

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
Геологический факультет

«Утверждаю»
декан Геологического факультета
академик Д.Ю. Пущаровский

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Коллоидная геохимия

Авторы-составители: Алехин Ю.В.

Направление подготовки:

05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологическая геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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 «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016.

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Коллоидная геохимия» заключается в овладении современными методами интерпретации при изучении коллоидных геохимических систем и процессов с их участием на основе законов физической геохимии.

Задачи: овладение методами изучения коллоидных систем и растворимости тонкодисперсных фаз, изучения адсорбции, и практическом использовании при исследованиях состояния систем с большой поверхностью раздела фаз, освоение методов обработки данных при исследовании свойств доминирующих форм нахождения элементов в тонкодисперсных минеральных фазах коллоидных геохимических систем, овладение методами обработки результатов статических и динамических экспериментов.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный блок, профессиональные дисциплины по выбору; курс – IV, семестр – 8.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин «Общая геология», «Основы неорганической химии», «Физика», «Минералогия с основами кристаллографии», «Физическая химия», «Аналитическая химия (краткий курс)», «Основы коллоидной химии», «Общая геохимия».

Дисциплина необходима для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3.Б Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично).

ОПК-4.Б Способность применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).

ПК-2.Б Способность использовать знание теоретических основ фундаментальных геологических дисциплин при решении научно-исследовательских задач профессиональной деятельности (формируется частично).

В результате освоения дисциплины «Коллоидная геохимия» обучающийся должен:

знать: теоретические основы, принципы и методы физико-химического анализа коллоидных геохимических процессов, возможности и ограничения экспериментальной методологии при изучении геохимических процессов в системах с фазами коллоидной размерности, способы получения информации при проведении опытов;

уметь: выполнять физико-химические и термодинамические расчеты при анализе природных коллоидных систем в широком диапазоне условий, интерпретировать результаты экспериментов для условий протекания природных процессов.

владеть: приемами работы с фильтрационными установками и фильтрами для освобождения природных вод и растворов от взвесей и фракций коллоидной размерности при подготовке фильтратов к инструментальным методам химического анализа.

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия, самостоятельная работа студентов.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет **2** зачетные единицы, **72** академических часа, в том числе аудиторная контактная работа с обучающимися **33** академических часа (**11** часов – занятия лекционного типа, **22** часа – занятия семинарского типа), **39** академических часов – самостоятельная работа обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

Краткое содержание дисциплины (аннотация).

Содержание курса «Коллоидная геохимия» построено как анализ механизмов концентрирования и рассеяния микроэлементов в окружающей среде, включая спровоцированные человеком:

- 1) Коллоидные фазы и фазовые поверхности как основной резервуар накопления редких, рассеянных и токсичных форм элементов в окружающей среде.
- 2) Ведущие механизмы перераспределения микроэлементов в природе и техногенезе.
- 3) Роль и место коллоидной геохимии в системе наших геологических знаний.
- 4) Области доминирования коллоидно-геохимических процессов в окружающей среде.
- 5) Распространенные типы коллоидных систем в геологии, геохимии.
- 6) Классификации обычных коллоидных систем и типичные геохимические примеры.
- 7) Связь депонирующих сред экологической геохимии и химии коллоидного состояния, а также процессов диспергирования, коагуляции, кристаллизации и соосаждения в процессах концентрирования рассеянных и токсичных элементов.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы					
		Занятия лекционно го типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарско го типа	Всего		
Раздел 1. Предмет и методы коллоидной геохимии. (Общая классификация коллоидных систем).	9	2	-	2	4	Подготовка к собеседованию и выполнение задания, 5 часов	
Раздел 2. Физическая химия тонкодисперсных систем. (Роль коллоидов при концентрировании рассеянных элементов и формы загрязнителей).	13	2	-	2	4	Подготовка к собеседованию и выполнение задания, 9 часов	
Раздел 3. Три уровня описания адсорбционных процессов поглощения.	12	2	-	4	6	Подготовка к собеседованию и выполнение задания, 6 часов	
Раздел 4. Значения рН ИЭТ и растворимость. рН ТНЗ при описании адсорбции Причины разделения при фильтрации и осмотической задержке.	10	2	-	4	6	Подготовка к собеседованию и выполнение задания, 4 часа	
Раздел 5. Термодинамика и физическая химия дисперсных систем. Равновесие Доннана.	10	1	-	3	4	Подготовка к собеседованию и выполнение задания, 6 часов	
Раздел 6. Мембранные явления, их классификации. (Пористые природные среды как мембраны и обращенные аналоги коллоидных растворов).	9	1	-	4	5	Выполнение расчетов задержки (интегральной и дифференциальной) при фильтрации растворов, 4 часа	
Раздел 7. Области приложения и экологическое значение современных методов разделения и очистки вод.	7	1	-	3	4	Выполнение домашних заданий, 3 часа	
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	2					2	
Итого	72			33		39	

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Предмет и методы коллоидной геохимии

Коллоидные фазы и фазовые поверхности как основной резервуар накопления редких и рассеянных элементов. Определяющая роль современной термодинамики при развитии новых экспериментальных направлений в коллоидной геохимии. Равновесные и кинетические дефекты в кристаллах. Работа диспергирования, поверхностная энергия твердых тел. Основные аномалии термодинамических и физико-химических свойств фаз.

Раздел 2. Физическая химия тонкодисперсных систем. Межфазное натяжение, а также когезионные и адгезионные свойства природных фаз в различном агрегатном состоянии. Энергетические и кинетические причины устойчивости природных дисперсий. Техника и экспериментальные методы исследования поверхностных свойств фаз в статических и динамических системах. Адсорбция и ионный обмен при выполнении экспериментальных работ в геохимии и экологической геохимии. Кинетические серии и наблюдения опытов.

Раздел 3. Три уровня описания адсорбционных процессов поглощения:

1) формальная физическая химия распределения термодинамических компонентов; 2) термодинамика ионного обмена; 3) адсорбция как химическая реакции с образованием поверхностных комплексов. Соосаждение с образованием осадков и перекристаллизация дисперсий (правило ступеней Оствальда). Специфическая хемосорбция и физическая адсорбция как примеры общих и специальных электрохимических и электростатических взаимодействий при образовании ДЭС и адсорбционных слоев.

Раздел 4. Значения рН изoeлектрических точек (ИЭТ) и растворимость, рН точек нулевого заряда (рН ТНЗ). Роль рН при адсорбции и кислотно-основные свойства гомогенных и гетерогенных систем. Механизмы перезарядки поверхности раздела фаз. Причины и механизмы кислотно-щелочной буферности растворов, минеральных фаз и поверхностей раздела. Модели строения двойного электрического слоя (ДЭС), и их математическая реализация. Методы экспериментального исследования ДЭС, и их экспериментальная реализация. Коллоидные растворы амфолитичных гидроокислов.

Раздел 5. Термодинамика и физическая химия дисперсных систем. Мембранное равновесие Доннана. Мембранные явления, их классификация. Коионы и противоионы. Причины образования заряда на межфазной поверхности и выполнение условия электронейтральности в пористых средах. Элементы термодинамики необратимых процессов в мембранных системах. Соотношения взаимности Онзагера, симметрия кинетических коэффициентов при электрокинетических явлениях. Мембранное разделение и концентрационная поляризация при фильтровании.

Раздел 6. Мембранные явления, их классификации. Пористые среды как природные мембраны и обращенные аналоги коллоидных растворов.

Роль конвекции и диффузии при миграции в природных пористых средах. Пористые среды как геологические мембраны и обращенные аналоги коллоидных растворов. Неполнота обычных форм уравнений конвективной диффузии. Уравнение Нернста-Планка для конвективной диффузии. Соотношения между осмосом и концентрационной диффузией, электроосмосом и электромиграцией, термоосмосом и термодиффузией, фильтрацией и бародиффузией. Термодинамическая и физическая аддитивность процессов конвекции и диффузии. Теорема Де Гроота о порядке стационарного состояния и ее роль при анализе стационарных состояний в физической геохимии окружающей среды.

Раздел 7. Области приложения и экологическое значение современных методов разделения и очистки вод. Типы техногенных и природных геохимических барьеров. Грунтовая толща как геохимический барьер. Наиболее доступные барьерные материалы и их использование в современных технологиях защиты окружающей среды. Методы и значение исследований динамических параметров геохимических систем и геоэкологических процессов. Законы хроматографического разделения компонентов при фильтрации. Законы Фика, закон Дарси. Уравнения Лэнгмюра и Фрейндлиха для сорбции.

Расчет избыточной растворимости дисперсий с учетом закона Томсона (Кельвина). Скорость сорбции и динамическая адсорбция.

Рекомендуемые образовательные технологии

Реализация программы курса основана на следующих технологиях:

1) при чтении лекций применяется разнообразная графика и проводится разбор примеров применения методов физической химии и химической термодинамики при решении различных задач коллоидной геохимии, технологических процессов, в том числе и нетрадиционных для геохимии, экспериментальных исследований, а также – интерактивная форма занятий - в виде сравнения результатов типовых экспериментов и анализа данных расчетных задач. Учащиеся осваивают методы физико-химических расчетов, построения и интерпретации диаграмм, которые отражают физико-химическое состояние различных природных систем. Семинарские занятия сопровождаются обзором экспериментальных лабораторий кафедры геохимии и рекомендуемого набора установок для проведения экспериментов в различных коллоидных системах, в том числе, для изучения и моделирования динамики геохимических процессов и миграции элементов. Удельный вес аудиторных занятий: лекции 33%, семинары- 67%. Семинары проводятся с опросом по списку контрольных задач и вопросов.

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

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

Для текущего контроля студенты в ходе семестра по разделам 2 – 5 выполняют рефераты на заданные темы. Рефераты докладываются и обсуждаются на семинарских занятиях. По разделу 6 проводится контрольный опрос.

Примеры тем рефератов:

Роль коллоидов при концентрировании рассеянных элементов и формы загрязнителей
Пористые природные среды как мембраны и обращенные аналоги коллоидных растворов

Использование мембранных технологий для очистки промстоков

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля (тематика):

1. Значение коллоидного состояния вещества при анализе проблем экологической геохимии и геохимических циклов элементов. Семиколлоиды и истинные коллоиды.
2. Основные этапы экспериментального исследования. Стратегия и тактика проведения работ, планирование и оптимизация числа экспериментов и времени исследования.
3. Соотношения между общими научными и прикладными целями, текущими задачами и конкретными способами их экспериментального решения.
4. Роль адсорбционных процессов при изучении миграции загрязнителей и коллоидов в различных геохимических резервуарах (поверхностные воды, подземные воды, Мировой океан, атмосфера, биосфера).

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

Перечень контрольных вопросов для промежуточной аттестации

1. Классификации природных коллоидных систем и примеры распространенности и геохимической роли различных типов коллоидного состояния вещества.
2. Основные задачи коллоидной геохимии, соотношения между новой экспериментальной информацией и теоретическими представлениями. Проблема соотношения новых экспериментальных фактов с системами геохимических парадигм. Надмолекулярная геохимия и процессы инкорпорирования в природных коллоидных системах.
3. Типы систем и особенности фазовых равновесий в присутствии коллоидных фаз. Зависимые и независимые компоненты. Правило фаз и неавтономные фазы. Специфика динамики преобразования дисперсных систем и особые свойства фаз (правило Оствальда).
4. Связь свободной энергии реакции с константой равновесия и свободными энергиями участников реакции для тонкодисперсных фаз коллоидной размерности.

5. Эксперименты по изучению растворимости тонкодисперсных фаз - методы изучения равновесий в отношении состава реальных форм переноса микроэлементов в растворах.
6. Кинетическая устойчивость метастабильных фаз и правило фаз. Седиментационная и агрегативная устойчивость коллоидов и их ассоциатов в гидросфере и атмосфере.
7. Основные типы природных сорбентов и примеры адсорбционных и осадительных барьеров. Вклад адсорбции в интегральное поглощение. Роль рН и кислотно-щелочной буферности минеральных сред. Методы диагностики и анализа коллоидных фаз.
8. Методика экспериментальных исследований адсорбции, методы анализа изотерм поглощения (асимптотика изотерм равновесной адсорбции и интегральное поглощение).
9. Основные формы миграции тяжелых металлов в речном стоке. Роль органического вещества и минеральных взвесей. Вторичные загрязнения вод в устьевых зонах. Твердый сток и типичные концентрации минеральных и органических взвесей
10. Мембранное равновесие Доннана. Концентрационная поляризация и мембранные эффекты разделения (общие принципы). Условия химического и электрохимического равновесия свободных растворов с поровыми.
11. Виды конвективного и диффузионного массопереноса в природных пористых средах. Концентрационная диффузия и осмос. Электромиграция и электроосмос, их значение.
12. Потенциал течения и электрокинетические явления. Фильтрация в режиме потенциала течения и тока течения. Электроосмос. Электрические поля при фильтрации и условие электронейтральности. Роль двойного электрического слоя (ДЭС) при концентрационной поляризации.
13. Изучение адсорбционных и ионообменных равновесий. Потенциал - определяющие ионы и электроповерхностные свойства пород и минералов. Цели электрокинетических измерений. Определение констант Генри и Лэнгмюра в опытах по адсорбции.
14. Закон Стокса и седиментационный анализ, основные уравнения. Седиментации и потенциал седиментации. Методы управления скоростью седиментации. Электрофорез.
15. Типичные величины удельной поверхности природных дисперсий для почв, суглинков и глин, а также пород и грунтовых толщ. Дисперсность микробиоты и веществ гуминовой природы. Роль и природа агрегативной устойчивости фаз коллоидной размерности.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1964, 575 с.
2. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Л.: Химия, 1984, 368 с.
3. Савенко В.С., Савенко А.В. Экспериментальные методы изучения низкотемпературных геохимических процессов- М.: ГЕОС, 2009, 303 с.
4. Бейтс Р. Определение рН. Теория и практика. М.-Л.: Химия, 1968, 400 с.

-дополнительная литература:

1. Лукс Г. Экспериментальные методы в изучении неорганической химии. - М., Мир, 1965, 654 с.
2. Эверет Д. Введение в химическую термодинамику- М., ИЛ, 1963, 300 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

Нет.

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

Не требуется.

Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется)

Программа РVТ - свойств воды (разработчики ИЭМ РАН и кафедра геохимии МГУ).

Полный пакет электронных версий рекомендуемых книг и учебников на кафедре геохимии МГУ, лицензионное программное обеспечение не требуется.

Д) Материально-технического обеспечение:

- Учебная аудитория для проведения занятий с доской и мелом, мультимедийным проектором и доступом в Интернет.
- 3 специализированные экспериментальные лаборатории, оснащенные современной электрохимической техникой, фильтрационными и адсорбционными установками.
- Наборы ячеек, устройств и приспособлений для обеспечения демонстрационных экспериментов в геохимических системах.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Алехин Ю.В.

11. Автор (авторы) программы – Алехин Ю.В.