

Рекомендовано МСЧН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Коллоидная химия

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

**18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»**

(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель:

Дисциплина «Коллоидная химия» предназначена закончить химическую подготовку студентов и обеспечить преемственность и связь с неорганической, органической и аналитической химией. В соответствии с назначением основной целью дисциплины является приобретение соответствующей компетенции студентов в ходе освоения учебной программы. В процессе изучения учебной дисциплины решаются задачи дальнейшего формирования знаний и умений по химии

Задачи:

- дать основные понятия и положения коллоидной химии в соответствии с существующей образовательной программой;
- дать современное представление о научной картине мира, на основе взаимосвязи естественных наук;
- развить профессиональные умения анализа предложенного материала с использованием различных современных технических и электронных средств обучения.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина Коллоидная химия относится к **базовой части блока 1** учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-2 Способность использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Математика, Физика, Неорганическая химия, Органическая химия, Физическая химия	Экология, Основы биохимии, Химия окружающей среды, Методы математической статистики, Радиоэкология, Радиационная безопасность, Геоэкология, Итоговая аттестация.
	ОПК-3 Способность использовать основные естественно-научные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	Математика, Физика, Неорганическая химия, Органическая химия, Физическая химия	Экология, Основы биохимии, Химия окружающей среды, Методы математической статистики, Радиоэкология, Радиационная безопасность, Геоэкология, Итоговая аттестация.
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности _____)			

Профессионально-специализированные компетенции специализации			

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-2, ОПК-3

В результате изучения дисциплины студент должен иметь представления о научных основах коллоидной химии, ее практическом значении в решении задач по охране окружающей среды и связи с другими дисциплинами, а также :

- **Знать:** взаимосвязь физических и коллоидных явлений; общие закономерности протекания физико-коллоидных процессов на основе естественно-научных законов; физико-химические свойства и поведение дисперсий; химическое и фазовое равновесие в дисперсных системах, общие свойства коллоидов и их растворов.
- **Уметь:** пользоваться справочной литературой; находить пути управления физико-химическими процессами; обосновывать наблюдения и делать следующие из эксперимента выводы.
- **Владеть:** способностью и готовностью проводить физико-химические расчеты с помощью известных формул и уравнений, проводить стандартные физико-химические измерения, элементарными методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		IV			
Аудиторные занятия (всего)	64	64			
В том числе:	-	-	-	-	-
<i>Лекции</i>	32	32			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>	16	16			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	16	16			
Самостоятельная работа (всего)	16	16			
Общая трудоемкость 64 часа 2 зач. ед.					

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Введение в коллоидную химию	Определение, основные задачи и направления коллоидной химии. Понятие о дисперсных системах. Признаки и особенности коллоидного состояния – гетерогенность, высокая степень дисперсности, большая поверхность раздела фаз и проблема стабильности. Краткий исторический очерк

		развития коллоидной химии. Нанохимия. Классификации дисперсных систем по различным признакам. Сопоставление некоторых свойств коллоидных растворов (золей) и растворов высокомолекулярных соединений. Классификация поверхностных явлений. Распространение дисперсных систем в природе и их значение.
2.	Получение коллоидных систем и их строение	Условия и методы получения дисперсных систем. Роль стабилизатора. Правило фаз Гиббса в ультрамикрорегетогенных системах. Критический размер новой фазы. Энергетика методов конденсации и диспергирования. Эффект Ребиндера. Метод пептизации. Правило осаждения. Строение мицеллы гидрофобного золя, формула мицеллы. Влияние pH среды на заряд коллоидной частицы.
3.	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	Общность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных систем. Диффузия и броуновское движение. Уравнения Фика, Эйнштейна и Эйнштейна-Смолуховского. Связь коэффициента диффузии и среднего сдвига с радиусом частиц, температурой и вязкостью системы. Осмотическое давление коллоидных растворов. Мембранные процессы и их значение (осмос, обратный осмос, диализ, электродиализ, ультрафильтрация). Кинетическая устойчивость свободнодисперсных систем. Седиментация.
4.	Оптические свойства коллоидных систем	Поглощение и рассеяние света в коллоидных системах. Закон Рэлея, его анализ и границы применимости. Векторные диаграммы Ми. Закон Ламберта-Бера и его применение к мутным средам. Аномалии оптических свойств металлических золей. Влияние размера и формы частиц на оптические свойства коллоидных растворов. Оптические методы исследования (ультрамикроскопия, нефелометрия, турбидиметрия, электронная микроскопия, туннельная микроскопия).
5.	Электрические свойства коллоидных систем	Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе фаз. Развитие представлений о строении ДЭС. Потенциалы ДЭС – термодинамический, потенциал Штерна и электрокинетический потенциалы и влияние на них различных факторов. Изозлектрическое состояние. Перезарядка поверхности частиц при введении ионов и изменении pH. Электрокинетические явления в коллоидных системах (электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации). Уравнения Гельмгольца-Смолуховского. Практическое значение электрокинетических явлений.
6.	Устойчивость и коагуляция коллоидных систем	Факторы кинетической и агрегативной устойчивости дисперсных систем. Коагуляция и её закономерности. Коагуляция электролитами. Порог коагуляции. Правила Шульца - Гарди (правило значности). Теория устойчивости гидрофобных коллоидов Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Потенциальные кривые. Тиксотропия. Кинетика коагуляции. Быстрая и медленная коагуляция. Структурно-механический фактор стабилизации дисперсных систем. Явление коллоидной защиты. Защитные вещества, защитные числа. Особые случаи электролитной коагуляции — явление неправильных рядов, аддитивность, антагонизм и синергизм действия ионов, привыкание. Взаимная коагуляция и гетерокоагуляция золей.
7.	Мицеллярные системы	Мицеллообразование в растворах ПАВ. Термодинамика мицеллообразования. Фазовые диаграммы коллоидных ПАВ. Формы нахождения их в растворе. Критическая концентрация мицеллообразования. Строение мицелл мыла. Стабилизирующее и моющее действие мыла. Солюбилизация. Практическое значение мицеллярных систем.
8.	Растворы высокомолекулярных соединений	Общая характеристика высокомолекулярных соединений (ВМС). Классификации ВМС. Природные и синтетические ВМС. Методы получения. Степень полимеризации и свойства ВМС. Линейные, плоскостные и пространственные полимеры. Строение молекул ВМС. Конформация. Термодинамика набухания и растворения высокомолекулярных соединений. Давление и теплота набухания. Кинетика набухания. Факторы, влияющие на набухание. Растворы высокомолекулярных соединений как термодинамически равновесные коллоидные системы. Сравнение свойств растворов ВМС и гидрофобных золей. Особенности диффузии, осмотического давления растворов ВМС. Вязкость растворов

		ВМС. Оптические свойства. Растворы полиэлектролитов. Полиамфолиты. Изоэлектрическая точка белков и методы её определения. Мембранное равновесие Гиббса-Доннана.
--	--	---

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы			СРС	Всего час.
			Лаб. занятия	Семина ры	из них в ИФ		
1.	Введение в коллоидную химию	4	0	4	4		8
2.	Получение коллоидных систем и их строение	4	0	4	4		8
3.	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	4	4	0	0		8
4.	Оптические свойства коллоидных систем	4	0	4	4		8
5.	Электрические свойства коллоидных систем	4	2	2	2		8
6.	Устойчивость и коагуляция коллоидных систем	4	2	2	2		8
7.	Мицеллярные системы	4	2	2	2		8
8.	Растворы высокомолекулярных соединений	4	2	2	2		8

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Трудо- емкость (час.)
1.	1, 2	Получение гидрофобных золей.	2
2.	1, 2	Седиментационный анализ суспензий	2
3.	4	Нефелометрическое определение концентрации дисперсной фазы в коллоидных растворах.	2
4.	4	Определение размера частиц золя методом турбидиметрии.	2
5.	2	Получение коллоидных систем. Получение эмульсий и явление обращения фаз.	2
6.	3, 5	Коагуляция коллоидных растворов. Правило значности. Коллоидная защита.	2
7.	7	Определение критической концентрации мицеллообразования	2
8.	8	Определение молекулярной массы полимера методом вискозиметрии.	

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость (час.)
1.	1	Введение в коллоидную химию	4
2.	1	Поверхностные явления, адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем	2
3.	2	Получение коллоидных систем и их строение	2
4.	2	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем	2

5.	4	Оптические свойства коллоидных систем	2
6.	5	Электрические свойства дисперсных систем	2
7.	6	Устойчивость и коагуляция коллоидных систем	2

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для успешного осуществления занятий необходимо: мультимедийная аудитория для лекций, аудитория для практических занятий, лаборатория по физической химии, оснащенная необходимым оборудованием: колориметр КФК-2; поляриметр круговой СМ-2; иономер универсальный ЭВ-74; прибор для определения температуры плавления; кондуктометр анион -410 К, рН-метр/иономер анион 410К; рефрактометр ИРФ-23; информационные стенды; реактивы, химическая посуда, в соответствии с лабораторными работами.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение **OS: Microsoft, Linux, Android.**

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Информационные справочные системы

[Википедия](#)

[Российское образование. Федеральный портал.](#)

[Химическая информационная сеть](#)

[Электронный учебно-методический комплекс](#)

[Научно-популярный портал](#)

Базы данных

[Научная электронная библиотека](#)

[Ресурсы УЭМ РУДН](#)

[Web of Science](#)

[Информационный портал](#) о работе в WoS

Поисковые системы

[Интеллектуальная поисковая система](#)

[Научные поисковые системы](#)

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) Основная литература

1. Зимон А.Д. Коллоидная химия / А.Д. Зимон. - М.: Агар, 2003.
2. Шукин Д.Е. Коллоидная химия / Е.Д.Шукин, А.В Перцов, Е.А.Амелина. - М. : Высш. шк., 2004.
3. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии / Ю.Г Фролов. - М. : Химия, 1989.
4. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг. - Л. : Химия, 1984.
5. Волков В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления м дисперсные системы / В.А.Волков. -М. :МГТУ. Международная программа образования, 2000-2001.

б) Дополнительная литература

1. Нейман Р.Э. Диалектика науки о коллоидах / Р.Э.Нейман. - Воронеж : Изд-во Воронеж, ун-та, 1984.
2. Русанов А.И. Коллоидная химия на рубеже столетий /А.И.Русанов // Журн. российского химического общества им. Д.И.Менделеева. - 2000. - Т.49, №4.

3. Дерягин Б.В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок / Б.В.Дерягин. - М. : Наука, 1986.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Правила оформления работы в лабораторном журнале.

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткое теоретическое введение (основные законы и формулы, уравнения или графики, относящиеся к теме лабораторной работы).
4. Экспериментальная часть:
 - список реактивов и оборудования;
 - схема прибора или установки;
 - конкретное задание на лабораторную работу;
 - условия проведения эксперимента (температура, концентрации растворов, и т.д.);
 - результаты измерений в виде таблиц и графиков;
 - расчёты по экспериментальным данным;
 - оценка погрешности измерений.
5. Выводы или заключение о результатах данной лабораторной работы.
6. Ответы на вопросы к защите лабораторной работы.
7. Примечание. *Результаты эксперимента должны быть подписаны лаборантом. Все записи в тетради должны быть выполнены чернилами, графики – на миллиметровой бумаге только карандашом. Каждый график должен быть озаглавлен и вклеен в тетрадь.*

Правила написания и оформления контрольных работ

1. Контрольные работы выполняются в отдельной ученической тетради, на обложке которой указаны название дисциплины, фамилию и инициалы, специальность, курс. Перед каждой контрольной работой указывается номер контрольной работы, вариант задания, дата.
2. Контрольные работы выполняются чернилами черного, синего или фиолетового цвета. Условие каждой задачи необходимо записывать полностью.
3. Решение задачи начинается с *составления краткого условия* с использованием обозначений, принятых в дисциплине. Значения всех заданных величин должны быть выражены в единицах СИ и выписаны их числовые значения в виде столбика в кратком условии задачи. Идея решения задачи должна быть кратко обоснована с применением соответствующих законов, определений и положений. Величины, входящие в используемые формулы, должны быть пояснены. Ход решения задач следует пояснять с помощью схем или рисунков, выполненных карандашом при помощи линейки и других чертежных инструментов. Обозначения на чертеже и в тексте решения задачи должны иметь одинаковый вид.
4. Как правило, задачи следует решать в общем виде, т. е. в буквенном выражении, без вычисления промежуточных величин. Числовые значения подставляются только в окончательную (расчетную) формулу, определяющую искомую величину. Если эта формула не является выражением физического закона, то ее следует вывести на основе соответствующих теоретических сведений. После получения расчетной формулы необходимо ее проверить. Для этого нужно в эту формулу вместо символов физических величин подставить обозначения их единиц в СИ и убедиться, совпадают ли единицы левой и правой частей формулы. И только после этого подставить в расчетную формулу числовые значения величин и провести вычисления. Записать ответ.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Коллоидная химия

Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими **общефессиональными компетенциями (ОПК):**

1. Владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владением знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владением навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (ОПК-2);
2. Владением профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования (ОПК- 3);

Вопросы к экзамену

1. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Зависимость поверхностного натяжения от температуры.
2. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные и поверхностно-неактивные вещества. Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение Шишковского.
3. Избыточная адсорбция Гиббса. Фундаментальное уравнение адсорбции Гиббса и его анализ. Схема графического расчёта изотермы адсорбции.
4. Адсорбция на границе раздела «твёрдое тело – газ» и «твёрдое тело – жидкость». Уравнение изотермы Лэнгмюра и Фрейндлиха.
5. Связь уравнения Гиббса и Лэнгмюра, определение физического смысла констант эмпирического уравнения Шишковского.
6. Основные положения теории полимолекулярной адсорбции. Уравнение полимолекулярной адсорбции как основное уравнение обобщенной теории Лэнгмюра.
7. Адсорбция электролитов. Избирательная адсорбция ионов. Правило Пáнета – Фáянса. Ионообменная адсорбция. Иониты и их классификация. Обменная ёмкость, константа ионного обмена. Применение ионитов.
8. Предмет, задачи и методы коллоидной химии, ее значение.
9. Классификация дисперсных систем по различным признакам. Методы получения и очистка коллоидных растворов. Пептизация.
10. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое давление. Их взаимосвязь.
11. Седиментация. Седиментационная устойчивость и седиментационное равновесие. Центрифуга и её применение для исследования коллоидных систем.
12. Оптические свойства коллоидных систем. Уравнение Рэля. Поглощение и рассеяние света. Определение формы, размеров и массы коллоидных систем. Нефелометрия.
13. Флуоресценция и опалесценция.
14. Механизм возникновения электрического заряда на границе раздела двух фаз. Строение двойного электрического слоя. Мицелла, агрегат, ядро, гранула. Электрический потенциал.
15. Кинетическая и термодинамическая устойчивость коллоидных систем. Факторы устойчивости. Механизм действия расклинивающего давления.
16. Нарушение устойчивости коллоидных систем: изотермическая перегонка и коагуляция, факторы её вызывающие.

17. Основные положения теории устойчивости и коагуляции ДЛФО. Правило Шульце-Гарди, порог коагуляции.

18. Коагуляция индифферентными и неиндифферентными электролитами. Механизм и кинетика коагуляции. Перезарядка золя и чередование зон коагуляции. Взаимная коагуляция и коагуляция смесями электролитов. Коллоидная защита.

19. Аэрозоли и их получение. Молекулярно-кинетические и электрические свойства аэрозолей. Агрегативная устойчивость и факторы её определяющие.

20. Порошки и их свойства. Смешиваемость, гранулирование и распыляемость порошков.

21. Суспензии и их свойства. Получение. Устойчивость и факторы её определяющие. Пены. Пасты.

22. Эмульсии. Получение и свойства. Эмульгаторы и механизм их действия. Устойчивость эмульсий и её нарушение.

23. Мыла, детергенты, таниды, красители. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования, методы её определения.

24. Высокомолекулярные соединения и их растворы. Классификация и методы получения ВМС. Структура, форма и гибкость макромолекул. Кристаллическое и аморфное состояние ВМС.

25. Полимеризация и поликонденсация, примеры синтеза ВМС. Особенности свойств ВМС, их отличия от свойств низкомолекулярных соединений.

26. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения ВМС. Влияние различных факторов на степень набухания. Лиотропные ряды.

27. Вязкость безструктурных жидкостей, уравнение Ньютона, Пуазейля. Виды вязкости, уравнение Марка-Куна.

28. Вязкость коллоидных растворов, уравнение Эйнштейна.

29. Вязкость растворов ВМС. Аномальность вязкости растворов ВМС. Методы измерения вязкости растворов ВМС.

30. Вязкость растворов ВМС. Удельная, приведённая и характеристическая вязкости. Уравнение Штаудингера и его модификация. Определение молярной массы полимера вискозиметрическим методом.

Примеры контрольных работ по темам дисциплины

Контрольная работа №1

1	Определить удельную поверхность никеля $S_{уд}$ (m^2/g) по данным адсорбции на нем стеариновой кислоты из раствора в бензоле, если максимальная адсорбция кислоты $\Gamma_{max}=4,8 \times 10^{-5}$ моль/г. Площадь, занимаемая одной молекулой стеариновой кислоты в плотном монослое $V_0=20,5 A^2$.	15
2	Используя правило Дюкло-Траубе, оценить поверхностную активность капроновой кислоты $CH_3(CH_2)_4COOH$, если известно, что в указанном интервале концентраций поверхностное натяжение водного раствора масляной кислоты $CH_3(CH_2)_2COOH$ изменяется следующим образом: C_0 , моль/л $3,125 \times 10^{-2}$ $6,250 \times 10^{-2}$ σ , дн/см 65,8 60,4	20
3	Вывести уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра. Как его можно представить в линейных координатах?	15

Контрольная работа №2

1	Как осмотическое давление зависит от размера частиц?	10
2	Напишите формулу мицеллы золя сульфата бария, получаемого по реакции обмена между нитратом бария и сульфатом калия в случае избытка нитрата бария.	15
3	Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц золя сферической формы, если внешняя ЭДС равна 120 В, расстояние между электродами равно 20 см, вязкость среды равна $4,5 \cdot 10^{-3}$ Па*с, относительная диэлектрическая проницаемость среды равна 60, электрофоретическая подвижность равна $10 \cdot 10^{-9}$ м/(В*с). Какова скорость	25

	электрофореза?	
--	----------------	--

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН/ФГОС.

Разработчик:

доцент кафедры
физической и коллоидной химии
должность, название кафедры

подпись

И.Г. Братчикова

инициалы, фамилия

Руководитель программы

должность, название кафедры

подпись

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

название кафедры

подпись

А.Г. Чередниченко

инициалы, фамилия