелл гидрозольей (например, AgI).
5. Объясните влияние индифферентных электролитов на строение ДЭС.
6. Объясните влияние неиндифферентных электролитов на строение ДЭС.
7. Дайте определение прямым и обратным электрокинетическим явлениям, приведите примеры.

Лабораторная работа 4. Влияние природы дисперсионной среды на агрегативную устойчивость суспензии гидрофильного порошка.

1. Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем (определения).
2. Какие процессы, приводят к нарушению агрегативной устойчивости дисперсных систем?
3. Перечислите факторы, способствующие агрегативной устойчивости дисперсных систем.
4. Объясните наблюдаемые в лабораторной работе явления.

Лабораторная работа 5. Седиментационный анализ суспензий.

1. Какие условия должны выполняться при проведении седиментационного анализа методом накопления осадка?
2. Как можно расширить диапазон измеряемых размеров частиц?
3. Как выглядит кривая накопления осадка для монодисперсной системы, для полидисперсной системы?
4. Какие частицы оседают на первом линейном участке кривой накопления осадка в случае полидисперсной системы?
5. Как рассчитать размеры частиц исходя из кривой накопления осадка?
6. Что показывает интегральная кривая распределения частиц по размерам?
7. Как построить дифференциальную кривую распределения частиц по размерам?
8. Как выглядит дифференциальная кривая распределения частиц по размерам в случае монодисперсной системы?

Лабораторная работа 6. Влияние электролитов на устойчивость суспензии глины и кинетику нестационарной фильтрации.

1. В чем отличие стационарной и нестационарной фильтрации?
2. Как влияет добавка электролита с многозарядным катионом на скорость фильтрации суспензии глины, почему?
3. Нарисуйте, как изменяется зависимость потенциала с расстоянием от заряженной поверхности частиц глины по мере увеличения концентрации $AlCl_3$.
4. Как зависит потенциал поверхности частиц глины от концентрации $AlCl_3$?
5. Как зависит электрокинетический потенциал частиц глины от концентрации $AlCl_3$?

Лабораторная работа 7. Исследование зон коагуляции и стабилизации гидрозолей.

1. Как заряжен полученный в работе золя? Нарисуйте схему строения золя.
2. Используемый в работе нитрат алюминия является индифферентным или неиндифферентным электролитом по отношению к исследуемому золю?
3. Нарисуйте, как изменяется зависимость потенциала с расстоянием от заряженной поверхности частиц золя по мере увеличения концентрации $Al(NO_3)_3$.
4. Как зависит потенциал поверхности частиц золя от концентрации $Al(NO_3)_3$?
5. Как зависит электрокинетический потенциал частиц золя от концентрации $Al(NO_3)_3$?

Лабораторная работа 8. Реологические свойства дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений.

1. Что изучает реология, какие параметры она исследует?
2. Какой моделью описывается реологическое поведение глицерина?
3. Какое явление наблюдалось в работе при исследовании водных растворов высокомолекулярных соединений?
4. Почему в случае дисперсии глины не совпадают кривые течения, полученные при увеличении и уменьшении скорости деформации?

Вопросы к коллоквиумам

Коллоквиум 1.

Поверхность раздела фаз и поверхностные явления. Определение и классификация дисперсных систем. Причины возникновения избыточной свободной энергии на поверхности раздела фаз. Поверхностное натяжение как характеристика избытка свободной энергии в поверхностном слое. Поверхностная энергия и энергия взаимодействия молекул (атомов, ионов) в конденсированной фазе. Энергия (работа) когезии как характеристика молекулярных взаимодействий в объеме конденсированной фазы. Связь работы когезии и поверхностного натяжения. Полярные и неполярные фазы. Поверхность раздела между конденсированными фазами. Работа адгезии, как характеристика взаимодействия между молекулами граничащих фаз. Межфазное натяжение как характеристика разности полярностей граничащих фаз.

Смачивание и капиллярные явления. Понятие о смачивании и несмачивании твердых тел. Краевой угол, как характеристика смачивания. Смачивание водой и углеводородами полярных и неполярных поверхностей. Термодинамические условия смачивания, растекания и несмачивания: сопоставление работ адгезии и когезии. Работа растекания. Избирательное смачивание. Количественные характеристики гидрофильности

и гидрофобности поверхностей. Влияние химического состава почв на их смачиваемость водой.

Капиллярные явления: капиллярное давление, капиллярное поднятие, стягивание частиц менисками. Зависимость подъема жидкостей в капиллярах и стягивающей силы менисков от поверхностного натяжения жидкости, радиуса капилляра, краевого угла смачивания, размера частиц. Роль капиллярных явлений в почвенных системах. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности (размеров частиц дисперсной фазы). Закон Томсона (Кельвина) как основа описания самопроизвольных процессов изотермической перегонки, собирательной рекристаллизации, капиллярной конденсации.

Адсорбция из растворов. Адсорбция как самопроизвольное сгущение на поверхности раздела фаз массы компонентов. Величина адсорбции, ее размерность. Адсорбционное уравнение Гиббса. Положительная и отрицательная адсорбция. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации этих веществ. Предельные значения поверхностного и межфазного натяжения, достигаемые при введении веществ с дифильным строением молекул в водную и углеводородную фазу. Вода как поверхностно-активное вещество. Представление о расположении молекул ПАВ в разреженных и плотных адсорбционных слоях. Правило уравнивания полярностей. Ориентация молекул ПАВ при их химической адсорбции из водной среды на твердых гидрофильных поверхностях. Управление смачиванием твердых тел с помощью ПАВ. Гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей; роль хемосорбции ПАВ. Изотермы смачивания. Коллоидно-химические основы флотации. Значение адсорбции для функционирования и агротехнических свойств почв; очистка воды от вредных примесей.

Коллоквиум 2.

Образование дисперсных систем. Образование свободнодисперсных систем при диспергировании и дезагрегации. Лиофильные, лиофобные и псевдолиофильные дисперсные системы. Затраты энергии при диспергировании; сопоставление с поверхностной энергией. Использование эффекта Ребиндера для повышения эффективности диспергирования; роль этого эффекта в процессах почвообразования и эрозии почв.

Образование лиофобных дисперсных систем при конденсации. Основы теории гомогенного образования зародышей новой фазы при фазовых переходах. Критический зародыш; зависимость его размера и работы образования от величины пересыщения в системе. Гетерогенное образование зародышей новой фазы; влияние смачивания и шероховатости подложки на зародышеобразование. Процессы конденсации в почвообразовании.

Лиофильные коллоидные системы – термодинамически стабильные ультрамикроретерогенные дисперсные системы, образующиеся при самопроизвольном диспергировании объемных фаз. Критерий самопроизвольного диспергирования. Мыла, как вещества, способные образовывать лиофильные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах мыл.

Псевдолиофильные дисперсные системы, как системы, образующиеся при самопроизвольном диспергировании агрегатов (пептизации). Термодинамические условия

пептизации. Дисперсии монтмориллонитовых глин, как системы промежуточные между лиофобными и истинно лиофильными.

Электроповерхностные свойства. Причины возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на поверхности твердых тел. Качественные представления о строении ДЭС. Модель ДЭС по Гельмгольцу. Модель ДЭС по Гуи – Чепмену. Влияние потенциальной (электростатической) и кинетической (тепловой) энергии на распределение противоионов в ДЭС (модель Гуи–Чепмена). Модель Штерна.

Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на строение ДЭС и падение потенциала в ДЭС. Обменная адсорбция. Закономерности ионного обмена между ДЭС и раствором при введении электролитов. Роль специфической адсорбции; лиотропные ряды. Ионный обмен в природных дисперсных системах; его значение для функционирования и регулирования агрохимических свойств почв. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Уравнение Гельмгольца - Смолуховского для описания скорости относительного смещения фаз. Граница скольжения. Электрокинетический (ζ -) потенциал. Перезарядка поверхности коллоидных частиц. Изоэлектрическое состояние. Поверхностная проводимость. Практическое использование электрокинетических явлений.

Кolloквиум 3.

Устойчивость дисперсных систем. Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсных систем. Нарушение агрегативной устойчивости вследствие протекания самопроизвольных процессов коагуляции, коалесценции, рекристаллизации; изменение при этом свободной поверхностной энергии. Пептизация как процесс обратный коагуляции.

Роль тонких пленок в устойчивости дисперсных систем. Расклинивающее давление в тонких пленках (по Дерягину). Молекулярные взаимодействия в дисперсных системах; молекулярная составляющая расклинивающего давления. Энергия и сила притяжения двух сферических частиц.

Факторы стабилизации дисперсных систем. Электростатическая составляющая расклинивающего давления как результат отталкивания диффузных слоев противоионов ДЭС; влияние электролитов на силу и энергию отталкивания.

Основы теории ДЛФО. Сопоставление энергии молекулярного притяжения частиц и энергии отталкивания диффузных слоев противоионов ДЭС на поверхности частиц. Зависимость энергии взаимодействия частиц от расстояния между ними. Потенциальный барьер, вторичный (дальний) и первичный (ближний) минимум; влияние электролитов на высоту и положение потенциального барьера.

Коагуляция лиофобных золей электролитами. Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита; порог коагуляции. Правило Шульце - Гарди. Зоны коагуляции при введении электролита, вызывающего перезарядку частиц золя. Пептизация коагулятов под действием электролитов. Связь устойчивости и коагуляции с электрокинетическим потенциалом. Критерий Эйлера - Корфа.

Структурная составляющая расклинивающего давления как следствие образования на гидрофильных поверхностях структурированных слоев молекул воды.

Структурно-механический барьер (по Ребиндеру) как сильный фактор стабилизации дисперсных систем. Защитные коллоиды. Роль механических свойств

адсорбционных слоев и лиофилизации поверхности в обеспечении устойчивости относительно коагуляции и коалесценции.

Флокуляция дисперсных систем полиэлектролитами. Роль коагуляции и флокуляции в процессах почвообразования, регулирования агротехнических свойств почв и очистки воды от загрязнений.

Структурообразование и структурно - механические свойства дисперсных систем. Структурообразование в дисперсных системах. Классификация дисперсных структур по типу контактов. Природа сил сцепления в коагуляционных и фазовых контактах. Параметры, определяющие прочность дисперсных структур: число контактов в сечении (зависящее от дисперсности и упаковки частиц) и средняя прочность индивидуального контакта. Процессы, приводящие к образованию фазовых контактов (спекание, прессование, срастание при выделении новой фазы из пересыщенной среды). Конденсационно-кристаллизационные структуры; их образование на примере твердения полуводного гипса. Роль пересыщения в дисперсионной среде. Явление тиксотропии; тиксотропные свойства коагуляционных структур. Роль тиксотропии в природе и технике. Коагуляционные и конденсационные структуры в почвенных системах. Основы реологии. Основные реологические законы, описывающие упругое, вязкое и пластичное поведение идеализированных тел. Реологические свойства свободнодисперсных систем с изометричными и анизометричными частицами. Аномалия вязкости. Реологические свойства структурированных дисперсных систем. Полная реологическая кривая связнодисперсной системы с коагуляционной структурой. Коллоидно-химические основы управления свойствами почвенных дисперсных структур.

Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем, седиментационная устойчивость (вопросы для самостоятельной работы студентов, не вошедшие в программу коллоквиумов).

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение и диффузия в коллоидных системах; уравнение Эйнштейна; закон Фика. Седиментация в дисперсных системах. Методы седиментационного анализа суспензий (и эмульсий). Кривые накопления осадка. Уравнение Сведберга - Одена. Построение интегральной и дифференциальной кривых распределения массы частиц по размерам. Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена-Больцмана. Применение центрифуг и ультрацентрифуг для дисперсионного анализа высокодисперсных систем. Коллоидно-химические основы охраны окружающей среды.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной и итоговой аттестации:

1. Определение и основные задачи коллоидной химии; ее значение для почвоведения и других отраслей науки и техники.
2. Классификация дисперсных систем.
3. Поверхность раздела фаз, ее силовое поле. Удельная свободная энергия поверхности (поверхностное натяжение); энергия когезии и энергия адгезии.
4. Смачивание. Краевой угол. Термодинамические условия смачивания, растекания и несмачивания.
5. Избирательное смачивание. Гидрофильные и гидрофобные поверхности; характеристики гидрофильности и гидрофобности.
6. Капиллярное давление. Закон Лапласа.

7. Капиллярное поднятие. Стягивание частиц менисками. Капиллярные явления в почвах.
8. Закон Томсона (Кельвина). Самопроизвольные процессы капиллярной конденсации, изотермической перегонки, собирательной рекристаллизации.
9. Адсорбция из растворов. Уравнение Гиббса.
10. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Поверхностная активность.
11. Изотермы поверхностного натяжения; уравнение Шишковского. Правило Дюкло - Траубе.
12. Уравнение изотермы молекулярной адсорбции Ленгмюра. Строение адсорбционных слоев ПАВ.
13. Адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов.
14. Эффект Ребиндера – адсорбционное понижение прочности твердых тел; роль этого эффекта в процессах почвообразования и эрозии почв.
15. Роль поверхностных явлений в почвах.
16. Адсорбция ионов на твердых поверхностях. Двойной электрический слой (ДЭС); влияние электролитов на его строение.
17. Обменная адсорбция. Ионный обмен в почвах; его влияние на свойства почв.
18. Образование лиофобных дисперсных систем при диспергировании; процессы диспергирования в природе и технике.
19. Конденсационное образование дисперсных систем; процессы конденсации новых фаз в почвообразовании.
20. Образование лиофильных дисперсных систем при самопроизвольном диспергировании макрофаз. Критерий Ребиндера - Щукина.
21. Мицеллообразование в растворах мыл. Солюбилизация.
22. Диффузия в коллоидных системах; уравнение Эйнштейна.
23. Седиментация в дисперсных системах. Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена - Больцмана.
24. Седиментационный анализ дисперсных систем.
25. Агрегативная и седиментационная устойчивость лиофобных дисперсных систем. Самопроизвольные процессы, приводящие к разрушению лиофобных дисперсных систем.
26. Факторы устойчивости лиофобных дисперсных систем.
27. Расклинивающее давление в тонких пленках; молекулярная, электростатическая и структурная составляющие расклинивающего давления.
28. Структурно-механический барьер (по Ребиндеру) как сильный фактор стабилизации лиофобных дисперсных систем.
29. Коагуляция золь электролитами; порог коагуляции. Правило Шульце - Гарди.
30. Пептизация; термодинамическое условие пептизации. Пептизация под действием электролитов.
31. Зоны устойчивости золь при перезарядке коллоидных частиц.
32. Элементы современной теории коагуляции золь электролитами (теории ДЛФО).
33. Роль коагуляции в процессах почвообразования и регулирования агрофизических свойств почв.
34. Структурообразование в дисперсных системах. Прочность дисперсных структур.
35. Коагуляционные дисперсные структуры. Природа сил сцепления в контактах между частицами.
36. Тиксотропия; ее роль в природных и технологических процессах.
37. Конденсационно-кристаллизационные дисперсные структуры. Природа сил сцепления в контактах.
38. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры в почвенных системах.
39. Реологические свойства свободнодисперсных систем.
40. Реологические свойства связнодисперсных систем.

41. Коллоидно-химические основы управления структурой и реологическими свойствами дисперсных материалов и почв; использование для этого поверхностных явлений.
42. Полиэлектролиты; флокуляция под действием полиэлектролитов; их использование для регулирования свойств почв.

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы:

№ п/п	Автор	Название книги/статьи	Отв. редактор	Место издания	Издательство	Год издания	Название журнала	Том (выпуск) журнала	Номер журнала
Основная литература									
1.	Е.А. Амелина	Методическое пособие к курсу коллоидной химии.	Под. ред. проф. В.Н. Матвеевко	Москва	Изд. МГУ, Химфак	2011			
2.	Составитель Е.А. Амелина	Методические разработки к практикуму по коллоидной химии	Редактор Л.И. Лопатина	Москва	Изд. МГУ, Химфак	2011			
3	Е.А. Амелина	Практикум по коллоидной химии. Учебное пособие для вузов	под ред. член-корр. РАН В.Г. Куличихина	Москва	Вузовский учебник, ИНФРА-М	2014			
4.	Е.А. Амелина	Методическая разработка по курсу «Коллоидная химия».	Под ред. доц. Л.И. Лопатиной	Москва	Изд. МГУ, Химфак	2008			
Дополнительная литература									
5.	Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина	Коллоидная химия		Москва	Высшая школа	2008			
6.	Д.А. Фридрихсберг	Курс коллоидной химии	.	Ленинград	Химия	1995			
7.	С.С. Воюцкий	Курс коллоидной химии, 2-е изд		Москва	Химия	1975			

8.	Б.Д. Сумм	Основы коллоидной химии		Москва	Академия	2006			
Интернет-ресурсы									
9.	http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/colloid.html								

- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технического обеспечения:

А. Помещения: учебные аудитории факультета

Б. Оборудование: Лабораторный практикум на 30 рабочих мест с соответствующим лабораторным оборудованием: вытяжка, электричество, мойка (3 шт.), лабораторные столы, подача воздуха на лабораторных столах, дистиллятор, сушильный шкаф (1 шт.), весы лабораторные аналитические (1 шт.) и технические (4 шт.).

стандартные приборы для измерения поверхностного натяжения на легкоподвижных границах раздела фаз; горизонтальные микроскопы, объединённые с компьютерами для анализа видеоизображения; кондуктометры; спектрофотометры; турбидиметры; приборы для электрофореза гидрозолей; седиментометры с автоматической регистрацией времени оседания частиц; вискозиметры. Экспериментальные данные в большинстве случаев рассчитываются с помощью стандартных компьютерных программ.

вспомогательное лабораторное оборудование, наборы посуды для химических экспериментов; расходные материалы и реактивы для проведения экспериментов. В. Иные материалы:

9. Язык преподавания: русский

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности «Почвоведение» программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.